



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGIA
CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS



Tema: Efecto de la adición de fibra para la producción y enriquecimiento de embutidos

Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previa a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Melany Lizeth Arellano Salazar

Tutor: Ing. M.Sc. Diego Manolo Salazar Garcés.

Ambato – Ecuador

Marzo-2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

M. Sc. Diego Manolo Salazar Garcés

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este trabajo de titulación modalidad Proyecto de investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 9 de enero del 2022

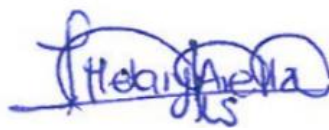
Ing. M.Sc. Diego Manolo Salazar Garcés

C.I. 1803124294

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Melany Lizeth Arellano Salazar, declaro que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad de Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, son originales, auténticos y personales a excepción de las citas bibliográficas.



.....
Melany Lizeth Arellano Salazar

C.I 1716216278

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia, firman:

Presidente del tribunal

PhD. Liliana Alexandra Cerda Mejia

C.I. 1804148086

PhD. Esteban Mauricio Fuentes Pérez

C.I. 1803321501

Ambato, 22 de febrero de 2022

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Trabajo de Titulación parte de él, como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



.....
Melany Lizeth Arellano Salazar

C.I 1716216278

AUTORA

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación a Dios el máximo ser supremo de mi vida, por ser fuerza, guía, bendición, inspiración y sabiduría en cada momento.

Melany

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiar y cuidar mi camino, por ser luz en momentos difíciles, y ayudarme a concluir este objetivo. A mi madre y hermanas por estar conmigo en cada momento.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, al Ingeniero Diego Salazar, mi mentor, un excelente maestro, gracias por toda su entrega e interés a la enseñanza de sus estudiantes, es guía e inspiración.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE TABLAS	x
ABSTRACT	xii
CAPITULO I	1
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	1
JUSTIFICACIÓN	1
OBJETIVOS	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
CAPITULO II	4
METODOLOGÍA.....	4
2.1. Investigación bibliográfica	4
2.2. Análisis de información.....	4
2.2.1. Análisis bibliográfico	4
2.2.2. Análisis documental	4
2.3. Comparación de resultados.....	4
CAPITULO III	5
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
3.1 Fibra en embutidos	6
3.2 Uso de fibras en embutidos	7
3.3 Tipo y efectos de la inclusión de fibras en embutidos.....	9
3.3.1 Fibra proveniente de cereales, pseudocereal y oleaginosas.....	9
3.3.2 Fibra proveniente de frutas, verduras y legumbres.....	12
3.3.3 Otras fuentes de fibra.....	15
3.4 Comportamiento de fibras en la producción de embutidos	17

3.5 EFECTO EN LA COMPOSICION PROXIMAL	18
3.5.1 Efectos en el contenido de grasa.....	18
3.5.2 Efectos en el contenido de proteína.....	23
3.5.3 Efectos en el contenido de ceniza.....	26
3.5.4 Efectos en el contenido de humedad	28
3.6 EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE CALIDAD DE LOS EMBUTIDOS	31
3.6.1 Efectos en el pH.....	31
3.6.2 Efecto en la calidad microbiológica	34
3.6.3 Efectos en las propiedades sensoriales	35
3.7 EFECTO EN PROPIEDADES TECNO FUNCIONALES	36
3.7.1 Capacidad de retención de agua (CRA)	36
3.7.2 Rendimiento de cocción	38
3.7.3 Estabilidad de emulsión.....	39
3.7.4 Viscosidad	40
3.7.5 Capacidad de hinchamiento.....	41
3.8 EFECTOS EN COLOR Y TEXTURA	42
3.8.1 Enrojecimiento	42
3.8.2 Luminosidad.....	44
3.8.3 Amarillez	46
3.8.4 Efectos en la textura	48
CAPITULO V	50
CONCLUSIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. CONSUMO MUNDIAL DE CARNE	6
GRÁFICO 2. VARIACIÓN PORCENTUAL DE GRASA EN EMBUTIDOS	22
GRÁFICO 3. VARIACIÓN PORCENTUAL DE PROTEÍNA EN EMBUTIDOS	25
GRÁFICO 4. VARIACIÓN PORCENTUAL DE CENIZA EN EMBUTIDOS	27
GRÁFICO 5. VARIACIÓN PORCENTUAL DE HUMEDAD EN EMBUTIDOS.....	30
GRÁFICO 6. VARIACIÓN PORCENTUAL DE COLOR A* (ENROJECIMIENTO).....	43
GRÁFICO 7. VARIACIÓN PORCENTUAL EN COORDENADA DE COLOR L* (LUMINOSIDAD)..	45
GRÁFICO 8. VARIACIÓN PORCENTUAL EN COORDENADA DE COLOR B* (AMARILLEZ).....	47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 EFECTOS DE FIBRAS PROVENIENTES DE CEREALES, PSEUDOCEREALES Y OLEAGINOSAS UTILIZADAS EN LA FORMULACIÓN DE EMBUTIDOS	10
TABLA 2 EFECTOS DE FIBRAS PROVENIENTES DE FRUTAS, VERDURAS Y LEGUMBRES UTILIZADAS EN LA FORMULACIÓN DE EMBUTIDOS	13
TABLA 3 EFECTOS DE FIBRAS PROVENIENTES DE OTRAS FUENTES UTILIZADAS EN LA FORMULACIÓN DE EMBUTIDOS.....	16
TABLA 4 CANTIDAD DE FIBRA AÑADIDA EN EMBUTIDOS	20
TABLA 5 VARIACIÓN DE pH EN EMBUTIDOS CON INCLUSIÓN DE FIBRA	32

