



Producción de salchichas saludables: Una revisión de los sustitutos de origen vegetal para grasa, carne y sales

Healthy sausage production: A review of plant-based substitutes for fat, meat, and salts

Marco A. Gutierrez-Varas; Raúl Siche

1 Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo, Ciudad Universitaria, Av. Juan Pablo II S/N Urb. San Andrés, Trujillo, Perú.

*Autor correspondiente: rsiche@unitru.edu.pe (R. Siche).

ID ORCID del autor

M. A. Gutierrez-Varas:  <https://orcid.org/0000-0003-1659-8652>

R. Siche:  <https://orcid.org/0000-0003-3500-4928>

RESUMEN

El alto consumo de grasa y carnes suele ser la causa principal de la obesidad, presión arterial alta y enfermedades coronarias, de allí la importancia de reformular alimentos más saludables; éste estudio se realizó con el objetivo de hacer una revisión de los diferentes sustitutos de origen vegetal empleados para reducir grasa y carne en la producción de salchichas más saludable y con similares características organolépticas. Se encontró que los sustitutos son empleados en diferentes presentaciones tales como: fibra, gel, goma, harina y aceite, logrando mejorar el perfil lipídico de la salchicha y por otra parte incluso reducir nitritos. Todos los artículos revisados obtuvieron la aceptabilidad general del producto; sin embargo, hubo reducción de características sensoriales (color, olor, sabor, etc.) en muchos casos. Aún se debe perfeccionar metodologías para el manejo de las propiedades nutricionales y sobre todo funcionales de los productos vegetales a emplear como sustitutos de algún ingrediente o insumo durante producción de salchichas. También es de gran importancia seguir ampliando el horizonte en cuanto a opciones de productos vegetales con propiedades potenciales para ser empleados como sustitutos de grasa, carne o sales.

Palabras clave: Sustitutos de grasas; análogos de la carne; nitritos; perfil lipídico; embutidos.

ABSTRACT

The high consumption of fat and meat is usually the main cause of obesity, high blood pressure, and coronary diseases, which is why the need to produce healthier foods; The study was carried out to review the vegetable substitutes that have been used to reduce fat and meat and produce a healthier sausage with similar organoleptic characteristics. It was found that the substitutes are used in different presentations such as fiber, gel, gum, flour, and oil, improving the lipid profile of the sausage and, on the other hand, reducing nitrites. All the works studied achieved the general acceptability of the product; however, there was a reduction in organoleptic characteristics (color, smell, taste, etc.) in many cases; That is why the methodology on managing the nutritional and, above all, functional characteristics of vegetable products to be used as substitutes for some ingredient or input in the production of sausages must be improved. It is also of great importance to continue broadening the horizon in terms of plant product options with potential properties to be used as substitutes for fat, meat, or salts.

Keywords: Fat substitutes; meat substitutes; nitrites; lipid profile; sausages.

Recibido: 09-10-2022.

Aceptado: 16-12-2022.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Los embutidos, fermentados tradicionales de carne (salchichas) se producen en todo el mundo debido a sus características sensoriales de alta aceptabilidad culinaria, por lo mismo existe gran diversidad de productos embutidos en el mundo. Las tendencias actuales en torno a este tipo de alimento abordan cuestiones relacionadas con la innovación en su formulación: reducción de carne, grasa y aditivos (sales); se indagó acerca productos de origen vegetal agregados como sustitutos; así pues, investigaciones y trabajos recientes están orientados a producir embutidos bajos en grasa y con mayor valor nutritivo; aumento de vida útil; elaborar embutidos bajos en sal; mejoramiento de las características físicas, estructurales y sensoriales; lograr obtener alimentos de bajo perfil lipídico, y consecuentemente con ello, productos de alto valor nutritivo a costos accesibles. De la Figura 1 siguiente, en "A" se visualiza el top 10 de los países con más aportes literarios y en "B" la evolución de publicaciones en el tiempo desde el año 2000.

El interés por sustituir porcentajes de carne y

grasa en embutidos se dan debido a que investigaciones han demostrado gran relación entre el alto consumo de grasas y el aumento de la obesidad, la aterosclerosis, las enfermedades coronarias y la presión arterial alta (Tufeanu & Tita, 2016).

Reducir el contenido de sal y grasa en las salchichas fermentadas en seco podría beneficiar la salud del consumidor (Safa et al., 2015). Por ello se recomienda el consumo moderado de grasas (< 30%) de la ingesta energética total, en tanto los sustitutos de grasa deben ser reconocidos como seguros y saludables, que tienen propiedades sensoriales y funcionales (Tufeanu & Tita, 2016). Complementariamente las personas con elevado consumo de fibra dietética parecen tener menores probabilidades a desarrollar enfermedades coronarias, accidente cerebrovascular, hipertensión, diabetes, obesidad y ciertas enfermedades gastrointestinales; además, reduce la presión arterial y los niveles de colesterol sérico; mejora la glucemia y la sensibilidad a la insulina en personas diabéticas y no diabéticas; acelera la pérdida de peso.

