



Documentos

Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos

*Evaluación de riesgo de *Listeria monocytogenes* en salchicha, jamón, mortadela y salchichón en Colombia*



DOCUMENTOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS

Evaluación de riesgo de *Listeria monocytogenes* en salchicha, jamón,
mortadela y salchichón en Colombia

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

Bogotá, D.C., 2015

ALEJANDRO GAVIRIA URIBE
Ministro de Salud y Protección Social

NORMAN JULIO MUÑOZ MUÑOZ
Viceministro de Protección Social

FERNANDO RUIZ GÓMEZ
Viceministro de Salud Pública
y Prestación de Servicios

MARTHA LUCIA OSPINA MARTÍNEZ
Directora General Instituto Nacional de Salud

MÁNCEL ENRIQUE MARTÍNEZ DURAN
Director de Vigilancia y Análisis
de Riesgo en Salud Pública

OSCAR EDUARDO PACHECO GARCIA
Subdirector de Prevención Vigilancia
y Control en Salud Pública

HERNÁN QUIJADA BONILLA
Subdirector de Análisis del Riesgo y
Respuesta Inmediata

YULY ANDREA GAMBOA MARÍN
Líder Grupo de Evaluación de Riesgos en
Inocuidad de Alimentos ERIA

GRUPO DE COMUNICACIÓN DEL RIESGO



**Evaluación de Riesgo en
Inocuidad de Alimentos**

**Evaluación de riesgo de Listeria monocytogenes en salchicha,
jamón, mortadela y salchichón en Colombia**

Instituto Nacional de Salud (INS)
Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA)

ISSN: 2422-0965

Para citar: Instituto Nacional de Salud, Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos. **Evaluación de riesgo de Listeria monocytogenes en salchicha, jamón, mortadela y salchichón en Colombia.** Página. Bogotá, D. C., Colombia. 2015

Todos los derechos reservados. El Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA), autoriza la reproducción y difusión del material contenido en esta publicación para fines educativos y otros fines NO comerciales, sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, especificando claramente la fuente. El Grupo ERIA, prohíbe la reproducción del material contenido en esta publicación para venta, reventa u otros fines comerciales, sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Estas solicitudes deben dirigirse al Grupo ERIA, Avenida calle 26 No 51-20, Bloque B Of 250 o al correo electrónico eria@ins.gov.co.

ERIA 2015
Todos los derechos reservados
Bogotá D.C., Colombia 2015

GRUPO DE REDACCIÓN

(Por orden alfabético)

Janeth LUNA CORTÉS
Microbióloga, M.Sc Microbiología

Diana CORREA
Ingeniera de Alimentos, MSc. Ciencia de los Alimentos, Mg.
Gerencia de Programas Sanitarios y de Inocuidad de Alimentos

Andrea GAMBOA MARÍN
Bacterióloga y Laboratorista Clínico, MSc. Microbiología. Mg.
Gerencia de Programas Sanitarios y de Inocuidad de Alimentos

Bernadette KLOTZ
Bióloga, Doctorado en Ciencias de los Alimentos

Claudia Margarita GONZÁLEZ
Zootecnista, Magíster en Educación

Deyci RODRÍGUEZ
Microbióloga, Especialización en Protección de Alimentos,
Magíster en Microbiología

María Consuelo VANEGAS
Microbióloga, M.Sc Microbiología

Sandra VEGA
Ingeniera de Alimentos, M.Sc Ciencia y Tecnología de Alimentos.
M. Sc Gestión y Seguridad Alimentaria

REVISORES CIENTÍFICOS INTERNACIONALES

(Por orden alfabético)

Antonio MARTÍNEZ LÓPEZ.

Ph.D. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA)
Valencia, España. Departamento de Conservación y Calidad de
los Alimentos. Grupo de Procesos de Conservación y Evaluación de
Riesgos en Alimentos.

REVISORES CIENTÍFICOS NACIONALES

(Por orden alfabético)

Jazmín MANTILLA.

Médica Veterinaria, Maestría en Salud y Producción Animal

Sandra APARICIO.

Profesional especializado. INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA
DE MEDICAMENTOS Y ALIMENTOS (INVIMA)

Elvert BEJARANO.

Profesional especializado. INVIMA

Ana Isabel MUÑOZ.

Profesional especializado. Laboratorio Microbiología de Alimentos.
INVIMA

Ligia OTERO.

Profesional especializado. Laboratorio Microbiología de Alimentos.
INVIMA

Érica RIVERA.

Profesional especializado. INVIMA

Diana Carolina SEGURA.

Profesional especializado. INVIMA.

**Miembros que colaboran en la revisión,
en respuesta a una petición pública de observaciones**

Ana Karina CARRASCAL.
Docente Pontificia Universidad Javeriana

Deyci Rocío RODRÍGUEZ CORDERO
Docente Pontificia Universidad Javeriana

CÁMARA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS (ANDI)

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL (MSPS)
Dirección de Promoción y Prevención
Dirección de Epidemiología y Demografía

INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA DE
MEDICAMENTOS Y ALIMENTOS (INVIMA)
Laboratorio Microbiología de Alimentos
Industria de Alimentos Zenú S.A.S.

Resumen

El Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA) por solicitud del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) y del Ministerio de Salud y Protección Social, con el apoyo de un panel de expertos, realizó una evaluación de riesgo tendiente a establecer la prevalencia y los factores de riesgo asociados a la exposición de *Listeria monocytogenes* a través de derivados cárnicos cocidos listos para el consumo (LPC) y estimar si el consumo de jamón, salchicha, mortadela y salchichón contaminados con este patógeno representa un peligro para la población colombiana. Los derivados cárnicos cocidos LPC son productos de consumo masivo, empacados o fraccionados, que requieren cadena de frío para su transporte y almacenamiento.

Estos productos han sido asociados a brotes de listeriosis, enfermedad reemergente de baja morbilidad y alta mortalidad, que puede vehiculizarse por el consumo de cárnicos cocidos LPC contaminados con *L. monocytogenes*. Las mujeres gestantes, neonatos, adultos mayores e individuos inmunocomprometidos son los grupos que presentan mayor susceptibilidad. Este documento incluye: la definición del peligro, la caracterización de la cadena de producción de estos productos en particular, las fuentes de exposición a *L. monocytogenes* en la cadena de producción de los cárnicos a evaluar la evaluación de la exposición, la caracterización del riesgo y las medidas de control.

Los objetivos de esta evaluación de riesgos son: **1.** Analizar la información disponible para Colombia sobre la prevalencia de *L. monocytogenes* en cuatro derivados cárnicos cocidos industrializados LPC (jamón, salchicha, mortadela y salchichón). **2.** Identificar los factores de riesgo de contaminación con *L. monocytogenes* asociados con su producción. **3.** Estimar en la población colombiana el riesgo de contraer listeriosis por su consumo de alimentos potencialmente contaminados en diferentes escenarios y **4.** Proponer las medidas

preventivas y de control asociadas con los factores de riesgo de contaminación y la exposición al consumo de alimentos contaminados con *L. monocytogenes*.

En la presente evaluación el jamón, la salchicha, la mortadela y el salchichón se categorizaron en alto riesgo de asociarse con listeriosis, esto debido a sus propiedades intrínsecas que permiten la proliferación del patógeno, el alto grado de manipulación en su venta al detal (tajado), la facilidad de contaminación cruzada, y la deficiente cadena de frío a nivel nacional. El estudio adelantado no estimó la prevalencia de *L. monocytogenes* en cada producto, solamente realizó la obtención de prevalencias a través de los diferentes estudios publicados y los resultados obtenidos de las actividades de inspección, vigilancia y control en el territorio nacional. De acuerdo con lo anterior, se encontró que el rango de prevalencia de *L. monocytogenes* en jamón fue de 6,13% a 16,8%, en salchicha de 2,2% a 16,6%, en mortadela de 4,1% a 13,3% y en salchichón de 1,4% a 1,6%. Los serotipos más frecuentes en Colombia corresponden al 4b y 1/2b.

Las principales fuentes de contaminación con *L. monocytogenes* asociadas con estos productos son: la materia prima contaminada, el ambiente, los manipuladores y las biopelículas. Aunque por la escasa información existente no se pudo dimensionar el riesgo de enfermar asociado al consumo de productos contaminados con *L. monocytogenes* en la población colombiana, los escenarios planteados para el caso de población sana mostraron que si la prevalencia se reduce de 25% a 4.42% en la población intermedia la tasa de enfermedad disminuye de 22 a 4 por 10.000 habitantes pero si la concentración del patógeno es menor de 0,04 UFC/g la tasa disminuye a 0,087 por 10.000 habitantes. Se concluye que las diversas estrategias de gestión de la inocuidad se deben concentrar en prevenir la contaminación posterior a la manufactura del producto, en particular en las etapas de almacenamiento, distribución, comercialización (tajado), así como el manejo en el hogar por parte del consumidor.

Contenido

JUSTIFICACIÓN, TÉRMINOS DE REFERENCIA, ALCANCE Y OBJETIVOS	16
JUSTIFICACIÓN DEL GESTOR.....	16
TÉRMINOS DE REFERENCIA	17
ALCANCE.....	18
OBJETIVOS.....	18
1 INTRODUCCIÓN	20
2 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO	22
2.1 IDENTIFICACIÓN Y TAXONOMÍA DE L. MONOCYTOGENES	22
2.1.1 Clasificación taxonómica	23
2.2 BROTES CAUSADOS POR L. MONOCYTOGENES EN DERIVADOS CÁRNICOS INDUSTRIALIZADOS	24
2.3 PREVALENCIA DE L. MONOCYTOGENES EN DERIVADOS CÁRNICOS INDUSTRIALIZADOS ...	29
2.3.1 Carnes y derivados cárnicos.....	29
2.3.2 Ambiente de planta de procesamiento.....	35
2.3.3 Sitios de venta y hogares	39
2.4 FACTORES QUE CONDICIONAN EL CRECIMIENTO DE L. MONOCYTOGENES EN DERIVADOS CÁRNICOS COCIDOS LPC.....	41
2.4.1 Características de crecimiento.....	41
2.4.2 Compuestos antimicrobianos.....	43
2.4.3 Agentes de limpieza y desinfección.	46
2.4.4 Tecnologías de conservación y empaque.....	47
2.5 MÉTODOS DE DETECCIÓN Y ENUMERACIÓN DE L. MONOCYTOGENES	50
2.5.1 Muestras de alimentos	50
2.5.2 Muestras clínicas.	51
2.6 PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE DERIVADOS.....	52
3 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO	56
3.1 LISTERIOSIS	56
3.2 VIRULENCIA DE L. MONOCYTOGENES	58
3.2.1 Población susceptible	61
3.3 RELACIÓN DOSIS-RESPUESTA	62
3.4 RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS	64
4 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN.....	66
4.1 DINÁMICA DE L. MONOCYTOGENES EN LA CADENA AGROPRODUCTIVA	66
4.1.1 Elaboración de derivados cárnicos cocidos LPC.....	66
4.1.2 Comportamiento de L. monocytogenes en la cadena de producción de derivados cárnicos cocidos LPC.....	71

5	CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO	88
5.1	ESTRATEGIAS DE CONTROL A LO LARGO DE LA CADENA.....	92
6	CONCLUSIONES.....	98
7	RECOMENDACIONES Y VACÍOS DE INFORMACIÓN.....	102
	GLOSARIO.....	108
	SIGLAS.....	114
	BIBLIOGRAFÍA.....	118
	ANEXOS	138

Índice de Tablas

Tabla 1	Número de aislamientos de <i>Listeria monocytogenes</i> confirmados y serotificados en alimentos en el país, periodo 2008 a 2010.....	17
Tabla 2.	Principales brotes reportados de listeriosis asociados al consumo de derivados cárnicos cocidos en el mundo, 1995-2012.....	25
Tabla 3.	Tasas de incidencia y mortalidad en los países de la Unión Europea, 2009 - 2013.	26
Tabla 4.	Porcentajes de hospitalización y muertes en los EUA, 2008- 2012.	27
Tabla 5.	Aislamientos de <i>Listeria monocytogenes</i> reportados por el Instituto Nacional de Salud, 1991-2010.....	28
Tabla 6.	Distribución de aislamientos de <i>L. monocytogenes</i> recibidos en el Grupo de Microbiología, durante 2012-2015.....	28
Tabla 7.	Reportes al SIVIGILA de patógenos aislados a partir de los alimentos asociados con brotes reportados, de 2008 a junio de 2012.	29
Tabla 8.	Prevalencia de <i>Listeria monocytogenes</i> en materia prima y derivados cárnicos LPC en países de la Unión Europea, 2009- 2013.	30
Tabla 9.	Prevalencia de <i>Listeria monocytogenes</i> en carnes y derivados cárnicos en Colombia.....	32
Tabla 10.	Derivados cárnicos rechazados por presencia de <i>Listeria monocytogenes</i> durante el muestreo de inspección, vigilancia y control de alimentos, 2011-2012.	34
Tabla 11.	Distribución de serotipos de <i>Listeria monocytogenes</i> aislados de alimentos en Colombia, 2000 -2009.....	35
Tabla 12.	Prevalencia de <i>Listeria monocytogenes</i> en ambiente de plantas de procesamiento de derivados cárnicos LPC.....	37
Tabla 13.	Distribución de los serotipos de <i>Listeria monocytogenes</i> según lugar de muestreo.	41
Tabla 14.	Límites de crecimiento y supervivencia de <i>Listeria monocytogenes</i> en productos LPC.	41
Tabla 15.	Consumo de carnes y derivados cárnicos en kg en Colombia, año 2009. .	54
Tabla 16.	Modelos de dosis-respuesta.	63
Tabla 17.	Requisitos de composición y formulación para jamones cocidos y fiambres.	67
Tabla 18.	Requisitos de composición y formulación para productos cárnicos cocidos (excepto chorizo cocido).....	67
Tabla 19.	Parámetros considerados en la formulación de salchicha, salchichón, mortadela y jamón.	67
Tabla 20.	Concentraciones de uso permitidas de diferentes aditivos clasificados como conservantes.	68

Tabla 21. Diferentes parámetros de inactivación para <i>Listeria monocytogenes</i> en derivados cárnicos LPC.....	72
Tabla 22. Parámetros cinéticos de <i>Listeria monocytogenes</i> en jamón molido en condiciones anaerobias en función de la temperatura, concentración de lactato de sodio (LS) y diacetato de sodio (DS).	83
Tabla 23. Estimación de personas enfermas por consumo de jamón, mortadela, salchichón o salchichas LPC contaminadas en la población intermedia y susceptible para Colombia.....	91
Tabla 24. Estimación de personas enfermas por consumo de salchichas LPC contaminadas, con calentamiento antes de consumo en la población intermedia y susceptible para Colombia.	91
Tabla 25. Métodos físicos, químicos y biológicos utilizados para el control de <i>Listeria monocytogenes</i>	94

Índice de Figuras

Figura 1. Ciclo de infección de <i>Listeria monocytogenes</i>	59
Figura 2. Flujograma para la elaboración de mortadela, salchicha y salchichón.....	69
Figura 3. Flujograma para elaboración de jamón.	70
Figura 4. Flujograma para la comercialización y consumo de los productos cárnicos cocidos LPC.....	71
Figura 5 Resistencia térmica de <i>Listeria monocytogenes</i> en carne molida a diferentes concentraciones de lactato de sodio y diacetato de sodio.	75
Figura 6. Curva de crecimiento (A) y distribución de la tasa de crecimiento (B) de <i>Listeria monocytogenes</i> a 10°C, $a_w=0,988$, $pH=6,2$ y una tasa de crecimiento de 0,559 h ⁻¹ . Mediana de la curva de crecimiento (azul), intervalo del 80% (amarillo), del 90% (anaranjado) y del 95% (rojo).	79
Figura 7. Curva de crecimiento (A) y distribución de la tasa de crecimiento (B) de <i>Listeria monocytogenes</i> a 10°C, $a_w=0,988$, $pH=6,2$ y una tasa de crecimiento de 0,305 h ⁻¹ . Mediana de la curva de crecimiento (azul), intervalo del 80% (amarillo), del 90% (anaranjado) y del 95% (rojo).	80
Figura 8. Porcentaje de la probabilidad de crecimiento de <i>Listeria monocytogenes</i> para un rango de temperatura entre 4 y 20°C, de pH entre 5 y 6,5 y a_w de 0,988.	81
Figura 9. Inhibición del crecimiento de <i>Listeria monocytogenes</i> por lactato de sodio y diacetato de sodio a diferentes temperaturas en jamón molido.....	82

Índice de Anexos

Anexo 1 Propiedades bioquímicas de <i>Listeria</i> spp.	138
Anexo 2 Métodos de detección y enumeración de <i>L. monocytogenes</i> a partir de muestras de alimentos, biológicas y de laboratorio clínico.	139
Anexo 3 Resultados de estudio frecuencia de consumo de salchicha, jamón, mortadela, y salchichón en Colombia.	143
Anexo 4 Materias primas utilizadas en la elaboración de productos cárnicos LPC	144
Anexo 5 Condiciones de uso de simuladores.	146

Justificación, Términos de referencia, Alcance y Objetivos

Justificación del gestor

Se ha encontrado que las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) constituyen un problema en salud pública debido a la inadecuada producción y manipulación de los alimentos. Listeria monocytogenes es uno de los principales microorganismos patógenos transmitido por los alimentos.

Listeria monocytogenes es un bacilo o cocobacilo Gram positivo, ubicuo, móvil, que carece de cápsula y esporas, anaerobio facultativo y psicrótrofo, con temperatura de crecimiento entre -1 y 45°C, con un rango óptimo entre 30 y 37°C.

Puede sobrevivir y desarrollarse en condiciones ambientales adversas de crecimiento como altas concentraciones de cloruro de sodio (NaCl), medios con pH ácido, temperaturas de refrigeración, entre otros, además de resistir los procesos de limpieza e higienización deficientes e inadecuados por su capacidad de formar biopelículas sobre las superficies de contacto con el producto y los equipos, convirtiéndose en un problema para la industria de los alimentos. Este microorganismo también puede sobrevivir a procesos térmicos inadecuados.

Listeria monocytogenes es un patógeno oportunista que puede causar listeriosis invasiva o gastroenteritis febril; afecta principalmente a neonatos, ancianos, mujeres gestantes y personas inmunocomprometidas. Para efectos de salud pública, todas las cepas de L. monocytogenes se consideran patógenas aunque su virulencia es variable de acuerdo con el serotipo y la susceptibilidad del hospedero. Su transmisión es principalmente por vía oral debida a la ingestión de alimentos contaminados con este microorganismo.

*Los derivados cárnicos cocidos son productos de consumo masivo, empacados o fraccionados LPC, que requieren cadena de frío para su transporte y almacenamiento. Estos productos se pueden contaminar frecuentemente y han sido asociados a brotes de listeriosis. En Colombia, el Laboratorio Nacional de Referencia del INVIMA realiza la confirmación y serotipificación de todas las cepas de *L. monocytogenes* aisladas por los laboratorios de salud pública identificados en muestras de alimentos.*

*En la Tabla 1 se describe la frecuencia de aislamientos de *L. monocytogenes* serotipificados provenientes de los derivados cárnicos cocidos comercializados en el país, periodo 2008 a 2010. Dentro de los derivados cárnicos cocidos (LPC) analizados, las mayores prevalencias de *L. monocytogenes* serotipificados en orden de frecuencia se presentó en jamón, salchicha, mortadela y salchichón”*

Tabla 1 Número de aislamientos de *Listeria monocytogenes* confirmados y serotipificados en alimentos en el país, periodo 2008 a 2010

Año	2008	2009	2010
Número			
Alimentos	201	183	324
Derivados cárnicos cocidos LPC	51	23	79

Fuente: INVIMA (2012) (1).

Términos de referencia

TOR 1. ¿Cuál es la prevalencia de *L. monocytogenes* en derivados cárnicos cocidos industrializados LPC (jamón, salchicha, mortadela y salchichón)?

TOR 2. ¿Cuáles son los factores de riesgo de contaminación con *L. monocytogenes* asociados a la producción de derivados cárnicos cocidos industrializados (jamón, salchicha, mortadela y salchichón)?

TOR 3. ¿Cuál es el riesgo de desarrollar listeriosis por consumo de jamón, salchicha, mortadela y salchichón?

TOR 4. ¿Cuáles son las medidas preventivas asociadas a *L. monocytogenes* que se deben implementar para garantizar la inocuidad de los derivados cárnicos cocidos industrializados (jamón, salchicha, mortadela y salchichón)?

Alcance

Con la evaluación de riesgos de *L. monocytogenes* en jamón, salchicha, mortadela y salchichón, derivados cárnicos cocidos industrializados elaborados a partir de carne de bovino, pollo y porcinos, se obtendrá información científica que permitirá al gestor de riesgos dimensionar la problemática de la listeriosis en salud pública en Colombia, para tomar y reorientar medidas preventivas y de control así como para reducir el riesgo de contaminación en las etapas críticas de producción identificadas en este documento.

Objetivos

- Analizar la información disponible para Colombia sobre la prevalencia de *L. monocytogenes* en derivados cárnicos cocidos industrializados LPC (jamón, salchicha, mortadela y salchichón).
- Identificar los factores de riesgo de contaminación con *L. monocytogenes* asociados a la producción de derivados cárnicos cocidos industrializados (jamón, salchicha, mortadela y salchichón).
- Estimar el riesgo de desarrollar listeriosis por consumo de jamón, salchicha, mortadela y salchichón, en diferentes escenarios en la población colombiana.
- Proponer las medidas preventivas y de control asociadas a *L. monocytogenes* para garantizar la inocuidad de los derivados cárnicos cocidos industrializados (jamón, salchicha, mortadela y salchichón).

1 Introducción

La listeriosis humana es una enfermedad transmitida por alimentos (ETA) cuyo agente etiológico es *L. monocytogenes* (2,3) . Debido a la magnitud que tiene por la severidad de sus síndromes, la alta letalidad y costo en hospitalizaciones, puede tener un impacto financiero en los sistemas nacionales de salud (4). También es de importancia económica en la industria de alimentos, por la pérdida de productos alimenticios contaminados con este microorganismo que son retirados de los mercados nacionales e internacionales (5).

En varios países se han reportado diferentes brotes asociados al consumo de derivados cárnicos LPC (5–13). Los estudios indican que los derivados cárnicos LPC (salchichas, jamones cocidos y curados, carne en tajadas y tajadas de jamón de carne de pollo) son productos de alto riesgo debido a que soportan crecimiento de *L. monocytogenes* (14) y no son sometidos a ningún tratamiento tecnológico que asegure la destrucción del patógeno antes del consumo (15). La *Listeria monocytogenes* es capaz de sobrevivir durante largo tiempo en condiciones ambientales adversas y en áreas asociadas al procesamiento de alimentos así como superficies de contacto y no contacto, y contaminar el producto (16–19)

En Colombia, la información sobre la prevalencia de listeriosis es escasa y con alto subregistro, debido a que no es una enfermedad de notificación obligatoria, aunque puede llegar a ser captado como una ETA e incluirse en el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (Sivigila). Únicamente se dispone de un reporte en la ciudad de Santiago de Cali (20). Según la Red Nacional de Laboratorios del INS los departamentos con mayor número de reportes de *L. monocytogenes* a partir de muestras clínicas son: Antioquia, Valle del Cauca y el Distrito Capital, con 10, 35 y 98 aislamientos, respectivamente.

El INVIMA y las Direcciones Territoriales de Salud dentro de sus programas de Inspección, Vigilancia y Control (IVC) han rechazado derivados cárnicos en comercialización por presencia de *L. monocytogenes* (29/1.703) con una

prevalencia nacional de 1,7% (21). En otro muestreo para 70 derivados cárnicos se rechazaron 10 productos por presencia de *L. monocytogenes*: salchicha (4/25), mortadela (1/14) y jamón (5/31) (22). El serotipo predominante es 4b (23,24).

En los últimos cinco años, el valor de producción en fábrica de carnes frías y embutidos se ha incrementado en un 60% (25). La frecuencia de consumo de derivados cárnicos LPC tales como salchicha, mortadela, jamón y salchichón es de dos a tres veces por semana y varía según el departamento. Se dispone de herramientas de microbiología predictiva que permiten fortalecer y cuantificar la evaluación de la exposición y del riesgo de enfermar por listeriosis por el consumo de productos LPC contaminados en diferentes escenarios.

2 Identificación del peligro

2.1 Identificación y taxonomía de *L. monocytogenes*

Listeria monocytogenes es el agente causal de la listeriosis, con una morbilidad relativamente baja pero una mortalidad alta por la enfermedad sistémica/encefálica, con valores cercanos al 30% (26–28). Se encuentra en forma ubicua en el suelo (29), agua, carne cruda y curada, y derivados cárnicos (30,31). Según International *Commission on Microbiological Specifications Food* (32), el periodo de incubación es de 11 a 70 días, según otros autores puede variar entre 1 a 90 días (33), dependiendo de su forma de presentación: invasiva o no invasiva.

Los alimentos LPC frecuentemente se han asociado con listeriosis en seres humanos porque: **i)** favorecen la proliferación de *L. monocytogenes*, **ii)** su vida útil en refrigeración puede ser prolongada, y **iii)** generalmente se consumen sin someterlos a tratamientos adicionales, como el proceso de cocción (34). En este mismo estudio se demostró que el riesgo para la salud pública respecto a este organismo fue mayor en las carnes frías mientras que para las salchichas en perros calientes fue moderado.

Los productos cárnicos tales como salchichas, jamones cocidos y curados, carne en tajadas, tajadas de jamón de carne de pollo fueron clasificados en la primera categoría como alimentos de alto riesgo de ser contaminados asociados con listeriosis, debido a que soportan el crecimiento de *L. monocytogenes* (11). La Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria de los Alimentos (15) clasifica estos productos en la categoría 3, ya que permiten el crecimiento de *L. monocytogenes* y no son sometidos a ningún tratamiento tecnológico que asegure la destrucción de ese patógeno antes del consumo.

Como complemento, la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) realizaron un estudio de evaluación del riesgo microbiológico de *L.*

monocytogenes en alimentos LPC que incluyó los derivados cárnicos (35). Así mismo se adelantaron estudios en la Unión Europea que confirman el riesgo de listeriosis asociado con su consumo (14,36–38).

2.1.1 Clasificación taxonómica

El género *Listeria* pertenece a la familia *Listeriaceae*, orden *Bacillales*, clase *Bacilli*, filo *Firmicutes* (39). Está constituido por ocho especies, de bajo contenido de guanina y citosina (G+C): *L. innocua*, *L. welshimeri*, *L. grayi*, *L. seeligeri*, *L. ivanovii* (compuesta por dos subespecies: *L. ivanovii* subsp. *ivanovii* and *L. ivanovii* subsp. *londoniensis*), *L. monocytogenes*, *L. marthii* y *L. rocourtiae* (40,41). *L. monocytogenes* es la responsable de la mayoría de casos de listeriosis en humanos.

Este género se caracteriza por ser bacilos *Gram* positivos y pequeños, con extremos redondeados, no esporulados, carecen de cápsula, son anaerobios facultativos, poseen flagelos peritricos que las hace mótilis a temperaturas entre 20 y $28 \pm 1^\circ\text{C}$ pero no a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ (42). En el Anexo 1 se muestran las características diferenciales de algunas especies de *Listeria*.

Del patógeno intracelular *L. monocytogenes* se reconocen 13 serotipos, con base en los antígenos somático (O) y flagelar (H); los que más se han asociado a casos y brotes alimentarios son los serotipos: 4b (37- 64%), 1/2b(10-35%), 1/2a (15-25%) y 1/2c (0-4%) (43,44). Los aislamientos recuperados de los alimentos en numerosos países pertenecen en su mayor parte al serotipo 1/2b.

Algunos estudios moleculares previos de la estructura filogenética de *L. monocytogenes*, dan a conocer tres linajes (4): el linaje I contiene serotipos 4b, 1/2b, 3b, 4d , 4e y 7; el linaje II, serotipos 1/2a, 1/2c, 3a, 3c; el linaje III, serotipos 4a, 4c y 4b (45). El linaje I contiene todas las cepas epidémicas de brotes y casos de listeriosis humanas y transmitidas por alimentos. El linaje II contiene aislamientos de casos de humanos y animales, muestras ambientales y de alimentos (4,46). El linaje III está asociado con aislamientos de animales, dado que pocas listeriosis humanas se han asociado con este linaje.

Estudios de subtipificación molecular de *L. monocytogenes* reportaron la existencia de un cuarto linaje, conformado por serotipos genéticamente diferentes al linaje III y está asociado con aislamientos de humanos, animales, y alimentos

(46). Actualmente, el linaje IV está conformado por serotipos 4a, 4b y 4c, la mayoría obtenidos de rumiantes (47).

2.2 Brotes causados por *L. monocytogenes* en derivados cárnicos industrializados

Los principales brotes de listeriosis asociados al consumo de derivados cárnicos de bovino, cerdo y pollo reportados en el mundo se presentan en la Tabla 2. De los doce brotes descritos, cinco están asociados con el consumo de derivados cárnicos industrializados (jamón, salchicha, mortadela y salchichón), alimentos objeto de este estudio.

Tabla 2. Principales brotes reportados de listeriosis asociados al consumo de derivados cárnicos cocidos en el mundo, 1995-2012

Año	Tipo de Producto	Nº de Afectados	Reporte	Serotipo Involucrado	País	Referencia
1987-1989	Paté belga	355	94 muertes	4b y 4	Reino Unido	Mc Lauchlin, 1996 (12)
1990	Paté	9	0 muertes	1/2a	Australia	Mc Lauchlin et al, 2004 (11)
1992	Lengua de cerdo en gelatina	279	85 muertes 63 muertes 22 abortos	4b	Francia	Salvat et al, 2005 (30)
1992	Cerdo (<i>Pork Rillettes</i>)	38	10 muertes	4b	Francia	Mc Lauchlin et al, 2004 (11)
1998-1999	Perros calientes y carnes de <i>delicatessen</i>	108	14 muertes 4 abortos	4b	EUA	Mc Lauchlin et al, 2004 (11)
1998	Salchichas cocidas	40	4 muertes	4b	EUA	Jemmi & Stephan, 2006 (5)
		26	7 muertes			
		270	0 abortos			
1999-2000	Lengua de cerdo en gelatina		66 infección materna 0 muertes 66 infección materna	4b	Francia	Goulet et al, 2006 (9)
		261				
2001	Pavo cocido en rodajas	16	0 muertes	1/2a	EUA	Frye et al, 2002 (8)
2003	Emparedados en hospital	5	0 muertes 5 mujeres embarazadas	1/2a	Inglaterra	Dawson et al., 2006 (7)
2008	<i>Roastbeef</i> , carne cocida, emparedados de varios tipos de carnes cocidas	57	22 muertes	NR	Canadá	Government of Canadá, 2009 (10)
	Carne picada	8	2 muertes	NR	Dinamarca	Smith et al., 2011 (48)
2009	Cecinas	68	17 muertes	NR	Chile	Ministerio de Salud de Chile, 2010 (49)
2010	Queso de cabeza	14	2 muertes	1/2a	EUA	CDC, 2011 (50)
2011	Jamón	6	0 muertes	1/2b	Suiza	Hächler et al, 2013 (51)
2012	Queso de cabeza	20	3 muertes	NR	Finlandia	EFSA, 2013 (52)

NR: No Reportado

Fuente: Grupo de redacción

En los países de la Unión Europea (UE), la tasa de mortalidad de listeriosis varió entre el 13 y 18% en el periodo 2009 a 2013 y su incidencia está alrededor de 0,38/100.000 habitantes (Desde 2007, en los Estados Unidos de América (EUA) se cuenta con información anual sobre los brotes de listeriosis y su seguimiento, con la información del reporte de la "Iniciativa de Listeria", de la Red de Vigilancia de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (FoodNet) y la Red Nacional de Subtipificación Molecular para la Vigilancia de las

Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (PulseNet) (13,26,56–58). En el periodo comprendido entre los años 2008 a 2012, el porcentaje de mortalidad asociado a embarazo en EUA varió entre 19 y 30% y el de hospitalización estuvo entre 44 y 74%, mientras el porcentaje de mortalidad varió entre 16 a 22% y el de hospitalización no asociado a embarazo se encontró entre 93 y 94% (Tabla 4). Tanto en los países de la UE como en EUA, el reporte de casos de listeriosis en el grupo de personas mayores de 65 años ha aumentado.

Tabla 3) (27,52–55).

Desde 2007, en los Estados Unidos de América (EUA) se cuenta con información anual sobre los brotes de listeriosis y su seguimiento, con la información del reporte de la "Iniciativa de *Listeria*", de la Red de Vigilancia de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (*FoodNet*) y la Red Nacional de Subtipificación Molecular para la Vigilancia de las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (*PulseNet*) (13,26,56–58). En el periodo comprendido entre los años 2008 a 2012, el porcentaje de mortalidad asociado a embarazo en EUA varió entre 19 y 30% y el de hospitalización estuvo entre 44 y 74%, mientras el porcentaje de mortalidad varió entre 16 a 22% y el de hospitalización no asociado a embarazo se encontró entre 93 y 94% (Tabla 4). Tanto en los países de la UE como en EUA, el reporte de casos de listeriosis en el grupo de personas mayores de 65 años ha aumentado.

Tabla 3. Tasas de incidencia y mortalidad en los países de la Unión Europea, 2009 - 2013.

Año	Casos totales	Incidencia por 100.000 habitantes	Tasa de notificación en < 65 años por 100.000 habitantes	Tasa de mortalidad por 100.000 habitantes	Referencia
2009	1.645	0,4	1,1	0,17	EFSA, 2011 (53)
2010	1.601	0,4	1,2	0,17	EFSA, 2012 (27)
2011	1.478	0,3	NR	0,13	EFSA, 2013 (52)
2012	1.642	0,4	2,3	0,18	EFSA, 2014 (54)
2013	1.763	0,4	NR	0,16	EFSA, 2015 (55)

NR: No Reportada

Fuente: Grupo de redacción

Tabla 4. Porcentajes de hospitalización y muertes en los EUA, 2008- 2012.

Año	Casos	Edad promedio (años)	Porcentaje		Referencia
			Hospitalización	Muertos	
2008	349	24,5 Asociados a embarazo	51% Asociados a embarazo	20% Asociados a embarazo	CDC, 2011 (26)
	73 Asociados a embarazo				
	273 No asociados a embarazo				
2009	3 Otros	27,5 Asociados a embarazo	44% Asociados a embarazo	19% Asociados a embarazo	CDC, 2011 (56)
	524				
	99 Asociados a embarazo				
2010	421 No asociados a embarazo	28 Asociados a embarazo	51% Asociados a embarazo	22% Asociados a embarazo	CDC, 2012 (13)
	4 Otros				
	568				
2011	72 Asociados a embarazo	29 Asociados a embarazo	74% Asociados a embarazo	30% Asociados a embarazo	CDC, 2013 (57)
	496 No asociados a embarazo				
	590				
2012	57 Asociados a embarazo	28 Asociados a embarazo	69% Asociados a embarazo	25% Asociados a embarazo	CDC, 2014 (58)
	533 No asociados a embarazo				
	566				
	74 Asociados a embarazo	70 No asociados a embarazo	93% No asociados a embarazo	16% No asociados a embarazo	
	492 No asociados a embarazo				

Fuente: Grupo de redacción

A diferencia de países desarrollados como EUA, Canadá y los miembros de la UE, quienes a través de sus políticas y programas de control y monitoreo han logrado disminuir la ocurrencia de casos de listeriosis (55,58), en Latinoamérica los reportes de listeriosis son escasos, siendo Chile el país con la mejor estrategia para notificación (59).

En Colombia, la información sobre la prevalencia de *L. monocytogenes* es escasa, debido, probablemente, a que la presencia de este microorganismo no es de notificación obligatoria, situación que puede contribuir al subregistro (60). Es posible que la incidencia de listeriosis se haya incrementado en los últimos años en el territorio nacional, principalmente por el aumento de la población inmunocomprometida, debido por ejemplo a enfermedades como el cáncer, y al uso de terapias inmunosupresoras.

El Grupo de Microbiología de la Red Nacional de Laboratorios del Instituto Nacional de Salud (INS), reportó desde 1991 hasta el 30 de agosto 2010, 158 aislamientos de *L. monocytogenes* provenientes de diferentes muestras clínicas. Los departamentos de Antioquia, Valle y el Distrito Capital con 10,35 y

98 aislamientos respectivamente, son los que presentan mayor número de reportes. Los aislamientos se realizaron principalmente a partir de líquido cefalorraquídeo (LCR) y sangre pero ninguno fue serotipificado (Tabla 5). En la Tabla 6 se muestra la distribución de aislamientos de *L. monocytogenes* recibidos en el Grupo de Microbiología, durante 2012-2015.

Tabla 5. Aislamientos de *Listeria monocytogenes* reportados por el Instituto Nacional de Salud, 1991-2010.

Lugar	Número de aislamientos	Procedencia muestra			
		Sangre	Líquido cefalorraquídeo	Materia fecal	Líquido Amniótico
Antioquia	10	2	7	1	-
Arauca	1	1	-	-	-
Bogotá	91	37	51	1	2
Bolívar	1	-	1	-	-
Boyacá	1	-	1	-	-
Caldas	3	2	1	-	-
Meta	2	2	-	-	-
Nariño	2	-	2	-	-
Risaralda	8	2	5	1	-
Santander	5	2	3	-	-
Valle	34	27	7	-	-
Total	158	75	78	3	2

Fuente: Adaptado de Grupo de Microbiología, RNL, INS, Programa de Vigilancia por Laboratorios, 2010.

Tabla 6. Distribución de aislamientos de *L. monocytogenes* recibidos en el Grupo de Microbiología, durante 2012-2015

Departamento / Año	2012	2013	2014	2015
Antioquia	NR	NR	5	5
Bogotá	NR	NR	NR	8
Cesar	NR	NR	NR	1
Nariño	1	1	2	1
Nte Santander	NR	NR	NR	1
Risaralda	1		2	1
Santander	NR	NR	NR	1
Valle	8	2	NR	2
Total	10	3	9	20

Fuente: Adaptado de Grupo de Microbiología, RNL, INS, 2015.

En Colombia, no se conocen a la fecha reportes de brotes de listeriosis asociados al consumo de derivados cárnicos. El registro de patógenos y microorganismos indicadores reportados al Sivigila asociados al consumo de productos cárnicos, en el periodo comprendido entre enero de 2008 a diciembre de 2014 (61), se muestra en la Tabla 7. Desde enero de 2012 hasta diciembre de 2014 no se han reportado brotes asociados con el consumo de derivados cárnicos LPC contaminados con *L. monocytogenes* (61).

Tabla 7. Reportes al SIMIGILA de patógenos aislados a partir de los alimentos asociados con brotes reportados, de 2008 a junio de 2012.

