

Ingredientes de origen natural como alternativa para incrementar la vida útil de los productos cárnicos: Una revisión sistemática

Julián López-Jaramillo¹, Luisa Fernanda Rojas¹

¹Universidad de Antioquia, Grupo Biotransformación - Escuela de Microbiología, Calle 70 No 52-21, Medellín, Colombia

Resumen

Los embutidos son consumidos en muchas partes del mundo y dado que son preparados principalmente con proteína cárnica o vegetariana, pueden representar riesgos para la salud pública por su origen. En este sentido, el uso de conservantes y aditivos es muy común para garantizar sus características organolépticas, alargar la vida útil y brindarle nuevas características al producto para hacerlos más apetecible para el mercado. Los conservantes naturales vienen siendo un foco de atención en las últimas décadas, especialmente aquellos derivados de plantas, hortalizas y otros sistemas biológicos que involucran métodos de producción amigables con el ambiente, ya que son más seguros para el consumo humano. La presente revisión se enfocó analizar las alternativas de conservantes naturales para embutidos y cómo ha evolucionado en los últimos 10 años, sus métodos de obtención y su eficacia para garantizar la vida útil con perspectivas al desarrollo de negocios sostenibles. Para este propósito, se realizó una revisión sistemática descriptiva en la base de datos *ScienceDirect*, donde generaron 205 resultados empleando las palabras clave seleccionadas. A partir de los criterios de exclusión utilizados fueron seleccionados 22 publicaciones acorde al tipo de conservante natural utilizado, método, tiempo de vida útil del producto evaluado y forma de obtención del conservante natural. Los conservantes naturales empleados fueron categorizados como conservantes a base de plantas aromáticas, conservantes a base de compuestos fenólicos derivados de plantas, conservantes a base de hortalizas y conservantes derivados de nuevas tecnologías. Dentro los resultados más relevantes, se encontró que el uso de compuestos fenólicos presenta ventajas comparativas en la disminución de la oxidación de los productos cárnicos, así como en la inhibición de microorganismos patógenos, extendiendo la vida útil de los mismos. Un parámetro importante para considerar por la industria cárnica, que garantice la usabilidad de estos productos es lograr el menor grado de afectación en la calidad sensorial de los productos.

Palabras clave: Productos cárnicos, embutidos, conservantes naturales, estudios de vida útil, métodos de extracción.

Keywords: Meat products, sausages, jam, natural preservatives, *shelflife* studies, extraction methods.

Introducción

Con el fin de preservar los productos cárnicos o de ofrecer nuevas características para hacerlos aún más apetecidos por los consumidores, es común el uso de diferentes aditivos, tales como nitratos, nitritos y sodio, entre otros (Parpia et al., 2018). Entre las características más buscadas sobre este tipo de productos, es la conservación de su calidad microbiológica, brindar coloración, regular la acidez y aumentar la intensidad del sabor, entre otras. Sin embargo, algunos de los aditivos artificiales utilizados en una dosis mayor a la ingesta estipulada por las entidades de salud pública, pueden a largo plazo tener efectos negativos en las personas y especialmente en los niños (Matsyura et al., 2020).

Los nitritos y nitratos están siendo estrictamente regulados debido a que generan compuestos cancerígenos y mutagénicos tales como las N-nitrosaminas que se producen por la interacción entre los nitratos y las aminos secundarias generadas en diferentes etapas de procesamiento y almacenamiento de los embutidos; estos compuestos tóxicos están relacionados con tumores de esófago, hígado, estómago y cerebro (Eisinaité et al., 2020). Diferentes estudios han revelado que debido al exceso de nitritos en embutidos tipo salchichas caseras, se ha producido intoxicación alimentaria provocando hasta la muerte por una enfermedad conocida como metahemoglobinemia la cual es generada debido a la oxidación de la hemoglobina, disminuyendo la cantidad de oxígeno que se libera desde la hemoglobina (Cvetković et al., 2019). Los fosfatos son excretados fácilmente por los riñones pero las personas que sufren enfermedades renales crónicas, deben controlar la ingesta dietética de fosfato para evitar la aparición de hiperfosfatemia (Calvo & Uribarri, 2013); esta es una disfunción que cursa con una elevada concentración de fosforo sérico que desempeña una función esencial en el mantenimiento de la homeostasis del calcio (Carretero, 2009). El exceso de fosfato reduce la absorción de calcio, lo que conduce a enfermedades óseas incluso en individuos sanos (Takeda et al., 2014). Los anteriores, son algunos ejemplos del efecto nocivo que conlleva el uso prolongado de aditivos artificiales, especialmente tras la ingesta de embutidos.

Con el fin de reducir los problemas de salud pública generados por los diferentes aditivos sintéticos utilizados en la industria alimentaria, se buscan alternativas de tipo natural que tengan la capacidad de mostrar resultados similares a los esperados con los aditivos anteriormente mencionados, como lo son, evitar el deterioro microbiano durante el tiempo de almacenamiento, inhibir la presencia de patógenos como *Listeria monocytogenes* y disminuir la presencia de nitrito residual sin causar daños a la salud. Por lo anterior, en los últimos años se ha venido incrementando el mercado de alimentos saludables (Ylitalo et al., 2019). Este tipo de mercados demanda el uso de productos bajos en grasa, reducidos en sodio, alto contenido de fibra, y en el caso de los productos cárnicos, que estén libres

de nitratos y nitritos. En el mercado, se vienen ofertando aditivos naturales como lo son los polifenoles, los cuales presentan actividad antimicrobiana, antioxidante y en algunos casos pueden ser colorantes (F. F. de Araújo et al., 2021). Entre los regulados y aprobados para ser utilizados en los diversos derivados cárnicos procesados para mejorar la coloración de los productos, se encuentran la curcumina (E100), los carmines (E120), el caramelo (E150 a-d), el extracto de pimentón (E160-C) y el rojo de remolacha (E162), entre otros.

Diferentes investigadores han realizado estudios con extractos vegetales que presentan estas propiedades como alternativa al uso de nitratos y nitritos sintéticos; por ejemplo, el apio liofilizado como fuente indirecta de nitratos permite mantener la calidad y la seguridad del alimento (Eisinaité et al., 2020). También se encuentra el polvo de rábano (*Raphanus sativus*) y remolacha (*Beta vulgaris*) (Sucu & Turp, 2018), este es utilizado principalmente en embutidos secos fermentados, las principales propiedades de estos son la capacidad antioxidante y el contenido de nitratos.

Otra alternativa encontrada es el extracto de perejil, que al igual que los anteriores, también es una buena fuente de nitratos naturales pero que además tiene la propiedad adicional de poseer menor potencial alergénico que otros aditivos naturales como el extracto de apio (Riel et al., 2017). Finalmente, también se encuentran aceites esenciales como el aceite de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) con capacidad antioxidante y antiinflamatoria, principalmente debido a la presencia de monoterpenos oxigenados como el linalol, que proporcionan una protección contra la degradación oxidativa por los radicales libres de los alimentos y también cuenta con propiedades antimicrobianas contra un amplio espectro de bacterias transmitidas por los alimentos (Šojić et al., 2019).

Los extractos naturales si bien son una alternativa al uso de aditivos sintéticos, estos tienen como desventaja la baja disponibilidad de material vegetal para obtener suficiente cantidad de extracto, además de que muchos de los procesos involucrados para la extracción de los compuestos activos de plantas implican el uso de solventes, que representa un impacto negativo a nivel económico y ambiental. Es en este sentido, donde no solo es importante la efectividad del ingrediente activo desde el punto de vista microbiológico y citotóxico, sino su componente sostenible donde se presente un balance entre el eje social, económico y ambiental.

Modelos de producción de ingredientes vegetales que cumplan con este criterio de sostenibilidad y efectividad son por ejemplo, la producción y comercialización de compuestos bioactivos de hojas de olivo brasileño (*Olea europaea* L) (Elnahas et al., 2021) obtenidos mediante extracción asistida por microondas. El olivo es una planta frutal de la familia Olaceae, esta se cultiva en muchas partes del mundo donde un 90% de estos se encuentran en el mar mediterráneo pero estos se han ido expandiendo hacia el continente americano especialmente en Brasil donde se encuentran campos extensos de cultivos de olivo siendo este un producto muy apetecido en el mercado para la obtención de aceite de oliva demostrando así la importancia económica y social de este para hacer un aprovechamiento de cualquiera de los subproductos de los olivares. Las hojas de olivo se

consideran un subproducto generado en grandes cantidades (alrededor de 25 kg de hojas y ramas por árbol podado) por tanto a partir de estas se obtienen los compuestos bioactivos con capacidad antioxidante y antimicrobiana haciéndolo así una alternativa como conservante (Renata et al., 2021)

En la industria de alimentos se genera alta cantidad de residuos los cuales deben ser abordados para mitigar el impacto ambiental, muchos de estos cuentan con un alto valor agregado de los cuales se pueden obtener compuestos valiosos, cuya extracción pueda implicar una estrategia sostenible. La vinificación es una industria que genera alto contenido de residuos como lo son semillas, orujos y tallos de la uva, a partir de estos se pueden realizar recuperaciones de compuestos bioactivos como lo son los compuestos polifenólicos remanentes que son importantes fitoquímicos con altas actividades antioxidantes y antimicrobianas lo que lo hacen productos útiles como conservantes naturales, Para realizar la extracción de estos compuestos bioactivos se utilizan métodos de extracción reconocidos como seguros (GRAS) como lo son extracción líquida a presión y extracción asistida por ultrasonido siendo este último el que tiene mayores propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Poveda et al., 2018). Finalmente, para determinar la efectividad de estos ingredientes naturales obtenidos es importante aplicar pruebas para estimar la vida útil del alimento, tradicionalmente se utilizan estudios en tiempo real, pero con los años han aumentado el número de investigaciones en la que se utilizan modelos predictivos para predecir la utilidad de esos ingredientes sobre el crecimiento microbiano en alimentos cárnicos.

