

Calidad microbiológica de embutidos crudos: estudio del caso en Latinoamérica

Mauricio Redondo-Solano¹ , Carol Valenzuela-Martínez^{1,2} , Valery Cordero-Calderón¹ ,
Adriana Araya-Morice³ .

Resumen: Calidad microbiológica de embutidos crudos: estudio del caso en Latinoamérica.

Introducción. Los embutidos crudos se componen de carne fragmentada y otros ingredientes no cárnicos (sal, especias, fosfatos, nitritos) pero cuya formulación varía según el país; son productos altamente perecederos y podrían representar un riesgo para el consumidor.

Objetivo. Los embutidos frescos son de alto consumo en varios países de Latinoamérica, por ello, el objetivo de esta revisión bibliográfica es compilar la información disponible sobre la calidad microbiológica de este tipo de productos en la región. **Materiales y métodos.** Se realizó una búsqueda de literatura (desde el 2006 a la fecha) en las principales bases de datos. **Resultados.** Se determinó que la calidad microbiológica de los embutidos crudos latinoamericanos no es adecuada según la reglamentación. Las bacterias más estudiadas son los microorganismos totales aerobios mesófilos (MTAM), y las bacterias ácido-lácticas (BAL); estos dos grupos son los referentes para determinar la vida útil. Los patógenos más analizados son *Salmonella* spp. y *Listeria monocytogenes* y llama la atención que *Staphylococcus aureus* no se utiliza como indicador de malas prácticas de higiene o de inocuidad. **Conclusiones.** En general se confirma que los embutidos frescos podrían ser un riesgo para la salud pública ya que presentan recuentos microbiológicos altos, en ocasiones no regulados. Algunos agentes antimicrobianos como los compuestos etanólicos de propóleos (EEP), compuestos fenólicos y bacteriófagos han sido estudiados. Sin embargo, no está claro si a nivel artesanal este tipo de ingredientes son utilizados del todo. Finalmente, destaca la necesidad de armonizar las metodologías de estudio y la normativa vigente en los distintos países. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(3): 201-213.**

Palabras clave: embutidos crudos, salchichas, bacterias ácido lácticas, microbiología.

Abstract: Microbiology of raw sausages: a case of study in Latin America. Introduction. Raw sausages are

products composed of comminuted meat and other non-meat ingredients (salt, spices, phosphates, nitrites) but the formulation varies in each country. Given this nature, raw sausages are highly perishable and may represent an important risk for consumers. **Aim.** As raw sausages are highly consumed in many Latin-American countries, the objective of this literature review was to compile the available information about studies of the microbial quality of these products in the region. **Materials and methods.** For that purpose, a literature search was performed on main data bases to compile studies from 2006 to nowadays. **Results.** In general, it was found that microbiological quality of Latin-American raw sausages is not adequate according to current regulation. Total aerobic mesophilic microorganisms (TAMM) and Lactic Acid Bacteria (LAB) were the most studied indicators; these two groups are the main reference to establish shelf life. *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* were the most studied pathogens, and it is noticeable that *Staphylococcus aureus* is not used as an indicator for safety or manipulation. **Conclusions.** It is perceived that raw sausages in the region could represent a public health risk as they frequently present high microbiological counts, not regulated in many cases. For conservation, antimicrobial agents as propolic ethanolic extracts (PEE), phenolic compounds, and bacteriophages have been studied. However, it is not clear if these ingredients are used at the artisanal level, even though it can be assumed that they are not given the high microbial numbers that are reported. Finally, it stands out the need of harmonization of methodologies and current regulation in the countries. **Arch Latinoam Nutr 2023; 73(3): 201-213.**

Keywords: pork raw sausage, meat product, lactic acid bacteria, microbiology.

Introducción

Los embutidos crudos frescos son ampliamente consumidos alrededor del mundo, por lo que hay una variedad importante de formulaciones y denominaciones en los distintos países (1). El Servicio de Inocuidad e Inspección de los

¹Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET) y Laboratorio de Investigación y Entrenamiento en Microbiología de Alimentos (LIMA), Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 11501-2060, San José, Costa Rica. ²Centro Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA), Universidad de Costa Rica, San José 11501-2060, Costa Rica. ³Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 11-501-2060 San José, Costa Rica. Autor para la correspondencia: Adriana Araya Morice, e-mail: adriana.araya_m@ucr.ac.cr

Alimentos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-FSIS, por sus siglas en inglés), define los embutidos crudos frescos como aquellos que contienen carne finamente molida de diferentes tipos o su combinación; incluso pueden contener menudencias como corazón, riñón e hígado en su formulación (2). La Norma Oficial de Productos Cárnicos del Ministerio de Salud de Costa Rica, los define como “aquellos embutidos, cualquiera que sea su forma de elaboración, cuya vida en refrigeración, oscila entre uno y seis días”(3). El contenido de agua permitido según la regulación de la USDA/Fsis es del 3% del total de ingredientes en el producto. Además, estos embutidos son condimentados, curados o no y pueden contener aglutinantes en su formulación (2).

En el caso de Latinoamérica, los embutidos frescos no distan mucho de la definición dada por la USDA-Fsis. Sin embargo, en las formulaciones se incluyen ingredientes propios de cada país y son conocidos de diferentes maneras. Por ejemplo, en el caso de México, estos productos son conocidos como chorizos y además de la carne contienen mezclas de chiles, que son propios de la gastronomía mexicana y que confieren un sabor propio y distintivo (4). En el caso de Perú se siguen procedimientos familiares donde se incluyen ingredientes locales como achiote, limón, vinagre y aliño (mezcla local para fabricar embutidos) (5). En Costa Rica, un embutido similar es conocido como chorizo criollo el cual es un producto crudo fresco que se produce principalmente en las carnicerías locales donde también se comercializan con ingredientes locales (6). En Brasil y Colombia, la literatura las refiere como salchichas frescas y chorizos, respectivamente (7). Sin embargo, los diferentes estudios refieren poco detalle de la composición de los productos analizados siendo este un aspecto relevante desde el punto de vista microbiológico.

Los embutidos frescos se caracterizan por tener una baja vida útil debido a su alta actividad de agua y materias primas cárnicas molidas, las cuales sirven de sustrato para muchos microorganismos de deterioro y patógenos. Además, la falta de tratamiento térmico durante su procesamiento las hace

también susceptibles a contener alta contaminación microbiana, ocasionando el detrimento de sus características sensoriales y hasta la posibilidad de causar enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) (8). Dadas sus características, estos productos deben ser almacenados en refrigeración y ser cocinados a una temperatura interna mínima de 71.1°C por el consumidor final (2).