Año	Distrito/Municipio de procedencia	Patógenos	N° de casos	Alimento implicado	Lugar de consumo
2010	Bogotá D.C	<i>L. monocytogenes</i>	16	Agua, goulash, jamón, queso	Establecimiento educativo
2010	Zipaquirá	<i>Salmonella</i> spp <i>L. monocytogenes</i>	65	Pasabocas de pollo y jamón, atún, galletas, queso, fruta	Club social
2010	Bogotá D.C	<i>L. monocytogenes</i>	34	Piña, avena, arepa, jamón y queso	Establecimiento educativo
2010	Bogotá D.C	<i>L. monocytogenes</i>	2	Sándwich de pollo y sándwich de jamón y queso	Hogar
2011	Sogamoso	<i>L. monocytogenes</i>	36	Café, calado, mortadela, sopa, arroz, carne frita, papa salada, ensalada, jugo, gallina y pollo	Establecimiento penitenciario
2011	Bogotá D.C	<i>L. monocytogenes</i>	50	Perro caliente, jugo de lulo y mora, granadilla, verdura fría, sopa de patacón y arroz con perejil	Establecimiento educativo
2011	Bogotá D.C	<i>L. monocytogenes</i>	85	Salchicha, agua, esponjado de mora, jugo de guanábana y fresa	Otro
2011	La Unión	<i>L. monocytogenes</i>	2	Salchicha, queso, salsas-aderezo - carne	Restaurante comercial

Fuente: Adaptado de SIMIGILA (2015) (61).

2.3 Prevalencia de *L. monocytogenes* en derivados cárnicos industrializados

2.3.1 Carnes y derivados cárnicos

En la Unión Europea, la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) ha registrado una prevalencia de *L. monocytogenes* en materia prima entre menor de 0,1 y 10,5% y unidades de alimentos LPC entre menor de 0,1 y 5,6%, respectivamente Tabla 8. Prencipe et al (2012) (62) estudiaron diferentes eslabones de la cadena productiva de jamón de cerdo en Italia y encontraron una prevalencia del 12,5% (94 aislamientos 752 muestras). Según Chemaly et al. (2008) (63), la prevalencia estimada de *L. monocytogenes* en pollos de engorde en Francia fue de 32% (46/145). Según Baer et al. (2013) (64) la prevalencia de *L. monocytogenes* reportada en fincas de cerdos en diferentes estudios oscila entre 0,3% y 20%, mientras que en las salas de sacrificio este valor aumenta en las canales hasta 44,7%.

Tabla 8. Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en materia prima y derivados cárnicos LPC en países de la Unión Europea, 2009- 2013.

Año	Tipo de Producto	Presencia en 25 g		Recuento y detección en placa			Referencia
		Muestras analizadas n	Porcentaje Positivos %	Unidades analizadas n	Detección recuento ≤ 100 UFC/g %	Detección <i>L. monocytogenes</i> > 100 UFC/g %	
2009	Bovino (hato)	564	7,1	NR	NR	NR	EFSA, 2011 (53)
	Cerdo (hato)	621	0,2	NR	NR	NR	
	Pollo (galpón)	266	0	NR	NR	NR	
	Derivados LPC origen bovino	1.808	1,0	1.299	0,2	0,2	
	Derivados LPC origen porcino	20.758	2,6	12.957	5,6	0,2	
	Derivados LPC origen avícola	3.207	2,2	2.984	0,2	0,3	
2010	Bovino (animal y hato)	2.624	2,9	NR	NR	NR	EFSA, 2012 (27)
	Cerdo (animal y hato)	143	10,5	NR	NR	NR	
	Pollo			NI			
	Derivados LPC origen bovino	1.450	1,5	2168	0,1	0	
	Derivados LPC origen porcino	22.158	2,0	14.172	0,3	0,5	
	Derivados LPC origen avícola	3.636	1,5	2.444	0,8	0,2	
2011	Bovino (hato)	15.306	0,9	NR	NR	NR	EFSA, 2013 (52)
	Cerdo (animal y hato)	4.457	<0.1	NR	NR	NR	
	Derivados LPC origen cárnico	18.451	2,4	13.485	0.2	NR	
2012	Bovino (animal y hato)	25.832	1,2	NR	NR	NR	EFSA, 2014 (54)
	Cerdo (animal y hato)	6.741	<0.1	NR	NR	NR	
	Derivados LPC origen cárnico	34.947	1,5	5.724	<0,1	NR	
2013	Bovino (animal y hato)	2.575	2,3	NR	NR	NR	EFSA, 2015 (55)
	Cerdo (animal y hato)	36.511	3,4	NR	NR	NR	
	Derivados LPC origen cárnico	2.453	1,8	1.015	1,2	NR	

NR: No Reportado; NI: No Identificado; Fuente: Grupo de redacción

Por otra parte, en el estado de Nueva York se analizaron 528 muestras de materia fecal de animales de granja (ovejas, cabras y bovinos) provenientes de 52 fincas (24 con antecedentes de listeriosis clínica y 28 sin antecedentes). Se encontró que el 20,4% de las muestras eran positivas en animales sanos, lo que indica que los rumiantes de granja y sus productos derivados probablemente pueden contribuir a la contaminación de las instalaciones de procesamiento de alimentos (65).

En Brasil se han documentado estudios sobre la prevalencia de *L. monocytogenes* tanto en carnes crudas y derivados cárnicos, como en alimentos LPC. En un estudio llevado a cabo en tres fábricas de lingüiça –salchicha sin cocción- en el sur de Brasil, se encontró *L. monocytogenes* en el 16,6% de los productos finales (66). Miyasaki et al. (2009) (67) reportaron una prevalencia del 42% en muestras de este tipo de producto, siendo los serotipos predominantes 4a y 4c detectados en el 65,5% de las muestras positivas; estos serotipos son poco comunes en alimentos.

En Colombia, la prevalencia de *L. monocytogenes* en carnes y derivados cárnicos se reporta en diferentes estudios adelantados, ver Tabla 9. La fuente primaria de *L. monocytogenes* es la contaminación cruzada (60,68). Al investigar las causas de los brotes, éstas se han asociado a contaminaciones en las plantas de derivados cárnicos, ya que la prevalencia de *L. monocytogenes* durante el beneficio es baja (3,7%) y su prevalencia en canales, cortes de carne y derivados de cerdo fue de aproximadamente 13,8% (68). En plantas de procesamiento de carnes de cerdo fue de 11,46% (60).

Tabla 9. Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en carnes y derivados cárnicos en Colombia.

Producto	Lugar	Muestras analizadas (n)	<i>L. monocytogenes</i>		Referencia
			Número muestras positivas	Porcentaje %	
Cárnicos cocidos	Bogotá	119	54	45,4	INVIMA, 1997 (69)
Canales de bovinos Holstein	Bogotá	133	3	2,3	Gallego et al., 2005 (70)
Derivados cárnicos					
Jamón		398	67	16,8	
Salchicha	Bogotá	239	21	8,8	Vera et al., 2006 (71)
Mortadela		113	15	13,3	
Salchichón		192	3	1,6	
Pollo Congelado	Bogotá	91	40 <i>Listeria</i> spp	43,9	Pérez-Rubiano et al., 2008 (72)
Productos cárnicos	Santander	118	0	0	Blanco-Rios et al., 2011(73)
Canales de cerdo		566	21	3,7	
Carne de desposte		472	160	33,9	Gamboa-Marín et al., 2012(68)
Derivados cárnicos					
Salchicha		169	13	7,7	
Jamón		163	10	6,1	
Canales de carne bovina	Sabana de Bogotá	120	1	0,8	Gallegos et al., 2008 (74)
Canales de pollo congelado	Bogotá	93	31	33,3	
Aves		14	0	0	
Cárnicos ahumados		2	1	50	Muñoz et al., 2011 (75)
Cárnicos cocidos	Bogotá	113	8	7,1	
Cárnicos madurado		5	0	0	
Materia prima		26	2	7,7	
Derivados cárnicos porcinos		203	0	0	
Jamón	Tolima	17	<i>Listeria</i> spp. 2	11,8	Moreno., 2013 (76)
Salchicha		26	<i>Listeria</i> spp.1	3,8	
Mortadela		1	0	0	

Fuente: Grupo de redacción:

En una investigación realizada en la cadena productiva porcina del Tolima, se analizaron 377 muestras de materia prima, derivados cárnicos, muestras de ambiente y de manipuladores. La prevalencia de *L. monocytogenes* fue del 1,34 % (5/377) donde 2 de 5 cepas provenían de materia prima. También se observó una mayor presencia de *Listeria* spp. con el 14,6% (55/377) donde 38 de 55 correspondían a derivados cárnicos y se encontró el serotipo 4b/4d/4e a partir de dos muestras de materia prima de dos plantas de proceso (76).

En un estudio de prevalencia de *L. monocytogenes* en derivados cárnicos realizado por el Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría Distrital de Salud en Bogotá D.C., se encontró una prevalencia del 14% para el año 2001 y de 5,1% para 2002 (77). En un trabajo adelantado entre 2001 y 2004, la prevalencia de *L. monocytogenes* en jamón, salchicha, mortadela y salchichón en esa ciudad fue de 16,8%, 8,8%, 13,3% y 1,6%, respectivamente (71).

Como resultado de la actividad de vigilancia en 2011, se analizaron 1703 muestras de derivados cárnicos recolectadas en establecimientos de comercialización en 25 Laboratorios Departamentales de Salud Pública (LDSP) del país, de las cuales se rechazaron 1,7% por presencia de *L. monocytogenes*. La distribución fue la siguiente: en Bogotá (11,3%), Bolívar (20%), Cundinamarca (16,2%), Meta (8,3%), Santander (14,3%), Sucre (4,5%) y Valle del Cauca (54,5%) (21).

En este mismo año, se analizaron 426 muestras de cárnicos crudos en los LDSP del país, provenientes de establecimientos de comercialización, de las que se rechazaron 0,7% por presencia de *L. monocytogenes* (22). Igualmente, el INVIMA, en el marco de las actividades de inspección, vigilancia y control (IVC) de los establecimientos productores en 2011, se examinaron 70 derivados cárnicos, de los cuales se rechazaron 14,3% por presencia de *L. monocytogenes*: salchicha (16%), mortadela (7,1%) y jamón (16,1%). En 2012 se analizaron 65 muestras de productos cárnicos, 35 de jamón y 30 de salchichón, y se rechazó el 7,7% de productos por presencia de *L. monocytogenes* en jamón (14,3%). El serotipo 1/2b fue el más frecuente seguido del 4b (Tabla 10). Según los resultados de muestras de alimentos procesadas en los LDSP en 2012 se analizaron 882 muestras, de las cuales se rechazó el 4,4% por presencia de *L. monocytogenes*: jamón (9,1%), salchicha (2,2%), mortadela (4,1) y salchichón (1,4%) (78).

Tabla 10. Derivados cárnicos rechazados por presencia de *Listeria monocytogenes* durante el muestreo de inspección, vigilancia y control de alimentos, 2011-2012.

Producto	2011			2012		
	Departamento	Municipio	Número muestras rechazadas (Serotipo)	Departamento	Municipio	Número muestras rechazadas (Serotipo)
	Antioquia	Medellín	1 (NI)	Cundinamarca	Bogotá	3 (1/2b)
	Cundinamarca	Bogotá	1 (4b)	Nariño	San Juan de Pasto	1 (4b) 1(NI)
Jamón	Valle del Cauca	Santiago de Cali	2 (1/2b)	NR	NR	NR
	Valle del Cauca	Yumbo	1 (1/2b)	NR	NR	NR
Mortadela	Risaralda	Pereira	1 (4b)	NR	NR	NR
	Cundinamarca	Bogotá	1 (1/2b)	NR	NR	NR
Salchicha	Nariño	Pasto	2 (4b, 1/2b)	NR	NR	NR
	Valle del Cauca	Santiago de Cali	1 (1/2b)	NR	NR	NR
TOTAL			10	TOTAL		5

NI: No Identificada

NR: no se reportan muestras de alimentos rechazadas

Fuente: Adaptado de INVIMA (21,79).

Con relación a los serotipos de *L. monocytogenes* circulantes en Colombia, son pocos los reportes oficiales debido a que la única entidad que realiza la serotipificación de muestras de alimentos, procedentes de los 17 Laboratorios Departamentales de Salud Pública y Distrito Capital, es el Laboratorio Nacional de Referencia del INVIMA. En un estudio realizado entre 1996 y 1997 a partir de 60 cepas aisladas de productos cárnicos crudos, cocidos y madurados se identificaron los serotipos 1/2a (13.3%), 1/2b (6,7%), 1/2c (15%), 3a (1,7%), 3b (1,7%), 4b (57%), 7 (5%); el resultado de la fagotipificación mostró: Lysovar: Tipificable para el 63% de los aislamientos.

En otro estudio realizado entre 2000 y 2009, en la categoría de carnes y derivados cárnicos se serotipificaron un total de 326 aislamientos, de los cuales 295 correspondieron a *L. monocytogenes* y 145 fueron aislamientos en jamones de cerdo, bovino y cordero (). En esta categoría, el serotipo predominante fue 4b con 164 aislamientos (24) resultado que coincide con el estudio de (23).

Tabla 11. Distribución de serotipos de *Listeria monocytogenes* aislados de alimentos en Colombia, 2000 -2009.

Alimentos	Porcentaje Serotipo													Total
	1/2a	1/2b	1/2c	3a ^a	3b	3c	4a	4b	4c	4d-4e	4e	7	*N.S.	
Jamón de cerdo, vaca y cordero	1,0	1,3	0,2	0	1,1	0	0,5	5,1	0,1	0,6	0,1	0,07	0	10,2
Salchichas	0,3	0,5	0,1	0	0	0	0	2,2	0	0,2	0,1	0	0	3,4
Mortadela	0,1	0,3	0	0,1	0,1	0	0	1,4	0	0,1	0	0	0	2,1
Jamón de pollo	0,1	0,1	0,1	0,07	0,1	0	0	0,5	0	0,5	0,1	0	0	1,5
Total	1,5	2,2	0,4	0,17	1,3	0	0,5	9,2	0,1	1,4	0,3	0,07	0	17,2

*N.S: No Serotificable

Fuente: Adaptado de Muñoz, 2012 (24)

2.3.2 Ambiente de planta de procesamiento

Según Sauders y Wiedmann (2007) (80), uno de los mecanismos de entrada de *L. monocytogenes* a una planta de procesamiento de alimentos es la materia prima. Los niveles de contaminación se pueden incrementar durante el procesamiento o almacenamiento de los productos, por inadecuada manipulación y si se dan las condiciones adecuadas de tiempo y temperatura para su crecimiento. Algunos serotipos de *L. monocytogenes* son capaces de sobrevivir durante periodos prolongados de tiempo en condiciones ambientales adversas y en zonas asociadas a los procesos de beneficio, desposte y procesamiento de alimentos tales como drenajes del piso, tuberías, pisos, techos y paredes (17–19,81,82).

La mayoría de reportes en productos cárnicos LPC indican que su contaminación por *L. monocytogenes* ocurre en las etapas posteriores a la cocción y empaque (83–85) por recontaminación del producto a través de las superficies de contacto durante el empaque: túneles de refrigeración, refrigeradores, línea de empaque, bandas transportadoras y tajadoras (16,19). También señalan la importancia de los programas de limpieza y desinfección como medida de control del patógeno (30,86). La persistencia de cepas resistentes en ambientes de plantas procesadoras y equipos es un factor crítico para la contaminación de alimentos LPC (19,68,87).

En la Tabla 12 se presentan diferentes estudios de aislamiento de *L. monocytogenes* a partir de diversas fuentes ambientales como áreas de procesamiento, sitios de expendio así como puntos de consumo que pueden ser fuentes de contaminación cruzada en producto post proceso (19,30,65,88–91).

De otra parte, los serotipos 4b, 1/2a, 1/2b son los más frecuentemente aislados de muestras ambientales (80,86), mientras que el serotipo 1/2c lo es a partir de muestras de carne y ambientes de producción (92); los serotipos 1/2a, 1/2b, 1/2c, 3b son frecuentes en muestras tajadas (93). En un estudio realizado en plantas de beneficio y de proceso de cerdo ibérico se analizaron 161 muestras de carne y ambientales y se reportaron cuatro grupos de serotipos (1/2a, 1/2b, 1/2c y 4b) predominando 1/2a y 1/2b que representan el 72% y el 21%, respectivamente (94).

En la Tabla se observa la prevalencia de *L. monocytogenes* en varios ambientes de las plantas de procesamiento de porcinos de diferentes regiones del país y los serotipos aislados a partir de las muestras ambientales (60,95,96). Los más frecuentes fueron los serotipos 1/2a, 1/2c, 3a, 3c y 4b.

Tabla 12. Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en ambiente de plantas de procesamiento de derivados cárnicos LPC.

Lugar	Muestras analizadas (n)/fábricas	Muestras positivas <i>Listeria</i> spp (% positivas)	Muestras positivas <i>L. monocytogenes</i> (% positivas)	Referencia
Plantas de salchichas				
Ambiente durante el proceso	270/7	-	95 (35,2)	Salvat et al., 1995 (30)
Superficies durante el proceso	170/7	-	93 (54,7)	
Ambiente después de limpieza y desinfección	112/6	-	14 (12,5)	
Superficies después de limpieza y desinfección	112/6	(90)	14 (12,5)	
Muestras ambientales en plantas de derivados de carne y pollo LPC	18.000/12	2101 (11,67)	873 (4,85)	Thompkin, 2002 (19)
Muestras ambientales de establecimientos de productos cárnicos LPC	628/121	-	82 (13,1)	
Superficies de contacto	412	-	26 (6,3)	Sauders et al., 2009 (90)
Áreas de preparación	16	-	2 (12,5)	
Desagües	123	-	15 (12,2)	
Utensilios/tajadoras	152	-	5 (3,3)	
Empaques	121	-	4 (3,3)	
Superficies de no contacto	216	-	56 (25,9)	
Drenaje pisos área de materia prima	108	-	38 (35,2)	
Drenaje pisos área de producción	77	-	15 (19,5)	
Pisos área materia prima	9	-	1 (11,1)	
Pisos área producción	22	-	2 (9,1)	
Muestras ambientales de industrias de cárnicos LPC y distribuidores	69/26	-	22 (31,9)	
Superficies sucias de acero inoxidable	45	-	16 (35,6)	Gómez et al., 2012 (88)
Bandas transportadoras sucias	19	-	2 (10,5)	
Polietileno de alta densidad	5	-	4 (80)	
Muestras ambientales de industrias de cárnicos LPC	34/17	-	4 (11,8)	
Tajadora	7	-	1 (14,3)	Gounadaki et al., 2012 (89)
Mezcladora	3	-	0 (0)	
Embutidora	3	-	1 (33,3)	
Cuchillos	7	-	1 (14,3)	
Tablas	7	-	0 (0)	
Cuartos fríos	7	-	1 (14,3)	
Línea de elaboración de salchicha fresca	43/1	-	9 (20,9)	
Muestras ambientales y de equipo				

Fuente: Grupo de redacción

Tabla 13. Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en ambiente de plantas de procesamiento de porcinos en Colombia.

Lugar	Muestras analizadas (n)	Muestras positivas <i>L. monocytogenes</i> (% positivas)	Serotipo	Referencia
Muestras ambientales plantas de seis regiones del país				
Superficies de no contacto	79	11 (14,9)	1/2a, 3a, 4b, 1/2c, 3c, 4d, 4e	
Pisos	19	1 (5,3)	1/2a, 3a	
Paredes	20	3 (15)	1/2c, 3c, 4d, 4e	
Sifones/ desagües	40	7 (17,5)	4b, 1/2c, 3c, 4d, 4e	
Superficies de contacto o trabajo (mesones)	6	2 (33,3)	1/2b, 3b, 4b, 4d, 4e	
Utensilios (cuchillos)	4	1 (25)	4ab, 7	
Equipos	210	20 (9,5)	1/2a, 3a, 1/2b, 3b, 4ab, 4b, 1/2c, 3c, 4d, 4e, 7	Mejía., 2012 (96)
Molino	41	5 (12,2)	4b, 1/2c, 3c, 4d, 4e	
Mezcladora	34	2 (5,9)	4ab, 4b, 4d, 4e, 7	
Embutidora	61	2 (3,3)	4b, 1/2c, 3c, 4d, 4e	
Cutter	12	4 (33,3)	1/2a, 3a, 4b, 4d, 4e	
Horno	6	1 (16,7)	1/2b, 3b	
Tajadora	38	6 (15,7)	1/2b, 3b, 4b, 4d, 4e	
Emulsificadora	6	0 (0)	-	
Canastas/carros/bandas transportadoras	12	0 (0)	-	
Muestras ambientales plantas, expendios y salsamentarias del Departamento del Tolima	110	2 (1,8)	4a, 4b, 4c, 4d, 4e	Moreno., 2013 (76)
Superficies	37	1* (2,7)	4a, 4c	
Equipos	38	0 (0)	-	
Utensilios	35	1* (2,9)	4b, 4d, 4e	

*Muestra de expendio

Fuente: Grupo de redacción

De acuerdo con reportes de diferentes autores el hombre no es considerado portador importante del patógeno en las plantas de procesamiento de alimentos LPC (19,82,97,98), pero puede diseminar la bacteria a través de las botas y ocasionar contaminación cruzada en producto terminado (91).

En Colombia, se llevó a cabo un estudio en manipuladores de alimentos cárnicos y lácteos en diez (10) departamentos, donde se determinó la prevalencia de *L. monocytogenes* de 10,4% (138/1.322) a partir de muestras de materia fecal y frotis de manos. La prevalencia en las manos (66,7%) fue más alta que en materia fecal (29%) y en ambas muestras fue de 4,3% (99). Nariño presentó la mayor prevalencia en manipuladores (31,2%). En otro estudio realizado en la cadena productiva porcina del departamento del Tolima se reporta la presencia de *L. monocytogenes*, serotipo 4b/4d/4e, en 1/36 (2,78%) manipulador de planta de proceso, expendios y salsamentarias (76).

Otro factor que favorece la persistencia de *L. monocytogenes* en el ambiente de las plantas de procesamiento de alimentos es la formación de biopelículas, tanto en los equipos como en pisos, paredes, drenajes y tuberías (17,82,88,100). Adicionalmente, es importante tomar en consideración cómo influye la humedad, la temperatura y el tipo de superficie en la persistencia del microorganismo, también se deben incluir la condensación, los aerosoles y la ropa de los manipuladores, los cuales pueden ser ambientes propicios que de forma indirecta contribuyan con la contaminación; además cabe resaltar que las biopelículas son resistentes a desinfectantes (88,101).

2.3.3 Sitios de venta y hogares

Los derivados cárnicos LPC tajados durante la comercialización tienen cinco veces más probabilidad de causar listeriosis que los mismos productos preempacados (102). Según Sauders et al. (2009) (90), *L. monocytogenes* se encuentra regularmente dispersa en el ambiente de los expendios de venta al detal y puede persistir en los entornos comerciales por periodos superiores a un año, lo que favorece la contaminación cruzada.

Listeria monocytogenes puede estar presente en los refrigeradores de plantas de producción de derivados cárnicos LPC (81,98); de 22 muestras de plantas, 1 (4,5%) fue positiva. Su presencia coincide con contaminación cruzada durante el tajado y empaque del producto final. Si lo anterior se combina con el hecho que las temperaturas de refrigeración del producto final pueden estar por encima de los 10°C, se dan las condiciones que favorecen el crecimiento del microorganismo (98). Los resultados de este estudio señalan que el 32% de los refrigeradores en los supermercados y el 55,1% de los domésticos funcionan con

temperaturas de 9°C o más mientras que ninguno de los industriales mostró temperaturas superiores a 7°C.

De acuerdo con el estudio de Sergelidis et al. (1997), se detectó *L. monocytogenes* en refrigeradores domésticos cuya temperatura se encontraba entre 8°C y 9°C, y en refrigeradores de establecimientos de venta al por menor con temperaturas de 4°C, 8°C y 13°C. Aunque estos hallazgos no permitieron establecer una correlación entre la prevalencia y las características y condiciones de funcionamiento de los refrigeradores, no se deben descartar las superficies de los refrigeradores como fuentes potenciales de contaminación para alimentos LPC ya que adicionalmente se debe tener en cuenta que estos equipos generalmente no tienen dispositivos de control de temperatura y estas temperaturas pueden favorecer el crecimiento de *L. monocytogenes* y otro amplio grupo de microorganismos patógenos. De esta forma los refrigeradores de sitios de venta y hogares pueden considerarse como puntos críticos en la cadena de frío.

Otro factor que se debe considerar en los sitios de venta y hogares es la estacionalidad, ya que en los meses cálidos se favorece significativamente el desarrollo de *L. monocytogenes* (19,93). En un estudio adelantado en la provincia de Córdoba (España) en tajadas de productos cárnicos LPC en los puntos de venta se identificó *L. monocytogenes* en 7,4% de las muestras (5/68), en particular en los meses de junio y julio, época de verano, (93) cuando la temperatura media puede variar entre 23°C y 30°C, con máximas hasta de 41°C y valores de humedad relativa media de 46% y 31%, respectivamente (103).

En Colombia, en un estudio adelantado en plazas de mercado y supermercados se identificó la presencia de *L. monocytogenes* en 7,1% (8/113) de las muestras de productos cárnicos LPC tomadas en las plazas de mercado (100%) mientras que en las muestras procedentes de los *delicatessen* de los supermercados no se aisló el patógeno. El estudio señala que el riesgo de consumir alimentos contaminados con este microorganismo es 1,62 veces mayor si son adquiridos en plazas de mercado (75). En la Tabla 13 se muestra la distribución de serotipos de este patógeno en los lugares muestreados. En este estudio, el serotipo más frecuente fue el 4b.

Tabla 13. Distribución de los serotipos de *Listeria monocytogenes* según lugar de muestreo.

Lugar	Serotipo 1/2a	%	Serotipo 1/2b	%	Serotipo 4b	%	Serotipo 4d-4e	%	Total	%
Delicatessen	1	3,8	0	0	19	73,1	6	23,1	26	38,2
Plazas de mercado	0	0	2	4,8	34	81	6	14,3	42	61,8
Total	1	1,5	2	2,9	53	77,9	12	17,6	68	100

Fuente: Muñoz et al. (2011) (75)

2.4 Factores que condicionan el crecimiento de *L. monocytogenes* en derivados cárnicos cocidos LPC

2.4.1 Características de crecimiento

El crecimiento de *L. monocytogenes* en los alimentos depende de las características intrínsecas (pH y a_w), y extrínsecas del producto (temperatura de almacenamiento y humedad relativa) además de las técnicas de procesamiento y empaque. *L. monocytogenes* es un microorganismo psicrótrofo, su crecimiento óptimo es en condiciones aerobias y anaerobias. Puede crecer relativamente bien a 30% de CO₂, pero se inhibe en concentraciones cercanas a 100% de CO₂. El crecimiento del organismo no se retarda a una atmósfera de 5-10% de CO₂ (104). Este microorganismo es halotolerante por lo que sobrevive en soluciones saturadas de sal a bajas temperaturas (3). Los valores óptimos de crecimiento se muestran en la Tabla 14 (105). El tiempo de generación puede variar entre 1,1 a 131 horas dependiendo de las condiciones de crecimiento (105-107).

Para controlar el crecimiento de *L. monocytogenes* en alimentos LPC se requiere combinar factores como pH, a_w y temperatura, en función del producto (108).

Tabla 14. Límites de crecimiento y supervivencia de *Listeria monocytogenes* en productos LPC.

Parámetro	Mínimo	Máximo	Óptimo	Sobrevivencia sin multiplicación ^e
Temperatura (°C)	-1,5 - +3	45	30 - 37	-18°C ^f
pH ^a	4,2 - 4,3	9,4 - 9,5	7,0	3,3 - 4,2
a_w ^b	0,90 - 0,93	>0,99	0,97	<0,90
Sal (%) ^c	<0,5	12 - 16	N/A	≥20

^a El ácido clorhídrico como acidulante (la inhibición depende del tipo de ácido presente)

^b Cloruro de sodio como humectante

^c Porcentaje de cloruro de sodio, fase acuosa

^d Cuando la tasa de crecimiento es mayor

^e Período de supervivencia variará dependiendo de la naturaleza del alimento y otros factores

^f Una temperatura de 70°C/2min se requiere para una reducción de 10⁶ en el número de células de *L. monocytogenes*

N/A No Aplica

Fuente: FSAI, 2005 (105)

Listeria monocytogenes sobrevive en ambientes con pH bajo, altas concentraciones de sal y a temperaturas de refrigeración mediante la utilización de diferentes mecanismos de adaptación al estrés. Su exposición a pH ácido de 5,5 (1 M de ácido láctico) induce un fenómeno conocido como respuesta de tolerancia al ácido, en el que las células son resistentes a condiciones ácidas severas (101). En cuanto al estrés osmótico, los mecanismos de respuesta de *L. monocytogenes* incluyen tanto cambios fisiológicos como variaciones de expresión genética (101). Con relación a las bajas temperaturas, éstas conducen a una alteración en la composición lipídica de la membrana, cambios en la expresión genética, así como a la producción de glicina betaína y la carnitina, compuestos identificados como crioprotectores (101).

La tasa de crecimiento de *L. monocytogenes* en productos LPC en refrigeración depende del pH: valores de pH entre 5,0 y 6,5 permiten su crecimiento mientras que un pH <5 lo inhibe (109).

Diferentes estudios han evaluado la importancia de la cepa de *L. monocytogenes* con relación al efecto de los agentes fisicoquímicos y su combinación utilizados para su control. Conner et. al. (1986) (110) encontraron diferencias en el comportamiento de la cepa de *L. monocytogenes* LCDC 81-861 y la cepa de *L. monocytogenes* Scott A; aunque ambas corresponden al serotipo 4b, únicamente la segunda es patógena para humanos. Los resultados indican que la cepa LCDC 81-861 es más sensible a temperaturas de refrigeración (5°C) que a la concentración de NaCl a diferencia de la cepa Scott A. Las dos cepas crecen adecuadamente a pH <5,6 y fueron inhibidas con NaCl al 2%. Ambas cepas morían a 30°C con un pH <4,6 y la tasa de mortalidad fue más lenta a 5°C con un pH <4,8 que a 30°C (110).

Otros autores reportan que *L. monocytogenes* crece a 35°C en una solución de NaCl al 10% y a 25 y 10°C en solución al 12%. La concentración de NaCl a la cual puede crecer *L. monocytogenes* varía dependiendo de la combinación entre diferentes acidulantes y la temperatura de crecimiento utilizada (111). La relación entre los valores mínimos de pH/NaCl que se necesitan para iniciar el crecimiento son a pH 5.0/8% a 35°C, pH 5.6/10% a 25°C y pH 5.6/8% a 10°C, dependiendo del acidulante y la cepa utilizada. Concluyen que *L. monocytogenes* persiste y tolera la combinación de bajos valores de pH, altas concentraciones de NaCl y bajas temperaturas, porque se observó mayor inhibición a 35°C y más resistencia o supervivencia a 10°C (111).

Las investigaciones de Thomas y Wimpenny (1996) (112) demuestran que un incremento en la concentración de NaCl potencializa la acción de la nisina contra *L. monocytogenes*, contrario a lo que sucede con la temperatura. Cuando se baja el pH de 7,92 a 5,0, se incrementa la efectividad de la nisina contra *L. monocytogenes*. Las bacterias se vuelven resistentes a nisina y a NaCl tanto en medio líquido como en sólido cuando se utilizan valores de pH más bajos (4,5 y 5) con temperaturas de 20°C y 25°C (112).

En otro estudio se evaluó la capacidad de resistencia de *L. monocytogenes* 1/2c a diferentes combinaciones de estrés fisiológico (pH: 3-8; a_w : 0.93-0.99; temperatura: 3-62°C), encontrando que en general *L. monocytogenes* tiene la más alta resistencia al estrés fisicoquímico; a 3°C pudo crecer en la mayoría de combinaciones evaluadas pero a 15°C solo pudo crecer a pH 7; a 32°C puede crecer aún a pH 8; y a 50°C no creció en ninguna de las combinaciones evaluadas (113). De otra parte, la combinación de condiciones estresantes como pH bajo y alta concentración de NaCl son perjudiciales para la integridad celular y la capacidad energética de *L. monocytogenes*, aunque esté en temperaturas dentro del intervalo de crecimiento (111). En este mismo estudio se encontró que *L. monocytogenes* Scott A y FW03/0035 son comparativamente tolerantes a las condiciones hiperosmóticas evaluadas (pH 3.5 y 2.5 M de NaCl en caldo infusión cerebro corazón).

2.4.2 Compuestos antimicrobianos

Se utilizan diferentes compuestos para inhibir el crecimiento de *L. monocytogenes* en los productos cárnicos LPC tales como ácidos orgánicos, ácidos grasos, antioxidantes, nitritos, compuestos fenólicos y especias (18,114). Estos productos se aplican en concentraciones variadas usando diferentes tratamientos (85,115). Otros compuestos antimicrobianos naturales como aceites esenciales y productos metabólicos de bacterias ácido lácticas (BAL) se utilizan para inhibir su crecimiento (116).

Agentes químicos. Los más ampliamente utilizados para el control de *L. monocytogenes* en productos cárnicos LPC son el ácido láctico (AL) y sus sales, como lactato de sodio (LS), acetato de sodio (AS) y diacetato de sodio (DS), solos o en combinación (3,117-119). Para salchichas de carne se ha usado el método de inmersión en una solución al 2,5% de AL con una reducción de 1,8 \log_{10} UFC/cm² (83,84). Otro compuesto es el lauril sulfato de sodio (LSS)

surfactante que actúa desnaturalizando las proteínas y enzimas, lo que genera daño en la membrana celular y cambios en la permeabilidad de la célula hasta su lisis; su efecto antibacteriano aumenta a pH <4,0, su rango óptimo 1,5 – 3,0. Cuando se utilizan estos productos en la formulación se obtiene una inhibición importante de *L. monocytogenes* a 4°C y 10°C en combinación de 1,8% de LS y 0,25% de DS, con máxima efectividad incluso a 10°C.

Se han llevado a cabo varios estudios evaluando los efectos de LSS y AL, individualmente y en mezcla. La combinación LSS al 0,5% con AL al 5% reduce de 1,3 a 2,0 log₁₀ UFC/cm² la concentración de *L. monocytogenes* en salchichas según lo reportan Byelashov *et al.*, 2008b, (84). En otra experiencia se evaluó AL (5%, vol/vol) y LSS (0,5%, peso/vol) tanto de forma individual como en mezcla (AL/LSS) para el control de *L. monocytogenes* en salchichas. La mezcla aplicada antes o después de la inoculación redujo el patógeno (1,8 ± 0,4 y 2,8 ± 0,2 log₁₀ UFC/cm², respectivamente). En las curvas de crecimiento bacteriano de las muestras de control, la duración de fase lag aumentó de 13,85 a 15,18 días y cuando se aplicaron todas las soluciones por aspersión que se evaluaron y que contenían AL, se extendió el tiempo de 39,14 a 41,01 días (84).

El efecto de lactato de potasio (LP) y DS y sus combinaciones también fueron evaluados al 5% y al 20% en pollo a 4°C por 28 días. Se concluyó que concentraciones del 2% de LP y de 0,15% de DS no son suficientes para el control de *L. monocytogenes* y que éstas corresponden a las usadas comercialmente (120).

Especias y aceites esenciales. En diferentes estudios se ha demostrado la efectividad del orégano y de dos de sus principales componentes: carvacrol y timol, e incluso se ha evaluado la actividad sinérgica con el extracto del ácido rosmarínico, que tiene fitoquímicos fenólicos como ácidos fenólicos, bifenólicos, flavonoides y proantocianimidas. También se ha demostrado que el AL incrementa el potencial antimicrobiano del orégano y el arándano rojo contra *L. monocytogenes* (121). En este estudio se demuestra que la mezcla de orégano y arándano rojo (50:50) con LS tiene un potencial inhibitorio contra *L. monocytogenes* en caldo de cultivo y en carne cruda.

Bacterias ácido lácticas (BAL) y bacteriocinas. Se ha demostrado la efectividad del uso de BAL para el control de *L. monocytogenes* y se han desarrollado productos de uso comercial que contienen bacterias vivas y/o sus

metabolitos con el fin de preservar la vida útil del producto y controlar la proliferación del patógeno. Algunos ejemplos son *Lactobacillus sakei* cepa 2a, la cual mostró inhibición en el crecimiento de *L. monocytogenes* en derivados de cerdo y *Lactobacillus plantarum* (SK1) (122); *Pediococcus* spp., *Leuconostoc* spp., *Carnobacterium* spp. y *Lactobacillus* spp. tienen un alto potencial para ser usados en carnes por su capacidad de producir sustancias tipo bacteriocinas o BAL (123).

En productos cárnicos, la efectividad de la nisina en el control de *L. monocytogenes* se reduce y su aplicación debe ser controlada por interferentes como el pH básico, la textura de la carne y algunos componentes como los fosfolípidos (123).

Marcos, et al. (2008) demostraron que el DS tiene un efecto bacteriostático contra *L. monocytogenes* en condiciones de refrigeración, prolongando el tiempo de anaquel en jamón cocido. Así mismo, recomiendan el uso de tecnologías de barrera como presurización, almacenamiento a 1°C y adición de antimicrobianos. Para mantener el jamón cocido en 100 UFC/g recomiendan combinar las medidas anteriores con la bacteriocina, enterocina y de esta manera mantener el producto bajo los criterios de inocuidad (124).

La inmersión de carne en pediocina PA-1 a 5000 AU/ml disminuye la capacidad de unión de *L. monocytogenes* a la carne en suspensión. La pediocina AcH a 1350 AU/ml puede reducir la población de *L. monocytogenes* en salchichas y en otros productos, y disminuir de 1 a 7 unidades logarítmicas (UL). La pediocina AcH es más efectiva a 4°C que a 25°C contra *L. monocytogenes* en salchichas para perro caliente. La producción de pediocinas por *Pediococcus acidilactici* PAC 1.0 durante la manufactura de salchichas secas fermentadas redujo la viabilidad de *L. monocytogenes* más de 10 veces en comparación al efecto de la disminución del ácido generado por una cepa control que no produce la bacteriocina. *P. acidilactici* H es usado para fermentar salchichas de verano, produciendo 5000 AU de pediocina afectando la viabilidad de *L. monocytogenes* con una disminución de más de 1000 veces (3.4 UL). Los emulsificantes, como tween 80, o el encapsulamiento en otros lípidos hacen que la pediocina trabaje mejor en alimentos con alto contenido de grasa. En la mayoría de los casos, la pediocina eliminó *L. monocytogenes* rápidamente y retrasó el crecimiento de las sobrevivientes (2,46).

Carnobacterium piscícola LK5 es de utilidad en la reducción de la población de *L. monocytogenes*. En un estudio realizado con salchichas se encontró que el efecto fue mayor a 5°C que a 19°C (2). De otra parte, se demostró que la reuterina a concentraciones de 8 AU/ml, inhibe el crecimiento de *L. monocytogenes*. Esta bacteriocina producida por *Lactobacillus reuteris* más efectiva si se usa con ácido láctico (3). *Lactobacillus sakei* se utiliza como barrera protectora contra el desarrollo de bacterias deteriorantes en salchichas tipo bologna para inhibir el crecimiento de *L. monocytogenes* (125).

Otros estudios han evaluado mezclas de cultivos bacterianos de BAL con antimicrobianos como lactato de sodio y diacetato de sodio para inhibir *L. monocytogenes* (126). En una de estas investigaciones realizada en salchicha tipo frankfurters se utilizó la mezcla de BAL (Lactiguard®), las bacterias y sus lisados. El mejor resultado se obtuvo cuando se utilizaron las BAL con sus lisados sin aplicar los agentes químicos, logrando reducciones del patógeno de hasta 3,3UL después de 8 semanas de almacenamiento bajo refrigeración.