Frente a todas estas alternativas que ofrecen los productos naturales para su inclusión como aditivos naturales, surgen varias preguntas acerca de su costo, disponibilidad, efectividad y sobre todo de seguridad, ya que a pesar de que los compuestos naturales tienen ventajas en la salud sobre los aditivos artificiales, los extractos vegetales también pueden ser tóxicos. En este sentido, la presente revisión sistemática pretende analizar las investigaciones más recientes sobre aditivos naturales, enfocando su aplicación y efectividad en productos cárnicos procesados, enmarcado en la pregunta: ¿Cuáles son las alternativas sostenibles de productos naturales como reemplazantes de aditivos artificiales en embutidos, que permitan garantizar la vida útil?

Metodología

Para realizar esta revisión sistemática, inicialmente se seleccionaron las palabras clave "Productos cárnicos", "embutidos", "conservantes naturales", "sostenibilidad", "estudios de vida útil", "costos", "flavors", "métodos de extracción", "seguridad alimentaria", "citotoxicidad", "microbiología predictiva" y "alergias" ingresadas en inglés en el motor de búsqueda *ScienceDirect* y teniendo en cuenta como criterio de exclusión aquellos resultados obtenidos a partir del año 2010 hasta la fecha. Estas palabras fueron ingresadas de manera combinada donde el número menor de palabras fue 3 y el mayor fue 5; se combinaron de tal manera que los resultados generados fueran los más relacionados con el objetivo de búsqueda.

Resultados

Se eligieron las palabras claves “*meat products*” AND “*shelf life studies*” AND “*natural preservatives*” de las cuales se generaron 205 resultados en la base de datos ScienceDirect, donde 60 fueron artículos de revisión y 145 artículos de investigación. Entre estas publicaciones se resalta que, en los últimos 10 años, específicamente en los años 2017, 2018 y 2019, se presentaron mayor número de publicaciones en la temática seleccionada, con valores de 67, 60 y 77, respectivamente (Figura 1)

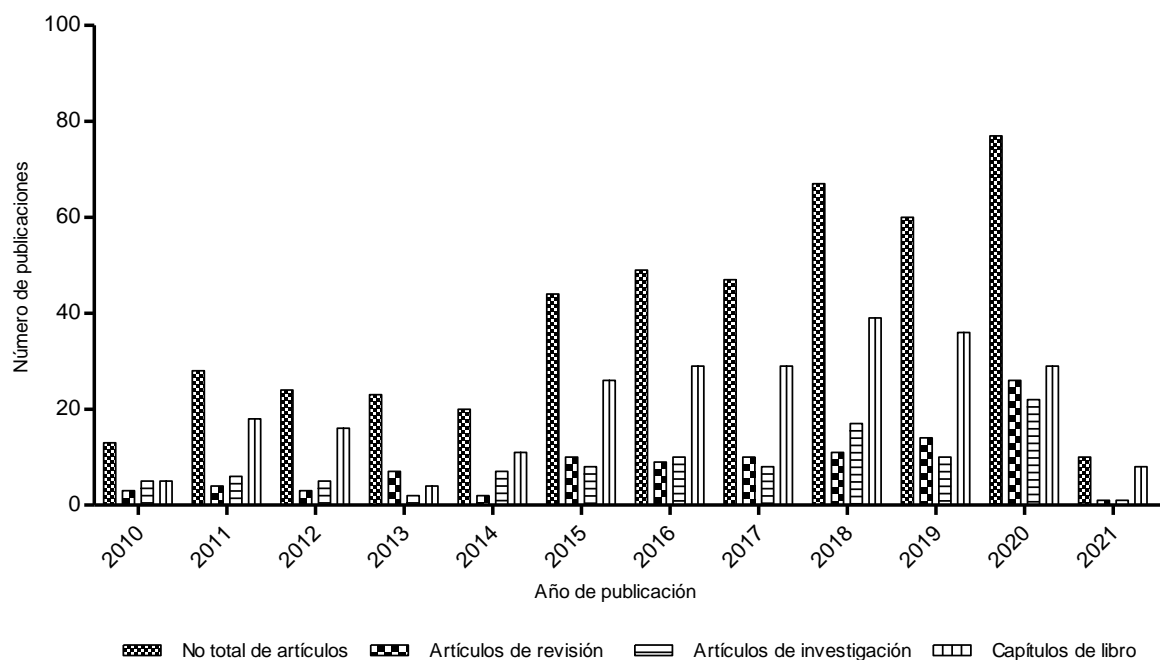


Figura 1. Número y tipo de artículos publicado en la ventana de observación 2010-2021

En la figura 1 se observa que el total de publicaciones realizadas por año desde el 2010 hasta el 2021, incrementaron de manera significativa a lo largo de los años, destacándose como mayoría las publicaciones de capítulos de libros. Por otro lado se observa que en los años donde más hubo publicaciones de artículos de investigación fue desde el año 2018 al 2020, siendo esta la población de artículos que más resultados relacionados generó con respecto a los conservantes naturales utilizados como alternativa a los conservantes artificiales utilizados en productos cárnicos procesados y embutidos, por esta razón, muchos de los artículos utilizados seleccionados se encuentran comprendidos en estos años previamente destacados, los cuales se encuentran descritos en la Tabla 1.

Posteriormente, De los 145 artículos de investigación se obtuvieron un total de 28 artículos potenciales. Al realizar una agrupación de esta publicación acorde al tipo de conservante

natural utilizado y su concentración evaluada, matriz cárnica, método y tiempo de vida útil del producto evaluado y forma de obtención del conservante natural, se eligieron para el análisis 22 publicaciones, las cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tabla especializada porcentaje de reducción en el tiempo de evaluación para cada microorganismo según la matriz cárnica y el conservante natural empleado.

Ingrediente natural	Matriz cárnica	Microorganismos evaluados	% de reducción	Tiempo de evaluación	referencia
Recubrimiento: quitosano (2%)	Brochetas de pollo y de cordero	<i>Bacillus cereus</i>	2-3 ciclos log	12 días	(Kanatt et al., 2013)
		<i>Staphylococcus aureus</i>	2-3 ciclos log	12 días	
		<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1-2 ciclos log	12 días	
		<i>Escherichia coli</i>	1-2 ciclos log	12 días	
Revestimiento: quitosano (2%), aceite de clavo (1,5%)	Salchichas de cerdo cocidas	Células viables totales	4-5 ciclos log	25 días	(Lekjing, 2016)
		Bacterias psicrotróficas	4-5 ciclos log	25 días	
Aceite esencial de ajo nanoencapsulado (2% v/v)	Salchichas de res	Bacterias aerobias	3-4 ciclos log	50 días	(Esmaili et al., 2020)
		Bacterias psicrotróficas	3-4 ciclos log	50 días	
		Bacterias ácido lácticas (BAL)	3-4 ciclos log	50 días	
		Coliformes	3-4 ciclos log	50 días	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	3-4 ciclos log	50 días	
Isotiocinato de alilo y Aceite esencial de ajo (0,0125% v/v) y Nisina (0,24% p/v)	Salchicha de cerdo y ternera	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	1-2 ciclos log	20 días	(M. Araújo et al., 2018)
		<i>Escherichia coli</i> nativa	3 ciclos log	20 días	
		Bacterias psicrotróficas	0-1 ciclos log	20 días	
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	0-1 ciclos log	20 días	
Extracto de harina de semilla de Moringa oleifera (5%)	Salchicha de pollo frescas	<i>Escherichia coli</i>	1-2 ciclos log	15 días	(P. Sharma et al., 2020)
		<i>Bacillus cereus</i>	1-2 ciclos log	15 días	
extracto de fenol purificado de agua de vegetación de olivo (0,15%)	Salchicha de cerdo frescas italianas	<i>Staphylococcus aureus</i>	1-2 ciclos log	14 días	(Fasolato et al., 2016)
		<i>Listeria monocytogenes</i>	1-2 ciclos log	14 días	
		<i>Escherichia coli</i>	1-2 ciclos log	14 días	
		<i>Salmonella typhimurium</i>	1-2 ciclos log	14 días	

		<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1-2 ciclos log	14 días	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1-2 ciclos log	14 días	
		<i>Staphylococcus xylosum</i>	1-2 ciclos log	14 días	
		<i>Lactobacillus curvatus</i>	1-2 ciclos log	14 días	
		<i>Pediococcus pentosaceus</i>	1-2 ciclos log	14 días	
El procesamiento de alta presión combinada con el uso de carvacrol bioactivo fenólico natural (200 ppm)	Jamón de pechuga de pavo	<i>Staphylococcus</i> sp.	2-3 ciclos log	60 días	(T. de Oliveira et al., 2015)
		Coliformes totales	3-4 ciclos log	60 días	
		Coliformes termoestables	1-2 ciclos log	60 días	
		<i>Listeria innocua</i>	1-2 ciclos log	60 días	
Recubrimiento activo con aceite esencial de orégano (1%)	Paínhos (embutido curado con carne magra de cerdo) y alheiras (embutido fermentado ahumado con carne de cerdo o de ave)	Células viables totales	1-2 ciclos log	126 días	(Catarino et al., 2017)
		<i>Escherichia coli</i>	ausencia	126 días	
		<i>Staphylococcus</i> sp p.	ausencia	126 días	
		<i>Salmonella</i> spp.	ausencia	126 días	
		<i>Listeria monocytogenes</i>	ausencia	126 días	
Aceite esencial de orégano (0,4%)	Jamón de res cocido	Bacterias ácido lácticas (BAL)	3 ciclos log	45 días	(Menezes et al., 2018)
Polvo de rábano (1% p/p)	Salchicha cocida fermentada	Bacterias mesófilas	1-2 ciclos log	60 días	(Ozaki et al., 2020)
		<i>Salmonella</i> spp.	ausencia	60 días	
		<i>Staphylococcus</i> sp p.	ausencia	60 días	
		Coliformes totales	ausencia	60 días	
		Levaduras y mohos	ausencia	60 días	
		Bacterias ácido lácticas (BAL)	1-2 ciclos log	60 días	
Aceite esencial de laurel (0,1 y 0,05 g/100g)	Salchicha toscana (Carne de cerdo curada)	Coliformes totales	2-3 ciclos log	14 días	(Da Silveira et al., 2014)
		Bacterias ácido lácticas (BAL)	1 ciclo log	14 días	
		Bacterias psicrotróficas	1- 1,5 ciclos log	14 días	
		Bacterias mesófilas	1 - 1,5 ciclos log	14 días	
Aceite esencial de timol (500 ppm) y envases de atmosfera modificada (20% CO2, 5% O2, 75% N2)	Salchicha italiana "salsiccia" (Mezcla de carne de cerdo fresca)	Bacterias mesófilas	1,97 ciclos log	7 días	(Mastromatteo et al., 2011)
		Bacterias psicrotróficas	1,7 ciclos log	7 días	
		Enterobacteriaceae	0,7 ciclos log	7 días	
		<i>Pseudomonas</i> spp.	1 ciclo log	7 días	