La proclividad hacia el deterioro hace que la calidad y estabilidad microbiológica de las salchichas crudas cobre relevancia en diferentes niveles. Desde el punto de vista de salud pública, las salchichas crudas pueden ser responsables de transmitir microorganismos patógenos o toxinas con afectaciones leves hasta severas para los consumidores (9). Varios reportes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) se han asociado a embutidos en general debido a la presencia de patógenos como *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Clostridium perfringens* (10–12); *L. monocytogenes* y *E. coli* han llegado a ocasionar en algunos casos la muerte de los afectados.

Por otro lado, desde el punto de vista económico, la afectación de la vida útil del producto por deterioro resulta en pérdidas económicas para el productor al afectar las ventas de este, o en su defecto para el consumidor, cuando los cambios indeseables se presentan una vez adquirido el producto (13). Según Zwirzitz *et al.*, (9), una cuarta parte del desperdicio de alimentos tiene como origen un deterioro microbiológico.

A pesar del amplio consumo e importancia de los embutidos crudos frescos, la información referente a las características microbiológicas de estos productos es dispersa, tanto en Costa Rica, como en otros países de la región latinoamericana donde este alimento es muy popular (5,11,14). Por lo tanto, el objetivo de esta revisión bibliográfica es compilar la información de la calidad microbiológica de los embutidos crudos frescos en Latinoamérica con el propósito de conocer el estado histórico y actual del conocimiento sobre estos productos en la región.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos: Pubmed, Google Scholar y el catálogo del

Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica (UCR). Para ello, se emplearon las siguientes palabras clave en inglés y español: “embutidos”, “crudos”, “chorizo”, “estabilidad”, “calidad”, “deterioro”, “vida útil”, “conservación”, “Latinoamérica”, “sausage”, “raw”, “fresh”, “stability”, “quality”, “Shelf life”, “foodborne pathogens”, “conservation”, “microbiology”, “Salmonella”, “Listeria monocytogenes” y “Clostridium perfringens”.

Se limitó la búsqueda de literatura por idioma al incluir en la revisión estudios publicados únicamente en español e inglés; asimismo, se empleó la fecha de publicación como factor delimitante, de manera que solo se consideraron artículos publicados a partir del año 2006. Asimismo, se excluyeron todos aquellos artículos basados en el estudio de embutidos cocidos o fermentados, puesto que este tipo de producto se sale del objeto de estudio de este proyecto. Además, se descartaron todas aquellas investigaciones basadas en formulaciones experimentales, puesto que los resultados no reflejarían la realidad de cada país.

Embutidos crudos

Los embutidos son productos cárnicos cuya manufactura, en general, involucra la fragmentación de la carne, el sazonado, el mezclado y finalmente el embutido en fundas o tripas, las cuales pueden ser naturales (derivadas del intestino de distintos

animales) o artificiales (a base de colágeno). Además de la grasa y del componente cárnico, que pueden obtenerse de res, cerdo y aves, los embutidos pueden contener ingredientes no cárnicos tales como: agua, sales (cloruro de sodio y cloruro de potasio), nitratos y nitritos (según las reglamentaciones vigentes), agentes reductores (ascorbato y eritorbato), azúcares, fosfatos, antioxidantes, agentes extensores y aglutinantes y diferentes especias (15). De acuerdo con el proceso de manufactura, los embutidos se clasifican como crudos o procesados con calor (15). A su vez, los embutidos crudos se sub-clasifican en frescos y fermentados, mientras que los fermentados se subdividen en secos y semi-secos (16). Para el caso de esta revisión se concentrará la información en la categoría de los embutidos crudos subcategoría frescos.

Indicadores de calidad de los embutidos crudos subcategoría frescos.

Se encontró que el país que más reportes ha hecho sobre el perfil microbiológico de estos productos es Brasil seguido por México y Costa Rica (Tabla 1). Los indicadores de calidad microbiológica más estudiados a nivel latinoamericano en embutidos crudos frescos son los microorganismos totales aerobios mesófilos (MTAM) y las bacterias ácido-lácticas (BAL) mientras que los menos estudiados son los psicrótrofos, aun cuando este tipo de productos deben de ser almacenados bajo temperaturas de refrigeración; seguido por hongos y levaduras y micrococaceas (Tabla 2). Precisamente los microorganismos predominantes al momento del análisis está dado por los indicadores MTAM y BAL (4,17,18) con recuentos ya por encima a los 7 log UFC/g, lo que supone que estas muestras no procesadas están en procesos avanzados de deterioro y podrían estar al final de su vida útil.

Precisamente, los datos reportados por Dias et al. (19) en salchichas frescas (no procesadas) almacenadas a 4°C por 42 días indican que la temperatura es un factor importante en el control del crecimiento. En este estudio se reportaron niveles de MTAM y

Tabla 1. Mapa conceptual de cantidad de estudios por país en Latinoamérica.

País	Cantidad de estudios	Producto	Referencia
Argentina	1	Salchichas frescas	(50)
Colombia	1	Chorizo	(24)
Ecuador	1	Salchichas frescas	(22)
		Chorizo	(14)
México	3	Chorizo rojo tradicional	(4)
		Chorizo	23
Brasil	9	Salchichas	(7) (19)(37) (51)(20)(21)

Tabla 2. Recuentos para diversos indicadores de calidad determinados en estudios sobre embutidos crudos comercializados en distintos países de Latinoamérica.

Indicador	País	Muestra	Medio de cultivo	Resultados	Referencia
MTAM	Argentina	Salchicha fresca	PCA	103 and 106 UFC/g,	(50)
	Ecuador	Chorizo	No menciona	2 x 10 ⁴ - 2,8 x 10 ⁴ UFC/g, (Día 1) 1,8 x 10 ⁴ - 2,2 x 10 ⁴ UFC/g, (Día 30)	(22)
	México	Chorizo	PCA	7,4 - 7,8 log ₁₀ (n=75)	(4)
		Chorizo	Agar standard	7,2 - 8,7 log ₁₀ (n=40)	(14)
	Brasil	Salchicha	PCA	6,3 log ₁₀ (n=84)	(7)
		Salchicha	PCA	2,10 - 3,10 log ₁₀ (n=12) Día 0 2,91 - 6,72 log ₁₀ (n=12) Día 42	(19)
BAL	Costa Rica	Chorizo crudo	MRS	4,33x10 ⁸ UFC/g	(18)
	México	Chorizo	MRS	7,8 - 8,1 log ₁₀ (n=78)	(4)
		Chorizo	MRS	7,4 - 9,0 log ₁₀ (n=40)	(14)
	Brasil	Salchicha	MRS	0,0 - 7,6 log ₁₀ (n=12) Día 0 2,58 - 8,82 log ₁₀ (n=12) Día 42	(19)
Hongos y levaduras	Argentina	Salchichas frescas	Modified dichloran rose bengal chlortetracycline agar (MDRBC)	103-105 UFC//g	(50)
	México	Chorizo	APD	3,7 - 6,7 log ₁₀ (n=40)	(14)
Psicrotrofos	México	Chorizo	PCA	6,1 - 7,9 log ₁₀ (n=40)	(14)
Micrococaceas	México	Chorizo	MS	4,3 - 5,4 log ₁₀ (n=40)	(14)