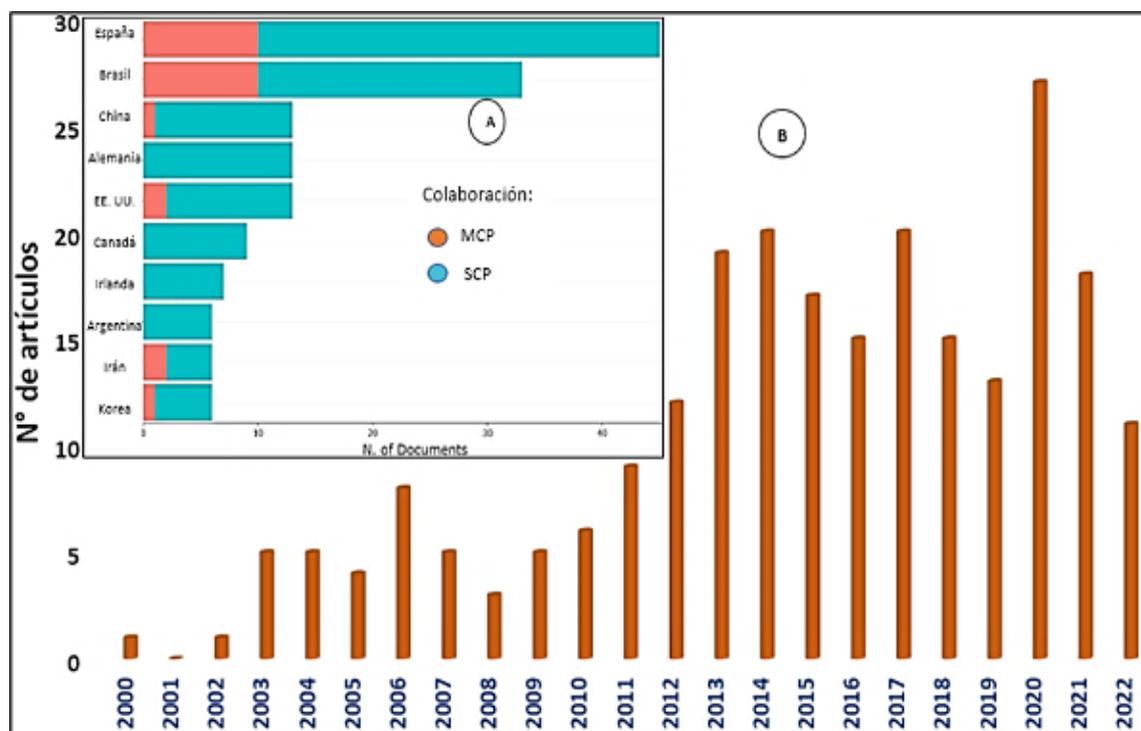


Figura 1. "A" Países vs cantidad de artículos publicados, se observa que los mayores aportes literarios son provenientes de España, Brazil, China y EE. UU, de los cuales la mayoría de artículos son producidos de manera independiente en cada paía (SCP) y en "B" se observa la cantidad de artículos publicados desde el 2000 con tendencia positiva al pasar los años con respecto a la investigación sobre sustitutos de carne y grasa en salchichas; llegando a su pico más alto en el 2020. Los datos se obtuvieron de la búsqueda en Scopus bajo el patron TITLE-ABS-KEY ("reduction" AND of AND fat AND meat AND in AND "sausages") y delimitando a los últimos 22 años (2000-2022). MCP: Colaboración Múltiple; SCP: Colaboración Simple.

El aumento de consumo de fibra alivia una serie de trastornos gastrointestinales, incluido enfermedades por reflujo gastroesofágico, úlcera duodenal, diverticulitis, estreñimiento y hemorroides; proporcionando beneficios similares para los niños y adultos. La ingesta recomendada de fibra dietética para niños y adultos es de 14 g/1000 kcal (Anderson et al., 2009). Los ingredientes funcionales derivados de plantas pueden ser valiosos para la modificación de las formulaciones de salchichas, para mejorar la nutrición y la calidad textural (Álvarez et al., 2012); Se pueden mejorar también las propiedades aglutinantes y características en cuanto a proceso de cocción

(Tufeanu & Tita, 2016). Sin embargo, el desarrollo de productos con bajo contenido de grasa sigue siendo un desafío, pues los lípidos ofrecen aromas, textura, apariencia, sabor y sensación durante la degustación, cualidades que los consumidores buscan en los productos alimenticios. De la Figura 2 (parte superior), los principales grupos temáticos de colores: morado (carnes), verde (oxidación - reducción), Rosado (microbiología, fermentación), azul (cuestiones sensoriales), gris (microorganismos) y el grupo naranja asociado a temas de obesidad, peso corporal; en los cuales se clasifican las palabras clave abordadas en cada trabajo a lo largo de los años.

TIPOS DE SUSTITUTOS EN LA REFORMULACIÓN DE SALCHICHAS

Aceites como sustituto de grasa

Los aceites vegetales son los más empleados en la fabricación de embutidos posiblemente debido a su fácil aplicabilidad. Se evalúan diversos aspectos durante la producción de embutidos reformulados; propiedades texturales, reológicas y microestructurales, estos pueden combinarse: tal como lo hizo Álvarez et al. (2012) empleando 20% de aceite de canola sola y también con aceite de oliva (3:1) para elaborar salchichas tipo frankfurt. Cheong et al. (2010) produjeron salchichas a partir de mezclas Inter esterificadas de manteca de cerdo y aceite de colza, éstas no excretaron grasa aparente y se clasificaron con atributos sensoriales aceptables. Por otra parte, Pelser et al. (2007) sustituyeron el 50% de la grasa de cerdo por aceite de colza, aceite de girasol o margarina en salchichas, un panel capacitado detectó cambios indeseables de textura y color y en menor medida el olor y sabor; por lo que concluyeron en que no mejora la aceptabilidad sensorial general; pero sí en las propiedades nutricionales. Además, para elaborar salchichas fermentadas sustituyó el 10%, 15% y 20% de la grasa de cerdo con aceite de linaza y de canola pre emulsionados con proteína de soya. El 15% y 20% de sustitución se realizó con aceite de linaza encapsulado, aceite de pescado encapsulado y aceite de linaza pre emulsionado con Caseinato de Sodio, almacenados por doce semanas a 7 °C y atmósfera de oxígeno. La salchicha de canola y de linaza lograron una vida útil similar al control; en el aceite de linaza preemulsionado con caseinato de sodio aumentó la oxidación de lípidos y sensorialmente las salchichas con aceite de

pescado encapsulado y aceite de linaza tenían mayor parecido al control (Pelser et al., 2007). Dreher et al. (2022) emplearon la transglutaminasa para imitar las estructuras de la grasa animal mediante la combinación estructural del aceite de canola y proteína de soya. Añadieron de 3% a 6% fibra de trigo de longitudes 30, 150 y 400 micrómetros, notándose que la dureza (menor tendencia a fracturarse en pequeños trozos); pero no afectó significativamente la flexibilidad. Alejandre et al. (2016) emplearon emulsión gelificada de carragenina con alto contenido de omega-3 para sustituir grasa animal en salchichas fermentado en seco y mejorar su composición en ácidos grasos; Trabajaron 3 porcentajes de sustitución de 26,3% (SUB1), 32,8% (SUB2) y 39,5% (SUB3); los valores de peróxidos y TBARs no fueron afectados ($p > 0,05$) por la grasa se detectó una baja formación de aldehídos volátiles derivados de la oxidación de lípidos, no existió diferencias sensoriales significativas ($p > 0,05$) entre los productos Control y SUB2 (32,8%) lo que indica la viabilidad de esta formulación para el consumo humano. Mittal & Barbut (1994) estudiaron la composición de salchichas tipo Frankfurt comerciales canadienses y experimentales de cerdo/vacunos. En los productos comerciales, el contenido de grasa varió de 21% - 26%. Las salchichas experimentales se hicieron con grasa que variaba del 23% - 10% reemplazando la grasa con agua. Las características viscoelásticas (tiempo de relajación, módulos elásticos) no se alteraron de forma significativa por los cambios en el nivel de grasa. Los resultados del análisis sensorial indicaron de aceptabilidad mayor preferencia por los productos bajos en grasa.