		Bacterias ácido lácticas (BAL)	1,5 ciclos log	7 días	
Películas comestibles asociadas con aceite esencial de clavo (10 mg/ml) y canela (20 mg/ml)	Filete de ternera	<i>Pseudomonas</i> spp.	2-3 ciclos log	34 días	(Chandra et al., 2016)
		<i>Lactobacillus</i> spp.	2 ciclos log	34 días	
		Enterobacteriaceae	1-2 ciclos log	34 días	
		Levaduras y mohos	1-2 ciclos log	34 días	
		<i>Brochothrix thermosphacta</i>	1-2 ciclos log	34 días	
		Células viables totales	4-5 ciclos log	34 días	
Nanopartículas de ε-polilisina (0,2% p/p) con extractos de plantas mixto (olivo, té verde y ortigas (500 ppm de extracto mixto)	Salchicha tradicional de carne de res	Células viables totales	1,5 ciclos log	45 días	(Alirezalu et al., 2021)
		<i>Clostridium perfringens</i>	ausencia	45 días	
		<i>Escherichia coli</i>	ausencia	45 días	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	ausencia	45 días	
		Mohos y levaduras	1 ciclo log	45 días	
Nisina (10 mg/kg), EDTA (300mg/kg) y plantas de canela (500mg/kg)	Salchicha de res curada	Células viables totales	1-2 ciclos log	42 días	(Khorsandi et al., 2019)
		Bacterias ácido lácticas (BAL)	2 ciclos log	42 días	
		Enterobacteriaceae	ausencia	42 días	
		Hongos y levaduras	ausencia	42 días	
Aceite de clavo (0,25% (250 ppm)), aceite de albahaca santa (0,125%), aceite de casia (0,25%) y aceite de tomillo (0,125%).	Salchicha de pollo fresca	Células viables totales	2-3 ciclos log	45 días	(H. Sharma et al., 2017)
		Bacterias psicrótroficas	2-3 ciclos log	45 días	
		Hongos y levaduras	2-3 ciclos log	45 días	
		Coliformes totales	2-3 ciclos log	45 días	
Aceite esencial de tomillo (1% v/v, 10 ml)	Productos de pavo	<i>Salmonella enteritidis</i>	2 ciclos log	18 días	(Possas et al., 2017)
Extracto de romero (0,2% p/v) combinado con nisina (5% p/v)	Filete de pámpano (Pescado)	Células viables totales	3 ciclos log	15 días	(Gao et al., 2014)
Extracto acuoso de pimentero brasileño (0,25% p/v, 0,5% p/v y 1% p/v)	Salchicha de cerdo fresca				(R. de Oliveira et al., 2020)
Apio liofilizado (2,58% p/v)	Salchicha ahumada en frío	bacterias del ácido láctico	1-2 ciclos log	14 días	(Eisinaité et al., 2020)
		Bacterias mesófilas	1-2 ciclos log	14 días	
		<i>Staphylococcus</i> sp.	1-2 ciclos log	14 días	
		Coliformes totales	1-2 ciclos log	14 días	

Doce publicaciones enfocaron sus estudios en la vida útil de salchicha variando el tipo de carne utilizada para fabricar el embutido y el término de procesamiento; algunas fueron crudas, otras cocidas y otras ahumadas. Otras matrices cárnicas empleadas fueron brochetas de pollo y cordero, jamón de pechuga de pavo, jamón cocido, filete de ternera, filete de pámpano y otros productos de pavo, una de las matrices cárnicas más utilizadas para realizar productos procesados. Algunos autores reportaron en sus investigaciones que la razón de trabajar con carnes de pollo y pavo es debido a su alto consumo asociado al alto valor biológico ya que tienen un gran porcentaje de proteína animal, aminoácidos esenciales, ácidos grasos, vitaminas y otros nutrientes (R. de Oliveira et al., 2020; Possas et al., 2017; P. Sharma et al., 2020). Adicionalmente, estas aves son consideradas vehículos importantes de transmisión de enfermedades producidas por los alimentos, por lo que se hace necesario realizar este tipo de estudios para encontrar conservantes naturales como alternativas que permitan alargar la vida útil de los productos y conservar sus características.

El tipo de conservantes naturales utilizados en la mayoría de los estudios son derivados de plantas aromáticas (M. Araújo et al., 2018; Chandra et al., 2016; Da Silveira et al., 2014; R. de Oliveira et al., 2020; Menezes et al., 2018; Possas et al., 2017; H. Sharma et al., 2017; P. Sharma et al., 2020), árboles perenes como fuente de compuestos aromáticos y fenólicos (T. de Oliveira et al., 2015; Fasolato et al., 2016; Mastromatteo et al., 2011), hortalizas y otras plantas como lo son el extracto de romero (Gao et al., 2014), polvo de rábano (Ozaki et al., 2020) y el apio liofilizado (Eisainaité et al., 2020) y finalmente otros conservantes no convencionales como lo son los recubrimientos con películas comestibles (Catarino et al., 2017; Chandra et al., 2016), nanopartículas de poli-lisina (Alirezalu et al., 2021), nano partículas de quitosano cargadas con ácido ascórbico (Wang et al., 2018) y recubrimientos con quitosano (Kanatt et al., 2013; Lekjing, 2016). Entre los tipos de aceites obtenidos a partir de las plantas aromáticas y medicinales se encuentran laurel, timol, ajo, clavo, albahaca, tomillo, canela, orégano, olivo y el té verde.

Para obtener los aceites esenciales derivados de las diferentes plantas aromáticas y medicinales se emplearon diferentes métodos de extracción. Algunos de estos fueron obtenidos mediante destilación con arrastre de vapor de las hojas de las plantas tales como el aceite esencial de laurel (Da Silveira et al., 2014), aceite esencial de ajo (M. Araújo et al., 2018), aceite esencial de canela (Khorsandi et al., 2019) mientras que el aceite esencial de tomillo (Possas et al., 2017) se extrajo por hidrodestilación. Otros aceites esenciales utilizados por los autores como aceite de clavo, albahaca y casia (H. Sharma et al., 2017) fueron adquiridos con proveedores comerciales; el aceite de orégano (Catarino et al., 2017) fue comprado en Ervitas Catitas LTDA. (Pegões, Portugal) mientras que otro de los tipos de conservantes naturales como el extracto de Moringa (P. Sharma et al., 2020) fue extraído en frío y proporcionado por un fabricante de aceite prensado ubicado en la provincia de Lopburi, Tailandia. Otros de los extractos fueron obtenidos a partir de hojas o frutos de olivo, té verde y ortiga (Alirezalu et al., 2021), donde se realizó secado por 48 h, molienda, tamizado y luego extracción con etanol al 95% durante 48 h. Posteriormente fueron filtrados y evaporados para remover el etanol. El extracto del pimentero brasileño (R. de Oliveira et

al., 2020) fue extraído con metanol al 10% p/p y maceración estática por 30 días. Luego fue filtrado y el metanol evaporado para la obtención del extracto crudo.

El tiempo de vida útil fue uno de los aspectos a tener en cuenta al momento de evaluar los conservantes más adecuados para ser utilizados como ingredientes activos en productos cárnicos procesados, ya sean curados o frescos. Los tiempos de vida útil que proporcionaron los conservantes naturales en los diferentes estudios analizados fueron muy variables, encontrando un aumento hasta de 5 días en salchichas toscana e Italia de carne utilizando aceite esencial de laurel y tomillo (Da Silveira et al., 2014; Mastromatteo et al., 2011), hasta un incremento de 72 días en salchicha china (Wang et al., 2018). Estos estudios en su mayoría fueron test realizados en tiempo real.

En algunos casos, también fueron realizados modelos predictivos con los reportados por los autores (Chandra et al., 2016; Menezes et al., 2018; Possas et al., 2017). Los cuales muestran el potencial de la microbiología predictiva como herramienta clave en el desarrollo de plataformas de screening para la selección de ingredientes activos adecuados para usos potenciales. Lo anterior es soportado, en el modelado matemático como herramienta que permite describir la vida útil de los alimentos incluyendo parámetros importantes, como la temperatura, el pH, además de la concentración de aditivo. Para el caso de los productos cárnicos, temperatura es el factor que más afecta la calidad tanto microbiológica como sensorial, debido a que un aumento por encima del valor óptimo tiende a reducir la vida útil y calidad (Cayré et al., 2003); por lo tanto, se observa que dentro de los estudios reportados en esta revisión sistemática, se encuentran modelos matemáticos primarios (Baranyi y Roberts) y de Gompertz modificados, modelos secundarios exponenciales y de raíz cuadrada (Menezes et al., 2018) al igual que (Possas et al., 2017) que utilizó los modelos Baranyi y Roberts (crecimiento) y Weibull (supervivencia).