RESUMEN

Las industrias alimentarias buscan desarrollar productos funcionales debido a la alta demanda que estos tienen en el mercado, gracias a que los consumidores eligen alimentos más saludables, con componentes naturales y cada vez con menos ingredientes artificiales, es por ello que las reformulaciones en embutidos con la incorporación de fibras dietarias son consideradas como estrategias que permiten en primer lugar revalorizar productos que por sus características han perdido espacio, y por otro lado la obtención de un alimento funcional y más saludable debido a la incorporación de fibras que pueden enriquecer y generar beneficios en la producción de embutidos.

Por lo antes expuesto las diferentes investigaciones muestran que las fibras naturales provenientes de frutas, vegetales, cereales o fibras sintéticas como pectina, β -glucano, inulina ayudan a mejorar la calidad de los productos cárnicos con respecto a la funcionalidad, por ejemplo, las fibras son favorables en la reducción y sustitución de grasas y otras son consideradas como antioxidantes que ayudan retrasar la oxidación lipídica, otras fibras poseen alta capacidad de retención de agua, ayudan a mejorar la estabilidad de emulsión también mejoran el rendimiento de cocción. Sin embargo, la inclusión de fibras en altas concentraciones puede afectar las características sensoriales del producto provocando mayor oscurecimiento y dureza, que pueden llegar a perjudicar la aceptabilidad del derivado cárnico por parte de los consumidores.

Palabras clave: Embutidos, nutrición, industria cárnica, fibra dietaria, productos cárnicos.

ABSTRACT

Food industries seek to develop functional products these due to the high demand they have in the market, thanks to the fact that consumers choose healthier foods, with more natural components and fewer artificial ingredients, that is why reformulations in sausages with the incorporation of Dietary fibers are considered as strategies that allow, in the first place, to revalue products that due to their characteristics have lost space, and on the other hand to obtain a functional and healthier food due to the incorporation of fibers that can enrich and generate benefits in the production of sausages.

Due to the aforementioned, the different investigations show that natural fibers from fruits, vegetables, cereals or synthetic fibers such as pectin, β -glucan, inulin help to improve the quality of meat products with respect to functionality, for example, fibers They are favorable in reducing and replacing fats and others are considered as antioxidants that help delay lipid oxidation, other fibers have high water retention capacity, help to improve emulsion stability and also improve cooking performance. However, the inclusion of fibers in high concentrations can affect the sensory characteristics of the product, causing greater darkening and hardness, thus damaging the acceptability of the meat derivative by consumers.

Keywords: Sausages, nutrition, meat industry, dietary fiber, meat products.

CAPITULO I

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

JUSTIFICACIÓN

Hoy en día las industrias alimentarias enfrentan varios desafíos, no solo en cuestión de innovaciones tecnológicas sino también en la necesidad de satisfacer las exigencias del consumidor en cuanto al desarrollo de nuevos productos que se perciban más naturales y menos artificiales (Galanakis 2019). Los ingredientes utilizados en la producción de derivados cárnicos suponen un riesgo a la salud ya que en los embutidos se pueden encontrar altos contenidos de grasa, sal y nitritos, es por ello que algunos estudios los consideran productos causantes del aumento de riesgo de enfermedades cardiovasculares y relacionadas con el sistema circulatorio (Valdez-Narváez, 2020).