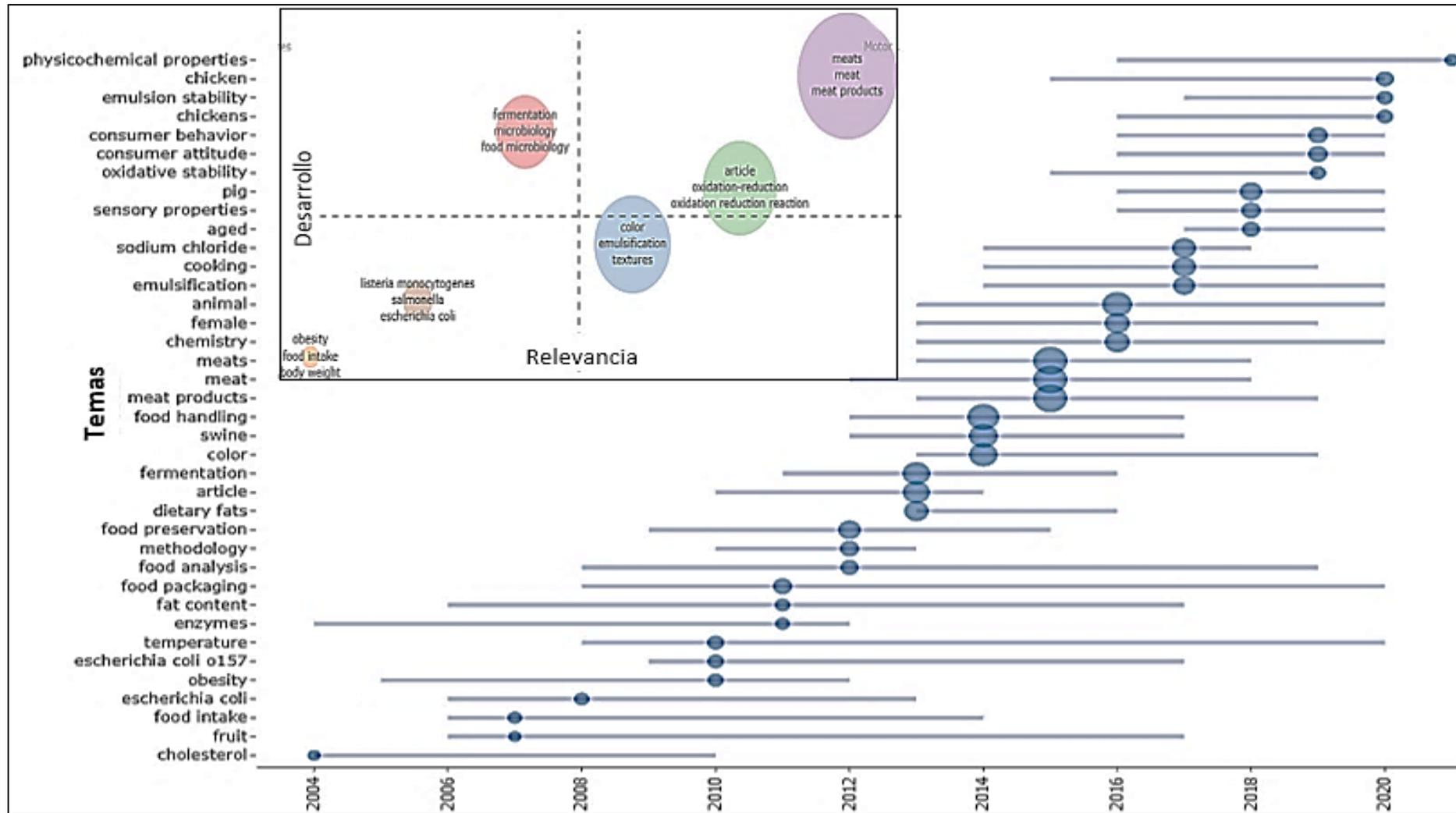


Figura 2. En la parte superior de la imagen se observan los 6 mapas temáticos en los que se clasifican los trabajos desarrollados en torno al tema de estudio; también se observa la tendencia en temas de estudio a lo largo de los años. La imagen fue creada en Bibliometrix, ajustada a los parámetros de frecuencia mínima de 5 repeticiones y a un número de 3 palabras por año.

Fibras como sustitutos de carne

Con el objetivo de lograr la reducción de carne en salchichas se da la búsqueda de productos análogos y que sean funcionales, para esto existen potenciales ingredientes vegetales que podrían ser empleados en tales propósitos (Flores & Piornos, 2021a). Para satisfacer la demanda del mercado, es necesario contar con ingredientes proteicos de origen vegetal que compitan o tengan una calidad y funcionalidad mejorada en comparación con los ingredientes tradicionales de proteínas animales (Flores & Piornos, 2021b). Debido a los cambios en comportamientos alimentarios de muchos consumidores, así como posibles ahorros de costos para los procesadores, los ingredientes de legumbres están encontrando más aplicación en la carne industria de procesos (Pietrasik & Soladoye, 2021a) orientadas a la producción de alimentos más saludables para lo cual se han adoptado diferentes estrategias tal como se muestra en la Figura 3.

Sin embargo, el perfil de aroma de los fermentados tradicionales de salchichas de carne es difícil de alcanzar. Ante ello Akharume et al. (2021) evaluaron técnicas de procesamiento y modificación en la estructura de la proteína para mejor funcionalidad, muchas industrias alimentarias evitan la modificación química de las proteínas debido a la demanda de productos de etiqueta limpia y al desafío de la toxicidad asociada; sin embargo, se están adoptando ampliamente técnicas físicas y biológicas para producir ingredientes funcionales como la proteína texturizada, proteínas vegetales, proteína vegetal hidrolizada, concentrados de proteína de etiqueta limpia, aislados de proteína sin sabor, harina de proteína y sémola. Es

probable que los cereales y las verduras con almidón también se utilicen como reemplazantes de grasa en salchichas (Fernández-Diez et al., 2016) debido a sus fuertes factores de sostenibilidad y menor impacto ambiental asociados a la producción de proteína de origen vegetal, además de sus aportes benéficos para la salud (Akharume et al., 2021). Con el objetivo de evaluar embutidos fermentados con reducción simultánea de grasa (25%) y sal (25% KCl; 75% NaCl) añadiendo hasta un 2% de tres fibras dietéticas diferentes: almidón resistente (RS), celulosa microcristalina (MCC) y fibra de avena (OF); mediante diseño de mezcla simplex-centroide; la fibra agregada no afectó la pérdida de peso, pH y la aceptación sensorial; cuando se emplearon en combinación los 3 ingredientes ayudaron a reducir la actividad del agua, la inclusión de MCC aumentó la población de bacterias del ácido láctico, y la inclusión de OF con MCC demostró un efecto antioxidante y mejoró la dureza y la masticabilidad (Santos et al., 2021).