MTAM: microorganismos totales aerobios mesófilos, BAL: bacterias ácido lácticas, n: tamaño de muestra, PCA: Plate Count Agar, MRS: Man Rogosa and Sharpe Agar, APD: Agar Papa Dextrosa, MS: Mannitol Salt Agar

BAL muy por debajo a los reportados en los chorizos mexicanos (4) y otro tipo de salchicha cruda brasileña (7). Es importante destacar que, aun cuando estas salchichas fueron industrialmente producidas, los recuentos de las BAL tienen una variabilidad importante según el número de muestra que va desde 0 Log UFC/g a 7,6 Log UFC/g en el día 0. Para el caso de las BAL, se observa una variabilidad importante al final del almacenamiento (42 días) con poblaciones que van desde los 2,58 log UFC/g hasta los 8.82 log UFC/g (19).

Para el caso del chorizo fresco costarricense, se observó que las muestras se clasificaron según su categoría de estabilidad (18).

Aquellos de consumo inmediato tienen una población de 6 Log UFC/g para MTAM, BAL y hongos y levaduras. Los chorizos que son descartables son aquellos que rebasan los 7 Log UFC, por lo que, bajo este criterio, los chorizos mexicanos se considerarían no aptos para su consumo en cuanto a su alta población de MTAM, BAL e incluso hongos y levaduras.

Indicadores de inocuidad

Los valores encontrados para los distintos indicadores de inocuidad se pueden visualizar en la Tabla 3. Se puede apreciar que los indicadores utilizados son diferentes entre estudios y que el tamaño de la muestra varía significativamente. Sin embargo, independientemente de la metodología empleada,

Tabla 3. Recuentos para diversos indicadores de inocuidad determinados en estudios sobre embutidos crudos comercializados en distintos países de Latinoamérica.

Indicador	País	Muestra	Medio de Cultivo	Resultado	Referencia
CT	Argentina	Salchichas frescas	Caldo Lauril Triptosa	101 and 103 UFC/g.	(50)
	Ecuador	Chorizo	No menciona	490 – 723 NMP/g (Día 1) 302 – 655 NMP/g (Día 30)	(22)
	Costa Rica	Chorizo criollo	Agar billis rojo violeta	4,92x105 UFC/g	(18)
	México	Chorizo	Caldo bilis verde brillante	(11,1 - 48,6) NMP/g (n=75)	(4)
CF	Argentina	Salchichas frescas	Caldo EC	101 and 103 UFC/g.	(50)
	México	Chorizo	Caldo bilis verde brillante	(4,9 - 9,7) NMP/g (n=75)	(4)
	Brasil	Salchicha	Caldo EC	(<3 - ≥2400) NMP/g (n=138)	(37)
EB	México	Chorizo	VRBGA	(4,3 - 5,6) log10 UFC/g (n=40)	(14)
	Brasil	Salchicha	VRBGA	4,1 log10 UFC/g (n=84)	(7)

CT: coliformes totales, CF: coliformes fecales, EB: enterobacterias, n: tamaño de muestra

se podría decir que los recuentos son altos para coliformes totales, fecales y enterobacterias para todos los tipos de embutidos.

Respecto a la presencia de bacterias patógenas, se dificulta discernir cuál es el microorganismo predominante en los embutidos crudos de la región Latinoamericana; no obstante se puede advertir que tanto *Salmonella* spp. y *L. monocytogenes* presentan altas prevalencias. A partir de la información recopilada en la Tabla 4, se puede notar que *Salmonella* spp. es la bacteria de mayor monitoreo en Brasil (salchichas), pero también México y Costa Rica la han incluido en sus análisis. No existe una homogeneidad en las prevalencias entre los países, pero si una alta positividad por este microorganismo.

La prevalencia de *Listeria monocytogenes* en las salchichas brasileñas es altamente variable y depende en gran medida del lugar y tipo de estudio (7,18,20,21). Por ejemplo, en el estudio de Miyasaki et al. (20) se emplearon dos metodologías para la determinación de *L. monocytogenes*. Se encontró que, dependiendo de la metodología empleada, se obtienen prevalencias de 29,0% y 42,0% para el método de la Reacción en

Cadena de la Polimerasa (PCR) y recuento en placa, respectivamente.

En el caso de bacterias esporuladas, solamente un estudio realizado en Costa Rica reportó la presencia de *Clostridium perfringens* con recuentos de 5,0 Log UFC/g en una de 50 muestras de chorizo criollo (18). Este recuento está muy por encima de lo establecido por el RTCA que tiene como límite máximo permitido para este patógeno de 2 Log UFC/g. Solamente uno de los estudios consultados analizó la presencia de *E. coli* enterohemorrágica en las muestras de embutidos crudos obteniéndose un resultado negativo (22).

Estrategias empleadas para la prolongación de la vida útil de los embutidos crudos

A nivel latinoamericano, la mayor parte de esfuerzos realizados en pro de la conservación de embutidos crudos se han enfocado en el uso de aditivos con

Tabla 4. Distribución del Estado nutricional de todos los escolares (3 a 15 años) según Tipo de Establecimiento, JUNAEB Región de Magallanes 2009 – 2019

Patógeno	País	Muestra	Medio de cultivo	Prevalencia (%)	Referencia
<i>Salmonella</i> spp.	Costa Rica	Chorizo criollo	Caldo TT, caldo RV, Agar XLD, agar BS y Agar HE	16 (8/50)	(18)
	México	Chorizo	Caldo TT, caldo RV, Agar HE, Agar SB, Agar SS.	32,0 (24/75)	(4)
		Salchicha	Caldo RV, caldo TT, XLT4, BPLS	24,4 (82/336)	(51)
		Salchicha	Caldo TT– Novobiocina y RV. XLD, Agar SS	14,5 (20/138)	(37)
	Brasil	Salchicha	Caldo RV, caldo TT, Agar BS, agar XLD,	0,0 (0/84)	(7)
		Salchichas de cerdo	Caldo TT y caldo RV. Agar BPLS, (XLT4).	27,0 (54/200)	(52)
<i>Clostridium perfringens</i>	Argentina		Leche hierro TSC		(50)
<i>E. coli</i>	Costa Rica	Chorizo criollo	TSC con yema de huevo	2 (1/50)	(18)
	Argentina	Salchicha fresca	Caldo EC	62.20 (196/315)	(50)
	Ecuador	Chorizo	No menciona	Ausente	(22)
	México	Chorizo	Agar EMB	37,3 (28/75)	(4)
<i>Campylobacter</i> spp.	Brasil	Salchicha	Agar Columbia	0,0 (0/138)	(37)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Costa Rica	Chorizo crudo	Caldo <i>Listeria</i> , caldo Fraser, agar OXFORD modificado. CPBC con Xilosa y Ramnosa	10 (5/50)	(18)
		Salchicha	Caldo HF, Caldo Fraser, Agar Palcam	42,0 (42/100)	(20)
	Brasil	Salchicha	Caldo de enriquecimiento <i>Listeria</i> , Caldo Fraser, agar Palcam, Agar Oxford	19,0 (16/84)	(7)
		Salchicha	Caldo Vermont, Caldo Fraser, Agar Oxford,	3,8 (3/80)	(21)