Por sus características de producción normalmente en la mayoría de productos cárnicos no se incorporan fibras que contribuyan y ayuden a la salud, debido a estos antecedentes estos productos han perdido espacio en el consumo, de ahí que los embutidos requieren un enfoque que permita reformulaciones con la finalidad de conseguir alimentos saludables y seguros, tomando en cuenta la reducción de grasas, sodio, y la sustitución de otros compuestos perjudiciales para la salud o que no aportan ningún beneficio (Conejo-Magán, 2019). Villanueva-Flores (2019) plantea que la fibra puede ser útil durante el procesamiento de alimentos debido a sus propiedades, como aumento de volumen, viscosidad, capacidad de ligar o reemplazar grasas, capacidad de retención de agua, formación de gel y texturizadores.

Asimismo, la inclusión de fibra en un embutido podría ocasionar un impacto positivo en la salud del consumidor ya que ayuda a impulsar y crear nuevos productos que se enfocan no solo en su composición nutricional, sino que además contribuyen a que no sea un problema consumirlo de manera habitual (Hernández-García, 2020). Cabe aclarar que de acuerdo a normativas alimentarias, FAO&OMS (2003) declaran que un alimento es fuente de fibra, únicamente si el producto contiene 3g de fibra por 100g o 1.5g por 100 kcal, y se considera alto contenido de fibra si el producto contiene como mínimo 6g de fibra por 100g. Asimismo, el Ministerio de Sanidad y Agencia Española de Seguridad

Alimentaria y Nutrición expresan los mismos parámetros para fuente y alto contenido de fibra en los productos cárnicos (Yoldi-Moya, 2008).

En la industria cárnica se ha utilizado fibra obtenida a partir de algunos cereales y frutas, por ejemplo, el salvado de trigo posee aproximadamente 50% de fibra dietética, sin embargo, esto depende del método de extracción y análisis de fibra, además del tipo de trigo utilizado, el salvado de avena también utilizado como fuente de fibra, posee aproximadamente 20% (Deepak, 2017; Galanakis, 2019). Con respecto a las frutas, una de las más utilizadas es la naranja, la cantidad de fibra depende de la fracción y manera en la que es utilizada como su cáscara, pulpa, o desechos, sin embargo Trejo Márquez, Lira-Vargas, & Pascual-Bustamante (2017) dan a conocer que el zumo de naranja posee 2.4 g de fibra y su cáscara 25.17g/100g.

Actualmente la importancia de nuevas oportunidades en el mercado sobre la producción de derivados cárnicos ha aumentado, el consumidor ha demandado de la industria productos con propiedades funcionales como un mejor aspecto sensorial y mejores valores nutricionales en la alimentación humana, además de que brinden beneficios a la salud del consumidor (Bis-Souza, Barba, Lorenzo, Penna, & Barretto, 2019). Así lo expresan en la investigación de Berizi, Shekarforoush, Mohammadinezhad, Hosseinzadeh, & Farahnaki (2017), donde realizaron un embutido tipo emulsión con la inclusión de inulina, el objetivo fue obtener un producto con menor contenido de grasa, más funcional y saludable.

Asimismo Zhongxiang, Peiying, Minh, & Warner (2019) incorporan hasta 3% fibra de caña de azúcar en salchichas de pollo con el objetivo de mejorar la calidad del producto y agregar valor nutricional, los autores destacan que, durante el procesamiento este subproducto presentó mejores propiedades en el embutido, por ejemplo, alta capacidad antioxidante y formación de gel, mejor rendimiento de cocción, y mayor capacidad de retención de agua. De esta manera se muestra que el diseño de embutidos enriquecidos en fibra se han desarrollado principalmente como una medida de contribución a la salud (Arias-Lamos, Montaña-Díaz, Velasco-Sánchez, & Martínez-Girón, 2018).

Dada la importancia de las fibras y su aporte en el desarrollo de productos alimenticios la investigación busca realizar una revisión bibliográfica sobre el efecto de la adición de fibra para la producción y enriquecimiento de embutidos.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Realizar una revisión bibliográfica sobre el efecto de la adición de fibras naturales y artificiales para la producción y enriquecimiento de embutidos

Objetivos específicos

- Establecer los principales tipos de fibras que se utilizan en el desarrollo de derivados cárnicos.
- Comparar el comportamiento de los tipos de fibras en la producción de embutidos.
- Realizar un análisis sobre los efectos de la fibra en el desarrollo de embutidos.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1. Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica se llevó a cabo a partir de información científica como libros sobre industria cárnica, derivados y nutrición, revistas especializadas, artículos, trabajos o tesis con el objetivo asegurar información válida y con credibilidad (Gómez 2006).