Basado en el tipo de conservantes y las ventajas y desventajas que puedan presentar para su uso, se realiza una clasificación como se describe a continuación:

1. Conservantes a base de plantas aromáticas

Dentro de esta categoría se encontraron los aceites de ajo (M. Araújo et al., 2018), orégano (Menezes et al., 2018), albahaca, casia (H. Sharma et al., 2017), laurel (Da Silveira et al., 2014), clavo y canela (Chandra Mohan et al., 2016) y aceite de tomillo (Possas et al., 2017) que se caracterizan por contener componentes químicos como lo son los terpenos, terpenoides (timol y carvacrol), fenilpropenos (eugenol y cinamaldehído) y otros compuestos que contienen azufre y nitrógeno (isotiocinato de alilo y alicina).

En esta categoría se evaluaron matrices cárnicas de manera general para cada uno de los aceites esenciales empleados como conservantes las salchichas de res y de cerdo cocidas, frescas y curadas, Donde la mayoría de los estudios realizados fueron de vida útil en tiempo real y se evaluaron microorganismos tales como *Escherichia coli*, *Staphylococcus* spp.,

Salmonella spp., *L. monocytogenes*, Bacterias ácido-lácticas, Coliformes totales, *Pseudomonas* spp., *Lactobacillus* spp. y Levaduras y mohos.

Según los resultados obtenidos con respecto a la variable de porcentaje de reducción de la carga de microorganismos patógenos y/o alterantes en la matriz cárnica se encontró que el aceite esencial de laurel a una baja concentración (0,1 y 0,05 g/100g) logra un porcentaje de reducción en la matriz cárnica hasta de 2 – 3 ciclos log para coliformes totales en catorce días mientras que otras mezclas de aceites esenciales como aceite de clavo (0,25% (250 ppm)), aceite de albahaca santa (0,125%), aceite de casia (0,25%) y aceite de tomillo (0,125%) logran este mismo porcentaje de reducción pero luego de cuarenta y cinco días de estudio, siendo el tiempo una variable importante a tener en cuenta ya que al lograr reducir la carga microbiana en menor tiempo este demostrara ser más efectivo. Estos componentes se caracterizan por tener un efecto antimicrobiano sobre los patógenos presentes en los productos cárnicos procesados, El aceite de ajo a una concentración de 0,0125 µL/mL combinado con nisina a 0,24 mg/mL causó una reducción mayor a 3 log UFC/mL tanto de *E. coli* O157: H7 como de *L. plantarum*, comparado con el control; además de que las otras características evaluadas no se vieron afectadas por la presencia de aceite de ajo y nisina, lo cual indica su efectividad para aumentar la vida útil de este tipo de cárnicos.

Por su parte, el aceite de orégano (0,4% p/v) a 6 °C fue evaluado en jamón cocido mediante microbiología predictiva empleando los modelos de Baranyi y Roberts, y los modelos primarios de Gompertz modificados, con lo cual se mostró una efectividad al impedir un aumento a 7 log UFC/g hasta el día 45 el cual es el límite máximo permitido, logrando así aumentar la vida útil del producto por 30 días, mostrando así un buen efecto antimicrobiano.

Los aceites de albahaca (0,125%) y casia (0,25%) son recomendados para ser adicionados como conservantes en los productos cárnicos ya que no alteran significativamente la parte sensorial y son efectivos para inhibir el crecimiento microbiano ya que los recuentos estuvieron por debajo del límite permisible luego del tiempo de almacenamiento definido por los autores que fue de 45 días, el aceite de laurel es un conservante prometedor debido a que es considerado un antimicrobiano muy efectivo, lo cual se comprueba con el estudio realizado al ser aplicado de manera *in vitro* en las salchichas toscanas donde se arroja como resultados que a una concentración entre 0,05-0,1%p/p todos los tratamientos presentaron niveles bajos de rancidez y se redujo la población de coliformes totales (2,8 log UFC/g) extendiendo la vida útil de este.

El compuesto activo del clavo el cual es el eugenol en un 78% y de la canela el cual es el cinamaldehido en un 82%, tienen una alta actividad antibacteriana debido a que se inhibe la actividad descarboxilasa de aminoácidos y es activo contra muchas bacterias patógenas, estos tenían una concentración de clavo (10 mg/ml) y canela (20 mg/ml) los cuales fueron combinados con películas comestibles logra alargar la vida útil de los productos 32 días a una temperatura de 4 °C y finalmente el aceite de tomillo (1% v/v) demostró ser efectivo para inhibir la presencia de *Salmonella* spp y alargar la vida útil en productos de pavo debido

a que los modelos de microbiología predictiva aplicados en este estudio lo demuestran luego de un proceso de almacenamiento a 12 y 18 días a una temperatura de 10 °C, estos resultados con los diferentes tipos de aceites esenciales demuestran la efectividad de emplearlos como conservantes sin alterar la parte sensorial del alimento.

2. Conservantes a base de compuestos fenólicos derivados de plantas.

Los conservantes naturales a base de compuestos derivados de plantas y de subproductos de plantas son alternativas viables que vienen siendo estudiadas para reemplazar conservantes artificiales, entre ellos se encuentran los subproductos agrícolas con efectos bioactivos como el fenol purificado de agua de vegetación del olivo (Fasolato et al., 2016), carvacrol fenólico (T. L. C. de Oliveira et al., 2015) y el aceite de timol (Mastromatteo et al., 2011)

La matriz cárnica utilizada en dichos estudios fue salchichas italianas de cerdo frescas en el agua de vegetación de olivo y jamón de pechuga de pavo para el uso de carvacrol bioactivo fenólico natural, Ambos fueron estudios de vida útil en tiempo real y se evaluaron microorganismos patógenos como *Staphylococcus* sp y microorganismos indicadores de contaminación como coliformes totales.

Ambos conservantes naturales fueron efectivos para reducir el porcentaje de carga microbiana en dichos productos, pero el fenol purificado a una concentración de 0,15 % p/v tardó menos tiempo (14 días) para disminuir dicha carga microbiana que el carvacrol el cual tuvo como tiempo final 60 días.

Los compuestos químicos del agua de la vegetación del olivo son los fenoles específicamente los secoiridoides, estos han sido sugeridos como conservantes de alimentos e ingredientes bioactivos debido a sus propiedades antioxidantes y el hidroxitirosol es considerado el principal compuesto del agua de vegetación y tiene un efecto antimicrobiano fuerte, el extracto de fenol reciclado (0,15%) en el modelo de salchicha fue efectivo para inhibir el crecimiento microbiano especialmente de *Staphylococcus* spp. y bacterias ácido lácticas (reducción de 2 log UFC/g) para mejorar la conservación de los lípidos y de esta manera aumentar la vida útil del producto, El carvacrol fenólico es un compuesto aromático bioactivo presente como componente principal en las plantas de diferentes especias, este fue aplicado a 200 ppm en el modelo de jamón de pechuga de pavo donde el tiempo de almacenamiento fue de 60 días a 4°C el cual fue efectivo debido a que fue capaz de reducir las tasas de crecimiento de los grupos de deterioro hasta un 5,49 log UFC/g y extender la fase de retraso del patógeno objetivo *Listeria* por 32 días, finalmente el aceite de timol tuvo una efectividad en la reducción logarítmica de 1,97 a los 7 días de almacenamiento al ser combinado con una atmosfera modificada sobre las salchichas de carne de aves de corral aumentando así la vida útil 5 días mas comparado con el uso del aceite de timol solo, por tanto esta es una buena

alternativa debido a que no afecta los puntos sensoriales del alimento y es efectivo para inhibir la presencia de microorganismos de deterioro controlados.

3. Conservantes a base de hortalizas

Dentro de este grupo se destacan como alternativas naturales procedentes de hortalizas al apio liofilizado (Eisinaïtè et al., 2020) Y polvo de rábano (Ozaki et al., 2020), la matriz cárnica utilizada fue salchichas ahumadas en frío y cocidas fermentadas, los microorganismos patógenos y/o alterantes evaluados en dichos estudios fueron Bacterias mesófilas, *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., Coliformes totales, Levaduras y mohos, Bacterias ácido-lácticas, Los estudios de vida útil realizados para ambos estudios fueron en tiempo real, para el polvo de rábano el estudio se realizó en 60 días y al término del tiempo de evaluación los microorganismos patógenos evaluados se encontraron ausentes mientras que las bacterias mesófilas y ácido lácticas tuvieron un porcentaje de reducción entre el 1-2 ciclos log, por otro lado, el estudio con apio liofilizado se realizó por 14 días y tuvo como resultado una reducción de carga microbiana de 1-2 ciclos log para los microorganismos evaluados.

El apio es una fuente alternativa de nitratos que fue evaluado en salchichas ahumadas en frío con el fin de mejorar su propiedades organolépticas y aumentar su vida útil, la concentración utilizada de este fue de 2,58 correspondiente a 150 mg/kg de nitratos naturales y fue evaluado por 14 días, los resultados evidencian que el apio liofilizado se puede utilizar como fuente indirecta de nitratos para este tipo de productos cárnicos combinado con la presencia de microorganismos iniciadores como lo son *S. xylosus* y *P. pentosaceus* para controlar los procesos de fermentación y maduración de la carne. Por su parte, el polvo de rábano (0,5 y 1,0%) fue aplicado en salchichas cocidas fermentadas y fue efectivo para dar un adecuado color al producto, por la formación de nitritos y las propiedades de textura, también fue eficiente en la disminución del recuento de bacterias mesófilas (2,3 log UFC/g) con muestras del 0,5% del polvo de rábano, estos resultados permiten concluir que tanto el apio liofilizado como el polvo de rábano son alternativas como fuentes naturales de nitratos para la conservación de productos cárnicos procesados y aumentar su vida útil utilizando bajas concentraciones de estos.