Claus & Hunt (1991), a una mortadela de 10% de grasa y 30% de agua añadida la incorporaron fibra de avena, DuoFiber, almidón de trigo, Firmtex, fibra de *Pisum sativum* y proteína aislada, las bolognas experimentales obtuvieron una firmeza intermedia entre os controles alto en grasas y el bajo en grasas; las de bajo en grasas eran color rojo más oscuro. En DuoFiber y la fibra de avena se registró mayor pérdida por cocción que el control bajo en grasas, se pudo determinar los ingredientes de prueba tuvieron efectos beneficiosos en la mortadela bajo en grasas y con alto contenido de agua.

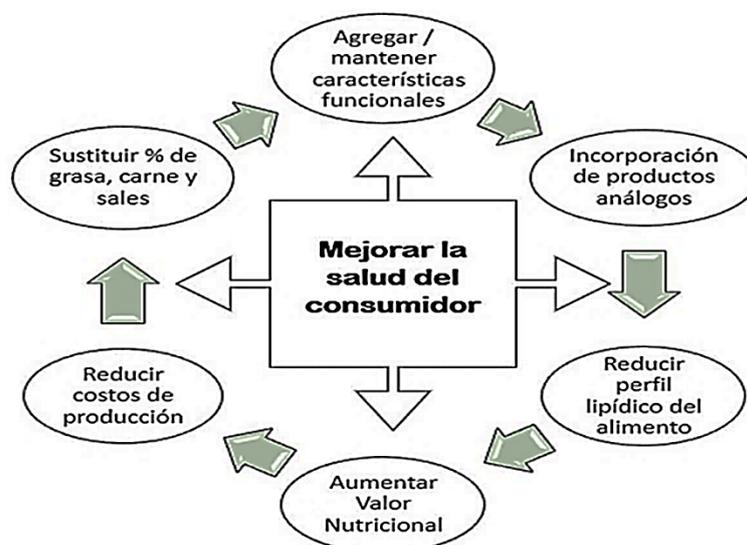


Figura 3. Tendencias estratégicas en la producción de embutidos.

Es notable la influencia de la harina de guisantes, el almidón y la fibra sobre la funcionalidad, la calidad y la aceptabilidad de los alimentos. Pietrasik & Janz (2010), compararon dos tipos de mortadela, completa grasa (HF) y bajo grasa (LF), las segundas se reformularon con harina de trigo (un aglutinante estándar) resultando en reducción de textura y aglutinación deficientes, lo cual se superó mediante la adición de aglutinante.

Cengiz & Gokoglu (2005) redujeron el contenido de grasa en salchichas de 20% al 10% y al 5%. Se agregó fibra de cítricos (CF) y concentrado de proteína de soya (SPC) a razón de 2% como sustitutos. Se evaluó los cambios en sus valores energéticos y su contenido de colesterol; las disminuciones totales logradas en los valores de energía y colesterol fueron respectivamente del 38,6% y 45,7% no se encontró diferencia significativa entre las salchichas tratadas con CF y aquellas con SPC.

Sisik et al. (2012) evaluaron los efectos de la sustitución de la grasa de cola de oveja con aceite de maíz (50%) y la adición de brócoli (0, 5% o 10%) sobre las propiedades instrumentales de textura y color del embutido tipo mortadela fueron investigados durante el almacenamiento refrigerado (90 días a 4 °C). La sustitución tuvo efectos muy significativos ($p < 0,01$) sobre las puntuaciones de color (L^* , a^* y b^*) y las propiedades texturales de las muestras. El uso de brócoli afectó significativamente ($p < 0,01$) las puntuaciones de coloración y los valores de dureza, gomosidad y masticabilidad, tal como el tiempo de almacenamiento sobre la dureza, la elasticidad y la cohesión, y el color. El uso de aceite de maíz disminuyó las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico. Sin embargo, al final del almacenamiento este valor no superó los 15 μmol MDA/kg en embutido con grasa animal y los valores de pH no estaban por debajo de 6,1 al final del almacenamiento.

Sustitutos de nitritos en embutidos

A menudo se discute el uso de nitritos y sales en el campo de los productos cárnicos y embutidos, debido al riesgo potencial para la salud asociado con los nitritos, se han investigado alternativas de nitrito de fuentes naturales en productos cárnicos. La nutrición con alimentos ecológicos o biológicos es cada vez más popular. Muchos de los consumidores esperan productos que estén casi libres de aditivos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la reducción de sales podría comprometer la inocuidad del alimento debido al aumento de la actividad de agua AW y por tanto la

posibilidad de proliferación de microorganismos como la salmonella (Patarata et al., 2022).

Efectivamente se determinó que las reducciones combinadas de sal y grasa en las salchichas fermentadas en seco aumentaron la acidificación, las pérdidas de peso y la a_w , lo cual generó más proteólisis, menos lipólisis y menos oxidación (Safa et al., 2015).

Se estudiaron los efectos del nitrito y el ascorbato de sodio sobre la oxidación de lípidos y proteínas durante el proceso de maduración de fermentados secos de salchichas. El ascorbato de sodio y el nitrito fueron capaces por separado de reducir la formación de malondialdehído. La adición combinada resultó en mayores cantidades de compuestos carbonílicos que al agregar los por separado y que el control.

El nitrito de sodio limitó la formación de semialdehído γ -glutámico mientras que el ascorbato de sodio mostró un efecto prooxidante. Se observó una pérdida de grupos tioles durante la maduración, que no se vio afectada por el uso de ascorbato de sodio ni nitrito de sodio (Berardo et al., 2016). Cruz-Romero et al. (2022) investigaron el KCl (cloruro de potasio) y TS (almidón de tapioca) para disminuir la sal en salchicha de cerdo procesada a 3 niveles de sal (%) 0,5, 1,0 y 1,5; lograron reducir sal en un 1,0% manteniendo las propiedades organolépticas y funcionales propios de productos cárnicos.

Ko et al. (2017) compararon el contenido de nitrato en polvo vegetal, lechuga y rábano joven; los efectos del tiempo de incubación y la adición de sal sobre la formación de nitritos vegetales. A las 24 horas de incubación a 38 °C el rábano fue el de mayor contenido de nitritos, a las 4 semanas en almacenamiento se redujo aproximadamente a 32% de nitrito en embutidos; el polvo vegetal y rábano previnieron la oxidación de lípidos; el rábano impidió de manera significativa el crecimiento de *Listeria monocytogenes* a 4 °C y *Staphylococcus aureus* a 8 °C y su color estructural era similar a un embutido con contenido de nitrito de sodio.