Otros antimicrobianos. El quitosán puede actuar como antimicrobiano aunque su mecanismo de acción no es claro (127). En emulsiones de aceite y agua con inóculos iniciales de 10^7 UFC/ml de *L. monocytogenes* se demostró que 0,1 % de quitosán es suficiente para inhibirla, tanto a 10°C como a 25°C (3). En otro estudio se evaluaron cinco antimicrobianos (nisina, LS, DS, sorbato de potasio, y benzoato de sodio) con la película de quitosán en productos de jamón almacenados a temperatura ambiente y a 4°C por 12 semanas. La película de quitosán sin antimicrobiano no inhibió a *L. monocytogenes* pero la combinación con LS presentó la mejor inhibición; sin embargo a nivel comercial se requiere evaluación sensorial del producto (127,128).

2.4.3 Agentes de limpieza y desinfección.

L. monocytogenes tiene la capacidad de adherirse a superficies industriales y formar biopelículas, lo cual hace más difícil la eficiencia de los programas de limpieza y desinfección en la industria de alimentos. Chorianopoulos et al. (2011) (129) demostraron que 13 cepas diferentes de *L. monocytogenes* producían biopelículas a las 24 horas de cultivo a 37°C sin agitación.

Para la eliminación de la biopelícula es importante tener en cuenta la combinación limpiador/desinfectante, la humedad relativa, el tiempo de

exposición y la temperatura del lugar así como la de los productos (17,81). En este punto, la concentración del agente de limpieza y desinfección es importante porque en ocasiones, por la resistencia de la biopelícula, se debe aumentar hasta 100 veces la concentración normalmente utilizada del desinfectante, lo que aumenta el riesgo de desarrollar resistencia del patógeno a este tipo de productos (82,101,130).

Saá-Ibusquiza et al. (2011) (116) encontraron que la resistencia de la biopelícula de *L. monocytogenes* fue mayor para cloruro de benzalconio y nisina que para el ácido peracético. En este trabajo se demostró que la resistencia adquirida de este microorganismo durante la maduración de la biopelícula refleja las posibles consecuencias de su formación y que la adherencia y la estructura microscópica de la biopelícula madura se relacionan con la resistencia a los desinfectantes.

En Nueva Zelanda, 21 desinfectantes evaluados cumplieron el objetivo de reducir 5 U_{len20} cepas distintas de *L. monocytogenes* en suspensión, incluso en algunos casos con concentraciones un poco más bajas que las recomendadas por los productores. Sin embargo, en los retos con biopelículas, solamente el ácido peroxiacético, el dióxido de cloro y el cloruro de sodio acidificado lograron el objetivo con las concentraciones recomendadas por los productores o cercanas a las mismas. También se demostró que no existe relación entre la sensibilidad a los desinfectantes en las cepas de *L. monocytogenes* estudiadas en suspensión y el pulso tipo, la fuente u origen, la capacidad de formar biopelículas y la persistencia (131).

Para destruir y remover biopelículas en las fábricas de alimentos también se utilizan métodos físicos tales como el tratamiento con vapor, siendo este uno de los métodos más efectivos para inactivar bacterias patógenas. En la evaluación de la aplicación de métodos combinados, ácido/vapor en canales de ganado vacuno, se demostró la eliminación de biopelículas de este patógeno (132). El tratamiento con vapor también es utilizado como un mecanismo para desinfectar la piel de las canales exponiéndolas en una cámara de vapor de agua (82 - 97°C por 6 - 10 segundos) (64).

2.4.4 Tecnologías de conservación y empaque

Durante la elaboración de productos cárnicos LPC es necesario aplicar tratamientos térmicos y no térmicos para eliminar *L. monocytogenes*. El tratamiento térmico (pasteurización, cocción y secado) es efectivo para eliminar

este patógeno en los derivados cárnicos LPC; sin embargo esta tecnología puede destruir los nutrientes sensibles al calor y modificar las propiedades organolépticas del producto (sabor, color y textura) (133,134). Un tratamiento térmico con temperaturas superiores a 70°C, que se aplica a los derivados cárnicos LPC, es suficiente para eliminar *L. monocytogenes* (86,135).

Las tecnologías térmicas como radiofrecuencia, calentamiento óhmico, microondas y pasteurización por vapor ofrecen nuevas posibilidades para la pasteurización de productos cárnicos LPC. Su aplicación después del envasado final puede evitar una mayor contaminación cruzada durante la manipulación post-procesamiento (134,136). Con un tratamiento de alta frecuencia de 2450 MHz, 550 W y 360 seg en salchichas de carne empacadas se alcanzó una reducción de *L. monocytogenes* de 0,94 log₁₀ UFC/pk/min (133).

También se pueden utilizar tecnologías de conservación no térmicas tales como: altas presiones hidrostáticas, campos eléctricos pulsados, irradiación con electrones, rayos X y gamma, radiación ultravioleta, pulsos de luz, fluidos supercríticos, ultrasonido, tratamiento con pulsos de luz, bioconservantes naturales junto con los envases activos (133,134,136). Estos métodos son eficaces para inactivar los microorganismos y conservan las características sensoriales y nutricionales de los alimentos, además de ser amigables con el ambiente. Las principales desventajas para su utilización son la necesidad de estudios del comportamiento de las células vegetativas y las esporas, la alta inversión económica así como los estudios para la aprobación de uso por parte de las agencias regulatorias (136).

La aplicación de altas presiones hidrostáticas es una de las más investigadas. Actúa sobre la permeabilidad y funcionabilidad de la membrana bacteriana que ocasiona cambios en la fisiología intracelular (137). La efectividad del tratamiento está condicionada a la presión aplicada, pH, temperatura y tiempo (64,135). Generalmente se utiliza en un rango de 100 a 800 MPa durante 2 a 10 minutos y puede ser utilizada en derivados cárnicos LPC para la inactivación de patógenos como *L. monocytogenes* (64,133–135). En este microorganismo en particular, la resistencia a la presión puede verse afectada por la composición de la membrana y la fase de crecimiento así como por la composición del producto, presencia de compuestos antimicrobianos, a_w y temperatura de procesamiento; además se pueden producir daños sub letales en una parte de la población

microbiana, que puede multiplicarse y recuperarse en el alimento después de un periodo de adaptación (135).

Listeria monocytogenes ha resistido presiones de 400 MPa por 20 minutos en condiciones de laboratorio (138). En jamón a 600 MPa, por 6 min y 31°C no se detectó en el producto con conteo inicial de 2,7 log₁₀ UFC/g después de 120 días a 4°C (133). Una aplicación de 400-500 MPa durante 9 minutos redujo 5 UL en salchichas tipo Frankfurt. No se detectó *L. monocytogenes* en jamón cocido y picado tratado a 600 MPa durante 6 minutos después de 120 días de almacenamiento en refrigeración (64,133). A 300 MPa por 10 minutos a 17°C en salchichas fermentadas se redujo el conteo en una UL de *L. monocytogenes* y después de seis días aumentó pero depende de la formulación del producto (139).

En derivados cárnicos LPC también se han utilizado rayos gamma (0,2 a 2,5 kGy) alcanzando una reducción de hasta 5 UL de *L. monocytogenes* (140). Otra tecnología que se aplica es la fotosensibilización, donde interactúan tres agentes no tóxicos: un compuesto fotoactivo (fotosensibilizador), luz (intensidad: 20 mW/cm² y longitud de onda: 400 nm) y oxígeno. Su efecto antibacterial puede reducir hasta 4 UL de *L. monocytogenes*. El tratamiento no solamente reduce la concentración del microorganismo sino que además reduce la resistencia de las biopelículas (130). La fotocátalisis con TiO₂, combinado con luz UV afecta las biopelículas inhibiendo el microorganismo hasta niveles no detectables después de irradiación con luz UV por 240 minutos (129).

Listeria monocytogenes crece a 10°C sin importar el tipo de empaque. El más comúnmente utilizado para productos cárnicos cocidos LPC es el empaque al vacío en películas permeables al oxígeno (84) o en combinación con atmósferas modificadas (82). Las máquinas de empaque son una de las fuentes de recontaminación con *L. monocytogenes* (101). Para contrarrestar esta situación se han desarrollado los envases activos (141–143) que incorporan sustancias antimicrobianas para reducir la presencia de *L. monocytogenes*.

Dentro de los sistemas de empaque activos se encuentran las películas antimicrobianas inteligentes y comestibles (82,144,145). Una de las más utilizadas es la bioconservación utilizando BAL que producen sustancias antimicrobianas para controlar el crecimiento de *L. monocytogenes* sobre películas biodegradables y comestibles, mejorando la funcionalidad del

empaque. El uso de las películas antimicrobianas con la sakacina y lactocina a diferentes temperaturas (4 a 14°C) reducen *L. monocytogenes*. También se han investigado diferentes variedades de películas antimicrobianas comestibles para la inhibición de *L. monocytogenes* en salchichas de pavo recubierto con películas que contienen nisina, diacetato de sodio y lactato de sodio (101). Las alternativas con más futuro en el campo de envasado y conservación de alimentos son las películas y recubrimientos comestibles que responden a exigencias ambientales y permiten un fácil manejo del producto (146).

En la actualidad en Colombia, la industria nacional empaca el jamón en bolsa plástica multicapa y al vacío, en bolsa de alta barrera a los gases y a la humedad; la mortadela se empaca en tripa artificial (Alifan) y luego al vacío en bolsa de alta barrera coextruida; la salchicha se empaca al vacío en bolsa de alta barrera coextruida y películas inferiores y exteriores coextruidas; y el salchichón es empacado en tripa artificial de Fibrosa o Alifan.

2.5 Métodos de detección y enumeración de *L. monocytogenes*

2.5.1 Muestras de alimentos

Los métodos convencionales para la detección e identificación de *L. monocytogenes* son los protocolos de ausencia/presencia en 25 g y el recuento de microorganismos por gramo de producto. Los métodos de referencia en alimentos son los propuestos en el Manual Analítico de Bacteriología (147), el método ISO 11290-1: 2004-1998, el protocolo para muestras de carne, pollo, huevos y muestras ambientales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y el método AOAC/IDF 993.12 (147–150)

Los métodos incluyen técnicas de aislamiento microbiológico, con una sensibilidad de detección de 1 célula/25g de alimento analizado, equivalente a 0,04 UFC/g. La sensibilidad de esta técnica se optimiza con el uso de medios de enriquecimiento que permiten mejorar la recuperación del microorganismo hasta 10^5 UFC/ml; usualmente se utilizan antibióticos que inhiben a los microorganismos competidores (147). También se han incorporado compuestos selectivos en los medios de cultivo que permiten el crecimiento de *L. monocytogenes* a temperaturas de incubación normales; de este modo se acorta el tiempo requerido para el desarrollo selectivo del microorganismo (151).

Actualmente se utilizan pruebas rápidas o métodos no convencionales para la identificación, tales como la prueba de ELISA, los ensayos de inmunocaptura, las técnicas de reacción en cadena de la polimerasa así como diversas combinaciones de técnicas moleculares con alta sensibilidad (152–154). Entre los más utilizados para el estudio de la diversidad genética de las cepas de *L. monocytogenes* están la amplificación al azar de polimorfismos del ADN (*Random Amplification of Polymorphic DNA*, RAPD), la ribotipificación o estudio de polimorfismos en los genes de ARNs ribosómicos (*ribotyping*), la electroforesis en gel en campo pulsado (*pulsed field gel electrophoresis*, PFGE) y, más recientemente, la secuenciación de ADN (155). La mayoría de los cuales requieren un pre-enriquecimiento antes de aplicar las diferentes técnicas con el fin de recuperar el mayor número de células para su posterior aislamiento, confirmación e identificación.

En Colombia, a pesar que la detección de *L. monocytogenes* en alimentos no está regulada, el Laboratorio Nacional de Referencia del INVIMA, incluye en su Manual de Métodos Microbiológicos el método propuesto en el BAM (156). El país cuenta actualmente con Laboratorios Departamentales de Salud Pública con la capacidad analítica para la detección de *L. monocytogenes*. Los flujogramas de los métodos para detección y/o enumeración de *L. monocytogenes* a partir de muestras de alimentos se presentan en el Anexo 2.

2.5.2 Muestras clínicas.

Existe una gran variedad de análisis de laboratorio que pueden ser realizados para la detección de *L. monocytogenes* como agente etiológico en un caso de ETA y pueden ser llevados a cabo en diferentes matrices. Las muestras más frecuentemente tomadas del paciente son sangre, líquido cefalorraquídeo (LCR) y materia fecal, sin embargo esta última es de uso limitado y no se recomienda su análisis, ya que en la mayoría de los cultivos no es posible encontrar el microorganismo. En casos de mujeres gestantes puede tomarse muestra de líquido amniótico o placenta. Las muestras clínicas se analizan siguiendo el protocolo establecido en el CDC para muestras de sangre y LCR, así como para muestras del sistema nervioso y fluido amniótico/placenta (157).

Entre los análisis de laboratorio realizados se encuentran: las pruebas de serotipificación utilizadas para tamización, el aislamiento del microorganismo en hemocultivos, la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) que permite obtener en menor tiempo y es de utilidad cuando no es posible la realización de un

hemocultivo, por ejemplo en pacientes que hayan recibido tratamiento previo con antibiótico. El examen microscópico directo de LCR y la tinción de Gram sólo permiten un diagnóstico presuntivo. Debido a que este patógeno puede causar infecciones severas en mujeres en embarazo, es importante resaltar que en caso de sospecha de listeriosis, si la paciente presenta fiebre asociada a síntomas similares a los de una infección respiratoria aguda y sintomatología gastrointestinal deben realizarse hemocultivos (158).

Aunque *L. monocytogenes* puede ser aislada fácilmente en medios de rutina se debe tener cuidado para diferenciarlo de otros bacilos Gram positivos. Los medios selectivos de enriquecimiento mejoran las tasas de aislamiento a partir de muestras contaminadas. Es importante considerar que un cultivo negativo no descarta la infección si existe la sospecha clínica (159).

En Colombia, el procedimiento que sigue el Instituto Nacional de Salud, como Laboratorio Nacional de Referencia, es el recomendado por el Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas (160). En el Anexo 2 se presenta el diagrama de flujo para el aislamiento, identificación y caracterización de *L. monocytogenes* a partir de diferentes tipos de muestras clínicas. Aunque no es usual, el organismo también se puede aislar a partir de muestras de líquido articular, líquido amniótico, líquido pericárdico, líquido pleural, placenta y tejido fetal, para las cuales se realiza el procedimiento descrito para LCF. Cuando las muestras clínicas provienen de matrices no estériles se incluye un paso de enriquecimiento en caldo nutritivo incubado bajo refrigeración (4°C) y/o siembra en caldos y medios selectivos según el procedimiento descrito para MF.

2.6 Producción y consumo de derivados

En Colombia, para la elaboración de productos cárnicos cocidos se utiliza como materia prima carnes de diferentes especies (bovino, cerdo, aves) y grasas de las mismas especies; el derivado cárnico no sólo está hecho de una variedad de carnes sino que pueden estar mezcladas dentro de la formulación (161). Para la definición de productos cárnicos cocidos se toma como referencia la NTC 1325 (162) y el Decreto 2162/83 (163) la NTC es de carácter opcional mientras el decreto es de obligatorio cumplimiento. A continuación se definen los productos objeto de estudio:

- Mortadela. Producto cárnico procesado, homogeneizado, cocido, embutido, elaborado a base de carne con adición de sustancias de uso,

permitido. Contiene carne de res, cerdo o pollo; agua, grasa de cerdo, almidón vegetal, proteína vegetal, especias, sal, emulsificante, antioxidante, nitrito de sodio, eritorbato de sodio. La mezcla se introduce en tripas naturales o artificiales aprobadas para tal fin, con diámetro máximo de 80 mm y con adición o no de grasa y sometido a tratamiento térmico, ahumado o no. La presentación comercial es en barra generalmente de 2 a 4 kg o tajado en bolsas de 250, 500, 1.000, 1500, 2500 y 5000 g. Se puede consumir sin calentamiento posterior.

- Salchicha. Producto procesado, cocido, embutido, elaborado con ingredientes y aditivos de uso permitido, como carnes de bovino, cerdo o pollo, agua, grasa de cerdo, almidón, proteína vegetal, especias, sal, emulsificante, antioxidante, eritrocina, nitrito de sodio y eritorbato de sodio, introducido en tripas autorizadas, de diámetro máximo de 45 mm y sometido a tratamiento térmico, ahumado o no. Su presentación comercial va desde una unidad de diferentes longitudes hasta bolsas con pesos de 500, 1000, 1500, 2500, 5000 g y cantidades variadas de acuerdo con la clasificación y calibres. Se puede consumir sin calentamiento posterior.
- Salchichón. Producto procesado, cocido, embutido, elaborado con ingredientes y aditivos de uso permitido, como carnes de bovino o cerdo; agua, grasa de cerdo, almidón, proteína vegetal, especias, sal, emulsificante, antioxidante, nitrito de sodio y eritorbato de sodio, introducido en tripas autorizadas con un diámetro entre 45 y 80 mm, sometido a tratamiento térmico, ahumado o no. Su presentación comercial es en barras de 500, 1250 y 1350 g. Se consume sin calentamiento posterior.
- Jamón. Producto procesado, cocido, embutido o prensado elaborado con ingredientes y aditivos de uso permitido, con trozos de carne dispersos en una mezcla fina homogénea, tales como carne de cerdo y res, agua, antioxidantes, nitrito de sodio, eritorbato de sodio, entre otros, introducido en tripas autorizadas, con diámetro superior a 80 mm, sometido a tratamiento térmico, ahumado o no. Se excluyen los productos homogeneizados y picados. Su presentación comercial es en bloques de 3.5 kg (10x10cm) y 4.0 kg (12x12cm) y/o tajado en presentaciones de 250, 500, 1000, 1500, 2500 y 5000 g. Se consume sin calentamiento posterior.

La Encuesta Anual Manufacturera EAM 2009 (164) presenta el consumo de carnes y productos cárnicos consolidado para el año 2009 (Tabla 15). Para el año 2011, la producción en canal (carne, grasa y hueso) de carne vacuna fue de 810.068.435 kg peso canal y para el cierre de 2012 reportó una producción de 854.231.609 kg peso canal y un consumo interno de 851.089.783 kg (165).

Según la Federación Nacional de Avicultores (166) , en Colombia la producción de pollo en canal fue de 1.019.866 toneladas y el consumo *per cápita* en unidades año fue de 22,7 kg para el año 2009. En el año 2012 la producción de pollo reportada fue de 1.112.260 toneladas. Las regiones con mayor producción fueron Santander, Norte de Santander (244.785t) y Valle del Cauca (139.857 t).

Tabla 15. Consumo de carnes y derivados cárnicos en kg en Colombia, año 2009.

Nombre del producto	Consumo kg
Carne vacuna, fresca	83.087.511
Carne vacuna, congelada	13.360.362
Visceras de ganado no clasificado previamente (n.c.p.)	14.430.607
Jamón	28.044.393
Mortadela	18.108.365
Salchichón	41.159867
Salchichas	53.614.274
Salchichas envasadas	31.500.498

Fuente: DANE, 2011 (164)

De acuerdo con la información del Fondo Nacional de la Porcicultura (167), el número de cerdos beneficiados formalmente en el año 2011 fue de 2.743.056 cabezas, y representa un crecimiento del 9,8% con relación a las 2.497.633 cabezas registradas en el mismo periodo del 2010. En los principales departamentos productores del país se pudo apreciar un repunte en el beneficio formal de porcinos, con excepción de Meta (-0,9%) y Tolima, este último decreciendo aproximadamente en un 25%. Según esta Asociación, el balance parcial al mes de noviembre de 2011 muestra además un crecimiento en el volumen de las importaciones de productos y subproductos de la carne de cerdo en el acumulado de enero a noviembre; las cantidades importadas totalizaron 24.720 t, que comparado con las 20.012 t que se contabilizaron en el mismo periodo de tiempo en 2010, representan un crecimiento del 23,5%. En el año 2012, la producción de carne porcina en canal fue de 238.505.000 kg (165).

En 2012, un estudio de frecuencia de consumo realizado por una empresa nacional muestra una tendencia de consumo de 2 a 3 veces por semana de salchichón tradicional (59%), salchichas (60%), jamón (61%), mortadela (62%) en las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Pasto e Ibagué (Anexo 3). Es importante resaltar, que los datos explican solamente la situación del público evaluado y no pueden ser extrapolados a otras regiones del país (168).

3 Caracterización del peligro

3.1 Listeriosis

Listeria monocytogenes es un patógeno oportunista, anaerobio facultativo, β -hemolítico, catalasa (+), no esporulado y móvil, que crece en un amplio rango de temperatura, incluyendo temperaturas de refrigeración. La gran mayoría de casos de listeriosis en humanos son producidos por los serotipos 1/2a, 1/2b, y 4, que puede ocasionar dos síndromes en humanos: el primero, es una forma invasiva de la enfermedad y el otro es una forma no invasiva (104, 169, 170). Su transmisión se puede dar a través del consumo de alimentos contaminados que contengan la bacteria, en particular de alimentos LPC (171).

El periodo de incubación es variable, algunos autores han citado que oscila entre 2 a 6 semanas posterior a la ingestión del microorganismo (35). Sin embargo este periodo varía, los casos se han presentado desde 3 hasta 70 días después de una sola exposición a un producto sospechoso. Se calcula que la mediana del periodo de incubación es de tres semanas (172). Los síntomas de la infección por *Listeria* son similares a los presentados por otras enfermedades infecciosas, razón por la cual es necesario tener en cuenta los grupos de riesgo: gestantes, adultos mayores, pacientes inmunosuprimidos y pacientes con enfermedades de base como diabetes, enfermedad renal crónica, enfermedades reumatológicas y alcoholismo entre otras (114).

Listeria monocytogenes induce su internalización en células que no son fagocíticas mediante proteínas expresadas en la superficie de la bacteria denominadas internalinas. Este mecanismo de patogenicidad es importante en la capacidad del microorganismo de atravesar la barrera intestinal, feto-placentaria y hemato-encefálica. Otro determinante de patogenicidad es la inducción de la secreción de listeriolisina O, una toxina dependiente de colesterol (173, 174). Al ser secretada por la bacteria, la listeriolisina O favorece la formación de poros en la membrana del fagolisosoma, evitando la destrucción bacteriana y permitiendo el crecimiento y desarrollo microbiano en el citosol de la célula

infectada. Una vez la bacteria se encuentra en el citosol expresa la proteína de superficie ActA que produce la polimerización de los filamentos de actina del citosol de la célula huésped con el fin de proveer movilidad intracelular e intercelular a *L. monocytogenes* para invadir células vecinas que aún no han sido infectadas (4). Recientemente se ha identificado un factor de virulencia adicional, conocido como listeriolisina S (LLS) el cual es responsable del aumento de virulencia de *L. monocytogenes*. La LLS se encuentra codificada a una nueva isla de patogenicidad designada como LIPI-3, asociada a una citolisina que pertenece a la estreptolisina S (SLS), su presencia contribuye a la citotoxicidad y a la actividad inflamatoria (173,175,176).

La listeriosis, es una enfermedad bacteriana grave causada por el consumo de alimentos contaminados con *L. monocytogenes*, que suele causar una enfermedad febril leve, pero que puede dar lugar a meningoencefalitis, septicemia o ambas formas en recién nacidos y adultos. El hospedero sano que contrae la infección puede presentar solo un cuadro febril leve agudo. En las mujeres embarazadas, la infección puede causar parto prematuro o infección fetal o aborto. Además se pueden presentar dolores musculares y, a veces, con síntomas gastrointestinales como náuseas o diarrea. Si la infección se propaga al sistema nervioso, se manifiesta como una meningoencefalitis con fiebre, cefalea intensa, rigidez en el cuello, confusión, pérdida de equilibrio, o convulsiones. En raros casos puede haber tromboencefalitis. Otras infecciones son endoftalmitis, peritonitis, osteomielitis, abscesos viscerales, infección pleuropulmonar y colecistitis. Pueden surgir lesiones cutáneas sin afección sistémica en veterinarios y trabajadores que manipulan aves de corral (172).

La forma invasiva comprende síndromes clínicos severos, entre los cuales, los que se presentan con mayor frecuencia son meningitis y septicemia. Los pacientes también pueden presentar endocarditis, infección del Sistema Nervioso Central (SNC) como abscesos, y gastroenteritis febril, que afecta principalmente a neonatos, mujeres gestantes y personas inmunocomprometidas (35).

En mujeres gestantes la listeriosis es una infección severa. Los síntomas son usualmente inespecíficos: dolor de cabeza, mialgias, artralgias y fiebre. Entre las complicaciones se encuentran el aborto, el parto pretérmino, meningitis o sepsis neonatal y en menor proporción, la muerte fetal. El cuadro clínico se asocia principalmente al consumo de alimentos LPC, productos que son almacenados

bajo condiciones de refrigeración, lo cual favorece el desarrollo de este microorganismo por sus características psicrótrofas (14).

En los animales, las manifestaciones clínicas de listeriosis incluyen encefalitis, septicemia y aborto, especialmente en ovejas, cabras y bovinos. La forma septicémica es poco común y por lo general se produce en animales recién nacidos (177).

3.2 Virulencia de *L. monocytogenes*

Varios factores de virulencia específicos del patógeno juegan un papel importante en la patogénesis de *L. monocytogenes* en animales y humanos. Los genes de virulencia se organizan dentro de unidades genéticas conocidas como islas de patogenicidad, las cuales son adquiridas por mecanismos de transferencia horizontal, algunas veces como parte de un elemento genético móvil, siendo relevantes en la evolución de la patogenicidad bacteriana (154). Seis de los genes que codifican para los factores de virulencia son responsables de la relación intracelular de *L. monocytogenes* (*prfA*, *plcA*, *hly*, *mpl*, *actA* y *plcB*) presentes en la región 9-Kb conocida como "Isla de patogenicidad de Listeria" (*Listeria pathogenicity island 1*, *LPI*).

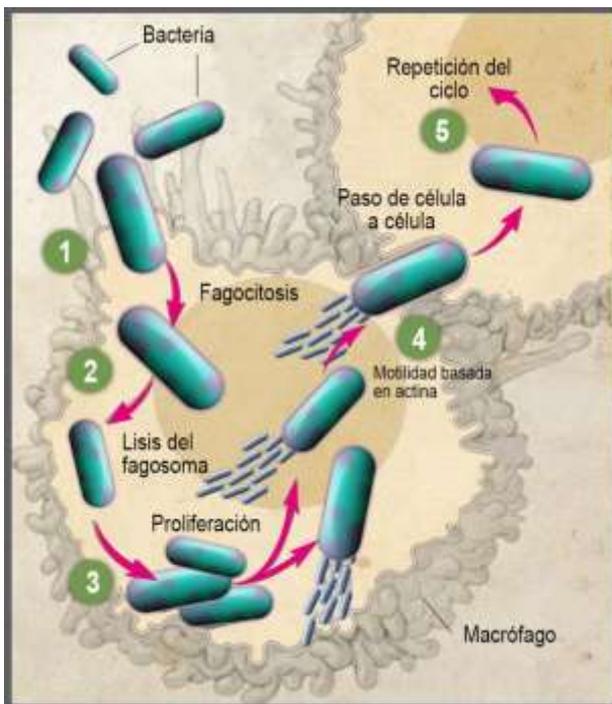
La virulencia de *L. monocytogenes* está asociada con la capacidad de sobrevivir y multiplicarse intracelularmente.

Según Jayet al. (2009) (178), la patogénesis de las infecciones sistémicas por listeriosis humanas comprenden las siguientes etapas:

- La supervivencia bacteriana dentro de la cavidad gástrica.
- La supervivencia y colonización del tracto gastrointestinal, con la posible aparición de síntomas como diarrea.
- La invasión de las células M (células epiteliales especializadas en la captación y transporte de antígenos) y/o invasión de las células epiteliales intestinales.
- Si el sistema inmune no es capaz de controlar eficientemente la infección (*L. monocytogenes* es capaz de sobrevivir y multiplicarse en los macrófagos), se produce la diseminación por el torrente sanguíneo y sistema linfático, septicemia, el paso a través de la barrera fetoplacentaria en mujeres embarazadas y el paso a través de barrera hematoencefálica.

- Multiplicación en el hígado: La bacteria se multiplica principalmente en los hepatocitos, debido a la acción de la listeriocina O (LLO) que permite la interiorización de la bacteria en las células hepáticas y a la interacción de proteínas bacterianas con el receptor factor de crecimiento de hepatocitos (HGF-Rc/c-Met) (179).

Se han descrito muchos procesos celulares de infección sistémica por *L. monocytogenes*. El ciclo de infección del patógeno se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**



Fuente: Adaptada de Olivares, 2009. (180)

Figura 1. Ciclo de infección de *Listeria monocytogenes*

En los modelos de infección de cultivos de tejidos celulares se han definido 5 etapas (180):

1. Adhesión e invasión de la célula hospedera: En esta etapa se produce la internalización de *L. monocytogenes* en la célula del hospedero. El proceso es mediado principalmente por dos proteínas de invasión: la

Internalina A (*InlA*) y la internalina B (*InlB*). La *InlA* interactúa con el receptor E-cadherina, una glicoproteína transmembrana que se expresa en algunas células de origen epitelial, y la *InlB* presenta un tropismo más amplio, lo que le permite a *L. monocytogenes* ingresar en una gran variedad de células mediante la interacción con diferentes receptores, entre ellos el factor de crecimiento de hepatocitos (receptor C1q-R o Met) que tiene acción tirosina kinasa. La interacción *InlA*/E-cadherina e *InlB*/Metes específica para cada especie y se basa en la presencia de un solo aminoácido, como un residuo de prolina en posición 16 en el caso de E-cadherina. Al unirse estas proteínas al receptor se desencadena una cascada de señalización compleja que permite la adherencia y la invasión de la bacteria a las células eucariotas (4).

2. Supervivencia: Después de la internalización, *L. monocytogenes* secreta una toxina formadora de poros denominada listeriocina O (LLO), que es una citolisina dependiente de colesterol que actúa como mediadora en la disrupción de la membrana del fagosoma y dos enzimas con actividad fosfolipasa C (PLC). La fosfatidilinositol-fosfolipasa C (PI-PLC) codificada por el gen *plcA* y la fosfatidilcolina-fosfolipasa C (PC-PLC) codificada por el gen *plcB* actúan como sustratos a fosfatidilinositol, fosfatidilcolina, fosfatidilserina y fosfatidiletanolamina y permiten que la bacteria escape de forma temprana de las vesículas endocíticas en el citoplasma, lugar donde se inician procesos de división y replicación bacteriana (176,179).
3. Multiplicación intracelular: Cuando se encuentra libre en la matriz citoplasmática *L. monocytogenes* expresa diferentes genes y las proteínas asociadas, que le dan la capacidad de adquirir nutrientes, movilizarse dentro de la célula y pasar de una célula a otra. El gen *PrfA* (factor regulador positivo) controla la expresión de factores de virulencia de *L. monocytogenes* y codifica el transportador de hexosa-6-fosfato (*Htp*) que le permite a la bacteria aprovechar las hexosas de la célula hospedera como fuente de carbono y energía para sostener un crecimiento acelerado (181).
4. Motilidad mediante polimerización de filamentos de actina: La movilidad intracelular y el paso de célula a célula requiere una proteína de superficie (*actA*), que induce la polimerización de filamentos de actina formando pseudópodos que impulsan la bacteria hacia la membrana citoplasmática del hospedero, donde se forman proyecciones citoplasmáticas similares a los filopodios (182).

5. Infección de células adyacentes: Las estructuras (filopodios) son reconocidas y fagocitadas por las células vecinas formándose vacuolas secundarias de doble membrana, las cuales posteriormente sufren procesos de lisis, permitiendo la salida de la bacteria al citoplasma de la nueva célula en donde se reinicia todo el ciclo de infección (182).

3.2.1 Población susceptible

Listeria monocytogenes ocasiona infecciones severas en personas inmunocomprometidas, adultos mayores, mujeres embarazadas y recién nacidos, quienes pueden presentar infección del sistema nervioso central, septicemia y en mujeres embarazadas puede provocar abortos (183). Es 20 veces más probable que las mujeres embarazadas padezcan listeriosis que otros adultos sanos (184), esto debido a que durante el embarazo pueden presentarse alteraciones de la inmunidad celular, adicionalmente la bacteria puede escapar a los mecanismos de defensa del sistema inmunológico, replicarse en la placenta y cruzar la barrera fetoplacentaria causando enfermedad en el feto. La infección es más común en el tercer trimestre, sin embargo puede presentarse durante cualquier etapa de la gestación; cuando se desarrolla listeriosis durante el primer trimestre, la infección puede provocar aborto. Las manifestaciones más comunes son síntomas leves parecidos a los ocasionados por una infección viral e incluye escalofríos, fatiga, dolor de cabeza así como dolor muscular y articular, son menos frecuentes los síntomas gastrointestinales como dolor abdominal y diarrea (185). La listeriosis durante el embarazo puede ocasionar septicemia, muerte fetal, muerte neonatal, parto pretérmino y enfermedad en el recién nacido (184).

En adultos el riesgo aumenta con la edad, adicionalmente también presentan mayor riesgo individuos con compromiso del sistema inmunológico, entre los que se encuentran pacientes en tratamiento con quimioterapia o inmunomoduladores, pacientes con cáncer del sistema hematológico, VIH positivo, diabéticos y personas alcohólicas. El diagnóstico temprano de la enfermedad y el manejo farmacológico con antibióticos son fundamentales específicamente en personas de alto riesgo. (184).

Las personas de mayor riesgo son recién nacidos, personas de edad avanzada, inmunodeprimidos, mujeres embarazadas y adultos alcohólicos, cirróticos, diabéticos, y pacientes con nefropatías, hepatopatías y SIDA (172). En las mujeres embarazadas se manifiesta como una gripe leve, sin embargo, las

infecciones durante el embarazo pueden transmitir la infección al feto y dar lugar a aborto espontáneo, muerte intrauterina, parto prematuro, nacer con septicemia o presentar meningitis neonatal aunque la madre no haya presentado síntomas en el momento del parto. El puerperio suele ser normal, pero la tasa de letalidad es de 20% 30% en los recién nacidos infectados y se acerca al 50% cuando el cuadro aparece después de los 4 primeros días de vida. En mujeres, durante el puerperio la tasa de letalidad es del 30%. En adultos mayores de 50 años la tasa de letalidad es del 24% (172). En raras ocasiones pueden observarse endocarditis en personas con prótesis valvulares o válvulas originales enfermas.

3.3 Relación Dosis-Respuesta

Generalmente, los alimentos causantes de listeriosis contienen concentraciones de *L. monocytogenes* mayores a 10^3 UFC/g (38,186). Sin embargo, se debe tener en cuenta que las concentraciones en las porciones de alimentos consumidas pueden haber tenido otra concentración efectiva. Según la AFSSA (2008) (15) y Farber y Peterkin (1991)(187), la dosis infectiva puede estar entre 10^3 y 10^7 UFC/g dependiendo de tres factores: (1) estado inmunitario del individuo, (2) virulencia de la cepa y (3) cantidad de *L. monocytogenes* en un alimento específico. En la actualidad, existen diferentes modelos que tratan de relacionar estos factores, más no existe un consenso sobre cuál puede ser el más cercano a la realidad. La Tabla 16 presenta un compilado de modelos dosis–respuesta que se podrían aplicar.

Tabla 16. Modelos de dosis-respuesta.

Modelo y estudio	Criterio de valoración biológico	Observaciones
Exponencial Buchanan et al., 1997 (188)	Morbilidad. (Listeriosis grave) Basado en estadísticas epidemiológicas anuales y en datos de estudios de consumo de alimento.	Basado en una estimación de personas, inmunodeficientes. Es intencionalmente conservador (es decir, sobreestima el riesgo) y presupone que todos los enfermos se produjeron por un único alimento Morbilidad ₅₀ pronosticada = 5,9 x10 ⁹ UFC
Exponencial Lindqvist y Westöö., (2000) (189)		Basado en una estimación de personas, inmunodeficientes. Es intencionalmente conservador (es decir, sobreestima el riesgo) y presupone que todos los enfermos se produjeron por un único alimento Morbilidad ₅₀ pronosticada = 1,2 x10 ⁹ UFC
Weibull- Gamma Farber et al., 1996 (190)	Infección grave en seres humanos. Basado en consultas a expertos.	La dosis estimada que ocasiona la infección del 50% de la población: riesgo alto: 4,8 x10 ⁵ UFC; mientras en la de riesgo bajo: 4,8 x10 ⁷ UFC. La utilidad del modelo es limitada debido a que sobreestima el número de casos de enfermedad grave y la ausencia general de transparencia acerca del modo en que se plantearon los diversos supuestos.
FDA/FSIS, población general FDA/FSIS/USDA., 2003 (34) FDA/FSIS, neonatos FDA/FSIS/USDA. 2003 (34) FDA/FSIS, personas mayores FDA/FSIS/USDA., 2003 (34)	Mortalidad. Los tres modelos se basan en la combinación de datos sobre letalidad en animales (ratones) y estadísticas de mortalidad en persona	El modelo incluye a personas de 30 días a 60 años de edad. El número de casos de listeriosis grave se estimó multiplicando la mortalidad pronosticada por un factor de 5. El modelo incluye fetos y neonatos de menos de 30 días de edad. Presupone que la exposición se produce en el útero. El modelo incluye a personas de más de 60 años. El número de casos de listeriosis grave se estima multiplicando la mortalidad por un factor de 5
Modelo Exponencial Notermans- IV, normal Notermans et al., 1998 (191)	Mortalidad en ratones	Se basa en datos de ratones a los que se les inyecta <i>L. monocytogenes</i> por vía intravenosa. Los ratones no expuestos previamente eran más sensibles a <i>L. monocytogenes</i> . El uso de datos de mortalidad en ratones sin una corrección por la sensibilidad a <i>L. monocytogenes</i> manifiestamente menor en seres humanos produjo una sobreestimación considerable de la mortalidad en seres humanos
Beta- Poisson y Exponencial (no ajustado) Haas et al., 1999 (192)	Infección en ratones	El uso de datos de infección en ratones sin una corrección por la sensibilidad a <i>L. monocytogenes</i> manifiestamente menor en seres humanos produjo una sobreestimación considerable de la incidencia de infección en seres humanos. La selección como criterio de valoración de la infección de lugares habitualmente estériles en ratones dificulta la correlación con la enfermedad en seres humanos

Fuente: Adaptada de FAO/OMS (2004⁹) (35)

3.4 Resistencia a antibióticos

Listeria monocytogenes es un patógeno oportunista, la prevalencia anual de enfermedades transmitidas por alimentos asociadas con este microorganismo es baja en comparación con las asociadas a *Salmonella*, *Campylobacter* *Escherichia coli*, sin embargo, la listeriosis es de gran importancia, debido a que causa infección severa que amenaza la vida, especialmente en pacientes considerados de alto riesgo. El desenlace de la enfermedad va a depender principalmente de la administración temprana de antibióticos con actividad bactericida contra *L. monocytogenes* (193). Adicionalmente, la contaminación de alimentos LPC con *L. monocytogenes* es un problema que debe ser abordado con el fin de garantizar la inocuidad de estos productos. Brotes y casos esporádicos de listeriosis han sido asociados al consumo de alimentos entre los que se incluyen productos cárnicos, debido a que la *L. monocytogenes* tiene la habilidad de formar una biopelícula, de crecer a temperaturas de refrigeración (2-4°C) y tolerar altas concentraciones de NaCl, es difícil lograr el control de este agente patógeno (194). Por todo lo anterior, se evidencia la importancia de conocer la susceptibilidad de este microorganismo a los diferentes grupos de antibióticos y los mecanismos de resistencia desarrollados por el mismo.