TT: Tetrationato, RV: Rapaport Vasiliadis, XLD: Xilosa Lisina Desoxicolato, BS: Sulfito Bismuto, HE: Hecktoen, SS: *Salmonella Shigella*, BPLS: Verde Brillante-RojoFenol-Lactosa-Sacarosa; TSC: Triptosa Sulfito Cicloserina; EC: *E. coli*; EMB: Eosina-azul de metileno; CPBC: Caldo púrpura bromocresol; HF: Half Fraser

propiedades antimicrobianas y antioxidantes. La información recopilada se muestra en la Tabla 5. Cabe destacar que en el estudio de Perales-Jasso *et al.* (23) no se realizó una muestra control (sin tratamientos), por lo

que no se puede cuantificar el impacto de los aditivos sobre el producto, sin embargo, se observa un efecto en la reducción del crecimiento microbiano gracias al aceite de orégano. Destaca el estudio de Silva *et al.* (22) donde se evalúa el efecto antimicrobiano de

Tabla 5. Estrategias empleadas en estudios latinoamericanos para extender la vida útil de los embutidos crudos

País	Muestra	Tratamiento	Efecto	Referencia
Ecuador	Chorizo	Polifenoles de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) (0%, 2%, 4% y 6%)	Prolongan la vida de anaquel del chorizo. Se reportó un efecto bactericida en contra de coliformes totales en todos los tratamientos. Los recuentos de MTAM no se incrementan aún después de 30 días de almacenamiento.	(22)
México	Chorizo	T1: AEO aceite esencial de orégano mexicano de <i>Lippia berlandieri</i> Schauer al 0,1%, T2: polvo de orégano Mexicano al 0,1%.	Posible efecto inhibitorio sobre MTAM, ya que la población final (al día 7) fue menor a 1 log ₁₀ UFC/g con respecto al valor basal (día 1). No DES entre tratamientos, pero efecto más evidente con el T2. T1 mejora el pH, el color, la textura y las características sensoriales.	(23)
Brasil	Embutidos frescos	T1: 20mg/kg NI + 125μL/Kg AA + 62,5μL/Kg AITC, T2: 20mg/Kg NI + 62,5μL/Kg AA + 125μL/Kg AITC, C. Bacteriófago P100 LISTEX™	Reducen <i>E. coli</i> O157H7 y BAL causantes de deterioro, mantienen la coloración roja y el valor de pH y no afectan negativamente los parámetros sensoriales. Logra una reducción de 2.5 Log UFC de <i>Listeria monocytogenes</i> en los días 0 y 10 de almacenamiento	(43) (21)
	Embutidos crudos	T: extracto de flores macho de Banana inflorescence en concentraciones entre (0,5 y 2)%, C.	Efecto positivo en el control de la oxidación lipídica, sin generar mayores cambios en el pH, el aw, el color ni en la calidad sensorial.	(53)
Colombia		- EEP 8 mg/ml - Nitrito de sodio 0,2g/Kg - alcohol etanólico 96% (control)	EEP y el nitrito tienen un efecto similar sobre bacterias mesófilas, psicrófilas, coliformes totales y fecales.	(24)

T: tratamiento, AE: aceite esencial, DES: diferencia estadísticamente significativa, MTAM: microorganismos totales aerobios mesófilos, AA: aceite esencial de ajo, AITC: alilisotiocianato, NI: nisina Z, BAL: bacterias ácido lácticas, C: control (sin tratamientos), EEP: Extracto etanólico de propóleos.

polifenoles derivados del cacao encontrándose una inhibición completa de las poblaciones evaluadas (MTAM, *E. coli* y coliformes); estas sustancias también tienen propiedades antioxidantes. Gutiérrez-Cortés y Suarez-Mahecha (24), reportaron que el nitrito de sodio podría ser sustituido por extractos etanólicos de propóleos (EEP), ya que estos últimos ejercen una inhibición similar en contra de bacterias mesófilas, psicrófilas, coliformes totales y fecales. Sin embargo, este es el único estudio que se encontró, por lo que pese a su recomendación, se podría necesitar investigaciones más robustas, con una cantidad

diversa de formulaciones y condiciones de almacenamiento, que muestren un efecto inhibitorio en contra de estos microorganismos. Adicionalmente, estos autores mencionan que las muestras fueron empacadas al vacío, por lo que este método de conservación por sí solo podría haber tenido un efecto suprimiendo a los microorganismos.

Algunos estudios han puesto atención al control de bacterias patógenas asociadas con productos de origen animal como *E.*

coli patógena, *Salmonella* y *Clostridium perfringens*; como se mencionó algunos estudios con chorizos latinoamericanos han confirmado su presencia en muestras obtenidas a nivel comercial. En este sentido, se reportó que los EEP ejercen una acción bactericida *in vitro* sobre *Salmonella* spp., *Clostridium* spp., *E. coli* y *Staphylococcus aureus*, sin embargo, esto no fue evaluado en la matriz alimentaria (24).

Discusión

En Latinoamérica los embutidos en general forman parte de la dieta básica en los hogares. En este sentido, el control de la calidad de los embutidos es indispensable, no solo con fines comerciales para la industria alimentaria, sino también con fines regulatorios (25,26).

En cuanto al perfil microbiológico, cada país se rige por normas y reglamentos que determinan los límites máximos permitidos en los productos y no son valores estándar de todo Latinoamérica. Por ejemplo, González-Tenorio *et al.* (2012) (14) mencionan que en México no existía hasta hace algunos años una norma que establezca límites específicos para embutidos frescos como si los hay para aquellos productos cárnicos troceados y curados; y curados y madurados. En Centroamérica rige el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) (27) el cual establece especificaciones para testear *E. coli* en productos cárnicos crudos. Como se mencionó, el uso de MTAM es común sin embargo, no es parte de las reglamentaciones regionales pero es coincidente con los lineamientos de laboratorio de USDA (para la compra de productos cárnicos que se utilizarán en programas escolares) donde se indica la utilidad de los recuentos totales aerobios mesófilos para valorar la sanidad de productos cárnicos crudos (28).