Aquilani et al. (2018), para producir salchichas fermentadas de cerdo, de la raza local Cinta Senese, reemplazaron el nitrito de sodio (NIT) por dos mezclas de antioxidantes naturales compuestas por:

- i) extracto de semilla de uva e hidroxitirosol de orujo de oliva (GSE);
- ii) extracto de castaña y orujo de oliva hidroxitirosol (CHE).

Se evaluaron los efectos sobre las características fisicoquímicas, aromáticas y sensoriales,

así como la seguridad microbiológica. No se encontraron *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* y *Clostridium botulinum*. Las mezclas de GSE y CHE mostraron una actividad antioxidante ligeramente menor. Se pudo afirmar que el reemplazo de nitrito por antioxidantes naturales no afectó el perfil de aroma general, como se indica en los resultados de la olfatometría. Además, no afectó la aceptabilidad general. Adicionalmente a los trabajos resumidos, en la Tabla 1 se plasman los datos más importantes de otras investigaciones, así como los resultados obtenidos en el afán de reducir sales o nitritos en salchichas.

Preparados en gel / emulsionantes como sustituto de grasa

Se evaluó los efectos de la emulsión de celulosa regenerada (RC) como sustituto de la grasa dorsal de cerdo (25%, 50%, 75% y 100%) sobre la composición química, textura, reología, perfil de ácidos grasos, oxidación de lípidos y propiedades sensoriales de salchichas emulsionadas. La emulsión o/w se formuló con RC, caseinato de sodio, aceite de soja y agua preparada por homogeneización. Las muestras reformuladas mostraron una reducción significativa de grasa (de 243,4 g/kg a 79,7 g/kg) y mejora de la estabilidad oxidativa con TBARS inferiores a 1 mg MDA kg⁻¹ (P<0,05). Los niveles elevados de emulsión RC se asociaron con una mayor dureza y elasticidad. La emulsión RC al 50% (T2) produjo una matriz cárnica más homogénea y

con mejor cohesión. El embutido emulsionado con reemplazo parcial/total de grasa mostró una disminución significativa en el contenido de ácidos grasos saturados (de 390,8 g/kg a 213,3 g/kg) y un aumento significativo de los poliinsaturados (de 161,1 g/kg a 479,5 g/kg). Se puede afirmar que la emulsión RC podría usarse de manera efectiva como sustituto de grasa al mejorar el perfil de ácidos grasos y la estabilidad oxidativa sin deteriorar las características sensoriales de la salchicha emulsionada (Hu et al., 2016). de Souza Paglarini et al. (2021) aplicaron gel de emulsión con alto contenido de fibra (EG) que contenía inulina, aislado de proteína de soja y aceite de soja como sustitutos de grasa animal para fabricación de salchichas de Bolonia bajas en sal y grasa que contenían carne de pollo, carne de cerdo y grasa dorsal de cerdo deshuesadas mecánicamente. Las propiedades tecnológicas y microbiológicas se evaluaron durante 60 días a 4 °C; registrando una reducción de 11% a 34% y de 35% a 45% de grasa y sodio, respectivamente en los productos experimentales, aumento en el contenido de fibra y ácidos grasos poliinsaturados. La adición de EG en Bolonia aumentó los valores de L* (luminosidad) y redujo los valores de a* (enrojecimiento/verdor); de los resultados sugieren que el EG a base de inulina es un sustituto potencial de la grasa para el desarrollo de productos cárnicos más saludables, con mejor composición de ácidos grasos y estable durante el refrigerado.

Tabla 1

Resumen de artículos que trata la sustitución de nitritos en salchichas, la tabla se limita plasmar el tipo de sustituto que se empleó, el modo y los hallazgos más relevantes de cada estudio. Las referencias comprenden a tesis y artículos escritos en español (Google académico) y en inglés (Scopus)

Objetivo	Sustituto	Modo de uso	Proceso	Resultados con respecto al control	Referencia
Reducir contenido de nitritos	Remolacha Acelga suiza	Extracto/ Jugo	Incubación de 150 min a 38 °C	Color normal Color rojo (por la remolacha)	(Schopfer et al., 2022)
Reducir nitrato/nitrito	hoja de olivo	Extracto	Maduración	Color, normal MOs, normal Menor dureza	(Difonzo et al., 2022)
Evaluar la reducción de nitritos	<i>Salvia hispanica</i>	Extracto/ harina	Fermentado 30 días	pH bajo a _w bajo TBARS normal Menor Enterobacteriaceae Aumento del ácido láctico	(Borrajo et al., 2021)
	<i>Nigella sativa</i>				
Reducción de Nitratos y nitritos	Aceite de tomillo y remolacha	Líquido / polvo	Fermentación	Inhibió aerobias mesófilas	(Lages et al., 2021)
Reducción de nitrito	Puerro	Polvo liofilizado	Fermentación	Oscuras y amarillas. Mejores características sensoriales. Mayor aceptabilidad.	(Tsoukalas et al., 2011)
Reducción de nitritos	epicarpio de guayaba	Harina	Fermentación	Color normal Igual vida útil	(Velasco-Arango et al., 2021)

Ferro et al. (2021) produjeron salchichas de bolonia con 25, 50, 75 y 100% de su contenido de grasa de cerdo reemplazada por oleogel a base de monoglicéridos preparados a partir de aceites de girasol convencionales o altos en oleico. En general, la agregación de oleogel hizo embutidos más ligeros y se observó un pequeño aumento de la dureza en los embutidos con sustitución total de grasa, también la rebanabilidad se vio afectada por la reformulación

Ferreira et al. (2021) agregaron geles de emulsión (EG) a base de mucílago de chíca (MC) y aceite de oliva mientras se reducen los niveles de grasa de cerdo (PBF) y fosfato en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y estructurales de las salchichas de Bolonia. Las salchichas de Bolonia reformuladas con bajo contenido graso fueron consideradas aceptadas por los consumidores, demostrando que los EG con MC pueden ser ingredientes promisorios para desarrollar productos cárnicos más saludables. Por otra parte, la adición de almidones de guisantes redujo la pérdida por cocción y mejoró la capacidad de retención de agua de la salchicha de Bolonia LF ($p < 0,05$). En general, los almidones de guisantes contribuyeron a una mayor masticabilidad y dureza en la mortadela LF ($p < 0,05$). Sin embargo, Los parámetros instrumentales de color, atributos sensoriales de la mortadela LF, solo se vieron mínimamente afectados por la agregación de almidones. Mediante la investigación indicaron que la adición de almidón de guisante a la mortadela puede ser beneficiosa debido a que el efecto sobre los atributos sensoriales es solo marginal en comparación con otros aglutinantes convencionales (Pietrasik & Soladoye, 2021b).