La resistencia antimicrobiana de *L. monocytogenes* a uno o más antibióticos se ha demostrado para diferentes cepas aisladas de muestras humanas, alimentos y ambiente (195,196). La mayoría de cepas de *L. monocytogenes* son resistentes a fosfomicina, oxacilina, lincomsamidas y algunas pueden ser resistentes a macrólidos y tetraciclina utilizados en tratamientos de primera elección en terapia humana (197). Los reportes señalan que este microorganismo presentó un 19,2 % de resistencia frente a clindamicina y un 100% respecto a oxacilina, resistencia ocasional a las tetraciclinas con un 52% (197,198) y resistencia natural a las cefalosporinas (195).

En Colombia el estudio realizado por Mejía (2012) (96) permitió observar que la mayor resistencia de los aislamientos de productos porcinos y de ambiente de producción fue para clindamicina (91.6%), seguida de ciprofloxacina (19.44%), azitromicina (19,4), eritromicina (16,7%) y tetraciclina (11,1%); también se determinó que el 33,3% de las cepas de *L. monocytogenes* son multiresistentes; estos datos coinciden con el estudio de Gamboa-Marín et al. (2013) (95) en el cual se evidenció una mayor resistencia a clindamicina en el 36,7% de las cepas y patrones de multiresistencia para las combinaciones clindamicina, eritromicina

y azitromicina y para ciprofloxacina y clindamicina en el 26,6% de las cepas. En otro estudio de la cadena cárnica porcina del departamento del Tolima se reportó una susceptibilidad del 100% a penicilina, ampicilina, trimetropin/sulfametoxazol, azitromicina, clindamicina, cloranfenicol, tetraciclina y vancomicina, de los aislamientos de *L. monocytogenes* de muestras de alimentos, ambiente y el personal manipulador (76), y confirmados con el estudio de Muñoz et al. (2013) (99) donde los aislamientos de este microorganismo obtenidos a partir de manipuladores mostraron ser 100% sensibles a los antibióticos de elección terapéutica (penicilina, ampicilina y trimetropin sulfametoxazol).

En otros estudios se ha comprobado que *L. monocytogenes* es capaz de adquirir genes de resistencia provenientes de *Enterococcus* spp. y *Streptococcus* spp., entre otros, lo cual puede aportarle resistencia a gentamicina, estreptomina, eritromicina y sulfametoxazol (195). Diferentes reportes concluyen que cepas aisladas de *L. monocytogenes* de alimentos cárnicos derivados de aves fueron resistentes a ampicilina, penicilina, fluoroquinolonas y tetraciclina (199). Los derivados cárnicos son una fuente de exposición a bacterias resistentes a antibióticos para los humanos (200).

De otro lado, la transferencia vertical y horizontal de genes de resistencia en la familia Gram positivos puede explicar la multiresistencia de algunas cepas de *L. monocytogenes*, sin embargo son escasos los reportes para Colombia. Gamboa-Marín et al. (2013) (95) estudiaron la susceptibilidad a antimicrobianos en aislados de plantas procesadoras de carne de cerdo de diferentes regiones del país donde observaron una susceptibilidad de 84,2% a 100% para la mayoría de los antimicrobianos estudiados coincidiendo con reportes anteriores donde la susceptibilidad fue del 100% a ampicilina, amoxicilina/ácido clavulánico y cloranfenicol (95,195).

4 Evaluación de la exposición

4.1 Dinámica de *L. monocytogenes* en la cadena agroproductiva

4.1.1 Elaboración de derivados cárnicos cocidos LPC

Las materias primas para la elaboración de productos cárnicos cocidos LPC se pueden dividir en grupos dependiendo de su uso y función. Las materias primas básicas (carnes, grasas y agua) son aquellas que se encuentran incluidas dentro de la composición del músculo y además pueden ser añadidas en los procesos de elaboración como aporte funcional y nutricional del producto terminado. Además de las anteriores se utilizan otras materias primas como aditivos, ingredientes de formulación, especias y material para empaque. Una descripción detallada se puede consultar en el Anexo 4.

El Decreto 2162 de 1983 define tratamiento térmico como el proceso por el cual el producto en elaboración, es sometido a temperaturas Internas de 68 a 72°C cuya duración depende del diámetro del producto, para destruir su flora patógena y la casi totalidad de su flora banal, sin alterar su valor nutritivo ni las características físico-químicas u organolépticas del mismo (163). El proceso de cocción de productos cárnicos cocidos lo define la NTC 1325 como el tratamiento térmico por incremento de temperatura que garantiza que el punto más frío del producto llega a 72°C (162). Según la composición, los productos cárnicos LPC se clasifican en 'premium', 'seleccionado' y 'estándar'. Los requisitos de composición y la formulación para estos productos pueden ser consultados en la Tabla 17 para jamones y fiambres y en la Tabla 18 para productos cárnicos cocidos. Algunos parámetros complementarios e información general de aditivos y conservantes permitidos para este tipo de productos se presentan en la Tabla 19 y Tabla 20, respectivamente.

Tabla 17. Requisitos de composición y formulación para jamones cocidos y fiambres.

Parámetro	Premium		Seleccionada		Estándar	
	%Máx.	%Mín.	%Máx.	%Mín.	%Máx.	%Mín.
Proteína (Nx6,25), en fracción de masa.	14	-	12	-	10	-
Grasa, en fracción de masa.	-	6	-	10	-	10
Humedad, en fracción de masa.	-	86	-	88	-	90
Almidón, en fracción de masa.	-	3	-	5	-	10
Proteína no cárnica, en fracción de masa.	-	1	-	3	-	6

Los resultados obtenidos para cada parámetro se expresan en fracción de masa según el Sistema Internacional de Unidades (S.I.), anteriormente se usaba la notación % *m/m* pero ésta no es aceptada en el S.I. De acuerdo con el S.I., se expresa la fracción de masa del constituyente *x*, con el símbolo W_x

$W_x = m_x/m$ En donde: m_x : es la masa del constituyente *x*. *m* es la masa total.

Esta cantidad se expresa frecuentemente en porcentaje, %; se usará el factor de conversión 1%= 0,01.

Fuente: ICONTEC (2008) (162)

Tabla 18. Requisitos de composición y formulación para productos cárnicos cocidos (excepto chorizo cocido).

Parámetro	Premium		Seleccionada		Estándar	
	%Máx.	%Mín.	%Máx.	%Mín.	%Máx.	%Mín.
Proteína (Nx6,25), en fracción de masa.	14	-	12	-	10	-
Grasa, en fracción de masa.	-	28	-	28	-	28
Humedad, en fracción de masa.	-	86	-	88	-	90
Almidón, en fracción de masa.	-	3	-	6	-	10
Proteína no cárnica, en fracción de masa.	-	3	-	3	-	6

Los resultados obtenidos para cada parámetro se expresan en fracción de masa según el Sistema Internacional de Unidades (S.I.), anteriormente se usaba la notación % *m/m* pero esta no es aceptada en el S.I. De acuerdo con el S.I., se expresa la fracción de masa del constituyente *x*, con el símbolo W_x

$W_x = m_x/m$ En donde: m_x : es la masa del constituyente *x*. *m* es la masa total.

Esta cantidad se expresa frecuentemente en porcentaje, %; se usará el factor de conversión 1%= 0,01.

Fuente: ICONTEC (2008) (162)

Tabla 19. Parámetros considerados en la formulación de salchicha, salchichón, mortadela y jamón.

Producto	Unidad	Salchicha	Salchichón	Mortadela	Jamón
Sal	%	2 - 2,2	2 - 2,2	2 - 2,2	2 - 2,2
Sal de cura	ppm	120 - 150	120 - 150	120 - 150	170 - 200
pH	rango	5,9 - 6,2	6,0 - 6,2	6,0 - 6,2	5,9 - 6,2
a_w	rango	0,96 - 0,98	0,96 - 0,98	0,96 - 0,98	0,96 - 0,98
Otros					
Ascorbatos	%	0,03-0,05	0,03-0,05	0,03-0,05	0,03-0,05
Fosfatos	%	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5
Lactato de sodio	%	1-2,5	1-2,5	1-2,5	1-2,5
Diacetato de sodio	%	0,8-1,8	0,8-1,8	0,8-1,8	0,8-1,8
Lactato de potasio	%	1-1,5	1-1,5	1-1,5	1-1,5
Diacetato de potasio	%	0,8-1,8	0,8-1,8	0,8-1,8	0,8-1,8
Otros agentes conservantes de origen biológico					
Bacteriocinas	%	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0
<i>Carnobacterium maltaromaticum</i> *	%	0,005-0,007	0,005-0,007	0,005-0,007	0,005-0,007

*INVIMA. Comisión Revisora. Sala Especializada de Alimentos y Bebidas Alcoholicas (2011) (201)

Fuente: Información suministrada por la industria nacional.

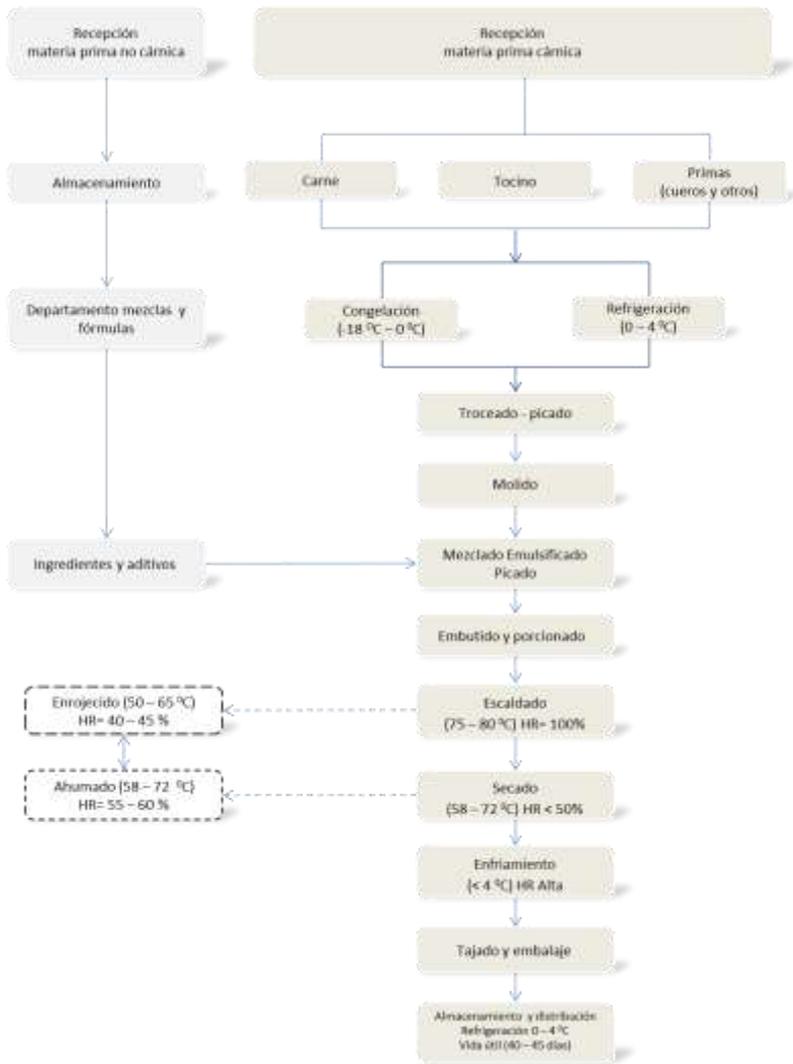
Tabla 20. Concentraciones de uso permitidas de diferentes aditivos clasificados como conservantes.

ADITIVOS CONSERVANTES		COLOMBIA NTC 1325 (162)	UNIÓN EUROPEA (202)	E.E.U.U. (203)
Antioxidantes	Ácido cítrico Citrato de sodio	Sustancia GRAS (Sustancia reconocida como no riesgosa) Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	<i>Quantum satis</i> (Cantidad adecuada) 300mg/kg	0,2%
Conservantes naturales y Depresores de a_w	Ácido láctico Lactato de sodio o potasio	Sustancia GRAS – BPM Usando lactato	<i>Quantum satis</i> (Cantidad adecuada) NR	Suficiente para el propósito
Aceleradores del curado	Ácido ascórbico, Ascorbato de sodio y Eritorbato de sodio	BPM	<i>Quantum satis</i> (Cantidad adecuada) 200mg/kg	3/4 oz a 100 lb carne o subproducto de la carne; solución al 10% a superficies de cortes curados antes del empaquetado.
Depresor de pH y acidificación	Glucona Delta Lactona	0,8% fracción de masa en masa fresca	<i>Quantum satis</i> (Cantidad adecuada) NR	8 onzas a cada 100 libras de carne o carne subproducto
Sustancias curantes Nitratos - nitritos	Nitrato potásico E 252 Nitrato sódico E 251 Nitrito potásico E249 Nitrito sódico E250	200mg/kg	< 2% sal nitrada (99,4% sal y 0,6% nitritos) (204) Nitrito potásico o sódico <0,05%	El nitrito de sodio residual máximo en el producto terminado está limitado a 200 ppm. Una concentración de nitrito de sodio de 120 ppm generalmente es suficiente para la mayoría de los fines (FDA, 2009)

NR: No Reportada

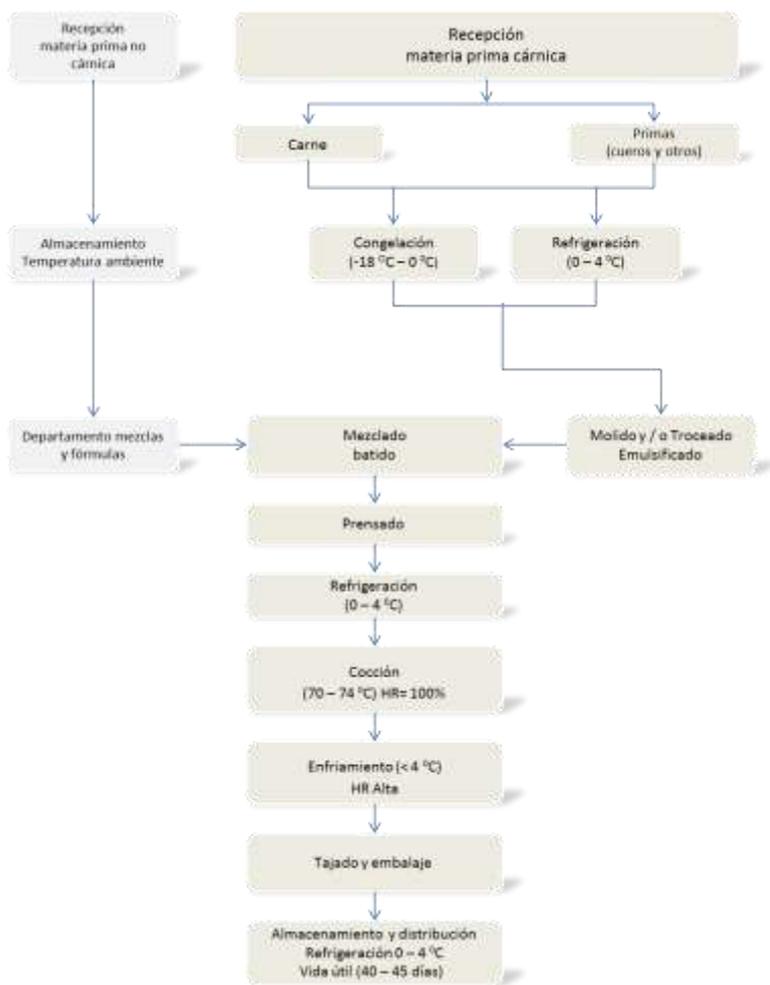
Fuente: Commission European., 2011; FDA. Food and Drug Administration, 2009; Federal Register, 2000; ICONTEC, 2008; Multon, 2000 (156, 162, 202–204).

Los procedimientos y operaciones unitarias para la elaboración de productos cárnicos cocidos LPC son similares para todos los productos que pertenecen a esa clasificación. En la  No se encuentra el origen de la referencia. se presenta el flujograma para la elaboración de mortadela, salchicha y salchichón. Los jamones que se denominan cocidos o batidos tienen variaciones en las operaciones, dentro de las que se destacan el prensado a cambio del embutido seguido de un troceado sin molido ().



Fuente: Grupo de redacción

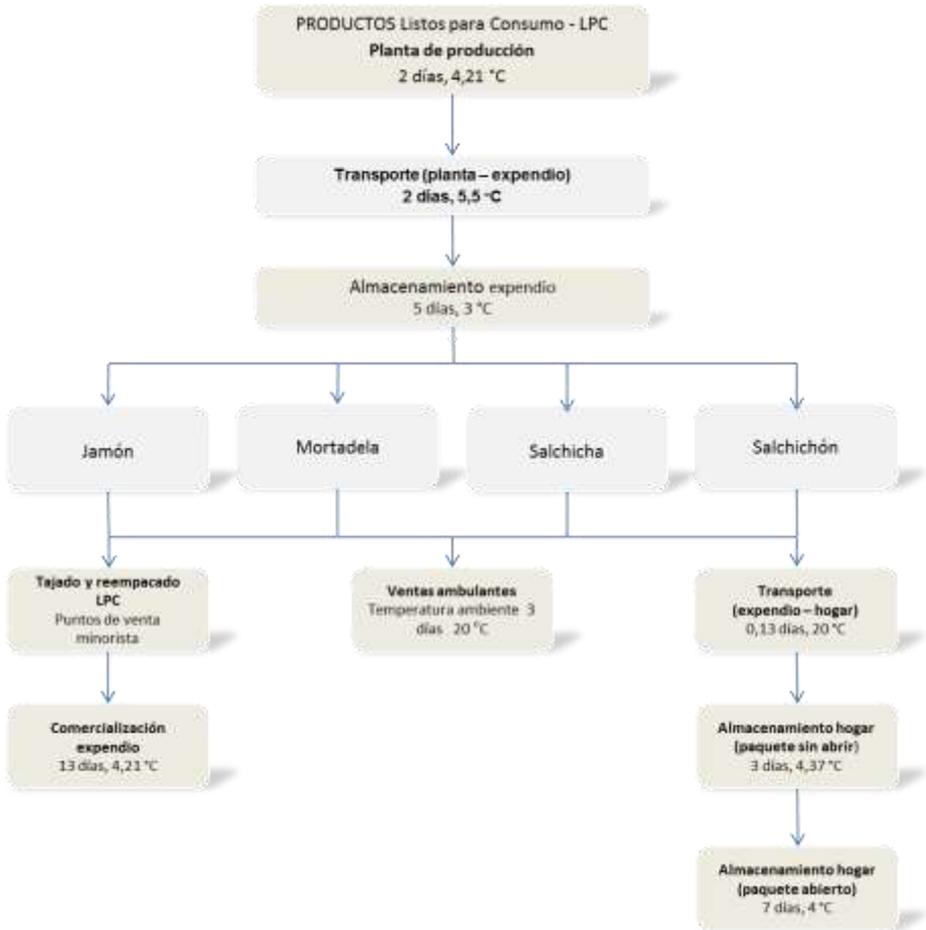
Figura 2 Flujograma para la elaboración de mortadela, salchicha y salchichón.



Fuente: Grupo de redacción
 Figura 3 Flujograma para elaboración de jamón.

Por la importancia que tiene el control de *L. monocytogenes* durante la comercialización en los productos cárnicos cocidos LPC, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el flujograma con las condiciones de almacenamiento hasta su consumo en los diferentes lugares asociados con la cadena (expediente, canales institucionales y hogar).El

almacenamiento de las ventas ambulantes y en el hogar, corresponden a escenarios supuestos.



Fuente: Grupo de Redacción

Figura 4. Flujograma para la comercialización y consumo de los productos cárnicos cocidos LPC.

4.1.2 Comportamiento de *L. monocytogenes* en la cadena de producción de derivados cárnicos cocidos LPC

Según la FDA/FSIS/USDA (2003) (34), los derivados cárnicos cocidos LPC se categorizan según su riesgo asociado de la siguiente manera:

- De alto riesgo: jamón, mortadela, salchichón y salchicha sin calentar.
- De bajo riesgo: salchichas con calentamiento.

Los principales factores asociados a la exposición con *L. monocytogenes* por consumo de alimentos (114,171) son:

- Cantidad y frecuencia de consumo de un alimento.
- Frecuencia y concentración de este microorganismo en un alimento LPC.
- Probabilidad de crecimiento de *L. monocytogenes* en alimentos refrigerados durante su almacenamiento.
- Temperatura y tiempo de almacenamiento bajo refrigeración antes de su consumo.

El control de *L. monocytogenes* en derivados cárnicos LPC es difícil debido a su habilidad para crecer a temperatura y pH bajos, así como el estado energético, que sobrevive al estrés oxidativo, presión hidrostática alta, presenta resistencia a agentes antimicrobianos, además de su tolerancia a diferentes conservantes (101,144,206). El objetivo de inocuidad en derivados cárnicos cocidos LPC definido como la concentración máxima de *L. monocytogenes* en el momento de consumo es de < 100 UFC/g (207) y de < 1 UFC/25 (208) . Para cumplir con las especificaciones establecidas se debe controlar la carga inicial de la materia prima, aquellas condiciones que favorezcan el crecimiento del patógeno, y aplicar de manera eficaz los tratamientos de inactivación o de inhibición de su crecimiento. En la Tabla 21 se resume algunos parámetros de inactivación para *L. monocytogenes* en productos LPC los cuales fueron utilizados en los diferentes escenarios contemplados (104).

Tabla 21. Diferentes parámetros de inactivación para *Listeria monocytogenes* en derivados cárnicos LPC.

Parámetro	Observaciones
Temperatura	Se inactiva rápidamente a temperaturas superiores a 70°C. Valor D_{50} puede estar en el orden de horas, D_{60} 5-10 min, D_{70} aproximadamente 10 seg.
pH	Se inactiva a valores pH<4,4 en función del acidulante y la temperatura. Los ácidos orgánicos, tales como ácido acético, son más eficaces que los ácidos minerales (por ejemplo, clorhídrico). Su inactivación procede más rápido a temperaturas más altas.
a_w	Puede seguir siendo viable en entornos secos durante largos períodos de tiempo.
Conservantes	En productos cárnicos un pH entre 6 y 6,3, la adición de nitrito (70-140 ppm) hizo retrasar el crecimiento. La adición de ascorbato de sodio (0,042%) en combinación con nitrito retardaron el crecimiento pero no tuvo ningún efecto en ausencia de nitrito.
Radiación	Valor D depende del alimento, la temperatura y el rango de 0,34 a 2 kGy. Una dosis de 3 kGy no elimina <i>L. monocytogenes</i> en carne de cerdo envasada al vacío.

Fuente: Adaptada de Lake et al, 2002 (104).

4.1.2.1 Materia prima.

El componente mayoritario de derivados cárnicos LPC es la carne de cerdo, seguida por la de res y pollo con estándares de calidad procedentes del mercado nacional e internacional. La prevalencia de *L. monocytogenes* en carne bovina, de cerdo y pollo como materia prima oscila entre 0,1 y 10,5% en países de la EU (Tabla 8) y a nivel nacional es del orden de 2,3 a 43,9% (Tabla 9).

La calidad microbiológica de la carne cruda como materia prima en la producción de derivados cárnicos LPC es importante por dos razones: (1) la efectividad de los procesos para el control de *L. monocytogenes* depende de la concentración inicial del patógeno y (2) una alta carga microbiana incrementa potencialmente la contaminación del ambiente y en consecuencia en el producto final, si no hay una separación adecuada entre materias primas y producto terminado (209).

4.1.2.2 Producto en proceso.

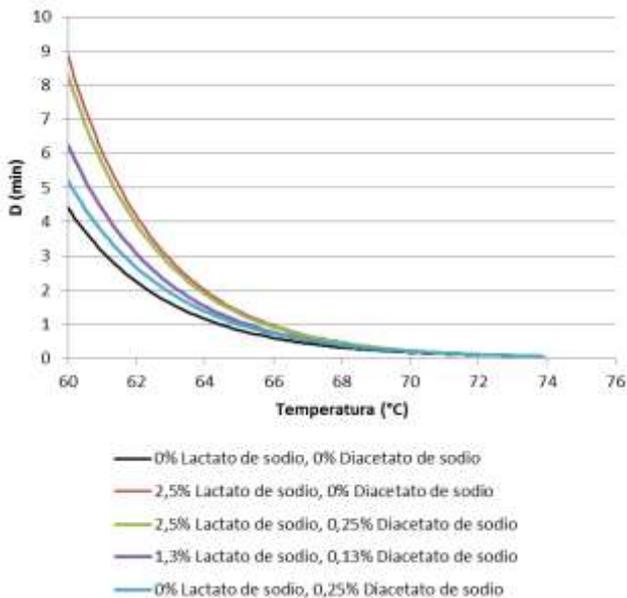
La elaboración de derivados cárnicos cocidos LPC puede involucrar las operaciones de molido, mezclado, picado, batido, emulsificación, prensado, troceado, tajado, empacado y cocido. A excepción de los tratamientos térmicos, algunos tipos de empacado, cultivos y metabolitos protectores, las operaciones mencionadas no tienen efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *L. monocytogenes*. Por el contrario, éstas pueden aumentar la carga bacteriana por contaminación y crecimiento del patógeno dependiendo de la duración y temperatura a la que se realicen los procesos.

En este contexto, con ayuda del simulador *Growth Predictor* de ComBase IFR (210) se obtuvieron las tasas de inactivación y los valores *D* de *L. monocytogenes* a diferentes temperaturas (rango del modelo de 60 a 68°C). Las predicciones se realizaron en condiciones intrínsecas similares a las de un derivado cárnico cocido LPC nacional. Los resultados mostraron que un tratamiento térmico que supere los 60°C tiene efectos letales sobre *L. monocytogenes* (Tabla 22), aunque algunas cepas de este patógeno pueden ser termotolerantes. Las condiciones de uso del simulador pueden ser consultadas en el Anexo 5.

Los tratamientos térmicos con temperatura interna final de 71,1°C reducen la carga bacteriana entre 2,2 y 4,5 ciclos logarítmicos (211,212). A concentraciones menores de 10⁴ UFC/ml se destruye con temperaturas de 71°C por 15 segundos, aunque su tolerancia puede aumentar a concentraciones elevadas. Es importante señalar que si no se alcanza la temperatura recomendada (68 -72°C) en el punto más frío del producto, es conveniente ajustar el tratamiento térmico en tiempo tomando en consideración la tecnología que se utilice en un proceso en particular.

De otra parte, en la industria de alimentos nacional, en algunos casos se utilizan compuestos GRAS (generalmente reconocidos como seguros) como el Lactato de Sodio (LS) y el Diacetato de Sodio (DS) o su combinación para el control de *L. monocytogenes* en la producción de derivados cárnicos cocidos LPC. Para analizar el efecto de la adición de estos compuestos químicos sobre el comportamiento de *L. monocytogenes* en este tipo de matrices se realizaron simulaciones con el *Pathogen Modeling Program* (PMP) (213). Las condiciones de uso del simulador pueden ser consultadas en el Anexo 5.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta el efecto simulado de la adición LS y DS a carne molida sobre la termo-tolerancia de *L. monocytogenes*. El LS aumenta la resistencia de *L. monocytogenes* al calor. El valor D_{72} sin adición de los compuestos químicos fue de 0,09 min mientras que el mismo valor con adición de LS al 2,5% se incrementó a 0,12 min (33,3%). La adición de DS mostró un menor efecto sobre la termo-tolerancia de *L. monocytogenes* al incrementarse el valor D_{72} con 0,25% de adición a 0,11 min (22,2%). A medida que la temperatura del tratamiento térmico disminuye el efecto se vuelve más notorio, por ejemplo a 60°C, la adición de LS al 2,5% incrementa el valor D al doble y la adición de DS al 0,25% en 1,2 veces más. Este efecto protector del DS y en especial del LS sobre *L. monocytogenes* debe tenerse en cuenta cuando se establecen los tratamientos térmicos.



Fuente: Grupo de redacción

Figura 5 Resistencia térmica de *Listeria monocytogenes* en carne molida a diferentes concentraciones de lactato de sodio y diacetato de sodio.

4.1.2.3 Producto terminado, almacenamiento, distribución y comercialización.

Listeria monocytogenes se establece fácilmente en el ambiente y puede contaminar los alimentos a través del contacto con superficies, equipos de las plantas procesadoras y expendios contaminados lo que dificulta su eliminación (17,214). Los derivados cárnicos cocidos LPC son susceptibles a recontaminarse con *L. monocytogenes* debido a manipulación inadecuada en la planta de producción después del procesamiento y empaque (19,98). Además pueden contaminarse y recontaminarse durante las actividades de tajado o troceado por superficies contaminadas, equipos y utensilios (68,76,95,96), en expendios (85,90) así como en el hogar (81,98). Debido a su capacidad de crecimiento a temperaturas de refrigeración, esta bacteria puede seguir creciendo durante el almacenamiento en productos contaminados como el jamón, la mortadela, el salchichón y las salchichas (16). La contaminación post proceso se ha

identificado como el principal factor de riesgo para la presencia de *L. monocytogenes* en este tipo de productos (97).

En Colombia, durante las actividades de IVC de derivados cárnicos realizadas por las autoridades sanitarias, se han rechazado productos en diferentes departamentos (Tabla 9) por presencia de *L. monocytogenes*. Aunque las temperaturas de cocción del producto (68 a 80°C) deben eliminar el microorganismo, el hecho que se reporte prevalencia de *L. monocytogenes* en tajadoras de 15,7% y en superficies de no contacto entre 5,3% y 17,5% en plantas de procesamiento (96), y en utensilios de expendios de 2,9% (Tabla 76), indica que se puede presentar recontaminación de productos como jamón, mortadela, salchicha y salchichón durante la etapa de tajado tanto en la planta como en los expendios. De otra parte, a la temperatura de almacenamiento utilizada (0 a 4°C) puede sobrevivir el patógeno en este tipo de alimentos durante su vida útil (40 a 45 días) como se mencionó en el numeral 3.3.2.

Durante el almacenamiento y la comercialización, la temperatura es un factor importante para el desarrollo de *L. monocytogenes*. En consecuencia, el Departamento de Agricultura e Inspección de los EUA recomienda almacenar las salchichas a 4,4°C en empaques abiertos por 7 días y en empaques sellados al vacío por 14 días (215,216). Diferentes estudios de evaluación cuantitativa de riesgos señalan la importancia de la relación tiempo/temperatura y el control estricto de la temperatura durante el almacenamiento en la etapa de comercialización y consumo (34,35,217) . Sin embargo, si el producto empacado está contaminado y no contiene antimicrobianos, pero se mantiene bajo el control del fabricante durante dos semanas y después se almacena sellado durante siete días por el consumidor o en la venta al detal, la concentración del patógeno puede aumentar más de 1 UL (se esperaría un aumento mayor a 1,6 UL en 21 días incluso a una temperatura constante de 4°C) (84).

En un estudio adelantado para evaluar los cambios en la concentración de *L. monocytogenes* bajo condiciones simuladas de abuso en salchichas preparadas con/sin LP (1,5%) y DS (0,1%), empacadas al vacío y a temperaturas que simulan condiciones de almacenamiento en la predistribución (24h, 4°C), de abuso durante el transporte (7 h, 7°C seguido de 7h, 12°C) y de almacenamiento antes de la compra (AAC) (60d, 4°C), se encontró que la concentración del patógeno se mantuvo relativamente constante en salchichas

con LP/DS independientemente de las condiciones de tiempo y temperatura de almacenamiento, pero aumentó en el producto sin antimicrobianos. Un aumento en la concentración del patógeno ocurrió a las 6 horas de almacenamiento a temperatura de abuso en producto en ausencia de inhibidores y de más de 5 UL a los 60 días (84).

Con base en las tasas de crecimiento obtenidas en el estudio de Byelashov et al. (2008) (84), si un aumento de 1 UL de UFC/g de *L. monocytogenes* se utiliza como criterio para las salchichas frescas sin LP/DS (después de Od de AAC), se pueden almacenar 6 y 13 días a 4°C en paquetes abiertos o al vacío, respectivamente. Esto es similar a las recomendaciones actuales de almacenamiento.

De otra parte, el estudio de Cornelius et al. (2008) (218) sobre jamones no empacados almacenados a 5°C por 7 días arrojó que *Listeria* spp. crece a tasas de 0,002 – 0,004 log₁₀ UFC/ml/hora. Garrido et al. 2010 (219) determinaron tasas de crecimiento para *L. monocytogenes* en jamón cocido tajado de 0,016 y 0,038 log₁₀ UFC/ml/hora a 5°C y 9°C, respectivamente.

Para estimar los parámetros cinéticos de *L. monocytogenes* en derivados cárnicos cocidos LPC (fase lag, tasa de crecimiento y tiempo de generación) se constituyó el peor escenario utilizando el simulador PMP (<http://pmp.errc.ars.usda.gov/PMPOnline.aspx>) (213). Las características intrínsecas del producto evaluadas para este escenario fueron sal (2,1%), nitrito de sodio (120 ppm) y pH (6,2) a diferentes temperaturas de almacenamiento (4, 8, 10, 12, 20, 25, 30 y 37°C). También se utilizó el Growth Predictor (<http://www.ifr.ac.uk/safety/growthpredictor/>) (210) para derivados cárnicos cocidos LPC a diferentes temperaturas (cloruro de sodio 2,2% y pH 6,2) en función de la temperatura y la concentración de nitrito de sodio.

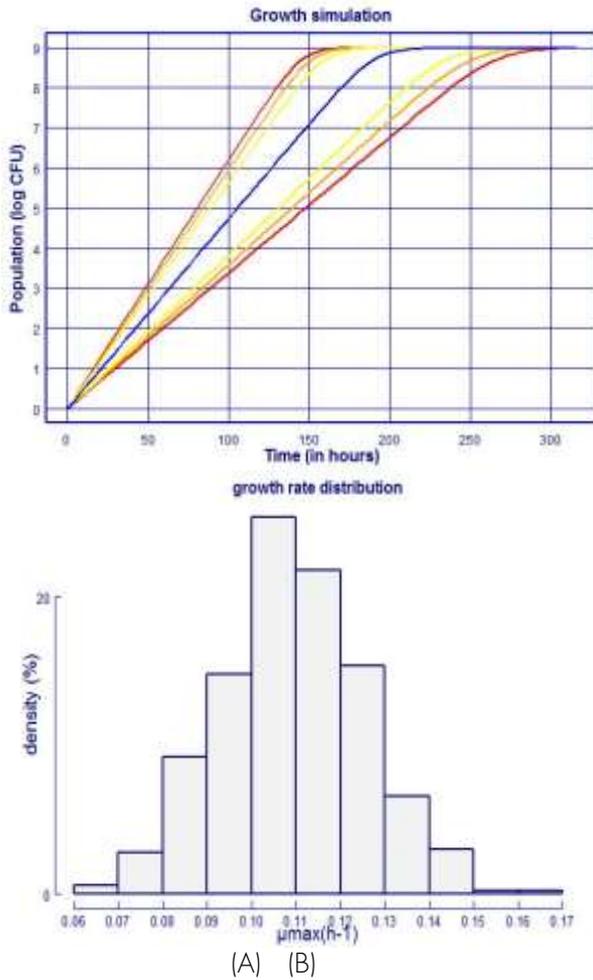
Como resultado de la simulación con el PMP se observó que *L. monocytogenes* tiene un mejor crecimiento en condiciones aerobias. Las fases lag en condiciones aerobias son más cortas especialmente cuando se aumenta la temperatura (40% para 30°C y 94% para 37°C). Las tasas de crecimiento se incrementaron en condiciones aerobias y a medida que la temperatura aumenta la diferencia se hace más notable (pasando de un incremento de 3% a 4°C a 161% en 37°C). A temperatura de abuso de 20 y 25°C *L. monocytogenes* puede crecer en

presencia de oxígeno 2 UL en 17 y 12 horas, respectivamente. Los resultados de la cinética obtenida pueden ser consultados en el Cuadro 1 del Anexo 5.

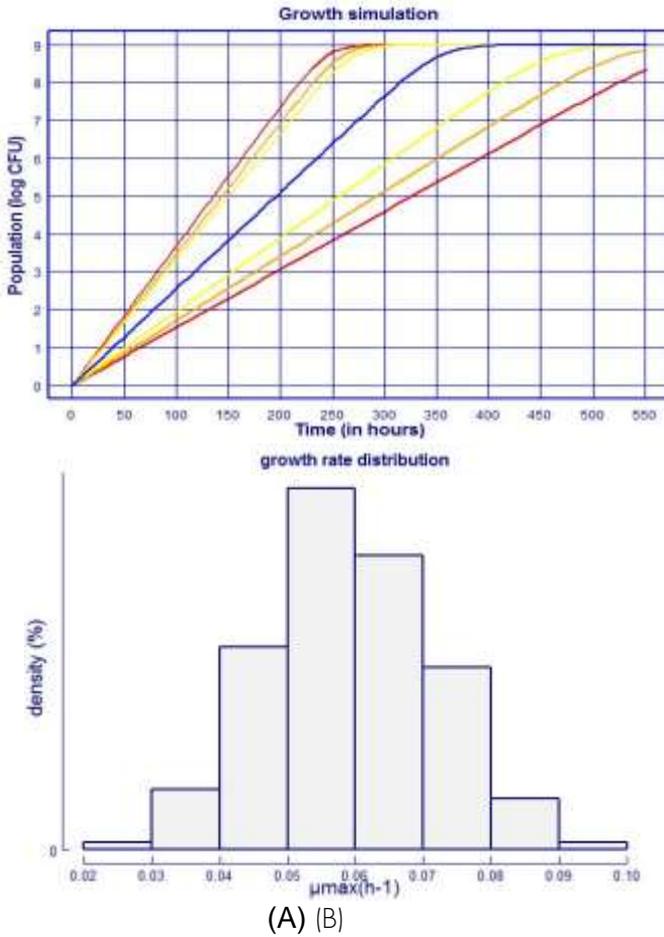
Al comparar los parámetros cinéticos a condiciones aerobias, Cuadro 1 y Cuadro 2 (Anexo 5) se observa que los datos estimados por el *Growth Predictor* a una concentración de 120 ppm de nitrito son más conservadores: las tasas de crecimiento son menores y los tiempos de generación son mayores. Para efecto de predicciones de comportamiento se recomienda por lo tanto utilizar los parámetros cinéticos de PMP que representan un peor escenario. En la medida que la concentración de nitrito se incrementa a 170 ppm, éste tiene un mayor efecto inhibitor sobre *L. monocytogenes* (entre un 15 a 20% más).