4. Conservantes no tradicionales

En esta categoría se evaluaron aquellos conservantes naturales como el recubrimiento de quitosano (2%) (Kanatt et al., 2013), El revestimiento de quitosano (2%) con aceite de clavo (1,5% p/v) (Lekjing, 2016), Aceite esencial de ajo nanoencapsulado (2% v/v) (Esmaeili et al., 2020) y Nanopartículas de ϵ -polilisina (0,2% p/p) con extractos de plantas mixto (olivo, té verde y ortigas (500 ppm de extracto mixto) (Alirezalu et al., 2021a), las matrices cárnicas empleadas en estos estudios fueron brochetas de pollo y cordero y salchichas de res y cerdo cocidas, Los microorganismos evaluados de manera general en cada uno de los

estudios mencionados fueron: Bacterias Aerobias, Bacterias psicrotroficas, Bacterias ácido lácticas, Coliformes, *Staphylococcus aureus*. El tipo de estudio realizado para determinar la vida útil fue en tiempo real y según los resultados obtenidos por los diferentes autores, se observa que el porcentaje de reducción del revestimiento de quitosano con el aceite esencial de clavo tuvo un alto porcentaje de reducción para todos los microorganismos evaluados (4-5 ciclos log).

En el último tiempo, se vienen implementando nuevas estrategias innovadoras para mejorar la conservación de los alimentos, entre ellas se encuentra la nanotecnología, Esta tecnología se ha visto favorecida por investigaciones recientes para mejorar las operaciones de sustancias antimicrobianas naturales y mejorar la funcionalidad y calidad de los alimentos, esto se ha logrado mediante la creación y el diseño de mecanismos como lo son el encapsulamiento y el nanolaminado (Aloui & Khwaldia, 2016) Los sistemas de administración nanoencapsulados para compuestos antimicrobianos proporcionan una buena barrera contra varias influencias ambientales e interacciones químicas que pueden afectar la calidad, al mismo tiempo que mejoran la estabilidad y solubilidad y limitan las reacciones directas de los antimicrobianos con los componentes de los alimentos durante el procesamiento y almacenamiento de los alimentos y los nanoportadores permiten controlar la liberación de las soluciones antimicrobianas pero está siendo infrutilizado por las diversas complicaciones asociadas con su uso y el modo de inclusión en los sistemas alimentarios (Quinto et al., 2019)

De los artículos revisados, se encontraron algunos conservantes no tradicionales interesantes empleados como alternativas naturales en la conservación de productos cárnicos procesados como los son nanopartículas de quitosano cargadas con ácido sórbico y tripolifosfato (Wang et al., 2018) recubrimientos con quitosano (Kanatt et al., 2013) y también la combinación entre aceites esenciales como el de ajo encapsulado con películas de quitosano (Esmaeili et al., 2020) y revestimientos de quitosano con aceite de clavo (Lekjing, 2016) estos conservantes que implican la presencia de revestimientos y películas comestibles de quitosano son importantes debido a que tiene propiedades antimicrobianas que dependen de varios factores como el grado de desacetilación y polimerización de este, además del tipo de bacterias, características fisicoquímicas y composición de la matriz alimentaria y al ser combinado con otros tipos de antimicrobianos aumenta su efectividad, El recubrimiento de quitosano en productos cárnicos listos para cocinar a una concentración de 2g/100ml almacenado por 14 días demostró ser efectivo, ya que al terminar el tiempo de almacenamiento se obtuvieron recuentos por 3,4 log UFC/g logrando así cumplir con los límites permisibles, además, retener las características de buena calidad, mejorar la seguridad alimentaria y aumentar la vida útil del producto por 10 días más de lo esperado, por otro lado, en el estudio que empleó nanopartículas de quitosano cargadas con ácido ascórbico (25 µg/g) en un modelo cárnico de salchicha china, se logra obtener como resultado que después de 72 días de almacenamiento, los recuentos bacterianos totales como de mohos y levaduras están por debajo del límite permisible (7 log UFC/g) y esto se debe a la liberación sostenida de ácido sórbico sobre la matriz alimentaria, por lo tanto, se ejerce de manera eficaz el efecto antimicrobiano y antioxidante convirtiéndose así en una

alternativa prometedora, caso similar ocurre en los recubrimientos de quitosano combinados con los aceites de clavo (2% p/v y 1,5% v/v respectivamente) y ajo (2% v/v) donde los recuentos bacterianos totales estuvieron por debajo del límite permisible por lo tanto, estos resultados indican que fueron efectivos para inhibir el crecimiento microbiano, retrasar la oxidación de lípidos y extender la vida útil de los productos cárnicos sometidos a dichos tratamientos, por lo tanto, se puede concluir que los recubrimientos con películas de quitosano y la nanotecnología aplicada como estrategia para aumentar la efectividad de los conservantes naturales, es una alternativa muy prometedora para extender la vida útil de productos cárnicos procesados sin que se alteren sus propiedades ni sus características sensoriales.

Discusión

Los conservantes naturales utilizados en los diferentes artículos de investigación deben cumplir con algunos aspectos fundamentales (efectivo, baja toxicidad, fácil de extraer y de producir) para así ser considerados como alternativas sostenibles e innovadoras para reemplazar aquellos aditivos artificiales que pueden traer efectos negativos para la salud de los consumidores. En ese orden de ideas, se observa que los conservantes a base de recubrimientos de quitosano combinados con otros conservantes naturales empleados por los autores (Esmaeili et al., 2020; Kanatt et al., 2013; Lekjing, 2016; Wang et al., 2018) cumplen con los criterios definidos mencionados anteriormente. De manera general, estos fueron efectivos al retardar la oxidación de los productos cárnicos e inhibir el crecimiento microbiano, aumentando así la vida útil de dichos productos, el quitosano es un polisacárido de baja toxicidad por lo tanto está clasificado como seguro, los conservantes naturales recubiertos por el quitosano, fueron en el respectivo orden citados anteriormente el aceite esencial de ajo el cual es extraído por decantación o presión de los bulbos y no requiere procedimientos extras, por lo tanto, es fácil de producir, este fue nanoencapsulado y se realizó empleando un método de hidratación y sonicación, otro de los conservantes utilizado fue aceite esencial de clavo el cual es extraído a través de un filtro empleando calor y aceite vegetal, su extracción y producción es sencilla lo que lo hace un atractivo candidato como conservante natural y finalmente fue utilizado ácido ascórbico, siendo estos productos de baja toxicidad y con puntos altos a nivel sensorial cumpliendo con los criterios establecidos para ser aceptados como alternativas sostenibles de aditivos artificiales.

Otro de los aceites esenciales reportados como conservantes naturales que cumple con los criterios anteriormente establecidos es el aceite de orégano con recubrimiento a base de proteínas empleado por (Catarino et al., 2017) estos recubrimientos obtenidos por ultrafiltración son una tecnología innovadora que tiene una naturaleza comestible y biodegradable y son de baja toxicidad, el aceite de orégano es extraído por destilación y según los resultados obtenidos, aumenta la vida útil del producto 20 días, no hubo cambios en la humedad y tuvo una correcta aceptación sensorial por los panelistas, finalmente el último conservante que posee las características deseadas es el aceite esencial de canela cuyo componente principal es el cinamaldehído, responsable de la actividad

antimicrobiana, es un producto seguro por lo tanto es poco tóxico, debido a sus altas propiedades organolépticas se requiere que sea mezclado con otros agentes antimicrobianos como la Nisina y el EDTA para así disminuir su concentración y mejorar su capacidad antimicrobiana, este se extrae a partir de destilación a vapor a partir de las cortezas molidas de la planta, Esta mezcla fue efectiva para aumentar la inhibición bacteriana y la capacidad antioxidante sobre el producto y aumento la vida útil de este entre 21 y 28 días. (Khorsandi et al., 2019).

Los conservantes naturales utilizados por los autores en especial los aceites esenciales como el aceite esencial de laurel, aceite esencial de ajo, aceite esencial de orégano y aceite esencial de clavo son fáciles de conseguir, debido a que son productos muy apetecidos en el mercado por sus propiedades farmacológicas, medicinales, antimicrobianas y antioxidantes, los extractos de plantas como el té verde, olivo, ortigas y moringa también se consideran productos fáciles de conseguir debido a que hacen parte del subproducto generado luego de la obtención de aceite esencial de las semillas de estos, por lo tanto, al considerarse desechos, se les practica un tratamiento para darle otro uso como puede ser pienso para animales o biofertilizantes siendo esto un aspecto muy importante para considerar estos extractos como sostenibles, al igual que el extracto de fenol purificado obtenido a partir del subproducto del agua de vegetación de aceite de oliva y las hortalizas como el rábano y apio también se catalogan como sostenibles, los conservantes naturales obtenidos a partir de nuevas tecnologías son aquellos que involucran procesos de nanotecnología como lo son la nanopartículas de quitosano cargadas con ácido ascórbico y nanopartículas de ϵ -polilisina con extractos de plantas, los recubrimientos de películas comestibles y biodegradables de quitosano, los revestimientos con aceites esenciales y la nano encapsulación con proteínas de suero y películas de quitosano empleando también aceites esenciales como el de ajo, algunos de los extractos como el de moringa que es asistido por ultrasonido también lo hace catalogarse como un producto obtenido a base de nuevas tecnologías y por último y de manera general los conservantes naturales más efectivos fueron los aceites esenciales obtenidos a partir de las plantas aromáticas tales como el orégano, clavo, tomillo, canela, laurel, timol y ajo.