2.2. Análisis de información

2.2.1. Análisis bibliográfico

Se realizó un análisis bibliográfico, mediante la recolección, estudio, y comprensión de diversas indagaciones obtenida de libros e investigaciones científicas encontradas en scielo, Google académico, web of science, y libros electrónicos para la obtención de información, datos y resultados veraces e importantes.

2.2.2. Análisis documental

La revisión documental se elaboró en base a proyectos e investigaciones documentales, considerados como soportes escritos en los cuales, mediante métodos y técnicas de búsqueda, procedimientos y almacenamiento de la información, se realiza una indagación sistemática, coherente y argumentada de manera escrita para la obtención de un documento científico.

2.3. Comparación de resultados

Se consideró los datos obtenidos en las diversas investigaciones para analizar e interpretar los resultados con la finalidad de contrastar los distintos tipos de fibra utilizados en embutidos, su comportamiento y efectos en el producto terminado.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los derivados cárnicos son definidos como el producto elaborado a base de carne, grasa, vísceras u otros subproductos de origen animal comestibles, al que se le puede añadir sustancias que son permitidas de acuerdo a normativa, y que se someten a diferentes etapas de transformación o procesos tecnológicos (Rodríguez -Andrade, Góngora -Marín et al. 2019). El embutido es considerado como un producto obtenido a partir de la elaboración de una masa picada y/o emulsificada a partir de una mezcla de carne, grasas, condimentos, especias y aditivos permitidos por normativa, embutidos en tripas ya sean naturales o artificiales, y sometidos a procesos tecnológicos como esterilización, escaldado, cocción; pueden ser crudos, precocidos, cocidos, curados-madurados o ahumados (INEN 1338, 2012). Los embutidos son uno de los derivados cárnicos de mayor consumo, por lo cual las industrias se han dedicado al crecimiento en el área de tecnología y calidad (Orellana & Palacios 2015).

La producción y consumo de carne y sus derivados a nivel mundial ha crecido de manera acelerada, Ritchie&Roser (2017) explican que la de tasa de crecimiento en cada país ha aumentado con el tiempo, así se muestra en el gráfico 1, el consumo promedio medido en kg por persona por año. Cabe aclarar que el mayor consumo de carne se relaciona con el crecimiento de la población a nivel mundial y una fuerte transición económica de países como China, Estados Unidos y Rusia. Con respecto al consumo de embutidos este depende de cada país, por ejemplo, en México las salchichas representan el mayor porcentaje de producción, seguido del jamón, mientras que los chorizos, longanizas y mortadelas constituyen aproximadamente el 7% de la producción total (Gameros-Colin, Monroy-García, Morales-Sánchez, Alanís-García, & Ramírez-Moreno, 2017). Por otro lado, en España los productos cárnicos de mayor consumo es el jamón, seguido del chorizo, salchichón y salchichas Frankfurt (Cerdeño, 2012).