Para simular el crecimiento de *L. monocytogenes* en condiciones de abuso (10°C) en un derivado cárnico cocido LPC (pH 6,2; a_w 0,988) se utilizaron los simuladores *Sym'Previus* (220) (http://www.symprevius.net/index.php?rub=access_software) y *Growth Predictor* (210). Las condiciones pueden ser consultadas en el Anexo 5.

Como resultado de la simulación realizada con el programa *Sym'Previus*, se encontró que se requieren aproximadamente 45 h (1,9 días) para que un producto contaminado con una célula de *L. monocytogenes* alcance 100 UFC/g (Figura 6). Con una tasa de crecimiento más lenta, que fue la utilizada en el simulador *Growth Predictor* (Figura 7) el tiempo requerido para alcanzar la misma concentración es de 75 h (3,1 días). Con la adición de 120 ppm de nitrito los tiempos se extienden entre 2 y 2,6 días sin fase lag y entre 3,9 y 4,5 días con fase lag (Cuadro 1 y Cuadro 2- Anexo 5). A 4°C la concentración de 100 UFC/g a partir de una célula de *L. monocytogenes* con 120 ppm de nitrito en el producto se alcanza en 6 días sin fase lag y 10,9 días con fase lag (Cuadro 2 - Anexo 5).



Fuente: Grupo de redacción
Figura 6. Curva de crecimiento (A) y distribución de la tasa de crecimiento (B) de *Listeria monocytogenes* a 10°C, $a_w=0,988$, pH=6,2 y una tasa de crecimiento de 0,559 h⁻¹. Mediana de la curva de crecimiento (azul), intervalo del 80% (amarillo), del 90% (anaranjado) y del 95% (rojo).

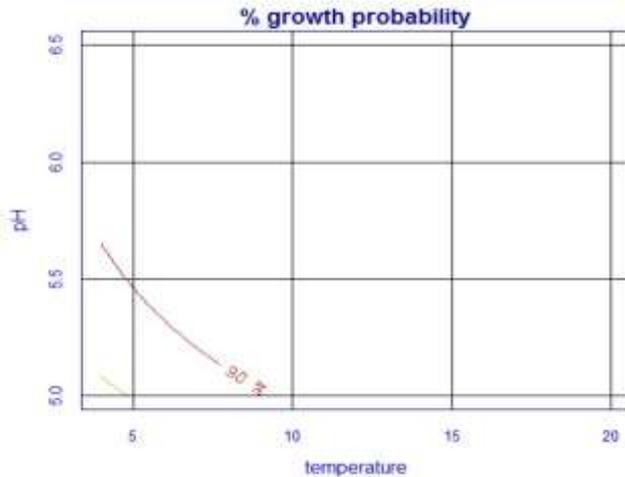


Fuente: Grupo de redacción

Figura 7. Curva de crecimiento (A) y distribución de la tasa de crecimiento (B) de *Listeria monocytogenes* a 10°C, $a_w=0,988$, pH=6,2 y una tasa de crecimiento de 0,305 h⁻¹. Mediana de la curva de crecimiento (azul), intervalo del 80% (amarillo), del 90% (anaranjado) y del 95% (rojo).

La Figura 1 muestra el porcentaje de la probabilidad de crecimiento de *L. monocytogenes* para un rango de temperatura entre 4 y 20°C, de pH entre 5 y 6,5 y un valor a_w de 0,988. Existe más del 90% de probabilidad de crecimiento a condiciones de refrigeración y valores de pH mayores a 6,0. A partir de esta alta probabilidad de crecimiento de *L. monocytogenes* es necesario aplicar medidas de control como son las convencionales (sales de curado, LS y/o DS) u

otras que emergen como tratamientos post-proceso (altas presiones hidrostáticas, cultivos microbianos protectores, otros compuestos bioconservantes, etc.) para asegurar el cumplimiento del objetivo de inocuidad en un derivado cárnico cocido LPC.



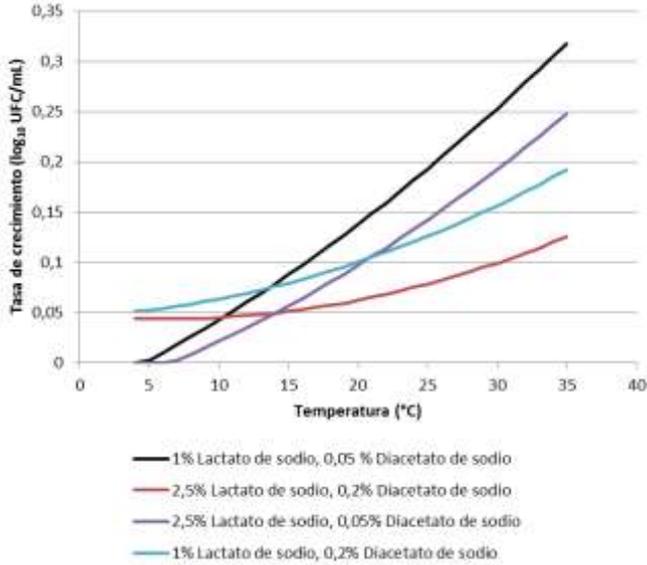
Fuente: Grupo de redacción

Figura 8. Porcentaje de la probabilidad de crecimiento de *Listeria monocytogenes* para un rango de temperatura entre 4 y 20°C, de pH entre 5 y 6,5 y a_w de 0,988.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el efecto de la adición de LS y DS sobre *L. monocytogenes* en jamón molido a condiciones aerobias para garantizar una vida útil. A temperaturas de abuso de temperatura (> 15°C) la combinación de LS al 2,1% y DS al 0,05% retarda el crecimiento de la bacteria con respecto a las otras combinaciones. En la medida que la temperatura aumenta, el efecto inhibitor de crecimiento de estas dos sales combinadas se hace más efectivo. Las combinaciones de LS y DS deben optimizarse a partir de las características de la cadena de frío de regiones y países. La adición de LS tiende a reducir la tasa de crecimiento de *L. monocytogenes* mientras que la adición de DS tiende a aumentar la fase lag (Tabla 22). La adición de una combinación adecuada de LS y DS ayuda a garantizar la inocuidad de los alimentos cárnicos cocidos LPC durante su vida útil. A una temperatura de 6°C y una adición de 2,5% LS y de 0,2% DS se logra garantizar una vida útil (<100 UFC *L. monocytogenes* /g) de aproximadamente

13 días a partir de una célula del patógeno por gramo. Expectativas de vida útil más largas requieren de temperaturas de refrigeración menores o iguales a 4°C.

De otra parte, son varios los factores que aumentan el riesgo de contaminación, recontaminación y/o multiplicación de *L. monocytogenes* en los productos cárnicos cocidos del estudio, en el periodo de tiempo entre la salida de los productos de la fábrica y antes de su consumo.



Fuente: Grupo de redacción

Figura 9. Inhibición del crecimiento de *Listeria monocytogenes* por lactato de sodio y diacetato de sodio a diferentes temperaturas en jamón molido.

Tabla 22. Parámetros cinéticos de *Listeria monocytogenes* en jamón molido en condiciones anaerobias en función de la temperatura, concentración de lactato de sodio (LS) y diacetato de sodio (DS).

Temperatura (°C)	LS (%)	DS (%)	Tasa de crecimiento (log ₁₀ UFC/g/h)	Tiempo para Incremento de 1 UL (h)	Fase lag (h)
6	1	0,05	0,0099	101	85
		0,10	0,0099	101	131
		0,20	0,0542	19	241
	2,5	0,05	0	NA	143
		0,10	0	NA	175
		0,20	0,0440	23	258
10	1	0,05	0,0425	24	43
		0,10	0,0347	29	82
		0,20	0,0633	16	181
	2,5	0,05	0,0210	48	94
		0,10	0,0140	71	120
		0,20	0,0450	22	192
15	1	0,05	0,0877	12	3
		0,10	0,0701	15	36
		0,20	0,0791	13	120
	2,5	0,05	0,0560	18	47
		0,10	0,0400	25	66
		0,20	0,0510	20	124

NA: No Aplica

Fuente: Grupo de redacción

Uno de los factores más importantes es el control de la temperatura, como por ejemplo la temperatura de transporte hasta los sitios de expendio, ya que los productos deben ser transportados bajo refrigeración. De igual manera se debe controlar la temperatura establecida en los puntos de exhibición para la venta.

Además en las diferentes situaciones, durante esta etapa, es necesario tener implementadas las buenas prácticas de manufactura (BPM), exigidas por los Decretos 1500 de 2007 y 2270 de 2012 y la Resolución 2674 de 2013 o las normas que los modifiquen, adicionen o sustituyan para de esta manera evitar cualquier situación que favorezca la contaminación y desarrollo de este patógeno (221–223).

Otro riesgo que se puede presentar durante el tajado de los productos cárnicos procesados, tanto en almacenes de grandes superficies como en expendios pequeños (tiendas de barrio) y es la contaminación cruzada con cuchillos, tablas de picar y tajadoras. Lo anterior debido a que puede haber presencia en dichas superficies de *L. monocytogenes*, incluso formando parte de biopelículas (16, 19).

Haciendo uso del simulador PMP se puede estudiar la capacidad de transferencia de *L. monocytogenes* a producto tajado en dos tipos de escenarios de contaminación cruzada: de una cuchilla contaminada a jamón y viceversa durante el tajado mecánico en función del número de tajadas. A partir de una cuchilla contaminada con una carga cercana a $4,0 \log_{10}$ UFC/100 cm² se requiere hacer 25 tajadas para disminuir la concentración de *L. monocytogenes* a $<0,5 \log_{10}$ UFC/tajada. Para el caso de jamón contaminado con una carga de $3,7 \log_{10}$ UFC/100 cm² se requiere hacer 100 tajadas para reducir la carga a $2 \log_{10}$ UFC/tajada cuando ocurre una transferencia de una loncha de jamón contaminada a la cuchilla y volviendo a tajear jamón sin contaminar (Ver Anexo 5).

En conclusión, a mayor número de tajadas de jamón, la concentración de la bacteria es menor, pero cuando hay muy pocas tajadas de jamón expuestas al patógeno según el modelo, se podrían encontrar concentraciones superiores a 3 UL de la bacteria. Finalmente, para continuar disminuyendo el riesgo, cuando el alimento ya se encuentra en los hogares, ya sea en el empaque original o reempacado por el distribuidor, se debe almacenar adecuadamente y se debe también controlar temperaturas de refrigeración.

4.1.2.4 Consumo.

Los derivados cárnicos cocidos LPC son consumidos generalmente sin calentar de forma directa o en combinaciones con otros tipos de alimentos (ensaladas, emparedados). En ocasiones pueden ser utilizados en preparaciones calientes en combinación con otros productos alimenticios (pizzas, arroces, pastas, pasteles entre otros). En los hogares, una de las prácticas más utilizadas antes del consumo de salchichas es sumergirlas en agua caliente (16). En un estudio donde se evaluó la eficacia de diferentes combinaciones de tiempo/temperatura del agua en la destrucción de *L. monocytogenes* en salchichas con o sin lactato de potasio y diacetato de sodio (LP/DS) almacenadas a 7°C, temperatura frecuentemente usada en los hogares, los resultados muestran que al exponer las salchichas contaminadas ($\leq 2 \log$ UFC/cm²) en agua caliente a 80°C durante 60 a 120 seg y 94°C durante 30 a 60 seg se redujeron los recuentos de patógenos en salchichas con LP/DS ($<0,4 \log$ UFC/cm²) (16).

4.1.2.5 Estimación de la concentración de *L. monocytogenes* en el alimento al momento de consumo

La exposición es una función de la cantidad de alimento consumido y de la concentración del patógeno que contamina el producto. En consecuencia, al momento de su consumo el nivel de contaminación es el parámetro más importante al evaluar el impacto sobre la salud pública. Sin embargo, la mayoría de los datos de contaminación con que se cuenta se limitan al muestreo de derivados cárnicos cocidos LPC a nivel de expendios. Para poder generar estimados de niveles de contaminación al momento del consumo se hace necesario asumir, por lo tanto, ciertas condiciones y plantear escenarios cercanos a la realidad como el impacto en salud (Casos o brotes de ETA)

La información para estructurar los escenarios que permitan la generación de estimados de concentración de *L. monocytogenes* al momento del consumo del alimento puede provenir de diversas fuentes:

- Literatura científica nacional o internacional.
- Informes gubernamentales nacionales e internacionales.
- Encuestas gubernamentales o gremiales nacionales o internacionales publicadas o sin publicar.
- Encuestas con validez estadística que se realizan específicamente para poder realizar una determinada evaluación de la exposición y de riesgo.

Para poder estimar la concentración de *L. monocytogenes* en un alimento en el momento de consumo se construyen modelos para evaluar la exposición con los factores relevantes a lo largo de la cadena de producción. A lo largo del documento y por las características de elaboración de los derivados cárnicos cocidos LPC se reconoce a nivel científico que existe una contaminación y/o recontaminación de los productos después del tratamiento térmico, o sea, post-manufactura o post-proceso. Por tal razón, la evaluación de la exposición tiene sentido después del tratamiento térmico. Los detalles de la construcción del modelo y su aplicación se encuentran en el Anexo 6.

Con este modelo se puede predecir la concentración de *L. monocytogenes* en productos cárnicos cocidos LPC en el momento de consumo en diferentes escenarios a partir de bases de datos que describen los niveles iniciales de

contaminación, formulación del producto, tiempos y temperaturas de distribución y almacenamiento de acuerdo con los patrones de consumo.

Los escenarios evaluados se construyeron a partir de la información recopilada en este documento y las limitaciones de construcción del modelo es decir los rangos de tiempo y temperatura establecidos en éste (Anexo 6). Las características que se incluyeron en el modelo para el ejercicio de simulación del derivado cárnico cocido LPC tajado fueron pH 6,2, a_w 0,988 y nitrito 120 ppm. Las variables, tiempos y temperaturas para las diferentes fases de post-manufactura se presentan en el Anexo 6 (Cuadro 3).

Los resultados del ejercicio de modelación en los diferentes escenarios indican que la concentración del patógeno es directamente proporcional a su carga inicial a partir del producto terminado y es el factor más importante a controlar en las etapas postproducción, la presencia de BAL inhiben el crecimiento de *L. monocytogenes*. Una adición de lactato (250 mM) retarda el crecimiento del patógeno en 0,07 \log_{10} UFC/g; y partiendo de una concentración de *L. monocytogenes* de 100 UFC/g y a las condiciones post-manufactura de los escenarios propuestos, el patógeno aumenta en al menos 1,29 UL con una cadena de frío mantenida a $\leq 4^\circ\text{C}$ durante 32 días.

5 Caracterización del riesgo

La caracterización del riesgo integra la información suministrada en la identificación y caracterización del peligro y la evaluación de la exposición para estimar la severidad de los posibles efectos adversos derivados del consumo de alimentos contaminados con *L. monocytogenes* en una población. Para tal fin se pueden realizar aproximaciones cualitativas, semi-cuantitativas y cuantitativas. Para el caso de *L. monocytogenes* en derivados cárnicos cocidos LPC existe el riesgo de recontaminación del producto, en particular en las etapas de almacenamiento, distribución, comercialización (tajado), así como el manejo en el hogar por parte del consumidor. Para estimar el riesgo en estas etapas de post-manufactura existen modelos de simulación desarrollados por diferentes autores (206,224–227) que permiten cuantificar el riesgo de enfermar por la ingestión de productos con presencia de esta bacteria.

Para poder realizar evaluaciones de riesgo con bajo grado de incertidumbre, particularmente las cuantitativas, se requiere información de calidad relacionada con: prevalencias y recuentos del patógeno en los productos de estudio, datos de IVC con suficiente validez estadística, patrones de consumo, virulencia de las cepas, estudios de población susceptible, modelos de contaminación cruzada y de dosis-respuesta, entre otros. Ante la escasa y poco confiable información nacional para realizar una evaluación de riesgo cuantitativa para *L. monocytogenes* en derivados cárnicos cocidos industrializados LPC se utilizaron varios escenarios para alimentar el modelo predictivo “swift Quantitative Microbiological Risk Assessment (sQMRA) tool” (<http://foodrisk.org/exclusives/sqmra/>) (228). Este es un modelo determinístico simplificado que incluye once parámetros entre los cuales están contaminación cruzada, preparación en el hogar (calentamiento) y finalmente el modelo para dosis respuesta exponencial (224). La herramienta QMRA también calcula el riesgo para la salud pública de los agentes patógenos en los alimentos (por ejemplo: asignación de la exposición, asignación de los casos y el riesgo relativo). El modelo utiliza datos de consumo, prevalencia y datos de concentración en la etapa de producto al detal. Además contempla la

contaminación cruzada durante la preparación. Una relación dosis-respuesta se utiliza para calcular los casos de la enfermedad.

Para realizar la caracterización del riesgo y establecer por escenarios el riesgo relativo, se utilizaron los siguientes módulos de ingreso de información:

- Definición del caso
- Datos de consumo
- Datos para venta en expendio
- Contaminación cruzada en cocina (hogar)
- Preparación en el hogar
- Infección y enfermedad

Para alimentar el modelo, en este estudio se utilizaron datos de consumo, de prevalencia, tiempos y temperaturas de almacenamiento entre otros generados en EUA, (Quantitative Assessment of Relative Risk to Public Health from Foodborne *Listeria monocytogenes* Among Selected Categories of Ready-to-Eat Foods (34) e información poblacional y de consumo disponible en Colombia nacional (165). En el Anexo 7 se pueden consultar los datos extraídos del mencionado documento.

Las porciones consumidas corresponden a un escenario en el cual se asume que la población colombiana intermedia o susceptible consume tres porciones semanales, en 52 semanas, según información del Anexo 3. Para determinar la prevalencia en expendios se definió como peor escenario un 25% de prevalencia en el derivado cárnico cocido LPC y 4,42% que corresponde al valor promedio de la prevalencia de los resultados de muestras de alimentos procesadas por los Laboratorios de Salud Pública en 2012 (78). Para la concentración en el producto se utilizó 100 UFC/g, máximo valor permitido por la norma de la UE para los alimentos que no estén destinados a poblaciones vulnerables y <0.04 UFC/g máximo valor permitido por el Codex Alimentarius, que puede interpretarse como el criterio de cero tolerancia para alimentos LPC que permitan el crecimiento de *L. monocytogenes* definido por los EUA y que en el caso de la UE corresponde al aceptado para poblaciones susceptibles.

Se trabajaron cuatro escenarios que se describen a continuación:

1. **Escenario A.** Estimación de personas enfermas por consumo de jamón, mortadela, salchichón o salchichas contaminadas LPC en una población intermedia (población no susceptible) de 40.656.638 habitantes (86%

- de la población colombiana a Octubre de 2013 de 47.275.161 habitantes) por año y una ID_{50} (UFC/g) de 10^7 .
2. **Escenario B.** Estimación de personas enfermas por consumo de jamón, mortadela, salchichón o salchichas LPC contaminadas en una población susceptible de 6.618.523 habitantes (14% de la población colombiana a Octubre de 2013 de 47.275.161 habitantes) por año y una ID_{50} (UFC/g) de 10^7 .
 3. **Escenario C.** Estimación de personas enfermas por consumo de salchichas contaminadas consumidas con calentamiento parcial en una población intermedia (población no susceptible) de 40.656.638 habitantes (86% de la población colombiana a Octubre de 2013 de 47.275.161 habitantes) por año y una ID_{50} (UFC/g) de 10^7 .
 4. **Escenario D.** Estimación de personas enfermas por consumo de salchichas LPC contaminadas con calentamiento parcial antes de consumo en una población susceptible de 6.618.523 habitantes (14% de la población colombiana a Octubre de 2013 de 47.275.161 habitantes) por año y una ID_{50} (UFC/g) de 10^7 .

Los parámetros de entrada y salida utilizados en los diferentes escenarios pueden ser consultados en el Anexo 8.

Mientras en la Tabla 23 se presentan los parámetros de salida y estimación de personas enfermas de listeriosis por consumo de jamón, mortadela, salchichón o salchichas LPC contaminadas con *L. monocytogenes* en la población intermedia y susceptible para Colombia correspondientes a los escenarios A y B, en la Tabla 24 se presentan los de personas enfermas de listeriosis por consumo de salchichas LPC contaminadas con *L. monocytogenes*, con calentamiento antes del consumo en la población intermedia y susceptible para Colombia correspondientes a los escenarios C y D.

Los resultados del ejercicio de modelado muestran que la reducción de la prevalencia de *L. monocytogenes* en productos cárnicos cocidos LPC de 25% a 4,42% equivale a una reducción de aproximadamente 10 veces el número de personas enfermas por listeriosis; el efecto de la carga inicial de *L. monocytogenes* en productos cárnicos cocidos LPC de 100 UFC/g a 0,04 UFC/g es muy importante porque reduce el riesgo de enfermar en un 99%; así como la importancia del calentamiento completo (50% del total de salchichas) o

término medio (40% del total de salchichas) porque reduce aproximadamente 10 veces la incidencia de listeriosis en una población.

Tabla 23. Estimación de personas enfermas por consumo de jamón, mortadela, salchichón o salchichas LPC contaminadas en la población intermedia y susceptible para Colombia.

Escenario A. Estimación de personas enfermas por consumo de jamón, mortadela, salchichón o salchichas LPC contaminadas en la población intermedia para Colombia.

	Parámetros de salida		
Porciones contaminadas consumidas de expendio	$1,6 \times 10^9$	$2,8 \times 10^8$	$1,6 \times 10^9$
UFC totales antes de la preparación	$1,3 \times 10^{13}$	$2,2 \times 10^{12}$	$5,1 \times 10^9$
UFC totales después de la preparación	$1,3 \times 10^{13}$	$2,2 \times 10^{12}$	$5,1 \times 10^9$
Número total de personas enfermas	$8,8 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$	35,1
Número de habitantes enfermos/100.000 habitantes (I)	216,75	39,35	0,09
% de personas enfermas del total de la población I	0,22	0,04	$8,65 \times 10^{-5}$

Escenario B. Estimación de personas enfermas por consumo de jamón, mortadela, salchichón o salchichas LPC contaminadas en la población susceptible para Colombia.

	Parámetros de salida		
Porciones contaminadas consumidas de expendio	$2,6 \times 10^8$	$4,6 \times 10^7$	$2,6 \times 10^8$
UFC totales antes de la preparación	$2,1 \times 10^{12}$	$3,6 \times 10^{11}$	$8,2 \times 10^8$
UFC totales después de la preparación	$2,1 \times 10^{12}$	$3,6 \times 10^{11}$	$8,2 \times 10^8$
Número total de personas enfermas	$1,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	51,4
Número de habitantes enfermos/100.000 habitantes (S)	1.969,70	348,48	0,78
% de personas enfermas del total de la población S	1,97	$5,28 \times 10^{-3}$	$8,79 \times 10^{-4}$

Fuente: Grupo de redacción
I: Intermedia; S: Susceptible

Tabla 24. Estimación de personas enfermas por consumo de salchichas LPC contaminadas, con calentamiento antes de consumo en la población intermedia y susceptible para Colombia.

Escenario C. Estimación de personas enfermas por consumo de salchichas LPC contaminadas con calentamiento antes del consumo en la población intermedia para Colombia.

	Parámetros de salida		
Porciones contaminadas consumidas de expendio	$1,6 \times 10^9$	$2,8 \times 10^8$	$1,6 \times 10^9$
UFC totales antes de la preparación	$1,3 \times 10^{13}$	$2,2 \times 10^{12}$	$5,1 \times 10^{10}$
UFC totales después de la preparación	$1,3 \times 10^{12}$	$2,3 \times 10^{11}$	$5,3 \times 10^9$
Número total de personas enfermas	$9,1 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	3,7
Número de habitantes enfermos/100.000 habitantes (I)	22,41	3,94	0,009
% de personas enfermas del total de la población I	0,02	$3,94 \times 10^{-3}$	$9,11 \times 10^{-6}$

Escenario D. Estimación de personas enfermas por salchichas LPC contaminadas con parcial calentamiento en la población susceptible para Colombia.

	Parámetros de salida		
Porciones contaminadas consumidas de expendio	$2,6 \times 10^8$	$4,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^9$
UFC totales antes de la preparación	$2,1 \times 10^{12}$	$3,6 \times 10^{11}$	$5,1 \times 10^9$
UFC totales después de la preparación	$2,1 \times 10^{11}$	$3,8 \times 10^{10}$	$5,3 \times 10^8$
Número total de personas enfermas	$1,3 \times 10^4$	$2,4 \times 10^3$	32,90
Número de habitantes enfermos/100.000 habitantes (S)	196,97	36,26	0,08
% de personas enfermas del total de la población S	0,20	0,04	$8,03 \times 10^{-5}$

Fuente: Grupo de redacción
I: Intermedia; S: Susceptible

5.1 Estrategias de control a lo largo de la cadena

La gestión de riesgos de la inocuidad de productos cárnicos LPC se basa en un esfuerzo integral con enfoque de cadena, desde el productor pasando por el procesador y distribuidor hasta el consumidor. El mayor esfuerzo se debe concentrar en las etapas de post producción donde el riesgo de recontaminación es mayor. Para alcanzar lo anterior se requiere de diversas estrategias de control tanto para reducir al mínimo la probabilidad de que estos alimentos se contaminen con *L. monocytogenes*, como para evitar su crecimiento hasta el momento del consumo. Según el International Life Science Institute, tres estrategias aseguran la mejora continua en la reducción de la listeriosis: i) prevenir la contaminación de alimentos con *L. monocytogenes* o eliminar el patógeno después de la contaminación, ii) prevenir el crecimiento de *L. monocytogenes* en los alimentos contaminados y iii) comunicar mensajes educativos dirigidos a grupos de población vulnerable y sus cuidadores.

Un factor crítico son los manipuladores y consumidores de alimentos quienes no alcanzan a comprender las características únicas de *L. monocytogenes*, como su capacidad para crecer durante refrigeración y resistir en ambientes extremos de procesamiento, y pueden suponer que las estrategias dirigidas al control de otros patógenos, a lo largo de la cadena de producción, serán igualmente aplicables.

Planta de sacrificio. Debido a que el ambiente es una vía importante de contaminación de los animales por *L. monocytogenes* se requiere de estrictas medidas de bioseguridad y Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) definidas por la Federación de Ganaderos de Colombia FEDEGAN como todas las acciones involucradas en el eslabón primario de la ganadería bovina, encaminadas al aseguramiento de la inocuidad de los alimentos carne y leche, la protección del medio ambiente y de las personas que trabajan en la explotación; de tal forma que se evite la entrada de animales contaminados a la planta de beneficio e involucran las Buenas Prácticas definidas por el Decreto 1500 de 2007 (223) como todas las prácticas referentes a las condiciones y medidas necesarias para garantizar la inocuidad y salubridad de los alimentos en todas las etapas de la cadena alimentaria; de igual forma define las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) como los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, procesamiento, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para el consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones

sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción e involucra los Programas Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) definidos en el Decreto 60 de 2002 (229) como la descripción operativa y detallada de una actividad o proceso, en la cual se precisa la forma como se llevará a cabo el procedimiento, el responsable de su ejecución, la periodicidad con que debe realizarse y los elementos, herramientas o productos que se van a utilizar, son esenciales para evitar la contaminación cruzada de las canales a través de las superficies de contacto como las de no contacto durante el sacrificio, apoyados en programas de entrenamiento y capacitación (230,231). Nuevas estrategias de intervención incluyen la aplicación de vapor para limpieza de las canales (64).

Procesamiento. El tratamiento térmico es la estrategia de intervención más comúnmente utilizada para destruir *L. monocytogenes* en productos cárnicos LPC combinadas con pH y a_w baja (86). Las temperaturas superiores a 68 °C son letales para este organismo. La combinación de LS y DS en concentraciones utilizadas por la industria nacional garantizan la inocuidad de los alimentos cárnicos cocidos LPC durante su vida útil, siempre y cuando el producto se conserve a temperaturas por debajo de los 4°C.

Otra estrategia importante de intervención es el empaque junto con la incorporación de sustancias antimicrobianas. También se usan otras tecnologías no térmicas, sustancias antimicrobianas, inhibidores de crecimiento y ácidos orgánicos (31,117,124,232). En la Tabla 25 se presentan diferentes alternativas para controlar el patógeno.

Por lo anterior y debido a la capacidad que tiene este microorganismo de adaptarse y soportar condiciones de estrés así como de formar biopelículas resistentes a los desinfectantes en los materiales de las superficies del entorno de procesamiento (19), esta etapa exige el seguimiento estricto de medidas higiénicas, POES y BPM.

Tabla 25. Métodos físicos, químicos y biológicos utilizados para el control de *Listeria monocytogenes*.

Métodos	Descripción	Fuente
	Térmica	AESAN, 2004 (135)
Físicos	Pasteurización Fria (altas presiones, irradiación)	Aymerich et al., 2008; Hereu et al., 2012; Karatzas & Bennis, 2002; B Marcos et al., 2005; Sommers & Boyd, 2006 (133,138–140,226)
	Atmósferas modificadas	Liserre, Landgraf, Destro, & Franco, 2002; Sofos & Geomaras, 2010 (82,233)
Químicos	Agentes antimicrobianos	Ban et al., 2012; Barmalia et al., 2005; Cruz & Fletcher, 2012; Geomaras et al., 2005; Perumalla et al., 2012 (85,117,120,131,132)
	Limpieza y desinfección	Neal, 2013; Pérez-Rodríguez et al., 2010; Saá-Ibusquiza et al., 2011; Tompkin, 2002; H. I. Vera et al., 2006 (19,71,93,100,116)
Biológicos	Agentes antimicrobianos	Cultivos, bacteriocinas (proceso y empaque) Koo et al., 2012; Neetoo, Ye, & Chen, 2007; Suppakul et al., 2003; Teerakam, Hirt, Acton, Rieck, & Dawson, 2002 (126,143,234,235)

La aplicación de detergentes y desinfectantes en las concentraciones recomendadas por los fabricantes, así como el pH de las soluciones son factores a tener en cuenta no sólo para eliminar la suciedad de las superficies sino principalmente para evitar el desarrollo potencial de biopelículas. También es necesaria la revisión y actualización periódica de los POES verificando la efectividad del procedimiento para eliminar el microorganismo de las superficies de las instalaciones. Otro factor a considerar es el diseño sanitario de las instalaciones y los equipos que debe ser revisado y analizado cuando se introducen cambios, tanto en la formulación como en el proceso, y cómo estas variaciones afectan los puntos críticos de control (PCC) identificados. En consecuencia, la aplicación del Decreto 60 de 2002, Decreto 1500 de 2007 y 2270 de 2012 (221,223,229) donde se sugiere la implementación de un plan HACCP y un plan de muestreo para el control de patógenos, son elementos esenciales en el diseño e implementación de la estrategia de control sin olvidar el programa de muestreo ambiental. Una estrategia integrada para el control de *L. monocytogenes* en plantas de procesamiento debe incluir 6 elementos: patrón de tráfico del personal, BPM; diseño sanitario de instalaciones y equipos, POES, pruebas ambientales y un ambiente controlado (114).

En esta etapa del proceso es importante revisar la guía "FSIS Compliance Guideline: Controlling *Listeria monocytogenes* in Post-lethality Exposed Ready-to-Eat Meat and Poultry Products" que contempla las directrices y orientaciones dirigidas a las industrias para dar cumplimiento a la regla de *Listeria* CFR 9 sección 430 para su control en derivados cárnicos LPC (236). La guía incluye alternativas de uso de tratamiento post-letal para su eliminación o procesos antimicrobianos para controlar su crecimiento, proporciona información sobre saneamiento y pruebas para la identificación del patógeno en superficies de contacto y mejoras a los programas de muestreo cuando se obtienen resultados positivos en los muestreos de rutina.

Distribución y transporte. La capacidad de *L. monocytogenes* de crecer en temperaturas de refrigeración en los productos cárnicos LPC a niveles peligrosos puede favorecerse durante el transporte y almacenamiento en los centros de distribución y expendios, así como en el hogar, que al combinarse con la posibilidad de que ocurra contaminación cruzada exige de una estricta cadena de frío y control de temperatura en los establecimientos ($\leq 4^{\circ}\text{C}$), además de la aplicación de BPH y POES y de un programa de verificación de las acciones correctivas (237). Es importante recordar que a temperaturas de abuso de temperatura ($> 15^{\circ}\text{C}$), la combinación de LS al 2,1% y DS al 0,05% retarda el crecimiento de *L. monocytogenes*.

Otra estrategia de control son los programas educativos, con especial atención en el lavado de manos en particular en los expendios y tiendas, la separación de alimentos crudos de cocidos, el manejo de inventario, la integridad del producto empacado y el manejo de la cadena de frío. Un programa de verificación de la apropiación del conocimiento en particular para actividades como el tajado, el control de la temperatura ($\leq 4,4^{\circ}\text{C}$) y las medidas higiénicas son una excelente estrategia de control. El diseño de guías dirigidas a los manipuladores con estos temas es un buen complemento a la estrategia.

Consumo. Las prácticas de preparación incluyendo el calentamiento, las temperaturas de almacenamiento (refrigeradores) y el tiempo que transcurre después de abierto el producto hasta su consumo para evitar la proliferación de *L. monocytogenes*, son elementos a considerar en las medidas de control en particular para el grupo de riesgo, además de la aplicación de normas básicas de limpieza y desinfección. En este sentido, las estrategias de comunicación son fundamentales para transmitir el papel que tienen los profesionales de la salud en

la prevención y vigilancia de la enfermedad y el riesgo de la población vulnerable de enfermar por listeriosis. También para que los consumidores tomen decisiones informadas sobre la compra de este tipo de productos así como las recomendaciones de uso presentes en las etiquetas.

6 Conclusiones

TOR 1. ¿Cuál es la prevalencia de *Listeria monocytogenes* en derivados cárnicos cocidos industrializados LPC (jamón, salchicha, mortadela y salchichón)?

La prevalencia de *L. monocytogenes* en derivados cárnicos LPC de acuerdo con los diferentes estudios publicados y los resultados obtenidos de las actividades de IVC en el territorio nacional varía entre 1,7% a 48,7%. En el caso particular de jamón, la prevalencia de *L. monocytogenes* oscila entre un rango de 0,13% hasta 16,8%, en salchicha desde 2,2% a 16,6%, en mortadela de 4,1% a 13,3% y en salchichón de 1,4% a 1,6%. Los serotipos más frecuentes en Colombia corresponden al 4b y 1/2b.

TOR 2. ¿Cuáles son los factores de riesgo de contaminación con *Listeria monocytogenes* asociados a la producción de derivados cárnicos cocidos industrializados (jamón, salchicha, mortadela y salchichón)?

Los factores de riesgo de contaminación con *L. monocytogenes* asociados a la producción de derivados cárnicos cocidos industrializados LPC como jamón, salchicha, mortadela y salchichón son materias primas contaminadas, ambiente, programas deficientes de limpieza y desinfección, contaminación post-producción, manejo inadecuado del producto por el consumidor.

La carne es un factor de riesgo de contaminación con *L. monocytogenes* en las plantas de procesamiento. Por contaminación cruzada el microorganismo puede alcanzar las superficies de contacto con el alimento (empacadoras, tajadoras, elementos, mesas, bandas transportadoras, entre otros) y de no contacto (pisos, paredes, desagües y sifones, etc.). En este punto el manipulador y su indumentaria pueden ser otro factor de riesgo para extender la contaminación en toda la planta.

Después del proceso térmico, en particular en las etapas de tajado y empaclado, la recontaminación del producto con *L. monocytogenes* por las superficies de

contacto como tajadoras, bandas transportadoras y empacadoras y su persistencia en las superficies de no contacto son factores de riesgo en la planta de procesamiento. El ambiente, los manipuladores y las biopelículas son también factores de riesgo por contaminación cruzada.

Durante la distribución y comercialización, ambientes, refrigeradores, contenedores y superficies contaminadas de los equipos de tajado y empacadoras principalmente, son factores de riesgos por contaminación cruzada. Otro factor es la temperatura de almacenamiento ($> 4^{\circ}\text{C}$) en los supermercados, expendios, tiendas, servicios de alimentación y hogares, así como la contaminación cruzada, que aumenta el riesgo de proliferación de *L. monocytogenes*, en particular en las regiones cálidas que pueden favorecer el desarrollo del microorganismo. El tiempo desde la apertura de un producto empacado hasta su consumo es otro factor de riesgo, independientemente de la vida útil del producto porque concentraciones bajas de la bacteria a temperaturas de abuso, pueden aumentar hasta niveles que constituyen un riesgo substancialmente elevado de ocasionar listeriosis.

TOR 3. ¿Cuál es el riesgo de desarrollar listeriosis por consumo de jamón, salchicha, mortadela y salchichón?

Considerando la información nacional disponible asociada al consumo de los derivados cárnicos cocidos LPC industrializados, y debido principalmente a la escasa información (las prevalencias del patógeno en plantas de procesamiento, en superficies, ambiente, equipos para tajado y trozado, y en derivados cárnicos cocidos LPC; la concentración del patógeno en muestras positivas; los perfiles de temperatura de la cadena de frío hasta el hogar; el consumo; y la población susceptible) se plantearon cuatro escenarios de trabajo, los cuales presentan incertidumbre relacionada con la calidad de la información y la representatividad para Colombia.

Los escenarios planteados para estimar el número de habitantes colombianos que podrían enfermar de listeriosis permitieron evidenciar el efecto que la prevalencia de *L. monocytogenes* en el producto y su concentración tiene sobre la proporción de habitantes enfermos en una población intermedia (sana) y susceptible. Para el caso de población sana mostraron que si la prevalencia se reduce de 25% a 4.42% la tasa de enfermedad disminuye de 22 a 4 por 10.000 habitantes pero

si la concentración del patógeno es menor de 0,04 UFC/g la tasa disminuye a 0,087 por 10.000 habitantes.

TOR 4. ¿Cuáles son las medidas preventivas asociadas a *Listeria monocytogenes* que se deben implementar para garantizar la inocuidad de los derivados cárnicos cocidos industrializados (jamón, salchicha, mortadela y salchichón)?

Las medidas preventivas asociadas al control de *L. monocytogenes* deben enfocarse desde el concepto de "granja a la mesa". Las diversas estrategias de gestión de la inocuidad se deben orientar a prevenir la contaminación de alimentos con *L. monocytogenes* o eliminar el patógeno después de la contaminación, prevenir su crecimiento en los alimentos contaminados y comunicar mensajes educativos dirigidos a grupos de población vulnerables y sus cuidadores.

En consecuencia es primordial: implementar tratamientos post letales que aseguren una reducción del patógeno; verificar que el tratamiento térmico supere los 68°C para garantizar el efecto letal sobre *L. monocytogenes*; y garantizar una cadena de frío ($\leq 4^{\circ}\text{C}$) a lo largo de la cadena de post procesamiento porque las temperaturas de abuso incrementan el crecimiento del patógeno en estos productos cuando se encuentran contaminados. Como complemento, la vida útil de los derivados cárnicos cocidos LPC no debe ser mayor a 5 días después del lonchado o trozado en puntos de venta como "delicatessen", tiendas, plazas o en el hogar donde no se pueda garantizar temperaturas de refrigeración ($\leq 4^{\circ}\text{C}$).