Otros ingredientes que por sus características puedan servir como conservantes naturales es el uso de pulpa dietética de cítricos y orujo de uva para extender la vida útil de la carne de res (Tayengwa et al., 2020) estos a diferencia de los conservantes mencionados en la revisión que fueron aplicados directamente sobre el producto embutido o en proceso de maduración, son suministrados en los piensos para la alimentación del ganado en la fase de finalización de su proceso de engorde para ser sacrificados, estas son frutas ricas en polifenoles que están siendo consideradas fuentes promisorias de antioxidantes y antimicrobianos. Por ejemplo, la pulpa de cítricos secos tiene un alto contenido de ácido ascórbico, α -tocoferol, carotenoides y pectinas, mientras que el orujo de uva seca tiene un alto contenido de proantocianidinas, flavonoles y antocianidinas compuestos con propiedades bioconservantes, polifenoles con la capacidad de disminuir el deterioro de la carne, aumentando así, la vida útil de este.

Otro conservante natural novedoso es el uso de extracto de cascara de fruta de garcinia que es adicionado al hielo empleado en conservación del pescado (Apang et al., 2020) con base a otros estudios, se vienen implementando nuevas estrategias para mejorar la conservación de los productos marinos como el pescado, esta estrategia consiste en incorporar conservantes naturales en el medio de formación del hielo lo cual ha demostrado que retrasa el deterioro y mejora la calidad del pescado debido a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes.

La garcinia o también conocido como tamarindo malabar es una fruta tropical rica en nutrientes bioactivos, compuestos fenólicos y otros fitoquímicos, la cascara de este fruto es utilizada como aromatizante y también posee varios componentes químicos como antocianinas, xantonas, benzofenonas y ácidos vegetales como ácido hidroxícitrico (HCA), ácido maleico y ácido cítrico, estos compuestos permiten extender la vida útil de estos productos marinos debido a la capacidad de suprimir la síntesis de ácidos grasos, otro conservante novedoso es el uso de espárrago racemoso (*Asparagus racemosus*) para películas comestibles bioactivas de alginato de calcio para mejorar la estabilidad oxidativa de los lípidos y la calidad de almacenamiento de los productos cárnicos (Noor et al., 2018) los espárragos son arbustos inferiores ubicados principalmente en zonas tropicales y subtropicales que posee una variedad de propiedades medicinales como inmunoestimulante, antiinflamatorio, antihepatotóxico y anticanceroso, los extractos de esta planta tienen fuertes capacidades antioxidantes y antimicrobianas, además de propiedades antifúngicas y poder reductor debido a la capacidad de captar radicales libres DPPH.

Por otro lado, también se encuentra otro conservante novedoso extraído de la planta *Terminalia arjuna* el cual es usado para mejorar la estabilidad oxidativa de los lípidos y la calidad de almacenamiento de los alimentos musculares (Kalem et al., 2017). Esta planta, conocida como *Arjuna* es un árbol de hoja caduca cuyo tallo, corteza y hojas poseen glucósidos, gran cantidad de flavonoides, polifenoles, taninos y minerales. Se ha informado que el extracto de corteza de *T. arjuna* tiene una actividad antioxidante comparable a los antioxidantes estándar como el hidroxianisol butilado y el ácido ascórbico debido a la presencia de compuestos fenólicos como el β -sitosterol, la catequina, la rutina y el ácido tánico, según estudios, el extracto de fruta de este tiene una buena actividad antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*.

Según los resultados obtenidos por los autores, este conservante permite mantener la estabilidad oxidativa de lípidos y la calidad de almacenamiento de las salchichas chevon. Finalmente, el último conservante novedoso a mencionar es el extracto de orujos de arándanos utilizado para la estabilidad oxidativa, la calidad y las características sensoriales de los productos cárnicos de cerdo (Tamkuté et al., 2021). Los arándanos se caracterizan por tener fuertes propiedades antioxidantes debido al alto contenido de compuestos polifenólicos, mientras que su orujo también es rico en bioactivos, especialmente antocianinas, procianidinas, flavonoles y ácidos fenólicos, por lo tanto, la adición de orujos de arándanos tiene un gran potencial como antioxidante natural y aditivo para reducción de la oxidación, extendiendo así la vida útil de este producto.

Conclusiones

Los conservantes naturales que emplearon recubrimientos de películas comestibles demostraron ser efectivos y seguros en la conservación de productos cárnicos procesados ya que retardan la oxidación de estos e inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos, de esta manera se logra extender la vida útil de estos productos.

Los aceites esenciales son conservantes naturales que se pueden adquirir con facilidad debido a su alta demanda en el mercado, al igual que los extractos naturales de las plantas que se consideran generalmente subproductos de la obtención de los aceites esenciales donde posteriormente reciben tratamientos con el fin de darles un uso que genere un beneficio económico extra a la actividad principal.

En la actualidad se vienen empleando nuevas tecnologías para desarrollar conservantes naturales que sean más efectivos y que su extracción sea sostenible con el ambiente, por lo tanto, se presentan estudios donde se aplicó la nanotecnología y extracciones utilizando ultrasonido.

En general, Los conservantes naturales empleados por los diferentes autores con el fin de disminuir la oxidación de los productos cárnicos, la inhibición de microorganismos patógenos y extender la vida útil de los mismos sin afectar la calidad sensorial son alternativas importantes para la industria cárnica a la hora de sustituir los aditivos artificiales.

Bibliografía

- Alirezalu, K., Hesari, J., Yaghoubi, M., Khaneghah, A. M., Alirezalu, A., Pateiro, M., & Lorenzo, J. M. (2021). Combined effects of ϵ -polylysine and ϵ -polylysine nanoparticles with plant extracts on the shelf life and quality characteristics of nitrite-free frankfurter-type sausages. *Meat Science*, *172*, 108318. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108318>
- Aloui, H., & Khwaldia, K. (2016). Natural Antimicrobial Edible Coatings for Microbial Safety and Food Quality Enhancement. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *15*(6), 1080–1103. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12226>
- Apang, T., Xavier, K. A. M., Lekshmi, M., Kannuchamy, N., Layana, P., & Balange, A. K. (2020). Garcinia spp. extract incorporated icing medium as a natural preservative for shelf life enhancement of chilled Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *LWT*, *133*, 110086. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110086>
- Araújo, M., Gumiel, A., Bordin, K., Luciano, F., & Macedo, R. (2018). Combination of garlic essential oil, allyl isothiocyanate, and nisin Z as bio-preservatives in fresh sausage. *Meat Science*, *143*, 177–183. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.002>
- Calvo, M. S., & Uribarri, J. (n.d.). *Public health impact of dietary phosphorus excess on bone and cardiovascular health in the general population 1-3*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.053934>
- Carretero, M. (2009). Hiperfosfatemia. *Offarm*, *28*(2), 59–60.
- Catarino, M. D., Alves-Silva, J. M., Fernandes, R. P., Gonçalves, M. J., Salgueiro, L. R., Henriques, M. F., & Cardoso, S. M. (2017). Development and performance of whey

- protein active coatings with *Origanum virens* essential oils in the quality and shelf life improvement of processed meat products. *Food Control*, 80, 273–280.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.054>
- Cayré, M. E., Vignolo, G., & Garro, O. (2003). Modeling lactic acid bacteria growth in vacuum-packaged cooked meat emulsions stored at three temperatures. *Food Microbiology*, 20(5), 561–566. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(02\)00154-5](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(02)00154-5)
- Chandra, C., Rakhavan, K., Radha, K., Babuskin, S., Sudharsan, K., Azhagu, P., & Sukumar, M. (2016). Development of predictive preservative model for shelf life parameters of beef using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 72, 239–250. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.019>
- Cvetković, D., Živković, V., Lukić, V., & Nikolić, S. (2019). Sodium nitrite food poisoning in one family. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 15(1), 102–105.
<https://doi.org/10.1007/s12024-018-0036-1>
- Da Silveira, S. M., Luciano, F. B., Fronza, N., Cunha, A., Scheuermann, G. N., & Vieira, C. R. W. (2014). Chemical composition and antibacterial activity of *Laurus nobilis* essential oil towards foodborne pathogens and its application in fresh Tuscan sausage stored at 7°C. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 86–93.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.032>
- de Araújo, F. F., de Paulo Farias, D., Neri-Numa, I. A., & Pastore, G. M. (2021). Polyphenols and their applications: An approach in food chemistry and innovation potential. *Food Chemistry*, 338(July 2020), 127535.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127535>
- de Oliveira, R., da Costa, F., do Valle, F., de Oliveira, D., do Santos, A., de Resende, E., Maia, J., & Leal, M. (2020). Effect of the fruit aqueous extract of Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) on selected quality parameters of frozen fresh pork sausage. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2(June), 100055.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100055>
- de Oliveira, T., de Castro, B., Ramos, A., Ramos, E., Piccoli, R., & Cristianini, M. (2015). Phenolic carvacrol as a natural additive to improve the preservative effects of high pressure processing of low-sodium sliced vacuum-packed turkey breast ham. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 1297–1308.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.06.011>
- Eisinaité, V., Tamkutė, L., Vinauskienė, R., & Leskauskaitė, D. (2020). Freeze-dried celery as an indirect source of nitrate in cold-smoked sausages: Effect on safety and color formation. *Lwt*, 129(April), 109586. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109586>
- Elnahas, R. A., Elwakil, B. H., Elshewemi, S. S., & Olama, Z. A. (2021). Egyptian *Olea europaea* leaves bioactive extract: Antibacterial and wound healing activity in normal and diabetic rats. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 11(5), 427–434. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2021.02.008>
- Esmaeili, H., Cheraghi, N., Khanjari, A., Rezaeigolestani, M., Basti, A. A., Kamkar, A., & Aghaee, E. M. (2020). Incorporation of nanoencapsulated garlic essential oil into edible films: A novel approach for extending shelf life of vacuum-packed sausages. *Meat Science*, 166(March), 108135. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108135>
- Fasolato, L., Carraro, L., Facco, P., Cardazzo, B., Balzan, S., Taticchi, A., Andreani, N. A., Montemurro, F., Martino, M. E., Di Lecce, G., Toschi, T. G., & Novelli, E. (2016). Agricultural by-products with bioactive effects: A multivariate approach to evaluate microbial and physicochemical changes in a fresh pork sausage enriched with phenolic compounds from olive vegetation water. *International Journal of Food Microbiology*, 228, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.04.003>
- Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L., Yuan, D., & Li, J. (2014). The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus*