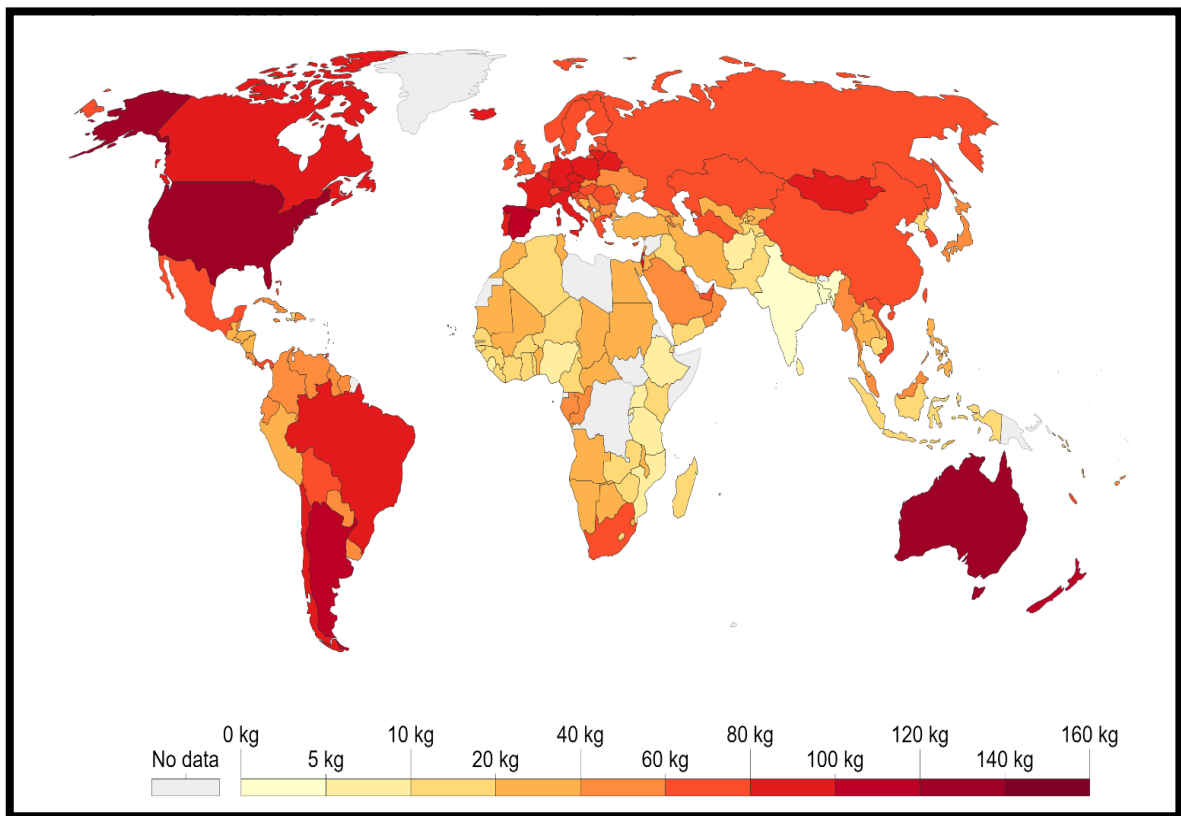


Gráfico 1. Consumo mundial de carne
Fuente: FAO (2017)

3.1 Fibra en embutidos

El desarrollo tecnológico de la industria se ha enfocado en el uso de fibras provenientes de frutas, hortalizas, cereales y oleaginosas para mejorar la calidad de los embutidos, sus propiedades multifuncionales han sido útiles en la incorporación y reformulación para la obtención de embutidos bajos en grasa. La adición de fibra genera cambios positivos, ya que ayuda a mejorar la capacidad de retención de agua, contribuye a la formación de la matriz cárnica, estabilidad de la emulsión y retención de grasas, además modula la textura y las características sensoriales hacia un mejor perfil por ejemplo, una mejor apariencia, masticabilidad o jugosidad del embutido (Galanakis, 2019). Sin embargo, se debe considerar que el impacto en la textura y en las propiedades sensoriales que genera depende de la cantidad y fibra dietética incorporada (Han & Bertram 2017), ya que se ha observado que la adición de fibra cítrica en las propiedades sensoriales de un embutido se vio afectadas a una concentración del 15% con un nivel de agrado de 5.5, valor inferior a comparación de los demás tratamientos evaluados en esta investigación en concentraciones de 5 y 10%. (Durán-Mendoza et al., 2018). Por otra parte Öztürk-

Kerimoğlu, Kavuşan, Tabak, & Serdaroğlu (2020) enfatiza que es poco viable la obtención de un producto cárnico funcional con la adición de un solo componente, es por ello que, para obtener un óptimo efecto como la reducción de grasa, en la mayoría de investigaciones utilizan una combinación de ingredientes en su reformulación junto a la fibra dietética, por ejemplo en el estudio de Egea et al. (2020) se utiliza una mezcla de inulina, β -glucano con piel de uva, Hernández-Hernández, Escalona-Buendía, Severiano-Pérez, & Ponce-Alquicira (2016) añaden avena con inulina, Kehlet, Christensen, Raben, & Aaslyng (2020) combinan salvado de centeno con guisante, Ramírez-Camargo, Marulanda, & Orrego (2016) utilizan naranja con arveja y almidón de yuca, y Choe & Kim (2019) combinan fibra de trigo con piel de pollo, entre otros estudios en los que se observa la inclusión de fibras. El objetivo es que logren vincularse entre sí, y que sus propiedades contribuyan a que la matriz cárnica pueda ser modificada.