Además en la producción primaria se requiere de estrictas medidas de bioseguridad y las BPG en la granja para prevenir la contaminación de los animales con *L. monocytogenes* antes del ingreso a la planta de beneficio y el sacrificio. Las BPH, POES y BPM son esenciales para soportar las actividades que permitan evitar la contaminación cruzada de las canales, a través de las superficies de contacto así como las de no contacto, apoyados en programas de entrenamiento y capacitación.

Una estrategia integrada para el control de *L. monocytogenes* en plantas de procesamiento debe incluir mínimo seis (6) elementos: patrón de tráfico del personal, BPM, diseño sanitario de instalaciones y equipos, POES, pruebas ambientales y un ambiente de baja humedad. Lo anterior apoyado en:

- Aplicación de BPH, POES, BPM y el plan HACCP para controlar los puntos críticos de control (tratamiento térmico) para destruir *L. monocytogenes* en productos cárnicos LPC, con especial énfasis en la verificación del programa de limpieza y desinfección.
- Programas educativos, con particular atención en los expendios y tiendas; la separación de alimentos crudos de cocidos, el manejo de inventario, la integridad del producto empacado y el manejo de la cadena de frío que incluyan un programa de verificación de la apropiación del conocimiento en particular para actividades como el tajado, el control de la temperatura.
- Elaboración de guías que orienten a las empresas en alternativas de tratamiento post-letal, procesos antimicrobianos, entre otros.

En el consumo, la estrategia de gestión de la inocuidad se debe centrar en las prácticas de preparación (calentamiento, temperaturas de almacenamiento refrigeradores y tiempo que transcurre después de abierto el producto hasta su consumo). Además se debe almacenar adecuadamente y controlar temperaturas de refrigeración ($\leq 4^{\circ}\text{C}$), y una vez abierto el empaque, consumir lo más pronto posible para lo cual se requiere del diseño de guías dirigidas a los consumidores.

Con respecto a los grupos de riesgo, además de la aplicación de normas básicas de limpieza y desinfección, las estrategias de comunicación son fundamentales para transmitir el papel que tienen los profesionales de la salud, el riesgo que tiene la población vulnerable de enfermar por listeriosis y la importancia para que los consumidores tomen decisiones informadas sobre la compra de este tipo de productos así como las recomendaciones de uso presentes en las etiquetas.

Por último, los EUA tiene definido el criterio de cero tolerancia para alimentos LPC que permitan el crecimiento de *L. monocytogenes*. La UE acepta niveles hasta de 100 UFC/g para los alimentos que no estén destinados a poblaciones vulnerables. El criterio más laxo de la UE puede asemejarse en resultados al límite microbiológico de cero tolerancia, en la medida que se reduzca la tasa de incumplimiento de manera importante.

7 Recomendaciones y vacíos de información

En los derivados cárnicos cocidos LPC (jamón, salchicha, mortadela y salchichón) existe el riesgo de recontaminación del alimento con *L. monocytogenes*, principalmente durante su almacenamiento, distribución, comercialización, manipulación (tajado) y consumo porque la concentración del patógeno es directamente proporcional a la carga inicial en el producto terminado. En consecuencia las principales recomendaciones son:

1. Validar el tratamiento térmico (temperaturas superiores a 68°C) para garantizar la eliminación del microorganismo
2. Contemplar la adición de compuestos para retardar el crecimiento de *L. monocytogenes* como lactato y diacetato de sodio y evaluar su efecto protector sobre el microorganismo cuando se establezcan los parámetros que se usarán en el tratamiento térmico.
3. Utilizar tratamientos físicos o químicos post procesos que reduzcan la carga de *L. monocytogenes* debido a que es un microorganismo psicrótrofo.
4. Realizar un seguimiento a la trazabilidad de los productos alimenticios en todas las etapas productivas, especialmente aquellos productos importados, debe ser más sensible, permitiendo identificar las redes de distribución mayoristas y minoristas. Esto debido a que cuando se generan alertas de tipo internacional (para el caso específico de *Listeria monocytogenes*) que involucran un producto derivado cárnico LPC, se generan brechas en la identificación de las redes de distribución del producto.
5. Diseñar y desarrollar una estrategia de educación y sensibilización en relación con *L. monocytogenes* y su control en estos productos, en la que intervengan tanto academia, gobierno e industria como asociaciones de profesionales (salud y relacionadas con los alimentos) y de consumidores. La campaña debe abarcar tanto población de riesgo como población sana, a través de diferentes medios de comunicación.
6. Implementar estrategias que aseguren la notificación, en lo posible obligatoria, de los casos y brotes por consumo de alimentos

contaminados con *L. monocytogenes* al Sivigila para lo cual se requiere dar respuesta a la metodología que tiene el Grupo de Vigilancia en Salud Pública del Ministerio de Salud y Protección Social para determinar si es un evento que se puede incluir dentro del evento ETA o si requiere un protocolo adicional, de tal forma que se pueda disponer de información epidemiológica nacional, para su monitoreo y control. También es importante cuantificar la población colombiana susceptible o grupos de riesgo para esta enfermedad.

7. Evaluar desde el sistema de Inspección, Vigilancia y Control (IVC), la obligatoriedad de la detección y cuantificación de *L. monocytogenes* en las etapas críticas identificadas a partir de la post-manufactura hasta el consumo de alimentos cárnicos cocidos LPC para obtener información sobre la prevalencia y concentración y poder orientar los programas de monitoreo en diferentes niveles.
8. Utilizar la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN 2015) como una oportunidad para obtener información sobre patrones y frecuencias de consumo, formas de preparación, almacenamiento y calentamiento de este tipo de productos por la población Colombiana.
9. Evaluar en el establecimiento del criterio microbiológico para *L. monocytogenes* en productos cárnicos cocidos LPC el nivel de tolerancia de la población al patógeno, el cual puede ser diferente para los grupos de riesgo (0 en 25g) que para el resto de la población (<100 UFC/g). En consecuencia, establecer objetivos de inocuidad y criterios microbiológicos acordes con el número de células del microorganismo consumidas por porción del producto.

A continuación se presentan recomendaciones más específicas e información que es importante recopilar para en un futuro poder estimar el riesgo de enfermar por *L. monocytogenes* asociado al consumo de los derivados cárnicos cocidos LPC industrializados en Colombia.

1. Con relación a la enfermedad.
 - Gestionar la inclusión de la listeriosis en las enfermedades de notificación obligatoria al Sivigila de Colombia.
 - Sivigila: implementar estrategias que aseguren la notificación de los casos y brotes de toxiinfección alimentaria, de tal manera que se

cuenta con los datos nacionales para el monitoreo y control de las enfermedades causadas por *L. monocytogenes*.

- Revisar el protocolo de las ETA para que el reporte pueda arrojar resultados individuales de los componentes de un menú por tipo de alimento para un análisis posterior en la investigación y confirmación de casos y brotes.
- Aunque no está establecido el criterio microbiológico para *L. monocytogenes* en productos cárnicos LPC es necesario definir el nivel de tolerancia para *L. monocytogenes* (0 en 25 g o <100 UFC/g).
- Educar y sensibilizar a la población colombiana sobre las ETA, y en particular la listeriosis, y de cómo prevenirlas.
- Educar y sensibilizar a los profesionales de la salud, principalmente a los médicos en cuanto a la importancia de investigar y notificar adecuadamente los casos y brotes de ETA y listeriosis.
- Desarrollar una estrategia integral de capacitación para la población susceptible, en la que por ejemplo, las mujeres embarazadas puedan conocer, a través de la consulta médica y los controles prenatales cuáles alimentos deben evitar para prevenir el riesgo de adquirir listeriosis. Se considera importante la participación de los profesionales de la salud.
- Desarrollar una investigación epidemiológica que permita cuantificar y caracterizar la población inmunosuprimida en el país.

2. Con relación a los alimentos del estudio y el patógeno.

- Capacitar a todos los laboratorios que forman parte de la red de laboratorios del sistema IVC, en la implementación de las técnicas de detección y cuantificación establecidas para *L. monocytogenes*.
- Generar información válida referente a prevalencias y presencia de *L. monocytogenes* a lo largo de los procesos post-manufactura hasta consumo que incluya los diferentes canales de comercialización y distribución de derivados cárnicos cocidos LPC en Colombia con sus variables por regiones geográficas:
 - o temperatura y tiempos de transporte y almacenamiento de la planta de procesamiento hasta el expendio,
 - o prevalencia en plantas de procesamiento y expendios (infraestructura y equipos),

- o proporción de producto con operaciones post-proceso como tajado, troceado, entre otros,
 - o tiempo y temperatura de almacenamiento en hogares haciendo la diferencia de si es producto empacado de fábrica o manipulado en el expendio.
 - Obtener información sobre métodos relacionados con el control de *L. monocytogenes* en la planta de producción y expendios.
 - Promover el uso de antimicrobianos naturales en productos cárnicos procesados LPC, para controlar el desarrollo de *L. monocytogenes*.
3. Con respecto al consumo del alimento.
- Incluir en la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN 2015) preguntas sobre el consumo de los diferentes productos cárnicos (jamón, mortadela, salchichón y salchicha) teniendo en cuenta los diferentes segmentos de población (población susceptible y sana) y regiones.
 - Incluir en la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN 2015) preguntas que aporten información sobre el uso y formas de preparación en hogares de los cárnicos procesados LPC (jamón, mortadela, salchichón y salchicha).
 - Incluir en la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN 2015) preguntas que permitan conocer la proporción de salchichas que son consumidas con calentamiento previo a su consumo y las temperaturas de estos tratamientos para poder determinar el impacto de la cocción sobre la reducción de listeriosis en el país.
 - Desarrollar actividades de promoción y prevención en la población colombiana sobre las ETA, listeriosis y de cómo evitarlas.
 - Solicitar colaboración por parte de las asociaciones de consumidores, en los procesos de educación y sensibilización de la población, en el tema de inocuidad alimentaria.
 - Desarrollar material de orientación dirigido a población vulnerable y consumidores en general para promover la toma de decisiones con base en criterios de salud sustentados, y no sobre criterios económicos.
 - Desarrollar estudios de investigación que permitan generar modelos de transferencia de *L. monocytogenes* desde el ambiente al producto y viceversa en las diferentes etapas post-proceso.

4. Para las autoridades

- Tomar en consideración en las estrategias de control tanto a la población vulnerable como a la población sana.
- Establecer objetivos de inocuidad y criterios microbiológicos basados en la premisa que la protección del consumidor no es una cuestión de presencia o ausencia de *L. monocytogenes* en el producto sino de número de células consumida por porción.
- Establecer límites de tolerancia de *L. monocytogenes* en los diferentes alimentos que consume la población colombiana y que podrían ser un riesgo para la salud.
- Con base en los resultados producto de la evaluación de riesgos adelantar un trabajo conjunto con la industria para determinar objetivos de inocuidad, objetivos de rendimiento, criterios de rendimiento (producto/proceso), medidas de control y criterios microbiológicos.
- Elaborar guías que orienten a las empresas en alternativas de uso de tratamiento post-letal para la eliminación de *L. monocytogenes* o procesos antimicrobianos para su control, que proporcionen información sobre saneamiento y acciones a seguir cuando se obtengan resultados positivos en los muestreos de rutina.

5. Para la industria de alimentos

- Validar alternativas innovadoras para eliminar *L. monocytogenes* (tecnología de altas presiones hidrostáticas) o reducir su crecimiento (uso de bacteriófagos combinados con cultivos microbianos durante el almacenamiento).
- Analizar la posibilidad de implementar estrategias de gestión de la inocuidad a través de los planes graduales de cumplimiento del sistema HACCP como acciones graduales de cumplimiento y mejora continua del sistema.
- Revisar la concentración y temperaturas de almacenamiento cuando se utilizan inhibidores de crecimiento así como la combinación de medidas de control que minimizan el riesgo considerando las condiciones de almacenamiento razonablemente previsible (temperatura y tiempo), las condiciones de abuso de la temperatura en los hogares.

Glosario

Acción correctiva: Cualquier tipo de acción que deba ser tomada cuando el resultado del monitoreo o vigilancia de un punto de control crítico esté por fuera de los límites establecidos.

Aditivo de uso permitido: Se entiende por aditivo de uso permitido toda sustancia o mezcla de sustancia que no modifique el valor nutritivo del producto agregada a los alimentos en la mínima cantidad necesaria con el fin de prevenir alteraciones, mantener, conferir o intensificar su aroma, color o sabor, modificar o mantener su estado físico general o ejercer cualquier función necesaria para una buena tecnología de fabricación del alimento.

Ahumado: proceso por medio del cual los productos cárnicos procesados adquieren la caracterización de color, sabor y conservación, mediante la acción del humo utilizando una relación de temperatura, tiempo y humedad relativa.

Alimento listo para consumo LPC: cualquier alimento (incluidas las bebidas) que se consuma normalmente en estado crudo o cualquier alimento manipulado, elaborado, mezclado, cocido o preparado de otra manera, que se consuma normalmente sin ninguna manipulación ulterior.

Análisis de peligros y puntos críticos de control: (APPCC-HACCP, por sus siglas en español e inglés). Es un procedimiento sistemático y preventivo de aseguramiento de inocuidad, aceptado internacionalmente, el cual enfoca la prevención y control de los peligros químicos, biológicos y físicos en puntos críticos que se identifiquen en los procesos de producción de alimentos.

Biopelícula: ecosistema microbiano organizado, conformado por uno o varios microorganismos asociados a una superficie viva o inerte con características funcionales y estructuras complejas.

Bioseguridad: Son todas aquellas medidas sanitarias, procedimientos técnicos y

normas de manejo que se aplican de forma permanente, con el propósito de prevenir la entrada y salida de agentes infectocontagiosos en la unidad de producción primaria, en plantas de sacrificio y plantas de derivados cárnicos.

Buenas Prácticas de Higiene (BPH): Todas las actividades referentes a las condiciones y medidas necesarias para garantizar la inocuidad y salubridad de los alimentos en todas las etapas de la cadena alimentaria.

Buenas Prácticas de Manufactura (BPM): Son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, procesamiento, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para el consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

Cadena: conjunto de actores y de actividades que abarcan la provisión de insumos y otros servicios, producción primaria, transformación agroindustrial, comercialización interna, comercio exterior y consumo.

Calidad: La calidad de un producto se puede ver desde el enfoque de la perceptiva o satisfacción de las necesidades del cliente, y de lo funcional, o el cumplimiento de las especificaciones requeridas y se puede definir en términos de aceptación o rechazo de un producto por sus características específicas.

Derivados cárnicos: Son los productos que utilizan en su preparación carne, sangre, vísceras u otros productos comestibles de origen animal, que hayan sido autorizados para el consumo humano, adicionando o no aditivos, especies aprobadas y otros ingredientes. Estos productos se denominarán según su especie.

Fases de crecimiento celular: Se distinguen cuatro: fase lag, fase exponencial, fase estacionaria y fase de muerte.

Fase lag: El microorganismo se adapta a las condiciones y activa su metabolismo para poder crecer activamente. Su duración es variable y en general es proporcional al cambio en las condiciones en que esté expuesta.

Embutido: Producto procesado crudo o cocido ahumado o sin procesar, introducido a presión en tripas aunque en el momento de expendio o consumo carezcan de la envoltura empleada.

Expendio: Establecimiento donde se efectúan actividades relacionadas con la comercialización de la carne, productos cárnicos comestibles y los derivados cárnicos destinados para el consumo humano, que ha sido registrado y autorizado por las entidades sanitarias competentes para tal fin.

ID₅₀ (UFC/g): Número de unidades formadoras de colonia por gramo que provocará la enfermedad en el 50% de la población expuesta.

Ingredientes básicos de formulación: sustancias necesarias para la elaboración de productos cárnicos procesados y que confieren a estos sus características propias. Son Ingredientes básicos de formulación: carne, agua, sales de curación, subproductos comestibles, grasa cuero de cerdo, harinas y almidones de cereales, leche en polvo, suero en polvo, caseinato de sodio o potasio, plasma sanguíneo, proteínas vegetales, azúcares, proteínas texturizadas y concentradas.

Inocuidad: Condición de los alimentos que garantiza que no causarán daño al consumidor cuando se preparen o consuman de acuerdo con el uso al que se destinan. La inocuidad es uno de los cuatro grupos básicos de características que junto con las nutricionales, las organolépticas, y las comerciales componen la calidad de los alimentos.

Inspección: Examen que hace el juez por sí mismo, y en ocasiones con asistencia de los interesados y de peritos o testigos, de un lugar o de una cosa, para hacer constar en acta o diligencia los resultados de sus observaciones.

Método de conservación: conjunto de tratamientos que prolonga la vida útil de los alimentos, manteniendo, en el mayor grado posible, sus atributos de calidad nutricional y organoléptica.

Pill/inf: Porcentaje de la población infectada que desarrolla listeriosis.

Peligro: Agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud.

Plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP – APPCC): Conjunto de procesos y procedimientos debidamente documentados, de conformidad con los principios del Sistema HACCP, que aseguren el control de los peligros que resulten significativos para la inocuidad de los alimentos destinados para el consumo humano, en el segmento de la cadena considerada.

Productos cárnicos procesados: los elaborados con base en carne, grasa, vísceras y subproductos comestibles de animales de abasto autorizados para el consumo humano y adicionados o no con ingredientes y aditivos de uso permitido y sometidos a procesos tecnológicos.

Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES): conjunto de actividades específicas documentadas que se deben seguir en plantas de producción de alimentos para garantizar la higiene de superficies de contacto y no contacto, y que se constituyen en uno de los pre-requisitos para la implementación del sistema HACCP.

Punto crítico de control: Fase en la que puede aplicarse un control que es esencial para prevenir, eliminar o reducir a un nivel aceptable un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos.

Requisitos: Circunstancia o condición necesaria para poder llevar a cabo una actividad subsiguiente.

Riesgo: Es la probabilidad de que un peligro ocurra.

Salud pública: conjunto de políticas que busca garantizar de manera integrada, la salud de la población por medio de acciones dirigidas tanto de manera individual como colectiva ya que sus resultados se constituyen en indicadores de las condiciones de vida, bienestar y desarrollo. Dichas acciones se realizarán bajo la rectoría del Estado y deberán promover la participación responsable de todos los sectores de la comunidad.

Sanidad: conjunto de servicios gubernamentales ordenados para preservar la salud del común de los habitantes de la nación, de una provincia o de un municipio.

Secado: proceso de preservación basado en la aplicación de energía térmica directa o indirecta para extraer humedad del producto con el fin de reducir la actividad de agua (a_w) y consecuentemente el crecimiento microbiano.

Sistema de HACCP: sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos.

Tratamiento térmico: proceso por el cual el producto en elaboración, es sometido a temperaturas internas de 68 a 72°C cuya duración depende del diámetro del producto, para destruir su flora patógena y casi la totalidad de su flora banal, sin alterar su valor nutritivo ni sus características físico-químicas u organolépticas.

Vida útil: Duración estimada que un objeto puede tener cumpliendo correctamente con la función para la cual ha sido creado. Normalmente se calcula en horas de duración.

Siglas

AAC:	Almacenamiento antes de Compra
ADN:	Ácido desoxirribonucleico
AESAN:	Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición
AFSSA:	<i>Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments</i> (Agencia Francesa de Seguridad Alimentaria)
AL:	Ácido Láctico
ANLIS:	Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas
AOAC:	Asociación Internacional de Comunidades de Análisis
AS:	Acetato de Sodio
BAL:	Bacterias Acido Lácticas
BAM:	<i>Bacteriological Analytical Manual</i> (Manual Analítico de Bacteriología)
BPH:	Buenas Prácticas de Manufactura
BPM:	Buenas Prácticas de Manufactura.
CDC:	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i> (Centro para el Control y Prevención de Enfermedades)
CID:	Concentración Inicial Bacterias eteriorativas
CIL:	Concentración Inicial <i>L. monocytogenes</i>
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DC:	Distrito Capital
DNP:	Departamento Nacional de Planeación
DS:	Diacetato de Sodio
EAM:	Encuesta Anual Manufacturera
EFSA:	<i>European Food Safety Authority</i> (Autoridad Europea de Inocuidad Alimentaria)
ELISA:	Ensayo por Inmunoabsorción Ligado a Enzimas
ETA:	Enfermedades Transmitidas por los Alimentos
EUA:	Estados Unidos de América
FAO:	<i>Food and Agriculture Organization of United Nations</i> (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación)

FAO/OMS:	Comisión Mixta de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud
FDA:	<i>Food and Drug Administrations</i> (Agencia para la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos de América)
FENAVI:	Federación Nacional de Avicultores de Colombia
FRL:	Fase Relativa de Latencia
FSAI:	<i>Food Safety Authority of Ireland</i> (Autoridad de Inocuidad Alimentaria de Irlanda)
FSIS:	Food Safety and Inspection Service (Servicio de Inocuidad Alimentaria e Inspección de los Alimentos)
GRAS:	<i>Generally Recognized As Safe</i> (Sustancia Generalmente Reconocida como Segura)
H:	Hemocultivo
HACCP:	<i>Hazard Analyses Critical Control Point</i> (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control)
ICONTEC:	Instituto Colombiano de Normas Técnicas
ICMSF:	International Commission on Microbiological Specifications for Foods (Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para los Alimentos)
I:	Intermedia
IDF:	<i>International Dairy Federation</i> (Federación Internacional de Productos Lácteos)
ILSI:	<i>International Life Science Institute</i> (Instituto Internacional de Ciencias de la Vida).
INVIMA:	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
INS:	Instituto Nacional de Salud
ISO:	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
IVC:	Inspección, Vigilancia y Control
LCF:	Líquido Cefaloraquídeo
LP:	Lactato de Potasio
LPC:	Listo para Consumo
LS:	Lactato de Sodio
LSS:	Lauril Sulfato de Sodio
MF:	Materia Fecal
MP:	Mega Pascal
N/A:	No Aplica

NR:	No Reportado
NTC:	Norma Técnica Colombiana
NZFSA/ESR:	<i>New Zealand Food Safety Authority/ Institute of Environmental Science & Research Limited</i> (Autoridad de Inocuidad Alimentaria de Nueva Zelanda e Instituto de Ciencias Ambientales e Investigación)
OIE:	Organización Mundial de Sanidad Animal.
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PCC:	Punto Crítico de Control
PCR:	<i>Polymerase Chain Reaction</i> (Reacción en Cadena de la Polimerasa)
PFGE:	<i>Pulsed Field Gel Electrophoresis</i> (Electroforesis en Gel de Campo Pulsado)
PMP:	Pathogen Modeling Program
RAPD:	Random Amplification of Polymorphic DNA (Amplificación Aleatoria de ADN Polimórfico)
S:	Susceptible
SI:	Sistema Internacional de Medidas
SIC:	Superintendencia de Industria y Comercio
SIVIGILA:	Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública
SNC:	Sistema Nervioso Central
SQMRA	Swift Quantitative Microbiological Risk Assessment
TOR:	Term Of References
UE:	Unión Europea
UERIA:	Unidad de Evaluación de Riesgos para la Inocuidad de los Alimentos
UFC:	Unidad Formadora de Colonias
UL	Unidad Logarítmica
USDA:	<i>United States Department of Agriculture</i> (Departamento de Agricultura de Estados Unidos)
UV:	Ultravioleta
WHO:	World Health Organization

BIBLIOGRAFÍA

1. INVIMA. Términos de Referencia. Bogotá; 2012.
2. Doyle MP, Beuchat LR, Montville TJ. Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers. Press A, editor. Washington, D.C.; 2005. 562, 563. p.
3. Jay J, Loessner M, Golden D. Microbiología moderna de los alimentos. 5a ed. Zaragoza, España: Acribia; 2005. 71, 72, 102, 104, 318–20, 327, 332, 335, 529 p.
4. Vázquez-Boland JA, Kuhn M, Berche P, Chakraborty T, Domi G, González-zorn B, et al. Listeria Pathogenesis and Molecular Virulence Determinants. Clin Microbiol Rev. 2001;14:584–640.
5. Jemmi T, Stephan R. Listeria monocytogenes : food-borne Pathogenesis and virulence factors. Rev Sci Tech - Off Int des Epizoot. 2006;25(2):571–80.
6. CDC. National Enteric Disease Surveillance : Listeria Annual Summary , 2007. 2011.
7. Dawson SJ, Evans MRW, Willby D, Bardwell J, Chamberlain N, Lewis DA. Listeriosis outbreak associated with sandwich consumption from a hospital retail shop, United Kingdom. Eurosurveillance. 2006;11(6):89–91.
8. Frye DM, Zweig R, Sturgeon J, Tormey M, LeCavalier M, Lee I, et al. An outbreak of febrile gastroenteritis associated with delicatessen meat contaminated with Listeria monocytogenes. Clin Infectious Dis. 2002 Oct;35(8):943–9.
9. Goulet V, Jacquet C, Martin P, Vaillant V, Laurent E, de Valk H. Surveillance of Human Listeriosis in France, 2001-2003. Eurosurveillance. 2006;11(6):78–81.
10. Government of Canada. Report of the independent investigator into the 2008 listeriosis outbreak. 2009.
11. McLauchlin J, Mitchell RT, Smerdon WJ, Jewell K. Listeria monocytogenes and listeriosis: a review of hazard characterisation for use in microbiological risk assessment of foods. Int J Food Microbiol. 2004 Apr;92(1):15–33.

12. McLaughlin J. The relationship between *Listeria* and listeriosis. *Food Control*. 1996;7(415):187–93.
13. CDC. National Enteric Disease Surveillance : *Listeria* Annual Summary , 2010. 2012.
14. Gallagher DL, Ebel ED, Kause JR. FSIS Risk Assessment for *Listeria monocytogenes* in Deli Meats. 2003.
15. AFSSA. Technical Guidance Document. On shelf-life studies for *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat-foods. Maisons-Alfort, France; 2008.
16. Rodríguez-Marval M, Kendall PA, Belk KE, Sofos JN. Inactivation of *Listeria monocytogenes* during Reheating of Frankfurters with Hot Water before Consumption. *Food Prot Trends*. 2010;30(1):16–24.
17. Somers EB, Wong ACL. Efficacy of two cleaning and sanitizing combinations on *Listeria monocytogenes* biofilms formed at low temperature on a variety of materials in the presence of ready-to-eat meat residue. *J Food Prot*. 2004 Oct;67(10):2218–29.
18. Todd ECD, Notermans S. Surveillance of listeriosis and its causative pathogen, *Listeria monocytogenes*. *Food Control*. Elsevier Ltd; 2011 Sep;22(9):1484–90.
19. Tompkin RB. Control of *Listeria monocytogenes* in the food-processing environment. *J Food Prot*. 2002 May;65(4):709–25.
20. Crespo P, Diego J, Claudia V, Hoyos F, López ML, Salazar JC. Aislamiento de *Listeria monocytogenes* en un hospital de tercer nivel. *Colomb Med*. 1999;30(2):89–98.
21. INVIMA. Informe final diseño muestral para las actividades de IVC de alimentos 2011. 2011.
22. INVIMA. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DE ALIMENTOS PROCESADAS POR LOS LABORATORIOS DE SALUD PÚBLICA DEL TERRITORIO NACIONAL DURANTE 2011. 2011.
23. Medrano MV, Restrepo S, Vanegas MC. Tipificación molecular de *Listeria monocytogenes* aisladas de muestras clínicas y alimentos. 2006;26:442–50.
24. Muñoz AI. Distribución de serotipos de *Listeria monocytogenes* aislados de alimentos, Colombia, 2000-2009. *Biomédica*. 2012;32(3):1–34.
25. DNP. DNP Cárnicos. Bogotá; 2012.
26. CDC. National Enteric Disease Surveillance : *Listeria* Annual Summary , 2008. 2011.
27. EFSA. The European Union Summary Report on Trends and Sources of

- Zoonoses , Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010. EFSA J. 2012;10(3):1-442.
28. Rocourt J, Hogue A, Toyofuku H, Jacquet C, Schlundt J. Listeria and listeriosis: risk assessment as a new tool to unravel a multifaceted problem. *Am J Infect Control*. 2001 Aug;29(4):225-7.
 29. Hofer E, Pova MM. Pesquisa de Listeria monocytogenes em solos. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 1984;79(1):45-53.
 30. Salvat G, Toquin MT, Michel Y, Colin P. Control of Listeria monocytogenes in the delicatessen industries: the lessons of a listeriosis outbreak in France. *Int J Med Microbiol*. 1995 Mar;25(1):75-81.
 31. Qvist S, Sehested K, Zeuthen P. Growth suppression of Listeria monocytogenes in a meat product. *Int J Food Microbiol*. 1994 Dec;24(1-2):283-93.
 32. ICMSF. Microorganisms in Food 7. Microbiological testing in food safety management. New York, USA: Kluwer Academic/Plenum Publishers; 2002.
 33. Nørrung B, Andersen JK. Variations in virulence between different electrophoretic types of Listeria monocytogenes. *Lett Appl Microbiol*. 2000 Mar;30(3):228-32.
 34. FDA/FSIS/USDA. Quantitative Assessment of Relative Risk to Public Health from Foodborne Listeria monocytogenes Among Selected Categories of Ready-to-Eat Foods. 2003.
 35. FAO/OMS. Evaluación de riesgos de Listeria monocytogenes en alimentos listos para el consumo. Resumen interpretativo. Serie de Evaluación de Riesgos microbiológicos: 4. 1 edición. Dennis Kunkel Microscopy Inc, editor. Roma; 2004. 54 p.
 36. Andreoletti O, Budka H, Buncic S, Colin P, Collins JD, De A, et al. Request for updating the former SCVPH opinion on Listeria monocytogenes risk related to ready-to-eat foods and scientific advice on different levels of Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods and the related risk for human illness. *EFSA J*. 2007;599:1-42.
 37. Andreoletti O, Budka H, Buncic S, Colin P, Collins JD, De A, et al. Microbiological risk assessment in feedingstuffs for food-producing animals. Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards. *EFSA J*. 2008;720(June):1-84.
 38. EFSA. Listeria Monocytogenes. 1999.
 39. Frazier, W. C. Westhoff DC. Microbiología de los Alimentos. 3rd ed. Zaragoza: Acribia S.A; 1993. 319 p.

40. Graves LM, Helsel LO, Steigerwalt AG, Morey RE, Daneshvar MI, Roof SE, et al. *Listeria marthii* sp. nov., isolated from the natural environment, Finger Lakes National Forest. *Int J Syst Evol Microbiol*. 2010 Jun;60(Pt 6):1280–8.
41. Leclercq A, Clermont D, Bizet C, Grimont P a D, Le Flèche-Matéos A, Roche SM, et al. *Listeria rocourtiae* sp. nov. *Int J Syst Evol Microbiol*. 2010 Sep;60(Pt 9):2210–4.
42. Seeliger HPR, Jones D. Genus *Listeria* Pirie. In: Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Holt JG, editors. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1986. p. 1235–45.
43. Graves LM, Swaminathan B, Reeves MW, Hunter SB, Weaver RE, Plikaytis BD, et al. Comparison of ribotyping and multilocus enzyme electrophoresis for subtyping of *Listeria monocytogenes* isolates. *J Clin Microbiol*. 1994 Dec;32(12):2936–43.
44. Rocourt J. Risk factors for listeriosis. *Food Control*. 1996;7(415):195–202.
45. Lawrence LM, Gilmour A. Characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from poultry products and from the poultry-processing environment by random amplification of polymorphic DNA and multilocus enzyme electrophoresis. *Appl Environ Microbiol*. 1995 Jun;61(6):2139–44.
46. Montville TJ, Matthews KR. *Microbiología de los Alimentos, Introducción*. 1st ed. Zaragoza: Editorial Acribia; 2009. 459 p.
47. Orsi RH, den Bakker HC, Wiedmann M. *Listeria monocytogenes* lineages: Genomics, evolution, ecology, and phenotypic characteristics. *Int J Med Microbiol*. Elsevier GmbH.; 2011 Feb;301(2):79–96.
48. Smith B, Larsson JT, Lisby M, Müller L, Madsen SB, Engberg J, et al. Outbreak of listeriosis caused by infected beef meat from a meals-on-wheels delivery in Denmark 2009. *Clin Microbiol Infect*. 2011 Jan;17(1):50–2.
49. Ministerio de Salud de Chile. Informe Situación Epidemiológica *Listeria*, Chile 2010. 2010.
50. CDC. Outbreak of invasive listeriosis associated with the consumption of hog head cheese - Louisiana, 2010. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2011 Apr;60(13):401–5.
51. Hächler H, Marti G, Giannini P, Lehner A, Jost M, Beck J, et al. Outbreak of listeriosis due to imported cooked ham, Switzerland 2011. *Euro Surveill*. 2013;18(18):1–7.
52. EFSA. The European Union Summary Report on Trends and Sources of

- Zoonoses , Trends and Sources of Zoonoses , Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011. EFSA J. 2013;11(4).
53. EFSA. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2009. EFSA J. 2011;9(3):1–378.
 54. EFSA. Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. EFSA J. 2014;9(3):1–378.
 55. EFSA. Trends and sources of zoonoses , zoonotic agents and food-borne. EFSA J. 2015;13(1).
 56. CDC. National Enteric Disease Surveillance : Listeria Annual Summary , 2009. 2011.
 57. CDC. National Enteric Disease Surveillance : COVIS Annual Summary , 2011. 2013.
 58. CDC. National Enteric Disease Surveillance : COVIS Annual Summary , 2012. 2014.
 59. Noriega R. LM, Ibáñez V. S, González A. P, Yamamoto C. M, Astudillo D. J, González V. M, et al. Listeria monocytogenes: Informe de un aumento de casos en mujeres embarazadas y revisión de la literatura. Rev Chil Infect. 2008;25(5):342–9.
 60. Carrascal-Camacho AK, Mejía-Wagner DC, González-Rueda V, Poutou-Piales R a. Risk factors favoring the presence of Listeria monocytogenes in Colombian pork-meat processing plants. African J Microbiol Res. 2014;8(18):1899–908.
 61. SIVIGILA. ETA 2008 A junio 2015. 2015.
 62. Prencipe VA, Rizzi V, Acciari V, Iannetti L, Giovannini A, Serraino A, et al. Listeria monocytogenes prevalence, contamination levels and strains characterization throughout the Parma ham processing chain. Food Control. 2012 May;25(1):150–8.
 63. Chemaly M, Toquin M-T, Le Nôtre Y, Fravallo P. Prevalence of Listeria monocytogenes in poultry production in France. J Food Prot. 2008 Oct;71(10):1996–2000.
 64. Baer A a., Miller MJ, Dilger AC. Pathogens of Interest to the Pork Industry: A Review of Research on Interventions to Assure Food Safety. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2013 Mar;12(2):183–217.
 65. Sauders BD, Pettit D, Currie B, Suits P, Evans A, Stellrecht K, et al. Low prevalence of Listeria monocytogenes in human stool. J Food Prot. 2005 Jan;68(1):178–81.
 66. Padilha da Silva W, Saldanha de Lima A, Avila Gandra E, Ribeiro de

- Araújo M, Pegoraro de Macedo MR, Hallal Duval E. *Listeria* spp . no processamento de lingüiça frescal em frigoríficos de Pelotas , RS , Brasil. *Ciência Rural*. 2004;34(3):911–6.
67. Miyasaki KN, Chiarini E, Sant Ana ADS, Destro MT, Landgraf M, Franco BDGDM. High prevalence, low counts and uncommon serotypes of *Listeria monocytogenes* in lingüiça, a Brazilian fresh pork sausage. *Meat Sci*. 2009 Nov;83(3):523–7.
 68. Gamboa-Marín A, Buitrago M S, Pérez-Pérez K, Mercado R M, Poutou-Piñales R, Carrascal-Camacho A. Prevalence of *Listeria monocytogenes* in pork-meat and other processed products from the Colombian swine industry. *Rev MVZ Córdoba*. 2012;17(1):2827–33.
 69. INVIMA. Incidencia de *Listeria monocytogenes* en cárnicos crudos, cocidos y madurados que se comercializan en Santafé de Bogotá (1996-1997). Bogotá; 1997.
 70. Gallego MI, Torrés O, Soto Y, Duque DC, Benítez C. *Listeria monocytogenes* en canales de ganado Holstein en una planta de sacrificio en la Sabana de Bogotá (Colombia). *Rev UDCA Actual Divulg Científica*. 2005;6(1):49–56.
 71. Vera HI, Ferro CJ, Triana LM. Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en derivados cárnicos cocidos para consumo directo analizados en el Laboratorio de Salud Pública, Bogotá 1 de septiembre 2001 - 31 agosto del 2004. Bogotá; 2006.
 72. Pérez-Rubiano C, Mercado-Reyes M, Carrascal-Camacho AK. Incidencia de *Listeria* spp . en carcasas de pollo congelado en un supermercado del nororiente de Bogotá. *NOVA*. 2008;6(10):141–6.
 73. Blanco-Ríos F a., Casadiego-Ardila G, Pacheco P a. Calidad microbiológica de alimentos remitidos a un laboratorio de salud pública en el año 2009. *Rev Salud Pública*. 2011 Dec;13(6):953–65.
 74. Gallegos JM, Vanegas MC, Albarracín Y, Máttar S, Poutou RA, Carrascal A k, et al. Frequency of isolation of *Listeria* species in different retail foods in Colombia. *Anim Prod Res Adv*. 2008;4(1):9–18.
 75. Muñoz AI, Vargas M, Otero L, Díaz G, Guzmán V. Presencia de *Listeria monocytogenes* en alimentos listos para el consumo , procedentes de plazas de mercado y delicatessen de supermercados de cadena , Bogotá , D . C , 2002-2008. *Biomédica*. 2011;31:428–39.
 76. Moreno PA. Serotipificación molecular y susceptibilidad antimicrobiana de *Listeria monocytogenes* , aislada de carne y derivados de origen porcino , en el departamento del Tolima . Pontificia Universidad

- Javeriana; 2013.
77. Ramírez L, Urquijo G. Inspección, vigilancia y control de las carnes de bovinos y porcinos en Bogotá D.C. *Bol Epidemiol Dist.* 2002;7(5):2–11.
 78. INVIMA. Análisis de los Resultados de las Muestras de Alimentos Procesadas por los Laboratorios de Salud Pública del 2012. Bogotá; 2013.
 79. INVIMA. Derivados cárnicos rechazados por presencia de *Listeria monocytogenes* durante el muestreo de inspección, vigilancia y control de alimentos, 2011-2012. Comunicación escrita. Bogotá; 2013.
 80. Sauders BD, Wiedmann M. Ecología de las especies de *Listeria* y *L. monocytogenes* en el ambiente natural. Ryser E, Marth E, editors. Boca Raton; FL.: CRC Press; 2007. 21 p.
 81. Carpentier B, Cerf O. Review-Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises. *Int J Food Microbiol.* 2011 Jan;145(1):1–8.
 82. Sofos JN, Geornaras I. Overview of current meat hygiene and safety risks and summary of recent studies on biofilms, and control of *Escherichia coli* O157:H7 in nonintact, and *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat, meat products. *Meat Sci.* Elsevier Ltd; 2010 Oct;86(1):2–14.
 83. Byelashov OA, Simpson CA, Geornaras I, Kendall PA, Scanga JA, Sofos JN. Evaluation of changes in *Listeria monocytogenes* populations on frankfurters at different stages from manufacturing to consumption. *J Food Sci.* 2008 Nov;73(9):M430–7.
 84. Byelashov O, Kendall PA, Belk KE, Scanga JA, Sofos JN. Control of *Listeria monocytogenes* on Vacuum-Packaged Frankfurters Sprayed with Lactic Acid Alone or in Combination with Sodium Lauryl Sulfate. *J Food Prot.* 2008;71(4):728–34.
 85. Geornaras I, Belk KE, Scanga JA, Kendall PA, Smith GC, Sofos JN. Postprocessing Antimicrobial Treatments To Control *Listeria monocytogenes* in Commercial Vacuum-Packaged Bologna and Ham Stored at 10 °C. *J Food Prot.* 2005;68(5):991–8.
 86. Thévenot D, Delignette-Muller ML, Christeians S, Leroy S, Kodjo A, Vernozy-Rozand C. Serological and molecular ecology of *Listeria monocytogenes* isolates collected from 13 French pork meat salting-curing plants and their products. *Int J Med Microbiol.* 2006 Nov;112(2):153–61.
 87. Autio T, Lundén J, Fredriksson-Ahomaa M, Björkroth J, Sjöberg A-M, Korkeala H. Similar *Listeria monocytogenes* pulsotypes detected in several