El uso amplio de MTAM y las BAL se explica en virtud que representan las poblaciones microbiológicas más sensibles para determinar la vida útil y el nivel de estabilidad de productos de origen animal (29). Con

respecto al perfil microbiológico del producto final, los resultados reflejan una predominancia de los MTAM. Asimismo, los altos niveles de BAL detectados indican que aún cuando el proceso de muchos de estos productos no lo describe, estos podrían experimentar un proceso de fermentación espontánea (7,14). Según estos datos se observa una relación estrecha entre los niveles de BAL y MTAM, sugiriendo que en la mayoría de los casos la población responsable del deterioro podrían ser BAL facultativas, posiblemente hetero fermentadoras.

No queda claro a partir de los estudios si estos niveles corresponden con cargas iniciales altas de la materia prima utilizada en la fabricación de los chorizos o si representan muestras con un estado real de deterioro; tampoco está claro si los recuentos encontrados efectivamente corresponden con pérdida de las propiedades sensoriales del producto ya que ningún estudio ha valorado esta relación entre los recuentos y cambios a nivel sensorial. De todas formas, se ha establecido que cuando los recuentos bacterianos de estos indicadores se sitúan por encima de 7,0 Log UFC/g, se presenta un deterioro significativo de los productos cárnicos (29).

Un detalle importante es que la mayoría de estos productos son fabricados de forma artesanal, aunque también se han reportado niveles altos de contaminación aún en embutidos fabricados de manera industrial de manera artesanal. (19) Lo anterior pese a que estos productos podrían contener factores como el pH bajo del producto (por acumulación de ácido láctico de las BAL) y la presencia de ciertas especias con propiedades antimicrobianas que limitan el crecimiento microbiano.

A pesar de que es requerido almacenar los embutidos crudos a temperaturas de refrigeración, el análisis de psicrotrofos fue poco frecuente en todos los países estudiados. Aunque las poblaciones psicrotrofas juegan un papel relevante en el deterioro de productos cárnicos almacenados en refrigeración (5), un aspecto importante es que la vida de anaquel de los embutidos crudos es corta en comparación con los productos procesados; esto quiere decir que una población eminentemente psicrotrofa tendría poco espacio para una replicación activa. En este sentido, la población de MTAM representaría de mejor manera el perfil microbiológico del producto. Por otro lado, la determinación de micrococáceas no es lo usual en Latinoamérica. Esto puede ser consecuencia del tipo de producto que se tiende a comercializar en

cada país, ya que los micrococáceas son importantes en productos fermentados puesto que enriquecen el proceso fermentativo al potenciar la estabilidad del color y prevenir la rancidez (26).

De manera general, la comparación entre estudios es compleja debido a que la producción de estos embutidos no está estandarizada, y en ocasiones se basan en procedimientos tradicionales empíricos, cuya 'receta' a menudo es transmitida entre generaciones (11,17,30,31). Además de las variantes a nivel de procesamiento, la naturaleza de los ingredientes empleados en la manufactura de los embutidos refuerza estas diferencias en términos de calidad (4). Asimismo, se nota una diversidad importante en el diseño de los estudios. Se detectaron diferencias importantes entre los medios de cultivo utilizados y la época del año en que se realiza el estudio. De igual forma, la metodología de identificación empleada puede repercutir en los hallazgos. Por ejemplo, el PCR tiene ciertas limitaciones ya que la prevalencia de microorganismos puede ser menor mediante esta técnica en comparación con el recuento tradicional en placa (20).

Desde el punto de vista de inocuidad, la búsqueda en la literatura demostró que en Latinoamérica el análisis de enterobacterias y *S. aureus* es poco usual pese a que este último es un buen indicador de la correcta manipulación de alimentos y la presencia de su toxina termoestable representa un riesgo de salud pública relevante. Su falta de análisis podría relacionarse en el hecho de que no se incluyen dentro de las normativas que regulan la calidad de los embutidos crudos (27). En su mayoría, los coliformes fecales y totales se toman como referencia.

Se observó también que el uso de *E. coli* como indicador de seguridad no es usual, a pesar de ser el indicador de contaminación fecal ideal al evitar los falsos positivos dados por *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (32).

La información anterior sugiere que los embutidos frescos podrían ser riesgosos para el consumidor latinoamericano ya que refleja de manera consistente una calidad sanitaria baja. Por ejemplo, Becerril et al. (4) indican que en México los valores máximos de coliformes fecales no están señalados en la norma oficial mexicana empleada en su investigación, pero que a pesar de ello, los resultados sugieren que el producto podría representar un factor de riesgo latente para la salud del consumidor. Los autores indican

que dentro de las razones que provocan las deficientes condiciones higiénicas se encuentran la baja calidad de la materia prima utilizada, los fallos en la cadena del frío durante los procesos de manufactura y comercialización, así como la falta de espacios de almacenamiento adecuados para los materiales crudos y la ausencia de un plan de limpieza para los contenedores. Asimismo, de acuerdo con su normativa, recomiendan asegurar un correcto grado de cocción para contrarrestar la baja calidad encontrada.

Asimismo, González-Tenorio et al. (14), afirman que los recuentos de enterobacterias detectados en su estudio tampoco se pueden considerar bajos o correspondientes con buena calidad higiénica, aun cuando son inferiores a los reportados por trabajos previos. Por otra parte, Soares et al. (7) mencionan que a pesar de que en la actualidad el recuento de enterobacterias no se encuentra normado en su país, sus resultados orientan a la necesidad de reforzar las condiciones higiénicas de procesamiento de los embutidos frescos. En Centro América aplica el reglamento RTCA 67.04.50:08 (según el Decreto 41420-COMEX-S-SMEIC de 2018), indica que para las carnes curadas crudas (chorizo) el límite máximo permitido para *Escherichia coli* es de 2 Log UFC/g (27). Por tanto, el chorizo costarricense está muy por encima de este nivel lo que sugiere que existe una alta carga fecal en el producto (18). Los resultados observados se podrían explicar por un desconocimiento general sobre las estrategias básicas para mejorar el perfil microbiológico de este tipo de productos y su inocuidad, por ejemplo, por medio del control de la cadena de frío. Algunos manuales de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés) ofrecen pautas para el manejo de productos cárnicos no procesados (33).

En general, los estudios disponibles son muy pocos y se observa una gran variabilidad en las metodologías empleadas para determinar a este grupo de microorganismos. Mientras que en algunos estudios se realiza recuento en placa (15, 11,4), en otros se utiliza el método de número más probable (NMP) (2,34). Es necesario la armonización de las

metodologías de análisis por medio de investigaciones conjuntas, que involucren a los expertos en los distintos países de la región; esfuerzos similares se han realizado en otros contextos relacionados con dificultades en la interpretación de resultados microbiológicos por falta de tecnologías estandarizadas (35).