Mittal & Barbut (1994), estudiaron salchichas de cerdo/vacuno con y sin gomas de celulosa (carboximetilcelulosa (CMC) y dos tipos de celulosa microcristalina (MCC-I y II)). Las propiedades viscoelásticas no se afectaron por los cambios en el nivel de grasa. La dureza, la fragilidad, la gomosidad y la masticabilidad del producto aumentaron con la disminución

en del nivel de grasa. MCC-II mejoró las propiedades texturales del bajo grasa producto a los de la alta grasa producto. Los resultados del panel sensorial indicaron una disminución en ternura y esto no fue mejorado por MCC-II; pero en general las muestras se consideraron aceptables.

Paglarini et al. (2022) evaluaron el efecto de las emulsiones gelificadas (GE) como sustitutos de grasa animal en la fabricación de salchichas tipo bolonia y refrigeradas por 60 días. En las muestras con GE se redujo el 31% de grasa, en éstas se encontraron tasas de oxidación de lípidos más altas, en pruebas de consumo fueron consideradas como aceptables; pero las pruebas CATA se caracterizó como gomosos, poco especiados y firmes, opacos y secos. Ocurrió además que la refrigeración afectó significativamente las sustancias reactivas del ácido tiobarbitúrico (TBARS); de forma leve al pH, color, textura; algo resaltante es que los panelistas el cambio de oxidación por los valores de TBARS y se puede mencionar que la inulina con emulsión gelificante puede ser una buena opción para la elaboración de embutidos más saludables.

Jouki et al (2021) investigaron el efecto del pretratamiento activo de pectina y pasta de tomate sobre los atributos fisicoquímicos, texturales, microestructurales y organolépticos del embutido de carne de pollo durante la fritura profunda, las muestras con pectina y pasta de tomate (TP) redujeron la absorción de aceite y la pérdida de humedad del frito de embutido de pollo en un 13,28% y 10,16, al agregarlos juntos se redujo las fuerzas de masticabilidad y elasticidad a 21,36 N y 0,70; aumentó la cohesión (9,1 %) y la blandura (19,11 %) del tejido además la reducción en oxidación de lípidos 51,45% para PV (índice de peróxido) y 36,51% para TBARS (sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico) se observó cuando las muestras estaban enriquecidas con 1% de pectina y 2% de pasta de tomate. Lograron reducir la absorción de aceite y la oxidación de lípidos, dando como resultado en un producto de comida rápida más saludable.

VEGETALES PARA CONTROLAR MICROORGANISMOS EN SALCHICHAS

Existen también estudios que tratan específicamente el control de microorganismos en los embutidos en los que se emplearon ingredientes como el orégano; pimienta; el rábano joven, que fue un efectivo antioxidante natural y agente antimicrobiano en comparación con el polvo vegetal comercial; etc. La selección adecuada de cepas de levadura con potencial

aromático puede utilizarse para mejorar las características sensoriales de los embutidos fermentados reformulados (Flores et al., 2015).

Uşan et al. (2022), con el propósito de determinar la menor concentración de extracto de Aloe vera para la inhibición de *Pseudomonas fluorescens*, *Listeria monocito-*

genes, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*). Se obtuvo que la inhibición más alta fue de *Listeria m.* 472 (independiente de dosis y método de extracción (Tukey HSD, $p < 0,05$). El resultado mostró que el uso de la combinación de extracto de aloe vera y nitrito en embutido la formulación es un enfoque útil para controlar la oxidación de lípidos en el producto. Klinjapo & Krasaekoopt (2021) trabajaron con el extracto de hoja de bambú microencapsulado (MBLE) para evaluar su

capacidad para prevenir la oxidación de lípidos en productos que contienen grasas. Moo Yor, una salchicha de estilo vietnamita es uno de los productos cárnicos de vida útil corta debido a la ranciedad desarrollada por la oxidación de lípidos durante el almacenamiento refrigerado. Los resultados indicaron que el 2% de MBLE fue el antioxidante más efectivo para prevenir la rancidez en Moo Yor rico en grasa durante el almacenamiento de 8 días a 4 °C.

PERSPECTIVA SOBRE LOS SUSTITUTOS VEGETALES Y RETOS PARA EL FUTURO

Hoy en día también se abordan otras perspectivas en cuanto a reformulación de embutidos, donde no se busca sustituir ningún componente convencional usado en salchichas; sino por el contrario agregar características sensoriales y funcionales mediante la incorporación de nuevos ingredientes o insumos tal como (Zhou et al, 2013) quienes utilizaron pigmentos de fresa (0,1% o al 0,2%) en la fabricación de embutidos de carne de cerdo, logrando mejores cualidades de color y atributos sensoriales (color, sabor, sensación en la boca y rasgos de corte); Así como ésta investigación se debería plantear evaluar el potencial de los

sustitutos de grasa, carne o sales como fuentes de otro tipo de beneficio para el embutido ya sea para lograr pigmentaciones naturales; controlar el desarrollo de MOs, tal como también se encontraron trabajos realizados durante esta revisión. Finalmente es necesario seguir ampliando el horizonte de opciones vegetales como sustitutos en la reformulación de alimentos, en pro de una alimentación más saludable por sus aportes funcionales y porque económicamente se plantean como viables. En la Figura 4 se observa los keywords más utilizados en la misión de experimentar con sustitutos potenciales para la elaboración de salchichas.