- foods originating from different sources. *Int J Food Microbiol.* 2002 Jul;77(1-2):83–90.
88. Gómez D, Ariño A, Carramiñana JJ, Rota C, Yangüela J. Sponge versus mini-roller for the surface microbiological control of *Listeria monocytogenes*, total aerobic mesophiles and Enterobacteriaceae in the meat industry. *Food Control.* 2012 Sep;27(1):242–7.
 89. Gounadaki AS, Skandamis PN, Drosinos EH, Nychas GJE. Microbial ecology of food contact surfaces and products of small-scale facilities producing traditional sausages. *Food Microbiol.* 2008 May;25(2):313–23.
 90. Sauders BD, Sanchez MD, Rice DH, Corby J, Stich S, Fortes ED, et al. Prevalence and molecular diversity of *Listeria monocytogenes* in retail establishments. *J Food Prot.* 2009 Dec;72(11):2337–49.
 91. Von Laer AE, Saldanha A, dos Santos P, Andriguetto C, Destro TM, Padilha da Silva W. *Listeria* spp. no processamento de lingüiça frescal em frigoríficos de Pelotas, RS, Brasil. *Brazilian J Microbiol.* 2009;40:574–82.
 92. Nucera D, Lomonaco S, Bianchi DM, Decastelli L, Grassi MA, Bottero MT, et al. A five year surveillance report on PFGE types of *Listeria monocytogenes* isolated in Italy from food and food related environments. *Int J Food Microbiol.* Elsevier B.V.; 2010 Jul;140(2-3):271–6.
 93. Pérez-Rodríguez F, Castro R, Posada-Izquierdo GD, Valero A, Carrasco E, García-Gimeno RM, et al. Evaluation of hygiene practices and microbiological quality of cooked meat products during slicing and handling at retail. *Meat Sci.* Elsevier B.V.; 2010 Oct;86(2):479–85.
 94. López V, Villatoro D, Ortiz S, López P, Navas J, Dávila JC, et al. Molecular tracking of *Listeria monocytogenes* in an Iberian pig abattoir and processing plant. *Meat Sci.* 2008 Jan;78(1-2):130–4.
 95. Gamboa-Marín A, Mejía-Wagner DC, Moreno-Ocampo PA, Buitrago SM, Pérez-Pérez KI, Ruiz-Bolívar Z, et al. Antimicrobial susceptibility of *Listeria monocytogenes*, *Listeria ivanovii*, and *Listeria* species isolated from swine processing facilities in Colombia. *J Swine Heal Prod.* 2013;21(February):10–21.
 96. Mejía D. Factores de riesgo asociados a *Listeria monocytogenes* en plantas colombianas procesadoras de derivados cárnicos porcinos (salchicha, jamón y chorizo). Pontificia Universidad Javeriana; 2012.
 97. Lindsay DS, Martin EM, Bryan CAO, Crandall PG, Marks BP, Ricke SC, et al. Use of a Moist-heat Bread Proofer for Thermal Inactivation of *Listeria*

- on Deli Slicers. *Food Prot Trends*. 2013;33(1):20–5.
98. Sergelidis D, Abraham A, Sarimvei A, Panoulis C, Karaioannoglou P, Genigeorgis C. Temperature distribution and prevalence of *Listeria* spp. in domestic, retail and industrial refrigerators in Greece. *Int J Food Microbiol*. 1997 Mar;34(2):171–7.
 99. Muñoz A. B, Chaves JA, Rodríguez EC, Realpe ME. *Listeria monocytogenes* en manipuladores de alimentos: un nuevo enfoque para tener en cuenta en los peligros de la industria alimentaria. *Biomédica*. 2013;33(2). *Biomédica*. 2013;33(2).
 100. Neal J. Comparative analysis of training delivery methods for new employees cleaning and sanitizing retail deli slicers: An exploratory study. *Food Control*. Elsevier Ltd; 2013 Jan;29(1):149–55.
 101. Gandhi M, Chikindas ML. *Listeria*: A foodborne pathogen that knows how to survive. *Int J Food Microbiol*. 2007 Jan;113(1):1–15.
 102. Endrikat S, Gallagher D, Pouillot R, Hicks Quesenberry H, Labarre D, Schroeder CM, et al. A comparative risk assessment for *Listeria monocytogenes* in prepackaged versus retail-sliced deli meat. *J Food Prot*. 2010 Apr;73(4):612–9.
 103. AEMAT. Valores climatológicos normales y estadísticos de estaciones principales (1981-2010). Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. 2010.
 104. Lake R, Hudson A, Cressey P, Nortje G. *Listeria monocytogenes* en processed Ready-To-Eat meats. Christchurch; 2002.
 105. FSAI. The Control and Management of *Listeria monocytogenes* Contamination of Food. Dublin: Food safety Authority of Ireland; 2005. 104 p.
 106. Blackburn C de W, McClure PJ. *Foodborne Pathogens*. 1st ed. Cornwall: CRC Press; 2009. 1224 p.
 107. ICMSF. *Microorganisms in Foods 5: Characteristics of Microbial Pathogens*. Roberts TA, Baird-Parker AC, Tompkin RB, editors. London: Blackie Academic & Professional; 1996.
 108. Zhang DL, Ross T, Bowman JP. Physiological aspects of *Listeria monocytogenes* during inactivation accelerated by mild temperatures and otherwise non-growth permissive acidic and hyperosmotic conditions. *Int J Food Microbiol*. Elsevier B.V.; 2010 Jul;141(3):177–85.
 109. Glass KA, Doyle MP. Fate of *Listeria monocytogenes* in processed meat products during refrigerated storage. *Appl Environ Microbiol*.

- 1989;55(6):1565–9.
110. Conner DE, Brackett RE, Beuchat LR. Effect of temperature, sodium chloride, and pH on growth of *Listeria monocytogenes* in cabbage juice. *Appl Environ Microbiol.* 1986 Jul;52(1):59–63.
 111. Sorrells KM, Enigl DC. Effect of pH, acidulant, sodium chloride and temperature on the growth of *Listeria monocytogenes*. *J Food Saf.* 1990;11:31–7.
 112. Thomas L V, Wimpenny JW. Investigation of the effect of combined variations in temperature, pH, and NaCl concentration on nisin inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*. *Appl Environ Microbiol.* 1996 Jun;62(6):2006–12.
 113. Gabriel AA, Nakano H. Responses of *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* 1/2 c and *Salmonella enteritidis* to pH, aw and temperature stress combinations. *Food Control.* Elsevier Ltd; 2010 May;21(5):644–50.
 114. ILSI (Research Foundation/Risk Science Institute). Expert Panel on *Listeria monocytogenes* in Foods. Achieving continuous improvement in reductions in foodborne listeriosis—a risk-based approach. *J Food Prot.* 2005 Sep;68(9):1932–94.
 115. Pal A, Labuza TP, Diez-González F. Shelf life evaluation for ready-to-eat sliced uncured turkey breast and cured ham under probable storage conditions based on *Listeria monocytogenes* and psychrotroph growth. *Int J Food Microbiol.* 2008 Aug;126(1-2):49–56.
 116. Saá-Ibusquiza P, Herrera JJR, Cabo ML. Resistance to benzalkonium chloride, peracetic acid and nisin during formation of mature biofilms by *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiol.* 2011;28(3):418–25.
 117. Barmपालia IM, Koutsoumanis KP, Geornaras I, Belk KE, Scanga J a., Kendall P a., et al. Effect of antimicrobials as ingredients of pork bologna for *Listeria monocytogenes* control during storage at 4 or 10°C. *Food Microbiol.* 2005 Apr;22(2-3):205–11.
 118. Grosulescu C, Juneja VK, Ravishankar S. Effects and interactions of sodium lactate, sodium diacetate, and pediocin on the thermal inactivation of starved *Listeria monocytogenes* on bologna. *Food Microbiol.* 2011;28(3):440–6.
 119. Pellicer K, Copes J, Giannuzzi L, Zaritzky N. Behavior of *Listeria monocytogenes* type 1 355/98 (85) in meat emulsions as affected by temperature, pH, water activity, fat and microbial preservatives. *Food Control.* 2011;22(10):1573–81.

120. Perumalla AVS, Hettiarachchy NS, Over KF, Ricke SC, Gbur E, Zhang J, et al. Effect of Potassium Lactate and Sodium Diacetate Combination to Inhibit *Listeria Monocytogenes* In Low and High Fat Chicken and Turkey Hotdog Model Systems. 2012;16–23.
121. Apostolidis E, Kwon Y-I, Shetty K. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by oregano, cranberry and sodium lactate combination in broth and cooked ground beef systems and likely mode of action through proline metabolism. *Int J Food Microbiol.* Elsevier B.V.; 2008 Dec;128(2):317–24.
122. Wilson a R, Sigee D, Epton H a S. Anti-bacterial activity of *Lactobacillus plantarum* strain SK1 against *Listeria monocytogenes* is due to lactic acid production. *J Appl Microbiol Microbiol.* 2005 Jan;99(6):1516–22.
123. Bromberg R, Moreno I, Zaganini CL, Delboni RR, Oliveira J De, Alimentos IDT De. ISOLATION OF BACTERIOCIN-PRODUCING LACTIC ACID BACTERIA FROM MEAT AND MEAT PRODUCTS AND ITS SPECTRUM OF INHIBITORY ACTIVITY. *Brazilian J Microbiol.* 2004;35:137–44.
124. Marcos B, Aymerich T, Monfort JM, Garriga M. High-pressure processing and antimicrobial biodegradable packaging to control *Listeria monocytogenes* during storage of cooked ham. *Food Microbiol.* 2008 Mar;25(1):177–82.
125. Hu P, Xu XL, Zhou GH, Han YQ, Xu BC, Liu JC. Study of the *Lactobacillus sakei* protective effect towards spoilage bacteria in vacuum packed cooked ham analyzed by PCR-DGGE. *Meat Sci.* 2008;80(2):462–9.
126. Koo OK, Eggleton M, O'Bryan CA, Crandall PG, Ricke SC. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes* on frankfurters formulated with and without lactate/diacetate. *Meat Sci.* 2012;92(4):533–7.
127. Ye M, Neetoo H, Chen H. Control of *Listeria monocytogenes* on ham steaks by antimicrobials incorporated into chitosan-coated plastic films. *Food Microbiol.* 2008;25(2):260–8.
128. Ye M, Neetoo H, Chen H. Effectiveness of chitosan-coated plastic films incorporating antimicrobials in inhibition of *Listeria monocytogenes* on cold-smoked salmon. *Int J Food Microbiol.* 2008;127(3):235–40.
129. Choriantopoulos NG et al. Use of titanium dioxide (TiO₂) photocatalyst as alternative means for *Listeria monocytogenes* biofilm disinfection in food processing. *Food Microbiol.* 2011;28(1):164–70.
130. Buchovec I, Paskeviciute E, Luksiene Z. Photosensitization-based inactivation of food pathogen *Listeria monocytogenes* in vitro and on the

- surface of packaging material. *J Photochem Photobiol B Biol.* Elsevier B.V.; 2010 Apr;99(1):9–14.
131. Cruz CD, Fletcher GC. Assessing manufacturers' recommended concentrations of commercial sanitizers on inactivation of *Listeria monocytogenes*. *Food Control.* 2012;26(1):194–9.
 132. Ban G-H, Park S-H, Kim S-O, Ryu S, Kang D-H. Synergistic effect of steam and lactic acid against *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, and *Listeria monocytogenes* biofilms on polyvinyl chloride and stainless steel. *Int J Food Microbiol.* Elsevier B.V.; 2012 Jul;157(2):218–23.
 133. Aymerich T, Picouet P a, Monfort JM. Decontamination technologies for meat products. *Meat Sci.* 2008 Jan;78(1-2):114–29.
 134. Pereira RN, Vicente A. Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing. *Food Res Int.* Elsevier Ltd; 2010 Aug;43(7):1936–43.
 135. AESAN. La aplicación de altas presiones en la carne. *Rev del Com Cient AESA.* 2004;1–36.
 136. García-González L, Geeraerd a H, Spilimbergo S, Elst K, Van Ginneken L, Debevere J, et al. High pressure carbon dioxide inactivation of microorganisms in foods: the past, the present and the future. *Int J Food Microbiol.* 2007 Jul;117(1):1–28.
 137. Rendueles E, Omer MK, Alvseike O, Alonso-Calleja C, Capita R, Prieto M. Microbiological food safety assessment of high hydrostatic pressure processing: A review. *LWT - Food Sci Technol.* Elsevier Ltd; 2011 Jun;44(5):1251–60.
 138. Karatzas KAG, Bennik MHJ. Characterization of a *Listeria monocytogenes* Scott A isolate with high tolerance towards high hydrostatic pressure. *Appl Environ Microbiol.* 2002;68(7):3183–9.
 139. Marcos B, Aymerich T, Garriga M. Food Microbiology and Safety Evaluation of High Pressure Processing as an Additional Hurdle to Control *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* in Low-Acid Fermented Sausages. *J Food Sci.* 2005;70(7):339–44.
 140. Sommers C, Boyd G. Variations in the radiation sensitivity of foodborne pathogens associated with complex ready-to-eat food products. *Radiat Phys Chem.* 2006;75:773–8.
 141. Marcos B, Aymerich T, Monfort JM, Garriga M. Physical performance of biodegradable films intended for antimicrobial food packaging. *J Food Sci.* 2010 Oct;75(8):E502–7.

142. Quintavalla S, Vicini L. Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Sci.* 2002 Nov;62(3):373–80.
143. Suppakul P, Miltz J, Sonneveld K, Bigger SW. Active Packing Technologies with an Emphasis on Antimicrobial Packaging and its Applications. *J Food Sci.* 2003;68(2).
144. Gialamas H, Zinoviadou KG, Biliaderis CG, Koutsoumanis KP. Development of a novel bioactive packaging based on the incorporation of *Lactobacillus sakei* into sodium-caseinate films for controlling *Listeria monocytogenes* in foods. *Food Res Int.* Elsevier Ltd; 2010 Dec;43(10):2402–8.
145. Moreira MDR, Pereda M, Marcovich NE, Roura SI. Antimicrobial effectiveness of bioactive packaging materials from edible chitosan and casein polymers: assessment on carrot, cheese, and salami. *J Food Sci.* 2011;76(1):M54–63.
146. Superintendencia de Industria y Comercio. Tecnologías en envases para productos cárnicos. *Boletín Tecnológico.* Bogotá; 2013;76.
147. FDA. Bacteriological Analytical Manual online. Chapter 10. Detection and Enumeration of *Listeria monocytogenes* in Foods. Washington D.C.: FDA; 2003. p. 1–28.
148. Gasanov U, Hughes D, Hansbro PM. Methods for the isolation and identification of *Listeria* spp. and *Listeria monocytogenes*: a review. *FEMS Microbiol Rev.* 2005 Nov;29(5):851–75.
149. ISO. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* – Part 2: Enumeration method . International Standard ISO 11290–2. Geneva, Switzerland; 1998.
150. ISO. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* – Part 1: Detection method. International Standard ISO 11290-1, AMENDMENT 1: Modification of the isolation media and the haemoly. Geneva, Switzerland; 2004.
151. Scott VN, Swanson KMJ, Freier TA, Pruett WP, Sveum WH, Hall PA, et al. Guidelines for Conducting *Listeria monocytogenes* Challenge testing of Foods. *Food Prot Trends.* 2005;25(11):818–25.
152. Keeratipibul S, Techaruwichit P. Tracking sources of *Listeria* contamination in a cooked chicken meat factory by PCR-RAPD-based DNA fingerprinting. *Food Control.* Elsevier Ltd; 2012 Sep;27(1):64–72.

153. O'Grady J, Rutledge M, Sedano-Balbás S, Smith TJ, Barry T, Maher M. Rapid detection of *Listeria monocytogenes* in food using culture enrichment combined with real-time PCR. *Food Microbiol.* 2009 Feb;26(1):4–7.
154. López V, Suárez M, Navas J. *Listeria monocytogenes* en alimentos : ¿ son todos los aislamientos igual de virulentos? *Rev Argent Microbiol.* 2006;38:224–34.
155. Jadhav S, Bhawe M, Palombo E a. Methods used for the detection and subtyping of *Listeria monocytogenes*. *J Microbiol Methods.* Elsevier B.V.; 2012 Mar;88(3):327–41.
156. FDA. Food and Drug Administration. *Food Code.* 2009.
157. CDC. *Listeria (Listeriosis).* CDC Home. 2011.
158. Allerberger F, Wagner M. Listeriosis: a resurgent foodborne infection. *Clin Microbiol Infect.* 2010 Jan;16(1):16–23.
159. CDC. No Title. *Listeria (listeriosis).* 2011.
160. Callejo R, Prieto M, Martínez C, Aguerre L, Rocca F, Martínez G. Manual de procedimientos: aislamiento, identificación, y caracterización de *Listeria monocytogenes*. Buenos Aires, Argentina: WHO Global Salm Surv para América del Sur; 2008. 39 p.
161. Restrepo DA, Arango CM, Amézquita A, Restrepo A. *Industria de Carnes.* Primera ed. Medellín (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín; 2001. 275 p.
162. ICONTEC. Norma Técnica Colombiana. NTC1325. Industrias alimentarias. Productos cárnicos procesados no enlatados. 2008.
163. Ministerio de Salud. Decreto 2162. Por el cual se reglamenta parcialmente el título V de la ley 09 de 1979, en cuanto a producción, procesamiento, transporte y expendio de los productos cárnicos procesados. Bogotá; 1983.
164. DANE. Encuesta Anual Manufacturera – EAM 2009. Bogotá; 2011.
165. DANE. Boletín de prensa. Bogotá; 2013.
166. FENAVI. Estadísticas de producción y consumo de pollo en Colombia. 2012.
167. Porcicultores AC de. Análisis de Coyuntura del Sector Porcicultor. Año 2011. Bogotá; 2011. p. 1–20.
168. Panel Evaluación de Riesgos de *Listeria monocytogenes* en Derivados Cárnicos Cocidos. Acta de Reunión # 5. Bogotá; 2013.
169. NZFSA-ESR. REPORT ON THE NZFSA-ESR CORE SCIENCE SERVICES CONTRACT 2008-2009. Christchurch, New Zealand; 2010.
170. Painter J, Slutsker L. Listeriosis in Humans. In: Ryser ET, Marth E, editors.

- Listeria, listeriosis and food safety. 3rd. ed. Boca Raton: CRC press; 2007. p. 85–110.
171. Farber JM, Kozak GK, Duquette S. Changing regulation: Canada's new thinking on Listeria. *Food Control*. Elsevier Ltd; 2011 Sep;22(9):1506–9.
 172. Haymann DL. El control de las enfermedades transmisibles. 17th ed. Informe Oficial de la Asociación Estadounidense de Salud Pública. Washington D.C.; 2005.
 173. Clayton EM, Daly KM, Guinane CM, Hill C, Cotter PD, Ross PR. Atypical Listeria innocua strains possess an intact LIPI-3. *BMC Microbiol. BMC Microbiology*; 2014;14(1):58.
 174. Clayton EM, Hill C, Cotter PD, Ross RP. Real-time PCR assay to differentiate listeriolysin S-positive and -negative strains of Listeria monocytogenes. *Appl Environ Microbiol*. 2011;77(1):163–71.
 175. Cotter PD, Draper L a., Lawton EM, Daly KM, Groeger DS, Casey PG, et al. Listeriolysin S, a novel peptide haemolysin associated with a subset of lineage I Listeria monocytogenes. *PLoS Pathog*. 2008;4(9).
 176. Vera A, González G, Domínguez M. Principales factores de virulencia de Listeria monocytogenes y su regulación. *Rev Chil Infect*. 2013;30(4):407–16.
 177. OIE. Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. 2004.
 178. Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. Microbiología moderna de los alimentos. 5a ed. Zaragoza España: Editorial Acribia; 2009. 767 p.
 179. Vadia S, Arnett E, Haghghat AC, Wilson-Kubalek EM, Tweten RK, Seveau S. The pore-forming toxin listeriolysin o mediates a novel entry pathway of L. monocytogenes into human hepatocytes. *PLoS Pathog*. 2011;7(11).
 180. Olivares R. Listeria monocytogenes: an old bacteria, an ongoing challenge. *Medwave*. 2009;Jun 9(6):e3994.
 181. Chico-Calero I, Suárez M, González-Zorn B, Scotti M, Slaghuis J, Goebel W, et al. Hpt, a bacterial homolog of the microsomal glucose-6-phosphate translocase, mediates rapid intracellular proliferation in Listeria. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2002;99(1):431–6.
 182. Liu D. Identification, subtyping and virulence determination of Listeria monocytogenes, an important foodborne pathogen. *J Med Microbiol*. 2006;55:645–59.
 183. Rossi L, Paiva A, Tornese M, Chianelli S, Troncoso A. Brotes de infección por Listeria monocytogenes: Una revisión de las vías que llevan a su

- aparición. *Rev Chil Infectología*. 2008;25(5):328–35.
184. Health Canadian's Foods and Nutrition. *Listeria and Food Safety*. 2010.
185. Doganay M. Listeriosis: Clinical presentation. *FEMS Immunol Med Microbiol*. 2003;35(3):173–5.
186. FSIS/USDA. Isolation and Identification of *Listeria monocytogenes* from Red Meat, Poultry, Egg and Environmental Samples, Revision 03, April 29, 2002. In: *Microbiology Laborat. Microbiology Laboratory Guidebook*. 2002. p. 1–21.
187. Farber JM, Peterkin PI. *Listeria monocytogenes*, a Food-Borne Pathogen. *Microbiol Rev*. 1991 Dec;55(3):476–511.
188. Buchanan RL, Damert WG, Whitting RC, van Schothorst M. Use of Epidemiologic and Food Survey Data To Estimate a Purposefully Conservative Dose-Response Relationship for *Listeria monocytogenes* Levels and Incidence of Listeriosis t. *J Food Prot*. 1997;60(8):918–22.
189. Lindqvist R, Westöö A. Quantitative risk assessment for *Listeria monocytogenes* in smoked or gravad salmon and rainbow trout in Sweden. *Int J Food Microbiol [Internet]*. 2000 Jul [cited 2015 Nov 3];58(3):181–96. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160500002725>
190. Farber JM, Ross WH, Harwig J. Health risk assessment of *Listeria monocytogenes* in Canada. *Int J Food Microbiol*. 1996;30:145–56.
191. Notermans S, Dufrenne J, Teunis P, Chackraborty T. Studies on the risk assessment of *Listeria monocytogenes*. *J Food Prot*. 1998 Feb;61(2):244–8.
192. Haas CN, Madabusi AT, Rose JB, Gerba CP. Development and Validation of Dose-Response Relationship for *Listeria monocytogenes*. *Quant Microbiol*. 1999;1(1):89–102.
193. Morvan A, Moubareck C, Leclercq A, Hervé-Bazin M, Bremont S, Lecuit M, et al. Antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* strains isolated from humans in France. *Antimicrob Agents Chemother*. 2010;54(6):2728–31.
194. Wang G, Qian W, Zhang X, Wang H, Ye K, Bai Y, et al. Prevalence, genetic diversity and antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* isolated from ready-to-eat meat products in Nanjing, China. *Food Control*. Elsevier Ltd; 2015;50:202–8.
195. Ruiz-Bolívar Z, Neuque-Rico MC, Poutou-Piñales R a, Carrascal-Camacho AK, Mattar S. Antimicrobial susceptibility of *Listeria monocytogenes* food

- isolates from different cities in Colombia. *Foodborne Pathog Dis.* 2011 Aug;8(8):913–9.
196. Wang X-M, Lü X-F, Yin L, Liu H-F, Zhang W-J, Si W, et al. Occurrence and antimicrobial susceptibility of *Listeria monocytogenes* isolates from retail raw foods. *Food Control.* Elsevier Ltd; 2013 Jul;32(1):153–8.
 197. Marco Ruesca N. *Listeria monocytogenes* en productos cárnicos LPC. Resistencia a los antibióticos. Universidad de Zaragoza; 2012.
 198. Wieczorek K, Dmowska K, Osek J. Prevalence, characterization, and antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* isolates from bovine hides and carcasses. *Appl Environ Microbiol.* 2012 Mar;78(6):2043–5.
 199. Fallah AA, Saei-Dehkordi SS, Rahnama M, Tahmasby H, Mahzounieh M. Prevalence and antimicrobial resistance patterns of *Listeria* species isolated from poultry products marketed in Iran. *Food Control.* Elsevier Ltd; 2012 Dec;28(2):327–32.
 200. Balsalobre Hernández, B. Hernández-Godoy J. Resistencia a antibióticos en *Listeria monocytogenes* y *Salmonella enterica* aislados de alimentos de origen animal. *Rev Salud Ambient.* 2004;4:42–6.
 201. INVIMA. Comisión Revisora. Sala Especializada de Alimentos y Bebidas Alcohólicas. Acta No. 02/11. Sesión Ordinaria del 24 de marzo de 2011. Bogotá; 2011.
 202. Commission European. No 1130/2011. Amending Annex III to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council on food additives by establishing a Union list of food additives approved for use in food additives, food enzymes, food flavourings and nutrient. 2011.
 203. Federal Register. Section 318.7 - Approval of substances for use in the preparation of products. 24-01-2000. Volumen 2. Code Federal Register. 2000.
 204. Multon J. Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias alimentarias. 2 ed. Zaragoza . España: Acribia.; 2000.
 205. Food Drug Administration. Código de Alimentos. 2009.
 206. Ross T, Rasmussen S, Fazil A, Paoli G, Sumner J. Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meats in Australia. *Int J Food Microbiol.* Elsevier B.V.; 2009 May;131(2-3):128–37.
 207. Commission Regulation (EC) No 2073. On microbiological criteria for foodstuffs. *Off J Eur Union.* 2005;OJ L 338, :1–26.
 208. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Report of the 38th session of the

- Codex Committee on Food Hygiene. , 4 - 9 December 2006: Microbiological criteria for *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods. Houston, United States of America; 2007.
209. NZFSA-ESR. LISTERIA MONOCYTOGENES IN PROCESSED READY-TO-EAT MEATS. Christchurch, New Zealand; 2009.
 210. IFR. Growth Predictor. 2013.
 211. Carpenter SL, Harrison MA. Survival of *Listeria monocytogenes* on processed poultry. *J Food Sci.* 1989;54:556–7.
 212. Harrison JA, Harrison MA. Fate of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella typhimurium* during preparation and storage of beef jerky. *J Food Prot.* 1996;59:1336–8.
 213. USDA, ARS. Pathogen Modeling Program. 2013.
 214. Martín B, Perich A, Gómez D, Yangüela J, Rodríguez A, Garriga M, et al. Diversity and distribution of *Listeria monocytogenes* in meat processing plants. *Food Microbiol.* 2014 Dec;44:119–27.
 215. FDA. Food and Drug Administration. Food Code. 2005.
 216. FSIS. United States Department of Agriculture FS and IS. Principios Básicos en la Preparación de los Alimentos Inocuos. 2006. p. 1–3.
 217. Rocourt J, BenEmbarek P, Toyofuku H, Schlundt J. Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods: the FAO/WHO approach. *FEMS Immunol Med Microbiol.* 2003 Apr;35(3):263–7.
 218. Cornelius AJ, Hudson JA, Wong TL. Enumeration and growth of naturally occurring *Listeria* spp. in unpacked ham. *Food Microbiol.* 2008;25(2):407–12.
 219. Garrido V, García-Jalón I, Vitas AI. Temperatures distribution in Spanish domestic refrigerators and its effect on *Listeria monocytogenes* growth in sliced ready-to-eat ham. *Food Control.* 2010;21:896–901.
 220. ADRIA Développement. Sym'Previus. 2013.
 221. Ministerio de Salud y Protección Social. Decreto 2270. Por el cual se modifica el Decreto 1500 de 2007, modificado por los Decretos 2965 de 2008, 2380, 4131, 4974 de 2009, 3961 de 2011, 917 de 2012 y se dictan otras disposiciones. 2012.
 222. Ministerio de Protección Social. Decreto 3075 de 1997. Por la cual se reglamenta parcialmente la Ley 9 de 1979 y se dictan otras disposiciones. Bogotá; 1997.
 223. Ministerio de la Protección Social. Decreto 1500. Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema

- Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos. Bogotá; 2007.
224. Evers EG, Chardon JE. A swift Quantitative Microbiological Risk Assessment (sQMRA) tool. *Food Control*. Elsevier Ltd; 2010 Mar;21(3):319–30.
 225. Gallagher D, Ebel ED, Gallagher O, Labarre D, Williams MS, Golden NJ, et al. Characterizing uncertainty when evaluating risk management metrics: risk assessment modeling of *Listeria monocytogenes* contamination in ready-to-eat deli meats. *Int J Food Microbiol*. Elsevier B.V.; 2013 Apr;162(3):266–75.
 226. Hereu A, Dalgaard P, Garriga M, Aymerich T, Bover-Cid S. Modeling the high pressure inactivation kinetics of *Listeria monocytogenes* on RTE cooked meat products. *Innov Food Sci Emerg Technol*. Elsevier Ltd; 2012 Oct;16:305–15.
 227. Mataragas M, Zwietering MH, Skandamis PN, Drosinos EH. Quantitative microbiological risk assessment as a tool to obtain useful information for risk managers—specific application to *Listeria monocytogenes* and ready-to-eat meat products. *Int J Food Microbiol*. Elsevier B.V.; 2010 Jul;141 Suppl:S170–9.
 228. RIVM. swift Quantitative Microbiological Risk Assessment (sQMRA) tool. National Institute for Public Health and the Environment de Holanda. 2014.
 229. Ministerio de Salud. Por el cual se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación. Decreto 60. 2002;2002:8.
 230. Autio T, Säteri T, Fredriksson-Ahomaa M, Rahkio M, Lundén J, Korkeala H. *Listeria monocytogenes* contamination pattern in pig slaughterhouses. *J Food Prot*. 2000 Oct;63(10):1438–42.
 231. Hellström S, Laukkanen R, Siekkinen K-M, Ranta J, Maijala R, Korkeala H. *Listeria monocytogenes* contamination in pork can originate from farms. *J Food Prot*. 2010 Apr;73(4):641–8.
 232. Pradhan AK, Ivanek R, Gröhn YT, Geornaras I, Sofos JN, Wiedmann M. Quantitative risk assessment for *Listeria monocytogenes* in selected categories of deli meats: impact of lactate and diacetate on listeriosis cases and deaths. *J Food Prot*. 2009 May;72(5):978–89.
 233. Liserre AM, Landgraf M, Destro MT, Franco BDGM. Inhibition of *Listeria*

- monocytogenes by a bacteriocinogenic *Lactobacillus sake* strain in modified atmosphere-packaged Brazilian sausage. *Meat Sci.* 2002 Aug;61(4):449–55.
234. Neetoo H, Ye M, Chen H. Effectiveness and stability of plastic films coated with nisin for inhibition of *Listeria monocytogenes*. *J Food Prot.* 2007 May;70(5):1267–71.
235. Teerakarn A, Hirt DE, Acton JC, Rieck JR, Dawson PL. Nisin Diffusion in Protein Films: Effects of Film Type and Temperature. *J Food Sci.* 2002;68(8):3019–25.
236. USDA FSIS. FSIS Compliance Guideline: Controlling *Listeria monocytogenes* in Post-lethality Exposed Ready-to-Eat Meat and Poultry Products January 2014. 2014.
237. Pradhan AK, Ivanek R, Gröhn YT, Bukowski R, Geornaras I, Sofos JN, et al. Quantitative risk assessment of listeriosis-associated deaths due to *Listeria monocytogenes* contamination of deli meats originating from manufacture and retail. *J Food Prot.* 2010 Apr;73(4):620–30.
238. Jasson V, Jacxsens L, Luning P, Rajkovic A, Uyttendaele M. Alternative microbial methods: An overview and selection criteria. *Food Microbiol.* 2010 Sep;27(6):710–30.
239. ACT Health Protection Service. Microbiological and chemical quality of cured and salted meats. January – March 1998. 1998.

Anexos

Anexo 1 Propiedades bioquímicas de *Listeria* spp.

Características	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>B</i> -Hemólisis	+	-	(+)	++	+	-	-	-	-
<u>Reacción de CAMP</u>									
<i>S. aureus</i>	+	-	(+)	-	-	-	-	-	ND
<i>R. equi</i>	-/+	-	-	++	+	-	-	-	ND
Arylamidasa	-	+	+	v	v	v	+	-	ND
PIPLC	+	-	-	+	+	-	-	-	ND
α -Manosidas	+	+	-	-	-	+	v	+	ND
<u>Fermentación de</u>									
Manitol	-	-	-	-	-	-	+	+	-
D-Arabitól	+	+	+	+	+	+	+	-	ND
D-Xilosa	-	-	+	+	+	+	-	+	-
Ramnosa	+	v	-	-	-	v	v	+	-
Metil α -D-glucosido	+	+	+	+	+	+	v	+	ND
Ribosa	-	-	-	-	+	-	+	+	ND
Glucosa-1-fosfato	-	-	-	v	v	-	-	-	ND
D-Tagatosa	-	-	-	-	-	+	-	-	ND
Hidrólisis esculina	+	+	+	+	+	+	+	+	ND

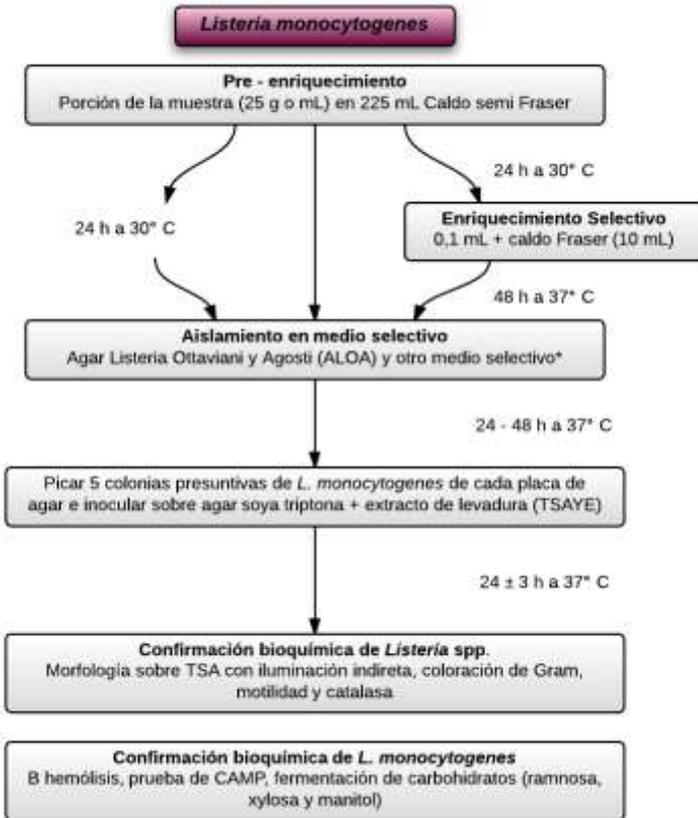
1 *L. monocytogenes*; 2 *L. innocua*; 3 *L. seeligeri*; 4 *L. ivanoviisubsp. Londoniensis*; 5 *L. ivanoviisubsp. Ivanovii*;
6. *L. welshimeri*; 7 *L. grayi*; 8 *L. rocourtiae* sp.nov; 9 *L. marthii* sp.nov;
PIPLC Actividad fosfatidilinositol fosfolipasa C

++ Reacción positiva fuerte + Reacción positiva(+) Reacción positiva débil- Reacción negativa

V. Reacción variable en distintos aislamientos ND No determinada

Fuente: Adaptada de Blackburn y McClure (2009); Graves et al. (2010); Leclercq et al. (2010);
Seeliger y Jones (1986) (40–42, 106).

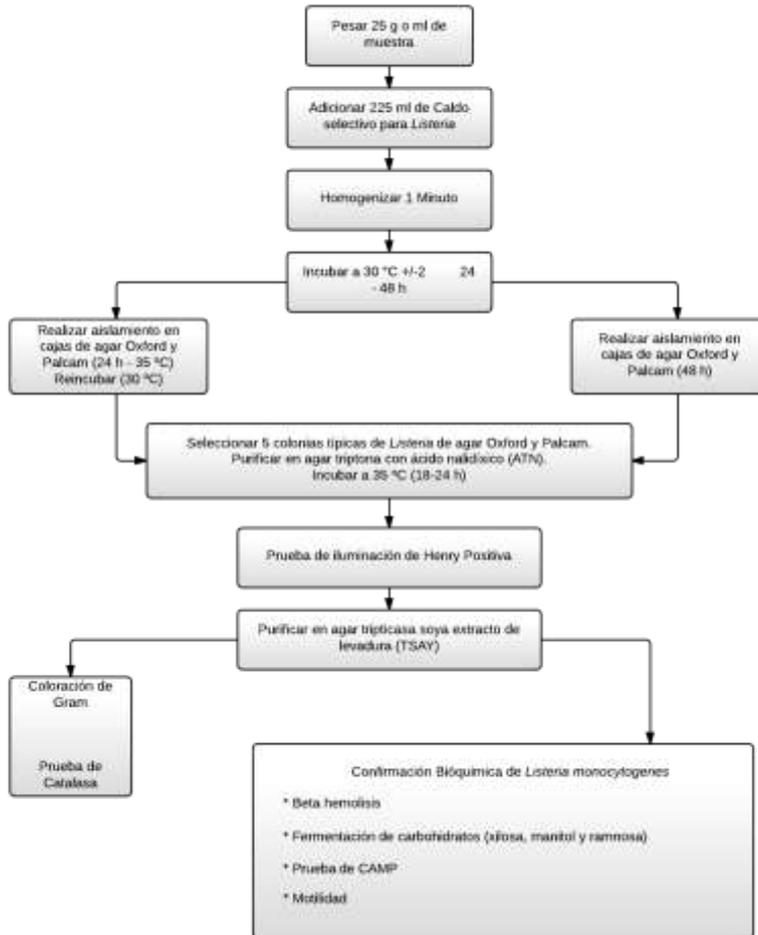
Anexo 2 Métodos de detección y enumeración de *L. monocytogenes* a partir de muestras de alimentos, biológicas y de laboratorio clínico.