- ovatus) fillet during chilled storage. *Food Control*, 37(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.010>
- Kalem, I. K., Bhat, Z. F., Kumar, S., & Desai, A. (2017). Terminalia arjuna: A novel natural preservative for improved lipid oxidative stability and storage quality of muscle foods. *Food Science and Human Wellness*, 6(4), 167–175.
<https://doi.org/10.1016/j.fshw.2017.08.001>
- Kanatt, S., Rao, M., Chawla, S., & Sharma, A. (2013). Effects of chitosan coating on shelf-life of ready-to-cook meat products during chilled storage. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 321–326. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.01.019>
- Khorsandi, A., Eskandari, M. H., Aminlari, M., Shekarforoush, S. S., & Golmakani, M. T. (2019). Shelf-life extension of vacuum packed emulsion-type sausage using combination of natural antimicrobials. *Food Control*, 104(November 2018), 139–146.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.04.040>
- Lekjing, S. (2016). A chitosan-based coating with or without clove oil extends the shelf life of cooked pork sausages in refrigerated storage. *Meat Science*, 111, 192–197.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.003>
- Mastromatteo, M., Incoronato, A. L., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2011). Shelf life of reduced pork back-fat content sausages as affected by antimicrobial compounds and modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 150(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.07.009>
- Matsyura, O., Besh, L., Besh, O., Troyanovska, O., & Slyuzar, Z. (2020). Hypersensitivity reactions to food additives in pediatric practice: Two clinical cases. *Georgian Med News*, 307, 91–95.
- Menezes, N. M. C., Martins, W. F., Longhi, D. A., & de Aragão, G. M. F. (2018). Modeling the effect of oregano essential oil on shelf-life extension of vacuum-packed cooked sliced ham. *Meat Science*, 139(September 2017), 113–119.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.017>
- Noor, S., Bhat, Z. F., Kumar, S., & Mudiyansele, R. J. (2018). Preservative effect of *Asparagus racemosus*: A novel additive for bioactive edible films for improved lipid oxidative stability and storage quality of meat products. *Meat Science*, 139, 207–212.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.001>
- Ozaki, M. M., Santos, M. dos, Ribeiro, W. O., Azambuja Ferreira, N. C. de, Picone, C. S. F., Domínguez, R., Lorenzo, J. M., & Pollonio, M. A. R. (2020). Radish powder and oregano essential oil as nitrite substitutes in fermented cooked sausages. *Food Research International*, August. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109855>
- Parpia, A. S., Goldstein, M. B., Arcand, J. A., Cho, F., L'Abbé, M. R., & Darling, P. B. (2018). Sodium-Reduced Meat and Poultry Products Contain a Significant Amount of Potassium from Food Additives. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 118(5), 878–885. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2017.10.025>
- Possas, A., Posada-Izquierdo, G. D., Pérez-Rodríguez, F., Valero, A., García-Gimeno, R. M., & Duarte, M. C. T. (2017). Application of predictive models to assess the influence of thyme essential oil on Salmonella Enteritidis behaviour during shelf life of ready-to-eat turkey products. *International Journal of Food Microbiology*, 240, 40–46.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.08.003>
- Poveda, J. M., Loarce, L., Alarcón, M., Díaz-maroto, M. C., & Alañón, M. E. (2018). Industrial Crops & Products Revalorization of winery by-products as source of natural preservatives obtained by means of green extraction techniques. *Industrial Crops & Products*, 112(October 2017), 617–625. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.063>
- Quinto, E. J., Caro, I., Villalobos-Delgado, L. H., Mateo, J., De-Mateo-silleras, B., & Redondo-Del-río, M. P. (2019). Food safety through natural antimicrobials. *Antibiotics*, 8(4), 1–30. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8040208>

- Renata, T., Raghavan, V., Costa, C., Moraes, D., Silveira, G., & Luiz, G. (2021). Journal of Environmental Chemical Engineering Optimization of green extraction for the recovery of bioactive compounds from Brazilian olive crops and evaluation of its potential as a natural preservative. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(2), 105130. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105130>
- Riel, G., Boulaaba, A., Popp, J., & Klein, G. (2017). Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadella-type sausages – Impact on microbiological, physicochemical and sensory aspects. *Meat Science*, 131(December 2016), 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.007>
- Sharma, H., Mendiratta, S. K., Agrawal, R. K., Gurunathan, K., Kumar, S., & Singh, T. P. (2017). Use of various essential oils as bio preservatives and their effect on the quality of vacuum packaged fresh chicken sausages under frozen conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 81, 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.048>
- Sharma, P., Wichaphon, J., & Klangpetch, W. (2020). Antimicrobial and antioxidant activities of defatted Moringa oleifera seed meal extract obtained by ultrasound-assisted extraction and application as a natural antimicrobial coating for raw chicken sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 332(June), 108770. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108770>
- Šojić, B., Pavlić, B., Ikonić, P., Tomović, V., Ikonić, B., Zeković, Z., Kocić-Tanackov, S., Jokanović, M., Škaljac, S., & Ivić, M. (2019). Coriander essential oil as natural food additive improves quality and safety of cooked pork sausages with different nitrite levels. *Meat Science*, 157, 107879. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107879>
- Sucu, C., & Turp, G. Y. (2018). The investigation of the use of beetroot powder in Turkish fermented beef sausage (sucuk) as nitrite alternative. *Meat Science*, 140, 158–166. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.012>
- Takeda, E., Yamamoto, H., Yamanaka-Okumura, H., & Taketani, Y. (2014). Increasing Dietary Phosphorus Intake from Food Additives: Potential for Negative Impact on Bone Health. *Advances in Nutrition*, 5(1), 92–97. <https://doi.org/10.3945/an.113.004002>
- Tamkutė, L., Vaicekauskaitė, R., Melerio, B., Jaime, I., Rovira, J., & Venskutonis, P. R. (2021). Effects of chokeberry extract isolated with pressurized ethanol from defatted pomace on oxidative stability, quality and sensory characteristics of pork meat products. *LWT*, 111943. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111943>
- Tayengwa, T., Chikwanha, O. C., Gouws, P., Dugan, M. E. R., Mutsvangwa, T., & Mapiye, C. (2020). Dietary citrus pulp and grape pomace as potential natural preservatives for extending beef shelf life. *Meat Science*, 162, 108029. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108029>
- Wang, Q., Wang, J., Ding, W., Zhang, D., Reed, K., & Zhang, B. (2018). Alternatives to carcinogenic preservatives in Chinese Sausage - Sorbic acid-loaded chitosan/tripolyphosphate nanoparticles. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.034>
- Ylitalo, K. R., Durning, C., Thomas, K., Ezell, K., Lillard, P., & Scott, J. (2019). The Veggie Van: Customer characteristics, fruit and vegetable consumption, and barriers to healthy eating among shoppers at a mobile farmers market in the United States. *Appetite*, 133(January 2018), 279–285. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.11.025>
- Alirezalu, K., Hesari, J., Yaghoubi, M., Khaneghah, A. M., Alirezalu, A., Pateiro, M., & Lorenzo, J. M. (2021). Combined effects of ϵ -polylysine and ϵ -polylysine nanoparticles with plant extracts on the shelf life and quality characteristics of nitrite-free frankfurter-type sausages. *Meat Science*, 172, 108318.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108318>