Con respecto a la solubilidad, las fibras se clasifican en solubles e insolubles, las diferencias entre ellas radican en cómo actúan e influyen en el intestino humano. El autor Deepak (2017) menciona que algunas fuentes de fibra solubles como frutas, verduras, pectinas, gomas, avena son capaces o no de formar un gel viscoso, por otro lado las fibras insolubles no forman geles debido a que su fermentación es limitada. También menciona que existe una alta relación entre fibras solubles e insolubles ya que los alimentos están constituidos por ambas, la mayor parte de productos alimenticios poseen aproximadamente 1/3 de fibra soluble y 2/3 de insoluble (Deepak, 2017). Es así que la importancia de consumir alimentos enriquecidos con fibra, se basa en que además de los beneficios fisiológicos, las fibras también mejoran la microflora intestinal humana conocida como actividad prebiótica.

3.2 Uso de fibras en embutidos

En algunas investigaciones la fibra es utilizada en embutidos como un enriquecimiento nutricional, tal es el estudio de la calidad de salchicha de Frankfurt reducida en grasa formulada con fibra a partir de subproductos de plátano verde y aceite de girasol de Pereira, Brohi, Malairaj, Zhang, & Zhou (2020) donde declaran que la combinación de estos ingredientes traen beneficios a la salud ya que la fibra del subproducto del plátano verde aporta con aproximadamente de 6 a 15.5% de fibra con compuestos bioactivos que poseen capacidad antioxidante. En otro estudio elaboran salchicha de ternera utilizando inulina como sustituto de grasa de cerdo, los autores Vargas-Quintana (2018) manifiestan

que la demanda con productos alimenticios con un alto valor nutricional se ha convertido en una tendencia a nivel mundial, y la inulina al aportar volumen, capacidad, retención de humedad, y generar estabilidad en los productos cárnicos emulsionados mejoran la composición nutricional en cuanto a grasa, cenizas y humedad.

Ursachi, Perța-Crișan, & Munteanu (2020) plantean que los alimentos que poseen antioxidantes y fibras dietéticas son considerados estrategias que además de que ayudan reducir sustancias nocivas en embutidos como sal, nitritos y grasas excesivas también captan la atención del consumidor gracias al enriquecimiento nutricional que generan. Su aplicación desarrolla productos cárnicos funcionales con mejores efectos en las propiedades tecnológicas de la carne, para mejorar la calidad y las características sensoriales (Zinina et al., 2020).

De acuerdo a lo citado anteriormente, un claro ejemplo se muestra en la investigación de Bis-Souza et al. (2019), en el desarrollo de productos cárnicos fermentados innovadores, donde manifiestan que los embutidos fermentados tienen una aceptación sensorial gracias al alto contenido de grasa que poseen, y para la reducción de este componente el remplazo de grasa por fibras dietéticas y prebióticas hacen que los productos cárnicos sean más saludables destacando a la inulina u oligofruktosa, la reducción de grasa afecta la calidad sensorial sin embargo la sustitución por fibras en este estudio muestran resultados similares a los productos comerciales. De manera similar en la investigación de productos cárnicos crudos, curados funcionales en donde se destacan el uso de fibras prebióticas debido a que ayudan al crecimiento de microorganismos durante la fermentación, por ello mejoran las propiedades nutricionales, así se muestra en la elaboración de salami probiótico con fibra cítrica, donde se observó un aumento aproximadamente del 30% de la capacidad antioxidante durante la fermentación del producto cárnico siendo esta la fibra más óptima a comparación con la inulina y fibra de hierbas de romero (Valdez-Narváez, 2020; Pérez-Burillo et al., 2019).

3.3 Tipo y efectos de la inclusión de fibras en embutidos

3.3.1 Fibra proveniente de cereales, pseudocereal y oleaginosas

Los cereales (trigo, avena, centeno, arroz, cebada) son los ingredientes funcionales más utilizados en las reformulaciones de embutidos, contienen fibra dietética con particulares características como fermentabilidad, viscosidad, solubilidad, en la tabla 1 se presentan algunos estudios con relación a este tipo de inclusión. Por ejemplo Hernández-Hernández et al. (2016) analizan el nivel de agrado en salchichas con avena e inulina, incorporan avena en dos formulaciones de salchichas, en el prototipo I 4.62% y en el prototipo II 6.64%, de acuerdo con el sabor, los autores manifiestan que la segunda formulación tienen resultados similares a la muestra comercial de salchichas bajas en grasa, además Johnson&Wallace (2019) expresa que al ser el β -glucano el principal componente de la avena, esta aumenta la viscosidad en el tracto gastrointestinal siendo beneficioso para la digestión.