Con respecto a la presencia de patógenos, varias muestras se han reportado positivas por *Salmonella* spp., muy probablemente por la presencia de carne de pollo fresco en algunos productos; sin embargo, su presencia podría deberse también a las materias primas no cárnicas como los condimentos utilizados que han sido altamente asociados a este patógeno (36). Por otro lado, la bacteria menos estudiada es *Campylobacter* spp., con un solo estudio reportado y con una prevalencia negativa (37). Esto es concordante con lo esperado ya que este microorganismo no se asocia a ninguno de los ingredientes utilizados en embutidos frescos, pero también a su alta sensibilidad a niveles altos de sal y otros condimentos.

La presencia de *L. monocytogenes* en productos frescos no es extraña ya que, por su naturaleza ubicua, esta se encuentra ampliamente distribuida en el ambiente y su capacidad de formar biopelículas le permiten prevalecer en las plantas de procesamiento por largos periodos de tiempo (38). Aunque en Centro América, los embutidos frescos no están reglamentados para *Listeria monocytogenes*, es importante tomar las medidas necesarias para su control a nivel de procesamiento, donde es relevante la sanitización exhaustiva de las superficies en contacto con los alimentos para prevenir la contaminación cruzada. Con respecto a la determinación de *E. coli* como patógeno, se registró que a nivel latinoamericano no se encuentra dentro de los microorganismos más estudiados en embutidos a diferencia de *Salmonella* spp. y *L. monocytogenes* que han sido reportados en varias investigaciones. Estos hallazgos, advierten y reafirman el papel de los productos cárnicos como vehículos de agentes zoonóticos que históricamente se han visto implicados en brotes por el consumo de carne; de hecho, la presencia de estos

patógenos en la cadena de producción se considera la mayor causa de enfermedades gastrointestinales a nivel mundial (39,40). En ciertas ocasiones se ha detectado que, con la finalidad de abaratar costos, se han adulterado las formulaciones, ya sea al emplear carnes distintas a las permitidas o al usarlas en diferente proporción, lo cual también compromete la seguridad del producto (41).

La revisión de la literatura evidenció que la mayor parte de las nuevas estrategias empleadas para la prolongación de la vida útil de los embutidos crudos se basan en el uso de aditivos naturales, los cuales también ofrecen la ventaja de ser sustitutos más saludables. La preferencia por esta metodología puede estar influenciada por la necesidad de buscar alternativas cada vez más beneficiosas para la salud, esto con la finalidad de ajustarse a la tendencia mundial de los consumidores hacia un mejor estilo de vida, especialmente luego de que algunos preservantes sintéticos se han asociado con efectos secundarios perjudiciales (42). No obstante, es importante resaltar que la cantidad de investigaciones llevadas a cabo a nivel latinoamericano es limitada.

Al igual que para el resto de determinaciones, comparar estudios y establecer relaciones sobre cuál es la estrategia más efectiva en la prolongación de la vida útil de los embutidos crudos es complicado debido a la amplia variabilidad encontrada, no solo en el tipo de embutido, cuya composición puede interferir en la efectividad del componente a evaluar (43); también es importante el tipo y concentración del microorganismo por tratar, la diversidad de aditivos y concentraciones (de antimicrobianos, antioxidantes y gases) empleadas y la cantidad de posibles combinaciones de las estrategias (34). Es importante recalcar que los embutidos frescos son comúnmente almacenados en condiciones aerobias, sin ningún tipo de empaque especial, y a nivel artesanal pueden ser almacenados sin un control de temperatura con formulaciones que pueden variar significativamente. En este sentido, una sola formulación evaluada no puede ser representativa para todos los tipos de productos que se pueden encontrar en el mercado latinoamericano. Es importante tomar en cuenta que algunos ingredientes de uso común en embutidos como la sal, los fosfatos, las especias y algunas hierbas podrían tener efecto antimicrobiano por sí solos; de manera similar, las BAL presentes en el producto podrían generar efecto inhibitorio sobre otras bacterias por competencia o generación de bacteriocinas.

No obstante, se esperaba obtener los mejores resultados al extender el espectro de cobertura en la preservación mediante la aplicación de metodologías en forma combinada, ya que se atacan distintos blancos simultáneamente, interfiriendo con el crecimiento microbiano de manera más eficaz; además, dicha estrategia permite aplicar los métodos bajo intensidades más leves, previniendo el desarrollo de cambios indeseables a nivel nutritivo y sensorial (44,45).

También se percibió que son pocas las investigaciones enfocadas en la aplicación de métodos de preservación menos convencionales como lo son: el tratamiento con altas presiones hidrostáticas, el empaque activo, el revestimiento bioactivo comestible, la tecnología del plasma, entre otros. Estas tecnologías son igualmente prometedoras, ya que previamente han demostrado ser efectivas en la preservación de otros productos cárnicos, de manera que el campo de investigación es amplio y aún resta mucho por experimentar (46-49).

Los bacteriófagos se han presentado como una alternativa importante para los productos cárnicos y presentan reducciones importantes en embutidos frescos (21). En general, no se encontraron suficientes reportes científicos que ayuden a concluir cuáles son los agentes antimicrobianos más utilizados en los embutidos frescos. Es importante destacar que a nivel artesanal es muy probable que estos compuestos no sean tan utilizados como si lo podrían ser por industrias que producen a gran escala.

Conclusiones

En la región latinoamericana no existen estudios consensuados sobre la calidad de embutidos crudos que forman parte de la dieta tradicional en muchos países. Sin embargo, la revisión de literatura evidencia el uso de indicadores microbiológicos comunes como los son los MTAM y BAL. En general, los estudios microbiológicos encontrados confirman bajos estándares de calidad en términos de estabilidad, presencia de indicadores de inocuidad y aislamiento de patógenos bacterianos. Un factor muy importante que impacta la calidad microbiológica es el proceso de manufactura de este tipo de productos. Una proporción importante de los embutidos crudos en la región se produce de manera artesanal en puntos de ventas como lo son las carnicerías, donde tienen mayor riesgo de estar contaminados con microorganismos de deterioro y patógenos comparados con aquellos

que se producen en ambientes industriales. Con el fin de armonizar la interpretación y los esfuerzos por buscar mejoras, es necesario el desarrollo de estudios coordinados entre expertos de distintos países. Esto debe extenderse a los estudios dirigidos a mejorar la estabilidad de los embutidos crudos, donde se sugiere el dar prioridad a estrategias de conservación naturales, de bajo costo y que se puedan combinar con tecnologías de procesamiento y empaque para aumentar la efectividad de los tratamientos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica [Proyecto B9 037] por el financiamiento a este proyecto.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