- Aloui, H., & Khwaldia, K. (2016). Natural Antimicrobial Edible Coatings for Microbial Safety and Food Quality Enhancement. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(6), 1080–1103. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12226>
- Apang, T., Xavier, K. A. M., Lekshmi, M., Kannuchamy, N., Layana, P., & Balange, A. K. (2020). Garcinia spp. extract incorporated icing medium as a natural preservative for shelf life enhancement of chilled Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *LWT*, 133, 110086. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110086>
- Araújo, M., Gumiel, A., Bordin, K., Luciano, F., & Macedo, R. (2018). Combination of garlic essential oil, allyl isothiocyanate, and nisin Z as bio-preservatives in fresh sausage. *Meat Science*, 143, 177–183. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.002>
- Calvo, M. S., & Uribarri, J. (n.d.). *Public health impact of dietary phosphorus excess on bone and cardiovascular health in the general population 1-3*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.053934>
- Carretero, M. (2009). Hiperfosfatemia. *Offarm*, 28(2), 59–60.
- Catarino, M. D., Alves-Silva, J. M., Fernandes, R. P., Gonçalves, M. J., Salgueiro, L. R., Henriques, M. F., & Cardoso, S. M. (2017). Development and performance of whey protein active coatings with *Origanum virens* essential oils in the quality and shelf life improvement of processed meat products. *Food Control*, 80, 273–280. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.054>
- Cayré, M. E., Vignolo, G., & Garro, O. (2003). Modeling lactic acid bacteria growth in vacuum-packaged cooked meat emulsions stored at three temperatures. *Food Microbiology*, 20(5), 561–566. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(02\)00154-5](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(02)00154-5)
- Chandra, C., Rakhavan, K., Radha, K., Babuskin, S., Sudharsan, K., Azhagu, P., & Sukumar, M. (2016). Development of predictive preservative model for shelf life parameters of beef using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 72, 239–250. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.019>
- Cvetković, D., Živković, V., Lukić, V., & Nikolić, S. (2019). Sodium nitrite food poisoning in one family. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 15(1), 102–105. <https://doi.org/10.1007/s12024-018-0036-1>
- Da Silveira, S. M., Luciano, F. B., Fronza, N., Cunha, A., Scheuermann, G. N., & Vieira, C. R. W. (2014). Chemical composition and antibacterial activity of *Laurus nobilis* essential oil towards foodborne pathogens and its application in fresh Tuscan sausage stored at 7°C. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.032>
- de Araújo, F. F., de Paulo Farias, D., Neri-Numa, I. A., & Pastore, G. M. (2021). Polyphenols and their applications: An approach in food chemistry and innovation potential. *Food Chemistry*, 338(July 2020), 127535. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127535>
- de Oliveira, R., da Costa, F., do Valle, F., de Oliveira, D., do Santos, A., de Resende, E., Maia, J., & Leal, M. (2020). Effect of the fruit aqueous extract of Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) on selected quality parameters of frozen fresh pork sausage. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2(June), 100055. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100055>
- de Oliveira, T., de Castro, B., Ramos, A., Ramos, E., Piccoli, R., & Cristianini, M. (2015). Phenolic carvacrol as a natural additive to improve the preservative effects of high pressure processing of low-sodium sliced vacuum-packed turkey breast ham. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 1297–1308. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.06.011>
- Eisinaité, V., Tamkutė, L., Vinauskienė, R., & Leskauskaitė, D. (2020). Freeze-dried celery as an indirect source of nitrate in cold-smoked sausages: Effect on safety and color

- formation. *Lwt*, 129(April), 109586. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109586>
- Elnahas, R. A., Elwakil, B. H., Elshewemi, S. S., & Olama, Z. A. (2021). Egyptian *Olea europaea* leaves bioactive extract: Antibacterial and wound healing activity in normal and diabetic rats. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 11(5), 427–434. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2021.02.008>
- Esmaeili, H., Cheraghi, N., Khanjari, A., Rezaeigolestani, M., Basti, A. A., Kamkar, A., & Aghaee, E. M. (2020). Incorporation of nanoencapsulated garlic essential oil into edible films: A novel approach for extending shelf life of vacuum-packed sausages. *Meat Science*, 166(March), 108135. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108135>
- Fasolato, L., Carraro, L., Facco, P., Cardazzo, B., Balzan, S., Taticchi, A., Andreani, N. A., Montemurro, F., Martino, M. E., Di Lecce, G., Toschi, T. G., & Novelli, E. (2016). Agricultural by-products with bioactive effects: A multivariate approach to evaluate microbial and physicochemical changes in a fresh pork sausage enriched with phenolic compounds from olive vegetation water. *International Journal of Food Microbiology*, 228, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.04.003>
- Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L., Yuan, D., & Li, J. (2014). The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus ovatus*) fillet during chilled storage. *Food Control*, 37(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.010>
- Kalem, I. K., Bhat, Z. F., Kumar, S., & Desai, A. (2017). Terminalia arjuna: A novel natural preservative for improved lipid oxidative stability and storage quality of muscle foods. *Food Science and Human Wellness*, 6(4), 167–175. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2017.08.001>
- Kanatt, S., Rao, M., Chawla, S., & Sharma, A. (2013). Effects of chitosan coating on shelf-life of ready-to-cook meat products during chilled storage. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 321–326. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.01.019>
- Khorsandi, A., Eskandari, M. H., Aminlari, M., Shekarforoush, S. S., & Golmakani, M. T. (2019). Shelf-life extension of vacuum packed emulsion-type sausage using combination of natural antimicrobials. *Food Control*, 104(November 2018), 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.04.040>
- Lekjing, S. (2016). A chitosan-based coating with or without clove oil extends the shelf life of cooked pork sausages in refrigerated storage. *Meat Science*, 111, 192–197. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.003>
- Mastromatteo, M., Incoronato, A. L., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2011). Shelf life of reduced pork back-fat content sausages as affected by antimicrobial compounds and modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 150(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.07.009>
- Matsyura, O., Besh, L., Besh, O., Troyanovska, O., & Slyuzar, Z. (2020). Hypersensitivity reactions to food additives in pediatric practice: Two clinical cases. *Georgian Med News*, 307, 91–95.
- Menezes, N. M. C., Martins, W. F., Longhi, D. A., & de Aragão, G. M. F. (2018). Modeling the effect of oregano essential oil on shelf-life extension of vacuum-packed cooked sliced ham. *Meat Science*, 139(September 2017), 113–119. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.017>
- Noor, S., Bhat, Z. F., Kumar, S., & Mudiyansele, R. J. (2018). Preservative effect of *Asparagus racemosus*: A novel additive for bioactive edible films for improved lipid oxidative stability and storage quality of meat products. *Meat Science*, 139, 207–212. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.001>
- Ozaki, M. M., Santos, M. dos, Ribeiro, W. O., Azambuja Ferreira, N. C. de, Picone, C. S. F., Domínguez, R., Lorenzo, J. M., & Pollonio, M. A. R. (2020). Radish powder and oregano essential oil as nitrite substitutes in fermented cooked sausages. *Food*

- Research International, August*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109855>
- Parpia, A. S., Goldstein, M. B., Arcand, J. A., Cho, F., L'Abbé, M. R., & Darling, P. B. (2018). Sodium-Reduced Meat and Poultry Products Contain a Significant Amount of Potassium from Food Additives. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 118(5), 878–885. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2017.10.025>
- Possas, A., Posada-Izquierdo, G. D., Pérez-Rodríguez, F., Valero, A., García-Gimeno, R. M., & Duarte, M. C. T. (2017). Application of predictive models to assess the influence of thyme essential oil on Salmonella Enteritidis behaviour during shelf life of ready-to-eat turkey products. *International Journal of Food Microbiology*, 240, 40–46. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.08.003>
- Poveda, J. M., Loarce, L., Alarcón, M., Díaz-maroto, M. C., & Alañón, M. E. (2018). Industrial Crops & Products Revalorization of winery by-products as source of natural preservatives obtained by means of green extraction techniques. *Industrial Crops & Products*, 112(October 2017), 617–625. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.063>
- Quinto, E. J., Caro, I., Villalobos-Delgado, L. H., Mateo, J., De-Mateo-silleras, B., & Redondo-Del-río, M. P. (2019). Food safety through natural antimicrobials. *Antibiotics*, 8(4), 1–30. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8040208>
- Renata, T., Raghavan, V., Costa, C., Moraes, D., Silveira, G., & Luiz, G. (2021). Journal of Environmental Chemical Engineering Optimization of green extraction for the recovery of bioactive compounds from Brazilian olive crops and evaluation of its potential as a natural preservative. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(2), 105130. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105130>
- Riel, G., Boulaaba, A., Popp, J., & Klein, G. (2017). Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadella-type sausages – Impact on microbiological, physicochemical and sensory aspects. *Meat Science*, 131(December 2016), 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.007>
- Sharma, H., Mendiratta, S. K., Agrawal, R. K., Gurunathan, K., Kumar, S., & Singh, T. P. (2017). Use of various essential oils as bio preservatives and their effect on the quality of vacuum packaged fresh chicken sausages under frozen conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 81, 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.048>
- Sharma, P., Wichaphon, J., & Klangpetch, W. (2020). Antimicrobial and antioxidant activities of defatted Moringa oleifera seed meal extract obtained by ultrasound-assisted extraction and application as a natural antimicrobial coating for raw chicken sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 332(June), 108770. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108770>
- Šojić, B., Pavlič, B., Ikonić, P., Tomović, V., Ikonić, B., Zeković, Z., Kocić-Tanackov, S., Jokanović, M., Škaljac, S., & Ivić, M. (2019). Coriander essential oil as natural food additive improves quality and safety of cooked pork sausages with different nitrite levels. *Meat Science*, 157, 107879. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107879>
- Sucu, C., & Turp, G. Y. (2018). The investigation of the use of beetroot powder in Turkish fermented beef sausage (sucuk) as nitrite alternative. *Meat Science*, 140, 158–166. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.012>
- Takeda, E., Yamamoto, H., Yamanaka-Okumura, H., & Taketani, Y. (2014). Increasing Dietary Phosphorus Intake from Food Additives: Potential for Negative Impact on Bone Health. *Advances in Nutrition*, 5(1), 92–97. <https://doi.org/10.3945/an.113.004002>
- Tamkutė, L., Vaicekauskaitė, R., Melero, B., Jaime, I., Rovira, J., & Venskutonis, P. R. (2021). Effects of chokeberry extract isolated with pressurized ethanol from defatted pomace on oxidative stability, quality and sensory characteristics of pork meat products. *LWT*, 111943. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111943>

- Tayengwa, T., Chikwanha, O. C., Gouws, P., Dugan, M. E. R., Mutsvangwa, T., & Mapiye, C. (2020). Dietary citrus pulp and grape pomace as potential natural preservatives for extending beef shelf life. *Meat Science*, 162, 108029. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108029>
- Wang, Q., Wang, J., Ding, W., Zhang, D., Reed, K., & Zhang, B. (2018). Alternatives to carcinogenic preservatives in Chinese Sausage - Sorbic acid-loaded chitosan/tripolyphosphate nanoparticles. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.034>
- Ylitalo, K. R., During, C., Thomas, K., Ezell, K., Lillard, P., & Scott, J. (2019). The Veggie Van: Customer characteristics, fruit and vegetable consumption, and barriers to healthy eating among shoppers at a mobile farmers market in the United States. *Appetite*, 133(January 2018), 279–285. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.11.025>