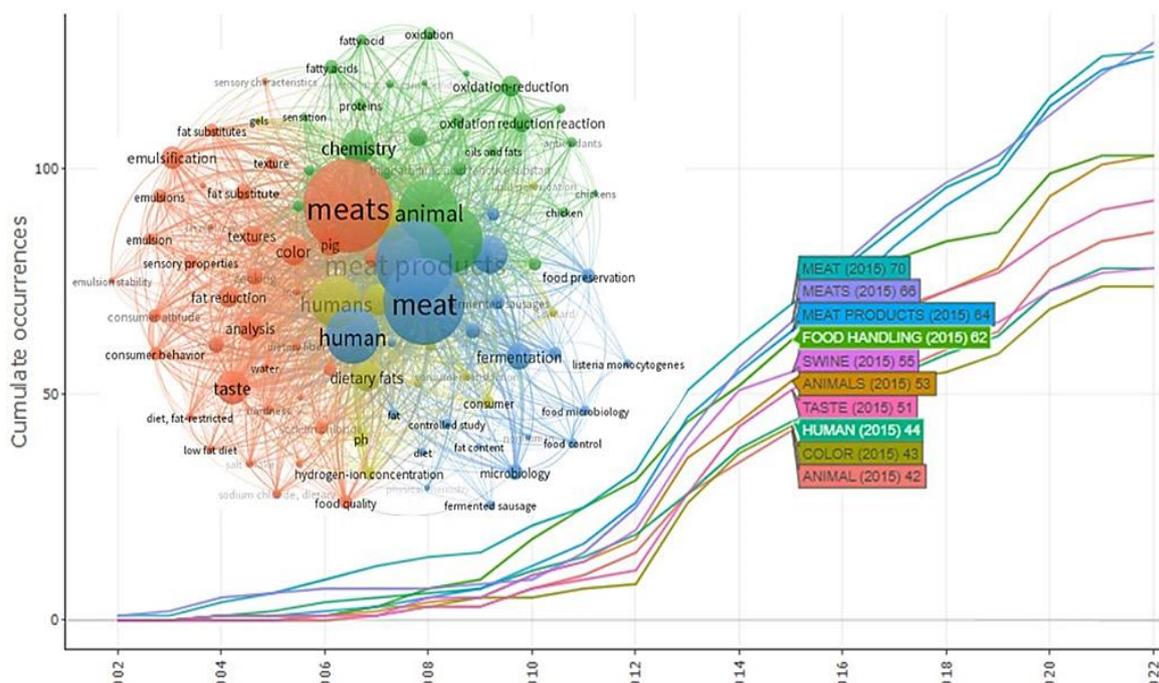


Figura 4. Interacción y acumulación de ocurrencia de los keywords más relevantes a lo largo de los años, congruentes con el tema de estudio "reduction of fat and meat in sausages"; en los que sobresalen términos más repetitivos como: meat, meats, food handling, swine, animals, taste entre otros. Por otra con menor ocurrencia resaltan Keywords que pueden ser considerados de mayor importancia conceptual como: fat reduction, oxidación - reduction, fat-substitutes, food preservation, dietary fats, etc. Para el mapa de correlación en se delimitó a los keywords de mayor ocurrencia (>10) donde se separaron las palabras: article, male, female, adult, middle-aged, methodology, adolescent, por no tener correlación conceptual con el tema de estudio; para la creación de la imagen se emplearon los softwares VOSviewer y Bibliometrix.

CONCLUSIONES

Hacer uso de ingredientes de origen vegetal como sustitutos de grasa, carne y nitritos para la elaboración de salchichas es factible; de esta forma se produce alimentos con mayor valor nutricional. Los principales modos de empleo son en extracto (fibra fresca y polvo) y en aceite; sin embargo, es necesario perfeccionar el manejo de las características funcionales y

bioactivas de los sustitutos a emplear para así no disminuir atributos organolépticos y la escala de aceptabilidad de los consumidores. Es necesario seguir con las investigaciones y experimentos para ampliar la cantidad de sustitutos disponibles y óptimos para reducir grasas, carne u otros durante la fabricación de salchichas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akharume, F. U., Aluko, R. E., & Adedeji, A. A. (2021). Modification of plant proteins for improved functionality: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(1), 198-224. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12688>
- Alejandre, M., Poyato, C., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2016). Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages. *Meat Science*, 121, 107-113. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.05.010>
- Álvarez, D., Xiong, Y. L., Castillo, M., Payne, F. A., & Garrido, M. D. (2012). Textural and viscoelastic properties of pork frankfurters containing canola-olive oils, rice bran, and walnut. *Meat Science*, 92(1). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.012>
- Anderson, J. W., Baird, P., Davis, R. H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., Waters, V., & Williams, C. L. (2009). Health benefits of dietary fiber. In *Nutrition Reviews*, 67(4). <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x>
- Aquilani, C., Sirtori, F., Flores, M., Bozzi, R., Le Bret, B., & Pugliese, C. (2018). Effect of natural antioxidants from grape seed and chestnut in combination with hydroxytyrosol, as sodium nitrite substitutes in Cinta Senese dry-fermented sausages. *Meat Science*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.019>
- Berardo, A., de Maere, H., Stavropoulou, D. A., Rysman, T., Leroy, F., & de Smet, S. (2016). Effect of sodium ascorbate and sodium nitrite on protein and lipid oxidation in dry fermented sausages. *Meat Science*, 121. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.07.003>
- Borrajó, P., Karwowska, M., Stasiak, D. M., Lorenzo, J. M., Żyśko, M., & Solska, E. (2021). Comparison of the effect of enhancing dry fermented sausages with salvia hispanica and nigella sativa seed on selected physicochemical properties related to food safety during processing. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(19). <https://doi.org/10.3390/app11199181>
- Cengiz, E., & Gokoglu, N. (2005). Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition. *Food Chemistry*, 91(3). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.025>
- Cheong, L. Z., Zhang, H., Nersting, L., Jensen, K., Haagenen, J. A. J., & Xu, X. (2010). Physical and sensory characteristics of pork sausages from enzymatically modified blends of lard and rapeseed oil during storage. *Meat Science*, 85(4). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.03.026>
- CLAUS, J. R., & HUNT, M. C. (1991). Low-fat, High Added-water Bologna Formulated with Texture-modifying Ingredients. *Journal of Food Science*, 56(3). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb05347.x>
- Cruz-Romero, M. C., O'flynn, C. C., Troy, D., Mullen, A. M., & Kerry, J. P. (2022). The use of potassium chloride and tapioca starch to enhance the flavour and texture of phosphate-and sodium-reduced low fat breakfast sausages manufactured using high pressure-treated meat. *Foods*, 11(1), 17.
- de Souza Paglarini, C., Vidal, V. A. S., Ribeiro, W., Badan Ribeiro, A. P., Bernardinelli, O. D., Herrero, A. M., Ruiz-Capillas, C., Sabadini, E., & Rodrigues Pollonio, M. A. (2021). Using inulin-based emulsion gels as fat substitute in salt reduced Bologna sausage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(2). <https://doi.org/10.1002/jsfa.10659>
- Difonzo, G., Totaro, M. P., Caponio, F., Pasqualone, A., & Summo, C. (2022). Olive Leaf Extract (OLE) Addition as Tool to Reduce Nitrate and Nitrite in Ripened Sausages. *Foods*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/foods11030451>
- Dreher, J., Knorz, M., Herrmann, K., Terjung, N., Gibis, M., & Weiss, J. (2022). Structuring oil to substitute palm fat in dry-fermented poultry sausages. *Food Structure*, 33, 100281. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2022.100281>
- Fernández-Diez, A., Caro, I., Castro, A., Salvá, B. K., Ramos, D. D., & Mateo, J. (2016). Partial Fat Replacement by Boiled Quinoa on the Quality Characteristics of a Dry-Cured Sausage. *Journal of Food Science*, 81(8). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13393>
- Ferreira Ignácio Câmara, A. K., Midori Ozaki, M., Santos, M., Silva Vidal, V. A., Oliveira Ribeiro, W., de Souza Paglarini, C., Bernardinelli, O. D., Sabadini, E., & Rodrigues Pollonio, M. A. (2021). Olive oil-based emulsion gels containing chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage delivering healthy claims to low-saturated fat Bologna sausages. *Food Structure*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2021.100187>
- Ferro, A. C., de Souza Paglarini, C., Rodrigues Pollonio, M. A., & Lopes Cunha, R. (2021). Glycerol monostearate-based oleogels as a new fat substitute in meat emulsion. *Meat Science*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108424>
- Flores, M., Corral, S., Cano-García, L., Salvador, A., & Belloch, C. (2015). Yeast strains as potential aroma enhancers in dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 212. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.02.028>
- Flores, M., & Piornos, J. A. (2021a). Fermented meat sausages and the challenge of their plant-based alternatives: A comparative review on aroma-related aspects. *Meat Science*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108636>
- Flores, M., & Piornos, J. A. (2021b). Fermented meat sausages and the challenge of their plant-based alternatives: A comparative review on aroma-related aspects. *Meat Science*, 182.
- Hu, H. Yan, Pereira, J., Xing, L. Juan, Hu, Y. Ya, Qiao, C. L., Zhou, G. Hong, & Zhang, W. Gang. (2016). Effects of regenerated cellulose emulsion on the quality of emulsified sausage. *LWT - Food Science and Technology*, 70, 315-321.