De igual importancia en otro estudio sobre el efecto de la adición de salvado de trigo en salchicha de pollo de Yadav, Pathera, Islam, Malik, &Sharma (2018), realizan tres tratamientos utilizando 3%,6%,9% de salvado de trigo, la de menor concentración no tuvo diferencias significativas con la muestra control, con respecto al análisis sensorial y análisis físico-químicos, los autores indican que el trigo posee mayor cantidad de fibra dietética insoluble, lo que ayuda a prevenir, controlar enfermedades y reducir riesgo de cáncer. Cabe aclarar que los polisacáridos con β -glucano, arabinoxilano, arabinogalactanos y compuestos fenólicos mejoran las cualidades tecnológicas y nutricionales de los embutidos ayudando a la obtención de una mejor emulsión, gelificación y espesor (Bhat, Manzoor, Dar, & Ahmad, 2020). Asimismo, la fibra de quinua ha sido utilizada en salchichas de tilapia roja como sustituto de grasa con piel de cerdo a concentraciones de 8% ,12%,16%, 20%, Hleap, Rodríguez, &Dussan-Sarria (2020) manifiestan que la adición de este pseudocereal, conllevó a un mejoramiento en sus características, entre ellas un menor contenido grasa, mejor rendimiento de cocción, capacidad de retención de humedad, y unión entre agua y grasa.

Por otra parte existen estudios limitados sobre la fibra dietaría a partir de oleaginosas, sin embargo, la soya se destaca porque en la producción de embutidos contribuye a la emulsión e hidratación mejorando el producto en su vida útil (Anal, 2017). Así lo indica Ouddane-Robles (2017) en el uso de fibra y concentrado proteico de soya en chorizo, estos ingredientes funcionales a concentraciones de 1.50% de fibra de soya en una

formulación reducida en carne al 9.5% demuestra una mejor capacidad de retención de agua, mejor rendimiento de cocción y mayor estabilidad de la matriz cárnica.

Finalmente, con respecto a las semillas de plantas oleaginosas como la chía, en altas concentraciones se utiliza para reformulaciones que contribuyan en su composición nutricional. Grasso, Pintado, Pérez-Jiménez, Ruiz-Capillas, & Herrero (2020) evaluaron los efectos fisicoquímicos y sensoriales en mortadela donde se obtuvo un mejor aporte nutricional, los autores mencionan que esta semilla contiene 38.47% de fibra cruda en base seca y muestran que a una concentración del 5% se logró obtener un producto funcional con características nutraceuticas. Asimismo, la chía se incorpora como ingrediente funcional en salchichas Frankfurt, Pintado, Herrero, Jiménez-Colmenero, & Ruiz-Capillas (2016) lo consideran como una estrategia para promover la salud. Los tratamientos a una concentración de 10% generan un producto rico en fibra, mejorando el contenido de proteína y reduciendo el porcentaje de grasa, sin embargo, las puntuaciones del panel sensorial se vieron afectadas.

Tabla 1 Efectos de fibras provenientes de cereales, pseudocereales y oleaginosas utilizadas en la formulación de embutidos

Componente de fibra dietaria	Embutido	Efecto	Referencia
Avena e inulina	Salchichas	Mayor agrado de atributos sensoriales a una determinada concentración, mayor CRA.	(Hernández-Hernández et al., 2016)
Trigo	Salchichas de pollo (piel de pollo, agua, fibra de trigo 5:3:2)	Aumento de contenido de ceniza, aumento de viscosidad, efectos negativos en propiedades sensoriales.	(Choe & Kim 2019)
Trigo	Salchichas de pollo (piel de pollo, agua, fibra de trigo 3:5:2)	Mayor contenido de humedad, reducción de grasa, menor rendimiento de cocción, aumento de viscosidad.	(Choe & Kim 2019)
Trigo	Chorizos con carne de conejo, cordero y cerdo	Mejora en las propiedades sensoriales y calidad fisicoquímica del chorizo, mejor capacidad de retención de agua.	(Cobos-Velasco et al., 2014)