1. Šojić B, Pavlić B, Zeković Z, Tomović V, Ikončić P, Kocić-Tanackov S, et al. The effect of essential oil and extract from sage (*Salvia officinalis* L.) herbal dust (food industry by-product) on the oxidative and microbiological stability of fresh pork sausages. LWT. 2018;89:749-55. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.055>
2. U.S. Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service. Sausages and Food Safety. Disponible en: <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/meat/sausages-and-food-safety>
3. Norma Oficial de Productos Cárnicos. Clasificación y Características. Disponible en: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=64365&nValor3=74631&strTipM=TC
4. Becerril Sánchez AL, Dublán García O, Domínguez-López A, Arizmendi Coterio D, Quintero-Salazar B. La calidad sanitaria del chorizo rojo tradicional que se comercializa en la ciudad de Toluca, Estado de México. Rev Mex Cienc Pecu. 8 de enero de 2019 2023;10(1):172-185. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4344>
5. Ramos D, San Martín V, Rebatta M, Arbaiza T, Salvá B, Caro I, et al. Características

- fisicoquímicas de la salchicha de cerdo del departamento de Tumbes, Perú. *Salud Tecnol Vet.* 2015;2(2):120-8. <https://doi.org/10.20453/stv.v2i2.2249>
6. Calvo-Arrieta K, Matamoros-Montoya K, Arias-Echandi ML, Huete-Soto A, Redondo-Solano M. Presence of *Listeria monocytogenes* in Ready-to-Eat Meat Products Sold at Retail Stores in Costa Rica and Analysis of Contributing Factors. *J Food Prot.* octubre de 2021;84(10):1729-40. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-020>
 7. Soares VM, Padilha MB, Guerra ME de M, Schneider FA, Gasparetto R, Santos EAR dos, et al. Identification of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, and indicator microorganisms in commercialized raw meats and fresh sausages from Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brazil. *Ciênc Rural.* 2021;51(6):1-8. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200569>
 8. Cocolin L, Rantsiou K, Iacumin L, Urso R, Cantoni C, Comi G. Study of the Ecology of Fresh Sausages and Characterization of Populations of Lactic Acid Bacteria by Molecular Methods. *Appl Environ Microbiol.* 2004;70(4):1883-94. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.4.1883-1894.2004>
 9. Zwirzitz B, Wetzels SU, Dixon ED, Stessl B, Zaiser A, Rabanser I, et al. The sources and transmission routes of microbial populations throughout a meat processing facility. *Npj Biofilms Microbiomes.* 2020;6(1):26. <https://doi.org/10.1038/s41522-020-0136-z>
 10. Holck A, Axelsson L, McLeod A, Rode TM, Heir E. Health and Safety Considerations of Fermented Sausages. *J Food Qual.* 2017;2017:1-25. <https://doi.org/10.1155/2017/9753894>
 11. Tirado D, Acevedo D, Universidad de Cartagena, Montero P, Universidad de Cartagena. Calidad microbiológica, fisicoquímica, determinación de nitritos y textura de chorizos comercializados en Cartagena (Colombia). *Rev UDCA Actual Divulg Científica.* 2023;18(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n1.2015.469>
 12. Ed-Dra A, Filali FR, El Allaoui A, Sfindla A. Occurrence of *Clostridium perfringens* in sausages sold in Meknes city, Morocco. *Open Vet J.* 2017;7(4):323. <https://doi.org/10.4314/ovj.v7i4.6>
 13. Odeyemi OA, Alegbeleye OO, Strateva M, Stratev D. Understanding spoilage microbial community and spoilage mechanisms in foods of animal origin. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2020;19(2):311-31. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12526>
 14. González-Tenorio R, Caro I, Soto S, Rodríguez-Pastrana B, Mateo J. Microbiological characteristics of four 'chorizo' types commercialized in Hidalgo State, Mexico. *Nacameh.* 2012;6:25-32. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/nacameh/2012v6n2/Gonzalez>
 15. Lonergan SM, Topel DG, Marple DN. The science of animal growth and meat technology. Second edition. London; San Diego, CA: Elsevier/ Academic Press; 2019. 280 p.
 16. Akman I.P. Trends in Sausage Production. *Afr J Food Sci Technol.* 2017;08(05). <https://doi.org/10.14303/ajfst.2017.089>
 17. González-Tenorio R, Totosa A, Caro I, Mateo J. Caracterización de Propiedades Químicas y Fisicoquímicas de Chorizos Comercializados en la Zona Centro de México. *Inf Tecnológica.* 2013;24(2):3-14. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000200002>
 18. Redondo-Solano M, Cordero-Calderón V, Araya-Morice A. Calidad microbiológica del chorizo crudo expendido en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica. *Agron Mesoam.* 2022;50999. <https://doi.org/10.15517/am.v34i1.50999>
 19. Dias FS, Ramos CL, Schwan RF. Characterization of spoilage bacteria in pork sausage by PCR-DGGE analysis. *Food Sci Technol.* 2013;33(3):468-74. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000079>
 20. Miyasaka KN, Chiarini E, Sant'Ana A de S, Destro MT, Landgraf M, Franco BDG de M. High prevalence, low counts and uncommon serotypes of *Listeria monocytogenes* in linguça, a Brazilian fresh pork sausage. *Meat Sci.* 2009;83(3):523-7. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.037>
 21. Rossi LPR, Almeida RCC, Lopes LS, Figueiredo ACL, Ramos MPP, Almeida PF. Occurrence of *Listeria* spp. in Brazilian fresh sausage and control of *Listeria monocytogenes* using bacteriophage P100. *Food Control.* 2011;22(6):954-8. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.12.001>
 22. Silva L, Pérez M, Bravo L, Radice M, Sánchez J, Andino M. Cocoa polyphenols (*Theobroma cacao*) as natural Amazonian antioxidant in sausage fresh. in *Proceedings of the MOL2NET 2017, Conference on Molecular, Biomed., Comput. & Network Science and Engineering*, 3rd ed. MDPI; 2017. Basel, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/mol2net-03-05048>
 23. Perales-Jasso YJ, Gamez-Noyola SA, Aranda-Ruiz J, Hernandez-Martinez CA, Gutierrez-Soto G, Luna-Maldonado AI, et al. Oregano powder substitution and shelf life in pork chorizo using Mexican oregano essential oil. *Food Sci Nutr.* 2018;6(5):1254-60. <https://doi.org/10.1002/fsn3.668>
 24. Gutiérrez-Cortés C, Suarez-Mahecha H. Efecto conservante de propóleos en chorizo. *Vitae.* 1 de abril de 2012;19:S159-61.
 25. Sirangelo TM. New Approaches to Study Fresh Pork Sausage Microbiota. *Int J Res Stud Microbiol Biotechnol.* 2018;4(2). <https://doi.org/10.20431/2454-9428.0402001>
 26. Wang Z, Wang Z, Ji L, Zhang J, Zhao Z, Zhang R, et al. A Review: Microbial Diversity and Function of Fermented Meat Products in China. *Front Microbiol.* 2021;12:645435. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.645435>
 27. Presidencia de la República, Ministerio de Comercio Exterior y de Salud, Ministerio de Agricultura y Ganadería & Ministerio de Economía Industria y Comercio. (2018 diciembre, 21). Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos.
 28. U.S. Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Services. Microbiological Testing of AMS Purchased Meat, Poultry and Egg Commodities. Disponible en: <https://www.ams.usda.gov/resources/microbiological-testing>