Fuente: Modificado de Jasson et al., 2010 (238).
Método ISO 11290-1:1996 para aislamiento de *Listeria monocytogenes* a partir de muestras de alimentos.

Metodología FDA 2003

Enriquecimiento Selectivo

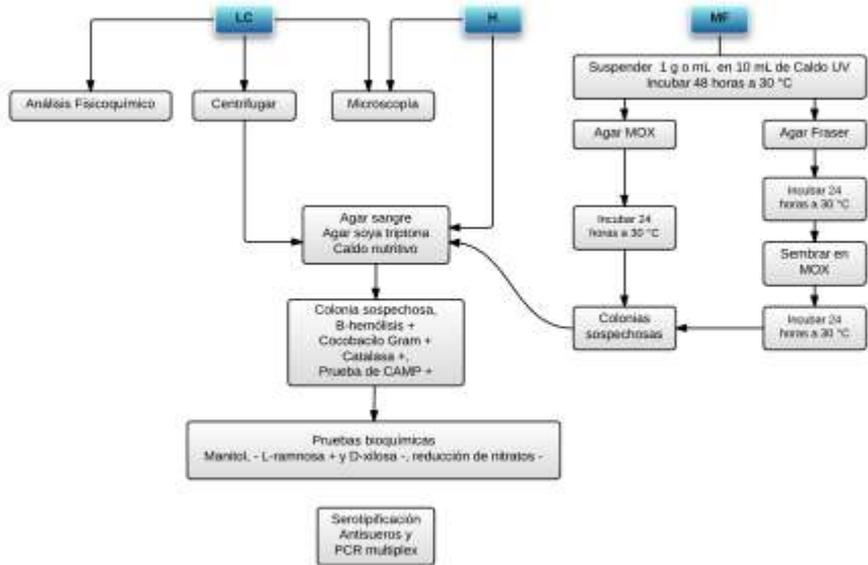


Fuente: FDA (2003) (147)
Técnica de Ausencia/Presencia según FDA – 2003.

Algunos métodos para la detección y/o identificación de *Listeria* spp. Y *L. monocytogenes* en alimentos.

Método	Nombre	Tiempo*	Validado por
Clásicos	Ausencia/Presencia Método FDA-BAM 2003-2011	PE: 24 h ± 2 h E: 48 h ± 2 h D: 24 h ± 2 h Total: 4 días	
	Recuento en placa FDA-BAM 2003-2011, ISO 11290-1:2004-1996		
Recuento en placa modificado	Petrifilm	24 h	AOAC ^I
	Compact Dry - TEMPO	24 h 24 a 27 h	AFNOR ^{II}
	RAPID	PE: 24 h ± 2 h D: 24 h ± 2 h	AFNOR AOAC
	ALOA	PE: 24 h ± 2 h D: 24 h	AFNOR
	CHROMOagar	Similar a ISO	AFNOR AOAC
Inmunoensayos	LFD Dispositivo de flujo lateral VIP Inmuncromatografía de flujo lateral		
	ELISA Ensayo inmuno enzimático	PE: 20 - 264 h E: 20 - 48 h D: 2,5 h	AFNOR
	ELFA Ensayo inmunoenzimático Fluorescente	PE: 24 - 264 h E: 24 - 26 h D: 1,17 h	AFNOR AOAC
	VIDAS		
Moleculares	Hibridación	E: 22 - 48 h D: 2 h	AFNOR AOAC
	PCR Múltiple reacción en cadena PFGE	PE: 18 - 28 h D: 1,5 - 5 h	AFNOR AOAC
	PCR en tiempo real	PE: 24 h D: 3 h	AOAC
	PCR isotérmica	PE: 30 h D: 2 h	AOAC
	Detección por fagos	VIDAS UP [®]	

PE: pre-enriquecimiento; E: enriquecimiento; D: Detección
Adaptada de Jasson et al., 2010 (238) .



Fuente: Adaptada de Callejo et al., 2008 (160).
 Aislamiento, identificación y caracterización de *Listeria monocytogenes* en muestras clínicas.
 Hemocultivos (H), líquido cefalorraquídeo (LCR), material fecal (MF).

Anexo 3 Resultados de estudio frecuencia de consumo de salchicha, jamón, mortadela, y salchichón en Colombia.

SALCHICHAS									
Consumo	Total	Porcentaje	Bogotá	Medellín	Cali	Barranquilla	Bucaramanga	Pasto	Ibagué
Diario todos los días	25	5	2	10	3	0	7	3	0
De 4 a 6 veces por semana	89	18	25	10	12	2	8	25	7
De 2 a 3 veces por semana	298	60	67	36	31	22	39	60	43
1 vez a la semana	67	13	8	5	9	23	10	6	6
De 2 a 3 veces al mes	16	3	4	3	2	5	1	1	0
1 vez al mes	4	1	1	1	0	0	2	0	0
Menos de una vez al mes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	499	100	107	65	57	52	67	95	56

JAMÓN									
Consumo	Total	Porcentaje	Bogotá	Medellín	Cali	Barranquilla	Bucaramanga	Pasto	Ibagué
Diario todos los días	22	8	8	4	5	0	1	4	0
De 4 a 6 veces por semana	35	13	10	3	5	3	5	4	5
De 2 a 3 veces por semana	167	61	26	17	19	39	29	17	20
1 vez a la semana	40	15	11	7	8	6	3	2	3
De 2 a 3 veces al mes	6	2	1	1	2	0	0	0	2
1 vez al mes	3	1	2	1	0	0	0	0	0
Menos de una vez al mes	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	273	100	58	33	39	48	38	27	30

MORTADELA									
Consumo	Total	Porcentaje	Bogotá	Medellín	Cali	Barranquilla	Bucaramanga	Pasto	Ibagué
Diario todos los días	12	7	2	2	1	0	2	2	3
De 4 a 6 veces por semana	24	14	2	8	3	0	4	4	3
De 2 a 3 veces por semana	108	62	9	8	22	13	22	4	30
1 vez a la semana	21	12	3	2	4	8	2	0	2
De 2 a 3 veces al mes	7	4	0	0	0	5	0	0	2
1 vez al mes	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Menos de una vez al mes	1	1	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	174	100	16	21	30	26	30	10	41

SALCHICHÓN									
Consumo	Total	Porcentaje	Bogotá	Medellín	Cali	Barranquilla	Bucaramanga	Pasto	Ibagué
Diario todos los días	15	11	1	6	7	0	0	0	1
De 4 a 6 veces por semana	25	19	2	11	3	2	1	3	3
De 2 a 3 veces por semana	78	58	0	31	17	18	0	5	7
1 vez a la semana	13	10	0	2	5	2	1	1	2
De 2 a 3 veces al mes	2	1	1	1	0	0	0	0	0
1 vez al mes	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Menos de una vez al mes	1	1	0	0	1	0	0	0	0
TOTAL	135	100	4	52	33	22	2	9	13

Fecha de realización: Agosto de 2012; Público objetivo: Adolescentes (hombres y mujeres de 15 a 17 años); Adultos jóvenes (hombres y mujeres de 18 a 25 años); Amas de casa (mujeres de 18 a 55 años). Responsables de las compras del hogar

Adultos mayores (hombres y mujeres de 46 a 65 años); Hombres (hombres de 26 a 45 años); Consumidores de carnes frías tanto en su vida cotidiana como un día anterior al de entrevistarse; NSE: 2, 3, 4, 5/6 (de acuerdo al cuadro muestral)

Observaciones: los datos explican solamente la situación del público evaluado y no pueden ser extrapolados a otras regiones del país

Fuente: Grupo de redacción

Anexo 4 Materias primas utilizadas en la elaboración de productos cárnicos LPC

MATERIAS PRIMAS BÁSICAS	
Carne	Tejido muscular de los animales constituida por todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto, incluyendo nervios y que han sido declaradas aptas para el consumo humano por un veterinario; no se considera carne los músculos de aparato hiodeo, corazón, esófago y lengua (Ministerio de Salud, 1983).
Grasa	Se distinguen 2 tipos de grasa orgánica, la grasa blanda que tiene una baja resistencia al calor y se funde rápidamente como la que recubre el riñón, vísceras y corazón, normalmente se utiliza para obtener productos como la manteca y la grasa de los tejidos como el dorsal, la de la pierna y la papada que es resistente al corte, tiene mayor resistencia a la temperatura y se utiliza en la elaboración de productos cárnicos. Las grasas son materias primas que requieren un alto nivel de control en los procesos de conservación ya que pueden presentar alteraciones como presencia de altos niveles de acidez y enranciamiento, las cuales se pueden evitar controlando la temperatura y la humedad del cuarto refrigerado.
Agua	Se encuentra dentro del músculo, también es la materia prima que permite el control de la humedad definitiva de un producto, por lo general se añade fría o en forma de hielo para ser aprovechada como control de temperatura en el proceso de mezcla y permitir de forma paralela un manejo en la calidad del proceso
OTRAS MATERIAS PRIMAS BÁSICAS	
Sal común (NaCl) Sal dietética (KCl)	Tiene efecto sobre el sabor (salado), la textura (aumenta solubilidad de proteínas miofibrilares), la conservación (disminuye la a_w del producto). La sal dietética no tiene el ión sodio, por lo cual es más recomendable para personas que sufren de tensión arterial.
Humo	Tiene efectos sobre el color, el sabor, el aroma y la conservación. Aplicaciones por generación a partir de pirólisis de viruta de madera y mediante humo líquido en superficie o en fórmula.
Azúcar	Compensa y ayuda al balance del sabor, además incrementa los sólidos del producto ayudando a control de a_w en productos cárnicos cocidos. También es un sustrato en productos fermentados o madurados. Dentro de este grupo están: dextrosa, sacarosa, lactosa, jarabe de glucosa y maltodextrinas.
Proteínas no cárnicas	Tiene poder emulsionante y gelificador, además de capacidad de retener agua. También aportan textura (cohesividad, adhesividad, elasticidad). Incluye productos como caseinato, leche en polvo, albúminas, soya y otras de origen vegetal.
Almidones, harinas y otros	Tienen capacidad de retención de humedad, de gelificación y son conocidos como extensores de fórmula. En el grupo de otros se encuentran el cultivo iniciador, las proteínas de origen animal, los derivados de leche, las gomas e hidrocoloides
Colorantes	Contribuyen a reforzar, modificar o estandarizar el color de los productos procesados. Además disminuye los efectos de variación en color de las materias primas cárnicas. Son importantes porque proporcionan el color en la apetitividad del producto. Se pueden utilizar colorantes sintéticos y naturales. En el grupo de sintéticos están la tartrazina o FDC amarillo # 5 (E-102), el rojo cochinita A o punzó 4R (E-124) y la eritrosina (E-127) que proporciona color rojo "fresa" con aporte de yodo. En el de los naturales se encuentra la cochinilla, ácido carmínico (E-120), el caramelo (E-150), carotenoides (E-160 y

	161), oleoresinas de pimentón (párika) y el annato (E – 160b).
Nitrito de Sodio	Reacciona con la mioglobina para formar el color característico de los productos "curados" (rosado pálido). Además es un inhibidor de alteraciones biológicas: efectivo contra <i>Clostridium botulinum</i> y otras bacterias de deterioro. Tiene poder antioxidante y aporta el <i>flavor</i> típico de los productos curados.
Ascorbato de Sodio – Eritorbato de sodio	Es un agente reductor de nitrito a NO, fijador de oxígeno estabilizando color y además disminuye el nitrito residual.
Potenciadores de sabor	Aportan sabor umami, potencia el sabor de otras sustancias del alimento, influyen en la sensación de la textura y de la viscosidad del alimento. Incluye productos como ácido L-glutámico y sus sales, extractos de levaduras e hidrolizados de proteína.
Fosfatos	Actúan como regulador de pH, mantiene la carne fuera de su punto isoeléctrico, incrementa fuerza iónica de las soluciones favoreciendo la retención de humedad y es un secuestrante de iones Mg ²⁺ , Ca ²⁺ rompiendo puentes entre proteínas y mejorando la CRA. Incluye Pirofosfatos E-450, Tripolifosfatos E-451, Polifosfatos E-452.
Agentes de bioprotección	En este grupo se incluyen las bacteriocinas (nisina), que son proteínas de origen bacteriano que actúan sólo contra algunos tipos de bacterias. Su espectro de acción es reducido y se destruyen en el estómago (sensible a las proteasas). Otros agentes son los cultivos bacterianos o microorganismos que producen metabolitos en el alimento e inhiben el crecimiento de otros patógenos como <i>Listeria</i> .
Antioxidantes	Actúan en una reacción en cadena que una vez iniciada continúa acelerándose a sí misma, acompañan barreras, tales como empaçado al vacío y envases opacos u oscuros. Como ejemplos están los tocoferoles, BHA, BHT.
Lactato o diacetato de sodio o potasio	Tienen un efecto conservador al disminuir la a _w . El lactato es efectivo contra alterantes y el diacetato contra <i>Listeria</i> y las sales de potasio son una sustitución de las de sodio
Materiales de embutido	Se utilizan tripas naturales y artificiales. Dentro de las tripas naturales se usan el intestino del cerdo (delgado y grueso con longitudes y calibres variables) para salami o salchichón y salchichas de primera así como otros tipos de embutidos cocidos, y la del intestino de res con longitudes y calibres variados de acuerdo con su ubicación anatómica, se utilizan en salchichas y mortadelas. Las tripas artificiales pueden tener materiales naturales o artificiales y deben contar con grado alimenticio.
Espicias	Son las plantas o partes de ellas que aportan sabores y características organolépticas especiales a los productos cárnicos, en general se utilizan de acuerdo con la formulación y sabor que cada fabricante tiene de sus productos. Las especias se pueden utilizar frescas, deshidratadas, pulverizadas o transformadas en esencia.

Fuente: Adaptado de (239), Jay et al. (2005); Montville y Matthews (2009); Pellicer et al.(2011) (3,46,119).

Anexo 5 Condiciones de uso de simuladores.

Growth Predictor de ComBase IFR

Para obtener las tasas de inactivación y los valores D de *L. monocytogenes* a diferentes temperaturas (rango del modelo de 60 a 68°C) se utilizó el simulador *Growth Predictor* de ComBase IFR. Las predicciones se realizaron con condiciones que asemejan las condiciones intrínsecas de un derivado cárnico cocido LPC en cuanto al contenido de sal, valores de pH y a_w . El D_{72} de 0,0009 y la tasa de inactivación de -1198,306 se calcularon por regresión a partir del comportamiento de los parámetros cinéticos en el rango de 60 a 68°C. Las ecuaciones respectivas son tasa inactivación $_{72}=1E+09e^{-0,341x}$ ($R^2=0,9998$) y $D_{72}=-0,91109x^2+1106,3x-33621$ ($R^2=0,995$). Si no se alcanza la temperatura recomendada (68 -72°C) en el punto más frío es conveniente ajustar el tratamiento térmico en tiempo tomando en consideración la tecnología que se utilice en un proceso en particular.

Pathogen Modeling Program (PMP)

Este simulador se utilizó para analizar el efecto de la adición de Lactato de Sodio (LS) y el Diacetato de Sodio (DS) o su combinación para el control de *L. monocytogenes* en la producción de derivados cárnicos cocidos LPC. En particular para 72°C los valores D estimados fueron los siguientes: $D_{0\% \text{ LS} + 0\% \text{ DS}}=0,09$ min, $D_{0\% \text{ LS} + 0,25\% \text{ DS}}=0,11$ min, $D_{2,5\% \text{ LS} + 0,25\% \text{ DS}}=0,12$ min, $D_{1,3\% \text{ LS} + 0,13\% \text{ DS}}=0,11$ min y $D_{2,5\% \text{ LS} + 0\% \text{ DS}}=0,12$ min.

Resultados de diferentes simulaciones de los parámetros cinéticos de *L. monocytogenes* a diferentes temperaturas.

Con el simulador PMP (<http://pmp.arserrc.gov/PMPHome.aspx>) (213) se obtuvieron los parámetros cinéticos para *L. monocytogenes* (fase lag, tasa de crecimiento y tiempo de generación) que se presentan en el Cuadro 1, bajo los siguientes parámetros intrínsecos: cloruro de sodio (2,1%), nitrito de sodio (120 ppm) y pH (6,2).

Cuadro 1. Parámetros cinéticos de *L. monocytogenes* en caldo de cultivo con los parámetros intrínsecos de derivados cárnicos cocidos LPC a diferentes temperaturas. Cloruro de sodio (2,1%), nitrito de sodio (120 ppm) y pH (6,2).

Temperatura (°C)	Aerobio			Anaerobio		
	Fase lag (h)	Tasa de crecimiento (log ₁₀ UFC/mL/h)	Tiempo de generación (h)	Fase lag (h)	Tasa de crecimiento (log ₁₀ UFC/mL/h)	Tiempo de generación (h)
4	117,92	0,014	21,45	136,47	0,015	19,73
8	61,56	0,030	10,07	65,96	0,029	10,44
10	45,52	0,042	7,13	47,61	0,038	7,85
12	34,17	0,058	5,15	35,23	0,050	6,03
20	12,66	0,173	1,74	13,56	0,115	2,61
25	7,71	0,287	1,05	9,15	0,163	1,85
30	5,17	0,416	0,72	7,22	0,201	1,50
37	3,47	0,559	0,54	6,73	0,214	1,41

Fuente: Grupo de redacción

El Cuadro 2 presenta los resultados de la simulación de los parámetros cinéticos de *L. monocytogenes* predichos por el *Growth Predictor* (<http://www.ifr.ac.uk/safety/growthpredictor/>) (210) para condiciones similares a los de derivados cárnicos cocidos LPC a diferentes temperaturas (cloruro de sodio 2,2% y pH 6,2) en función de la temperatura y la concentración de nitrito de sodio.

Cuadro 2. Parámetros cinéticos de *L. monocytogenes* en caldo de cultivo en condiciones aerobias con los parámetros intrínsecos de derivados cárnicos cocidos LPC a diferentes temperaturas. Cloruro de sodio (2,2%) y pH (6,2).

Temperatura (°C)	Nitrito de sodio 120 ppm		Nitrito de sodio 170 ppm	
	Tasa de crecimiento (log ₁₀ UFC/mL/h)	Tiempo de generación (h)	Tasa de crecimiento (log ₁₀ UFC/mL/h)	Tiempo de generación (h)
4	0,010	30,543	0,008	36,605
8	0,022	13,708	0,018	16,450
10	0,032	9,556	0,026	11,475
12	0,044	6,842	0,037	8,221
20	0,129	2,344	0,070	2,824
25	0,202	1,489	0,168	1,797
30	0,270	1,117	0,223	1,350
37	0,305	0,987	0,252	1,195

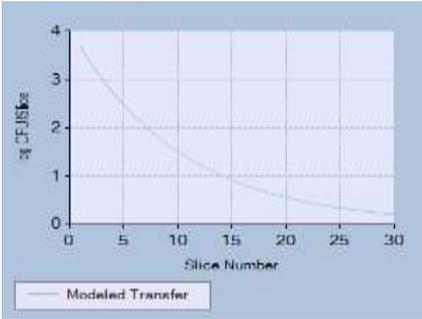
Fuente: Grupo de redacción

Condiciones de simulación del crecimiento de *L. monocytogenes* en condiciones de abuso (10°C) en un derivado cárnico cocido LPC Con el programa Sym'Previous(https://www.tools.symprevious.org/calcul_copie_english/s_c_cas2_3a_res.php#) (220) se simuló la curva de crecimiento para *L. monocytogenes* a las condiciones de pH 6,2; a_w 0,988; 10°C(temperatura de abuso) y una tasa

de crecimiento de 1,286 h⁻¹(logaritmo natural, ln) que equivale a la tasa de crecimiento de 0,559 h⁻¹(logaritmo base 10, log₁₀) estimada por el PMP a condiciones aerobias (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). La tasa máxima de crecimiento estimada fue de 0,11 h⁻¹(ln) o 0,048 h⁻¹(log₁₀) y el tiempo de generación de 6,3 h.

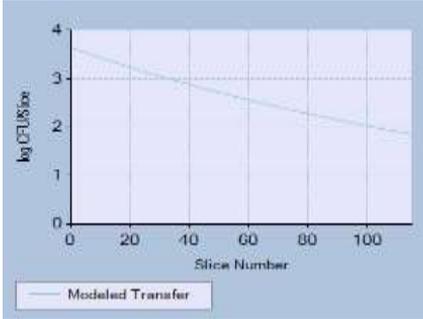
Con la tasa de crecimiento de 0,305 h⁻¹(log₁₀) o 0,701 h⁻¹(ln) predicha por Growth Predictor (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), la tasa máxima de crecimiento estimada fue de 0,06 h⁻¹(ln) o 0,026 h⁻¹(log₁₀) y el tiempo de generación de 11,6 h.

Modelos de transferencia de *L. monocytogenes*. (A) De cuchilla a jamón y (B) de jamón a cuchilla a jamón.



Model Characteristics	
Model:	$y = 4,064 \cdot e^{(-x/10,0891)}$
R square:	0,70
F statistic:	73,29

(A)



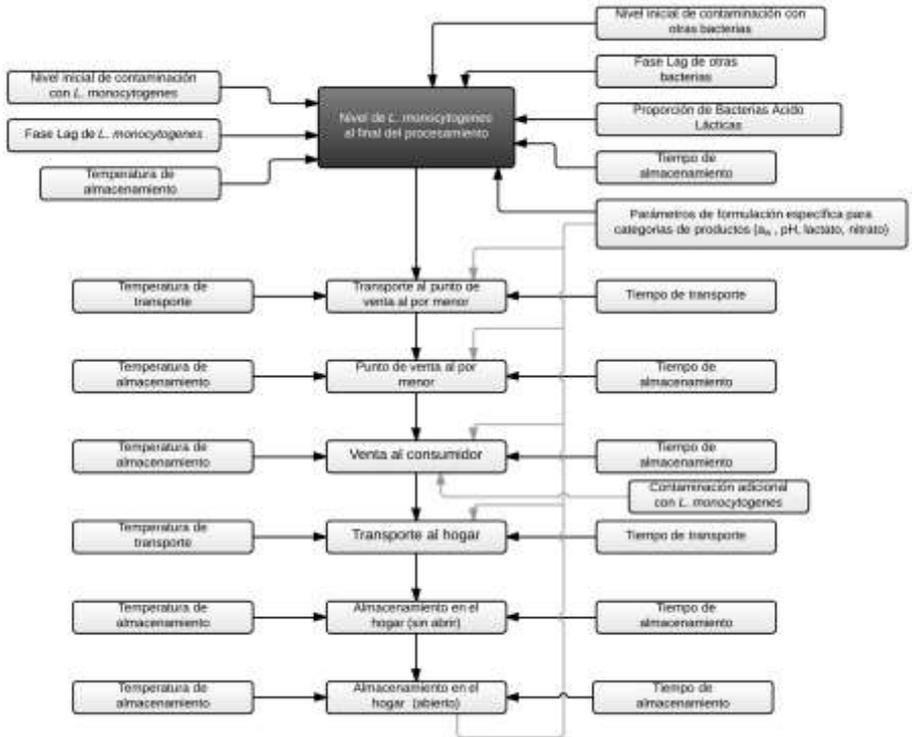
Model Characteristics	
Model:	$y = 3,6473 \cdot e^{(-x/170,2863)}$
R square:	0,70
F statistic:	131,0

(B)

Fuente: Grupo de redacción

Anexo 6.

Etapas y parámetros considerados en el modelo de evaluación de la exposición.



Fuente: Ross et al., 2009 (206).

Para un determinado producto cárnico, las variables que se incluyeron en el modelo fueron:

- Formulación del producto (pH, a_w , los niveles de nitrito, concentración de ácido láctico).
- Niveles de contaminación inicial de *L. monocytogenes*, de bacterias que causan deterioro de las cuales un porcentaje son BAL.
- Tiempos y temperaturas de almacenamiento en diversas etapas post-producción hasta el consumo.

Se establecieron las siguientes características para el derivado cárnico cocido LPC tajado: pH 6,2, a_w 0,988 y nitrito 120 ppm. Los tiempos y temperaturas para las diferentes fases del post-manufactura se presentan en el Cuadro 3. Se contemplan 32,13 días (771,12 horas) de vida útil.

El Cuadro 4 presenta la concentración de *L. monocytogenes* en el derivado cárnico cocido LPC tajado en el momento de consumo en diferentes escenarios donde se varía la carga inicial de *L. monocytogenes* y de bacterias que causan deterioro en el producto, así como el inicio de crecimiento de las bacterias presentes representado en la fase de latencia y la concentración de lactato.

Cuadro 3. Tiempos y temperaturas de las diferentes etapas post-manufactura de derivado cárnico cocidos LPC.

Tiempo y temperatura	
Planta de producción	2 días, 4°C
Transporte (planta – expendio)	2 días, 5,5°C
Almacenamiento expendio	5 días, 4°C
Comercialización expendio	13 días, 4°C
Transporte (expendio – hogar)	0,13 días, 20°C
Almacenamiento hogar (paquete sin abrir)	3 días, 4°C
Almacenamiento hogar (paquete abierto)	7 días, 4°C

Fuente: Grupo de redacción

Cuadro 4. Concentración de *Listeria monocytogenes* en el derivado cárnico cocido LPC tajado en el momento de consumo en diferentes escenarios y a las condiciones postproducción contenidas en el Cuadro 3.

Escenario	Condiciones			Concentración de <i>L. monocytogenes</i> * (\log_{10} UFC/g)
	CIL / FL	CID / FL	Lactato (mM)	
1	2 \log_{10} UFC/g / 2 horas	2 \log_{10} UFC/g / 2 horas	250	3,29
2	1 \log_{10} UFC/g / 2 horas	2 \log_{10} UFC/g / 2 horas	250	2,29
3	2 \log_{10} UFC/g / 2 horas	1 \log_{10} UFC/g / 2 horas	250	3,55
4	2 \log_{10} UFC/g / 2 horas	0	250	3,82
5	2 \log_{10} UFC/g / 0 horas	2 \log_{10} UFC/g / 2 horas	250	3,89
6	2 \log_{10} UFC/g / 2 horas	2 \log_{10} UFC/g / 2 horas	400	3,22

Fuente: Grupo de Redacción

CIL: concentración inicial *L. monocytogenes*

CID: concentración inicial bacterias que causan deterioro (BAL: 0,26)

FL: fase de latencia

*Concentración de *L. monocytogenes* a los 3,5 días de abierto el paquete en el hogar

Anexo 7.

Datos provenientes del documento "Quantitative Assessment of Relative Risk to Public Health from Foodborne *Listeria monocytogenes* Among Selected Categories of Ready-to-Eat Foods" (34).

Componentes del modelo	Jamón, mortadela, salchichón,	Salchicha sin calentamiento	Salchicha con calentamiento
1. Datos de consumo			
Número total de consumos anuales en EUA por población (datos provenientes de 2 encuestas nacionales de EUA)			
Población de edad intermedia (5 – 59 años) 85,71% de la población total	1,8 x 10 ¹⁰	4,2 x 10 ⁹	5,5 x 10 ⁹
Población perinatal (embarazadas y lactantes) 0,06% de la población total	1,2 x 10 ⁸	2,9 x 10 ⁶	3,8 x 10 ⁷
Población de adulto mayor (>60 años) 13,33% de la población total	2,8 x 10 ⁹	4,4 x 10 ⁷	5,8 x 10 ⁸
Población Total	2,1 x 10 ¹⁰	4,7 x 10 ⁸	6,1 x 10 ⁹
Tamaño de porción (percentil 95%, g/porción)	113	171	171
2. Datos de contaminación del alimento (% positivos)			
	1,9	4,8	NA
3. Tiempo y temperatura de almacenamiento			
Almacenamiento después de venta al por menor	21 – 30 días	21 – 30 días	
Almacenamiento en el hogar			
• Producto empacado	32%: 1 – 3 días 37%: 4 – 7 días	32%: 1 – 3 días 37%: 4 – 7 días	
• Producto tajado a solicitud	39%: 1 – 3 días 36%: 4 – 7 días		
Temperatura de los refrigeradores	54%: 2 – 5°C 18%: 6 – 7°C		
4. Tasa de crecimiento de <i>L. monocytogenes</i> a 5°C (log₁₀ UFC/g/día)			
	0,282 (ds 0,196)	0,131 (ds 0,051)	

NA: No Aplica.

Fuente: FDA/FSIS/USDA(2003) (34)

Anexo 8.

Escenarios evaluados para estimar listeriosis por jamón, mortadela, salchichón o salchichas LPC contaminadas en la población a Colombiana.

Cuadro 5. Escenario A. Estimación de personas enfermas por jamón, mortadela, salchichón o salchichas LPC contaminadas en la población intermedia para Colombia.

Parámetros de entrada Patógeno	<i>L. monocytogenes</i>		
	Producto alimenticio	Jamón, mortadela, salchichón o salchichas LPC sin calentamiento	
Escenario A	1	2	3
Tamaño de la población colombiana (millones)	40,6	40,6	40,6
Características de la población	1	1	1
Periodo de consumo (años)	1	1	1
Porciones consumidas	6,33 x 10 ⁹	6,33 x 10 ⁹	6,33 x 10 ⁹
Tamaño de porción (g)	80	80	80
Prevalencia en expendios (%)	25*	4,42**	25*
Contaminación del producto en expendio (UFC/g)	100***	100***	0,04****
Porciones causantes de contaminación cruzada (%)	0	0	0
Contaminación de producto al entorno (UFC/g)	0	0	0
Contaminación del entorno a ingestión (UFC/g)	0	0	0
Porciones bien cocidas (%)	0	0	0
Porciones medio cocidas (%)	0	0	0
Porciones sin calentar "pre-heating" (%)	100	100	100
Patógeno sobreviviente después de preparación bien cocida (%)	0	0	0
Patógeno sobreviviente después de preparación medio cocida (%)	0	0	0
Patógeno sobreviviente preparación sin calentar (%)	100	100	100
ID ₅₀ (UFC/g)	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷
P _{inf} /inf (% población infectada que desarrolla listeriosis)	10	10	10
		Parámetros de salida	
Porciones contaminadas de expendio consumidas	1,6 x 10 ⁹	2,8 x 10 ⁸	1,6 x 10 ⁹
UFC totales antes de la preparación	1,3 x 10 ¹³	2,2 x 10 ¹²	5,1 x 10 ⁹
UFC totales después de la preparación	1,3 x 10 ¹³	2,2 x 10 ¹²	5,1 x 10 ⁹
Número total de personas enfermas	8,8 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁴	35,1
Número de habitantes enfermos/100.000 habitantes (I)	216,75	39,35	0,09
% de personas enfermas del total de la población I	0,22	0,04	8,65 x 10 ⁻⁵

Peor escenario:

Las porciones consumidas corresponden a un escenario en el cual se asume que se consumen tres porciones, en 52 semanas en una población de 40,3 millones

* Peor escenario

** Se asume considerando el rango de los reportes del INVIMA

***Máximo valor permitido por la norma UE (100 UFC/g)

**** Máximo valor permitido por el Codex Alimentarius (<0.04)

Fuente: Grupo de redacción

I: Intermedia

Cuadro 6.

Escenario B. Estimación de personas enfermas por jamón, mortadela, salchichón o salchichas LPC contaminadas en la población susceptible para Colombia.

Parámetros de entrada	<i>L. monocytogenes</i>		
Patógeno	Jamón, mortadela, salchichón o salchichas sin calentamiento		
Producto alimenticio	Escenario B		
	1	2	3
Tamaño de la población colombiana (millones)	6,6	6,6	6,6
Características de la población	S	S	S
Periodo de consumo (años)	1	1	1
Porciones consumidas	1,03 x 10 ^{9*}	1,03 x 10 ^{9*}	1,03 x 10 ^{9*}
Tamaño de porción (g)	80	80	80
Prevalencia en expendios (%)	25*	4,42**	25*
Contaminación del producto en expendio (UFC/g)	100***	100***	0,04****
Porciones causantes de contaminación cruzada (%)	0	0	0
Contaminación de producto al entorno (UFC/g)	0	0	0
Contaminación del entorno a ingestión (UFC/g)	0	0	0
Porciones bien cocidas (%)	0	0	0
Porciones medio cocidas (%)	0	0	0
Porciones sin calentar "pre-heating" (%)	100	100	100
Patógeno sobreviviente después de preparación bien cocida (%)	0	0	0
Patógeno sobreviviente después de preparación medio cocida (%)	0	0	0
Patógeno sobreviviente preparación sin calentar (%)	100	100	100
ID ₅₀ (UFC/g)	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷
P _{inf} /inf (% población infectada que desarrolla listeriosis)	90	90	90
	Parámetros de salida		
Porciones contaminadas de expendio consumidas	2,6 x 10 ⁸	4,6 x 10 ⁷	2,6 x 10 ⁸
UFC totales antes de la preparación	2,1 x 10 ¹²	3,6 x 10 ¹¹	8,2 x 10 ⁸
UFC totales después de la preparación	2,1 x 10 ¹²	3,6 x 10 ¹¹	8,2 x 10 ⁸
Número total de personas enfermas	1,3 x 10 ⁵	2,3 x 10 ⁴	51,4
Número de habitantes enfermos/100.000 habitantes (S)	1.969,70	348,48	0,78
% de personas enfermas del total de la población S	1,97	5,28 x 10 ⁻³	8,79 x 10 ⁻⁴

Peor escenario:

Las porciones consumidas corresponden a un escenario en el cual se asume que se consumen tres porciones, en 52 semanas en una población de 6,6 millones

* Peor escenario

** Se asume considerando el rango de los reportes del INVIMA

***Máximo valor permitido por la norma UE (100 UFC/g)

**** Máximo valor permitido por el Codex Alimentarius (<0.04)

Fuente: Grupo redacción

S: Susceptible

Cuadro 7.

Escenario C. Estimación de personas enfermas por salchichas LPC contaminadas con calentamiento antes de consumo en la población intermedia para Colombia.

Parámetros de entrada	<i>L. monocytogenes</i>		
	Patógeno	Salchichas con calentamiento	
Producto alimenticio	Escenario C		
	1	2	3
Tamaño de la población colombiana (millones)	40,6	40,6	40,6
Características de la población	1	1	1
Periodo de consumo (años)	1	1	1
Porciones consumidas	6,33 x 10 ^{9†}	6,33 x 10 ^{9†}	6,33 x 10 ^{9†}
Tamaño de porción (g)	80	80	80
Prevalencia en expendios (%)	25*	4,42**	25*
Contaminación del producto en expendio (UFC/g)	100***	100***	0,04****
Porciones causantes de contaminación cruzada (%)	0	0	0
Contaminación de producto al entorno (UFC/g)	0	0	0
Contaminación del entorno a ingestión (UFC/g)	0	0	0
Porciones bien cocidas (%)	50	50	50
Porciones medio cocidas (%)	40	40	40
Porciones sin calentar "pre-heating" (%)	10	10	10
Patógeno sobreviviente después de preparación bien cocida (%)	0	0	0
Patógeno sobreviviente después de preparación medio cocida (%)	1	1	1
Patógeno sobreviviente preparación sin calentar (%)	100	100	100
ID ₅₀ (UFC/g)	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷
P _{inf} (% población infectada que desarrolla listeriosis)	10	10	10
	Parámetros de salida		
Porciones contaminadas de expendio consumidas	1,6 x 10 ⁹	2,8 x 10 ⁸	1,6 x 10 ⁹
UFC totales antes de la preparación	1,3 x 10 ¹³	2,2 x 10 ¹²	5,1 x 10 ¹⁰
UFC totales después de la preparación	1,3 x 10 ¹²	2,3 x 10 ¹¹	5,3 x 10 ⁹
Número total de personas enfermas	9,1 x 10 ³	1,6 x 10 ³	3,7
Número de habitantes enfermos/100.000 habitantes (I)	22,41	3,94	0,009
% de personas enfermas del total de la población I	0,02	3,94x10 ⁻³	9,11 x 10 ⁻⁶

Peor escenario:

Las porciones consumidas corresponden a un escenario en el cual se asume que se consumen tres porciones, en 52 semanas en una población de 40,3 millones

* Peor escenario

** Se asume considerando el rango de los reportes del INVIMA

*** Máximo valor permitido por la norma UE (100 UFC/g)

**** Máximo valor permitido por el Codex Alimentarius (<0.04)

Fuente: Grupo de redacción

I: Intermedia

Cuadro 8.

Escenario D. Estimación de personas enfermas por salchichas LPC contaminadas con parcial calentamiento en la población susceptible para Colombia.

Parámetros de entrada	<i>L. monocytogenes</i>		
Patógeno	Jamón, mortadela, salchichón o salchichas sin calentamiento		
Producto alimenticio	1	2	3
Escenario D	1	2	3
Tamaño de la población colombiana (millones)	6,6	6,6	6,6
Características de la población	S	S	S
Periodo de consumo (años)	1	1	1
Porciones consumidas	1,03 x 10 ^{9†}	1,03 x 10 ^{9†}	1,03 x 10 ^{9†}
Tamaño de porción (g)	80	80	80
Prevalencia en expendios (%)	25*	4,42**	25*
Contaminación del producto en expendio (UFC/g)	100***	100***	0,04****
Porciones causantes de contaminación cruzada (%)	0	0	0
Contaminación de producto al entorno (UFC/g)	0	0	0
Contaminación del entorno a ingestión (UFC/g)	0	0	0
Porciones bien cocidas (%)	50	50	50
Porciones medio cocidas (%)	40	40	40
Porciones sin calentar [†] <i>pre-heating</i> (%)	10	10	10
Patógeno sobreviviente después de preparación bien cocida (%)	0	0	0
Patógeno sobreviviente después de preparación medio cocida (%)	1	1	1
Patógeno sobreviviente preparación sin calentar (%)	100	100	100
ID ₅₀ (UFC/g)	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷
P _{inf} (% población infectada que desarrolla listeriosis)	90	10	10
	Parámetros de salida		
Porciones contaminadas de expendio consumidas	2,6 x 10 ⁸	4,6 x 10 ⁷	1,6 x 10 ⁹
UFC totales antes de la preparación	2,1 x 10 ¹²	3,6 x 10 ¹¹	5,1 x 10 ⁹
UFC totales después de la preparación	2,1 x 10 ¹¹	3,8 x 10 ¹⁰	5,3 x 10 ⁸
Número total de personas enfermas	1,3 x 10 ⁴	2,4 x 10 ³	32,90
Número de habitantes enfermos/100.000 habitantes (S)	196,97	36,26	0,08
% de personas enfermas del total de la población S	0,20	0,04	8,03 x 10 ⁻⁵

Peor escenario:

Las porciones consumidas corresponden a un escenario en el cual se asume que se consumen tres porciones, en 52 semanas en una población de 6,6 millones

* Peor escenario

** Se asume considerando el rango de los reportes del INVIMA

*** Máximo valor permitido por la norma UE (100 UFC/g)

**** Máximo valor permitido por el Codex Alimentarius (<0.04)

Fuente: Grupo de redacción

S: Susceptible



www.ins.gov.co

www.ins.gov.co



Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública
Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos

Bogotá D. C. Colombia
PBX: (57+1) 220 77 00 ext. 1333

Línea Gratuita Nacional 01 8000 113 400
contactenos@ins.gov.co