- Jouki, M., Shakouri, M. J., & Khazaei, N. (2021). Effects of deep-fat frying and active pretreatments of tomato pectin and paste on physical, textural and nutritional properties of fried frankfurter-type chicken sausage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(6). <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01116-0>
- Klinjapo, R., & Krasaekoopt, W. (2021). Application of microencapsulated bamboo leaf extract powder to control the rancidity in moo yor (Vietnamese-style sausage) during refrigerated storage. *Applied Science and Engineering Progress*, 14(1), 13-18.
- Ko, Y. M., Park, J. H., & Yoon, K. S. (2017). Nitrite formation from vegetable sources and its use as a preservative in cooked sausage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(6). <https://doi.org/10.1002/jsfa.7974>
- Lages, L. Z., Radünz, M., Gonçalves, B. T., Silva da Rosa, R., Fouchy, M. V., de Cássia dos Santos da Conceição, R., Gularte, M. A., Barboza Mendonça, C. R., & Gandra, E. A. (2021). Microbiological and sensory evaluation of meat sausage using thyme (*Thymus vulgaris*, L.) essential oil and powdered beet juice (*Beta vulgaris* L., Early Wonder cultivar). *LWT*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111794>
- Mittal, G. S., & Barbut, S. (1994). Effects of fat reduction on frankfurters' physical and sensory characteristics. *Food Research International*, 27(5), 425-431.
- Paglarini, C. de S., Vidal, V. A. S., Ozaki, M. M., Ribeiro, A. P. B., Bernardinelli, O. D., Câmara, A. K. F. I., Herrero, A. M., Ruiz-Capillas, C., Sabadini, E., & Pollonio, M. A. R. (2022). Inulin gelled emulsion as a fat replacer and fiber carrier in healthier Bologna sausage. *Food Science and Technology International*, 28(1). <https://doi.org/10.1177/1082013220980586>
- Patarata, L., Fernandes, L., Silva, J. A., & Fraqueza, M. J. (2022). The Risk of Salt Reduction in Dry-Cured Sausage Assessed by the Influence on Water Activity and the Survival of Salmonella. *Foods*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/foods11030444>
- Pelser, W. M., Linssen, J. P. H., Legger, A., & Houben, J. H. (2007). Lipid oxidation in n - 3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science*, 75(1). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.06.007>
- Pietrasik, Z., & Janz, J. A. M. (2010). Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. *Food Research International*, 43(2). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.017>
- Pietrasik, Z., & Soladoye, O. P. (2021a). Functionality and consumer acceptability of low-fat breakfast sausages processed with non-meat ingredients of pulse derivatives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(11), 4464-4472.
- Pietrasik, Z., & Soladoye, O. P. (2021b). Use of native pea starches as an alternative to modified corn starch in low-fat bologna. *Meat Science*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108283>
- Safa, H., Gatellier, P., Lebert, A., Picgirard, L., & Mirade, P. S. (2015). Effect of Combined Salt and Animal Fat Reductions on Physicochemical and Biochemical Changes During the Manufacture of Dry-Fermented Sausages. *Food and Bioprocess Technology*, 8(10). <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1563-3>
- Santos, J. M. dos, Ignácio, E. O., Bis-Souza, C. V., & Silva-Barretto, A. C. da. (2021). Performance of reduced fat-reduced salt fermented sausage with added microcrystalline cellulose, resistant starch and oat fiber using the simplex design. *Meat Science*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108433>
- Schopfer, B., Mitrenga, S., Boulaaba, A., Roolfs, K., Plötz, M., & Becker, A. (2022). Red beet and Swiss chard juice extract as natural nitrate sources for the production of alternatively-cured emulsion-type sausages. *Meat Science*, 188. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108780>
- Sisik, S., Kaban, G., Karaoglu, M. M., & Kaya, M. (2012). Effects of corn oil and broccoli on instrumental texture and color properties of bologna-type sausage. *International Journal of Food Properties*, 15(5). <https://doi.org/10.1080/10942912.2010.517339>
- Tsoukalas, D. S., Katsanidis, E., Marantidou, S., & Bloukas, J. G. (2011). Effect of freeze-dried leek powder (FDLP) and nitrite level on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 87(2). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.10.003>
- Tufeanu, R., & Tita, O. (2016). Possibilities to develop low-fat products: A review. *Acta Universitatis Cibiniensis - Series E: Food Technology*, 20(1). <https://doi.org/10.1515/auaft-2016-0001>
- Uşan, E., Kılıç, G. B., & Kılıç, B. (2022). Effects of Aloe vera utilization on physicochemical and microbiological properties of Turkish dry fermented sausage. *Journal of Food Science and Technology*, 59(5). <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05183-5>
- Velasco-Arango, V. A., Hleap-Zapata, J. I., & Ordóñez-Santos, L. E. (2021). Effect of adding guava (*Psidium guajava*) epicarp extract flour on the physicochemical, textural, colour and sensory properties of frankfurters. *Food Technology and Biotechnology*, 59(2). <https://doi.org/10.17113/ftb.59.02.21.7062>
- Zhou, C., Zhang, L., Wang, H., & Chen, C. (2013). Evaluation of strawberry pigments as pork sausage colorant. *Food Science and Technology Research*, 19(4). <https://doi.org/10.3136/fstr.19.583>