29. Redondo-Solano M, Guzmán-Saborío P, Ramírez-Chavarría F, Chaves-Ulate C, Araya-Quesada Y, Araya-Morice A. Effect of the type of packaging on the shelf life of ground rabbit meat. *Food Sci Technol Int*. 2022;28(2):190-9. <https://doi.org/10.1177/10820132211003705>
30. García Fontan M, Lorenzo J, Parada A, Franco I, Carballo J. Microbiological characteristics of "androlla", a Spanish traditional pork sausage. *Food Microbiol*. 2007;24(1):52-8. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.03.007>
31. Carballo J. Sausages: Nutrition, Safety, Processing and Quality Improvement. *Foods*. 2021;10(4):890. <https://doi.org/10.3390/foods10040890>
32. Montville T, Matthews K. *Food Microbiology: An Introduction*. Segunda. 2008.
33. U.S.Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service. Modelo HACCP general para productos cárnicos y avícolas no perecederos, sin tratamiento térmico. Disponible en: https://www.adiveter.com/ftp_public/articulo1898.pdf
34. Graciano Cristóbal MJ, Sumaya Martínez MT, Balois-Morales R, Rodríguez Carpena JG, Jiménez Ruiz EI, Madrigal Santillán EO, et al. Efecto antimicrobiano de aditivos naturales en carne de cerdo cruda. *Acta Agríc Pecú*. 2017;3(2). <https://doi.org/10.30973/aap/2017.3.2/2>
35. Limbago B, Thompson AD, Greene SA, MacCannell D, MacGowan CE, Jolbitado B, et al. Development of a consensus method for culture of *Clostridium difficile* from meat and its use in a survey of U.S. retail meats. *Food Microbiol*. 2012;32(2):448-51. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.08.005>
36. Zhang G, Hu L, Pouillot R, Tatavarthy A, Van Doren JM, Kleinmeier D, et al. Prevalence of Salmonella in 11 Spices Offered for Sale from Retail Establishments and in Imported Shipments Offered for Entry to the United States. *J Food Prot*. 2018;80(11):1791-805. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.002>
37. Ristori CA, Rowlands REG, Martins CG, Barbosa ML, dos Santos LF, Jakabi M, et al. Assessment of Consumer Exposure to Salmonella spp., Campylobacter spp., and Shiga Toxin-Producing Escherichia coli in Meat Products at Retail in the City of Sao Paulo, Brazil. *Foodborne Pathog Dis*. 2017;14(8):447-53. <https://doi.org/10.1089/fpd.2016.2270>
38. Colagiorgi A, Bruini I, Di Ciccio PA, Zanardi E, Ghidini S, Ianieri A. Listeria monocytogenes Biofilms in the Wonderland of Food Industry. *Pathogens*. 2017;6(3):41. <https://doi.org/10.3390/pathogens6030041>
39. Rodríguez Torrens H, Barreto Argilagos G, Sedrés Cabrera M, Guevara Viera G, Bertot Valdés J. Los cárnicos: vehículos principales en los brotes de enfermedades alimentarias bacterianas en Camagüey, Cuba. *REDVET Rev Electrónica Vet*. 2013;14(3):1-8.
40. Heredia N, Dávila-Aviña J, Solís L, García S. Productos cárnicos: principales patógenos y estrategias no térmicas de control Meat products: main pathogens and non-thermal control strategies. *Nacameh*. 2014;8:20-42. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dCBS/nacameh/2014v8s1/Heredia>
41. Kilic B. Current trends in traditional Turkish meat products and cuisine. *LWT - Food Sci Technol*. 2009;42(10):1581-9. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.05.016>
42. Hugo CJ, Hugo A. Current trends in natural preservatives for fresh sausage products. *Trends Food Sci Technol*. 2015;45(1):12-23. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.05.003>
43. Araújo MK, Gumiela AM, Bordin K, Luciano FB, Macedo REF de. Combination of garlic essential oil, allyl isothiocyanate, and nisin Z as bio-preservatives in fresh sausage. *Meat Sci*. 2018;143:177-83. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.002>
44. Rodríguez-Sauceda E. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai Rev Soc Cult Desarro Sustentable*. 2011;7:153-70.
45. Kour M, Gupta N, Sood M, Bandral JD, Fozia, Hameed, et al. "Hurdle technology: A review." 2019.
46. Pal M, Devrani M. Application of Various Techniques for Meat Preservation. *J Exp Food Chem*. 2018;04(01). <https://doi.org/10.4172/2472-0542.1000134>
47. Zhou GH, Xu XL, Liu Y. Preservation technologies for fresh meat – A review. *Meat Sci*. 2010;86(1):119-28. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.033>
48. ur Rahman U, Sahar A, Ishaq A, Aadil RM, Zahoor T, Ahmad MH. Advanced meat preservation methods: A mini review. *J Food Saf*. 2018;38(4):e12467. <https://doi.org/10.1111/jfs.12467>
49. Rudy M, Kucharyk S, Duma-Kocan P, Stanisławczyk R, Gil M. Unconventional Methods of Preserving Meat Products and Their Impact on Health and the Environment. *Sustainability*. 2020;12(15):5948. <https://doi.org/10.3390/su12155948>
50. Stagnitta PV, Micalizzi B, De Guzmán AMS. Prevalence of Some Bacteria Yeasts and Molds in Meat Foods in San Luis, Argentina. *Cent Eur J Public Health*. 2006;14(3):141-4. <https://doi.org/10.21101/cejph.a3378>
51. Mürmann L, dos Santos MC, Cardoso M. Prevalence, genetic characterization and antimicrobial resistance of Salmonella isolated from fresh pork sausages in Porto Alegre, Brazil. *Food Control*. 2009;20(3):191-5. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.04.007>
52. Spricigo DA, Matsumoto SR, Espíndola ML, Ferraz SM. Prevalência, quantificação e resistência a antimicrobianos de sorovares de Salmonella isolados de lingüiça frescal suína. *Ciênc E Tecnol Aliment*. 2008;28(4):779-85. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400003>
53. Rodrigues AS, Kubota EH, da Silva CG, dos Santos Alves J, Hautrive TP, Rodrigues GS, et al. Banana inflorescences: A cheap raw material with great potential to be used as a natural antioxidant in meat products. *Meat Sci*. 2020;161:107991. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107991>

Recibido: 30/04/2023
Aceptado: 23/06/2023