Trigo sarraceno	Emulsión de cerdo	Mejor capacidad de retención de agua, aumento de humedad, reducción de grasas y proteínas, cambios sensoriales.	(Lee, Kim, Choe, & Kim, 2018)
Mezcla de piel de cerdo y Quinoa	Salchichas de tilapia roja	Mejor textura y rendimiento de cocción, alta capacidad de retención de humedad, mejor unión de agua y grasa.	(Hleap et al., 2020)
Salvado de arroz	Salchichas tipo Frankfurt (salvado de arroz 2%, tocino, aceite de semilla de uva 0-15%)	Mayor dureza y cohesividad en efecto de textura, mejor capacidad de retención de agua.	(Lozano, 2019)
Salvado de trigo	Salchicha de pollo	Cambios negativos en textura y propiedades sensoriales, cambios físicos químicos, reducción de grasa, y estabilidad de emulsión	(Yadav et al., 2018)
Salvado de centeno, arveja	Salchichas de cerdo	Mayor capacidad de retención de agua, cambios físicos químicos, aumento en el tiempo de masticación, cambios en propiedad de textura.	(Kehlet et al., 2020)
Avena e inulina	Salchicha Brasileña	Reducción de grasa, mejor rendimiento de cocción, aceptación en propiedades sensoriales.	(Vespúcio-Bis, Bonadio, Lorenzo, & Da Silva-Barretto, 2019)
Bagazo, malta de cebada	Salchichas de cerdo	Cambios físico-químicos, aumento de proteína, cambios en propiedades de textura, cambios en propiedades de color	(Herrmann & Souza 2021)
Pectina de cascarilla de soya	Salchicha tipo Frankfurt	Cambios positivos en propiedades nutricionales, antioxidantes, menor contenido de grasa.	(Araujo- Chapa, 2018)
Soya	Chorizo	Cambios físicos-químicos, aumento de rendimiento de cocción, mayor capacidad de retención de agua y grasa.	(Ouddane-Robles, 2017)
Chía	Mortadela	Cambios sensoriales, mejor palatabilidad, aumento de valor proteico	(Baño-Ayala, Mejía-López, & Rodas-Espinoza, 2017)

Chía (Salvia hispánica L.)	Salchichas Frankfurt	Reducción de grasa, cambios en propiedades de textura, cambios sensoriales, estabilidad de oxidación.	(Pintado et al., 2016)
-----------------------------------	----------------------	---	------------------------

3.3.2 Fibra proveniente de frutas, verduras y legumbres

El uso de fibra dietética en embutidos a partir de los subproductos de frutas, verduras y legumbres es considerada como una tendencia creciente y potencial en la industria agroalimentaria, ya que la extracción de fibra de los residuos como las cáscaras, semillas y bagazo pueden ser reutilizados dando un valor agregado a la producción cárnica (García-Amezquita, Tejada-Ortigoza, Serna-Saldivar, & Welti-Chanes, 2018). La composición de la fibra dietética depende de su almacenamiento, maduración y procesamiento aplicado, la principal fibra en verduras es la celulosa y en frutas la pectina y lignina aplicada como gelificante o espesante en los productos (Anal, 2017; Galanakis, 2019).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se han utilizado frutas cítricas como naranjas que contienen altos valores de compuestos bioactivos y propiedades antioxidantes. Así lo muestran algunas investigaciones como la de Durán-Mendoza et al. (2018), donde utilizó fibra cítrica a partir del bagazo de la naranja en longaniza, manifestando que, a una concentración del 5%, los resultados muestran una mayor capacidad antioxidante gracias a la presencia de compuestos fenólicos de la naranja sin afectar las propiedades sensoriales y microbiológicas (Tabla 2). Algo similar ocurre en el estudio sobre la combinación de un cultivo probiótico con fibra cítrica en longaniza, la incorporación a una concentración de 1% de fibra de naranja libero ácidos orgánicos además de favorecer el crecimiento de bacterias ácido lácticas (Sayas-Barberá, Viuda-Martos, Fernández-López, Pérez-Alvarez, & Sendra, 2012). Es importante mencionar que, en la naranja la fibra predominante es la pectina, esta fibra se produce principalmente de la extracción de cáscara de cítricos, y contienen aproximadamente entre 20% a 30% en peso seco (Galanakis, 2019).

Además la pectina también se encuentra en la manzana aproximadamente entre 10%-15% en peso seco, sea a modo de ejemplo en la tabla 2 se muestran algunas investigaciones como el de Loyola-López, Acuña-Carrasco, Fuentes, & Arriola-Herrera (2018) donde elaboran un embutido cárnico con la adición de orujo de manzana en concentraciones de 3%, 5%, 7%, los resultados presentan cambios significativos en comparación con la

muestra control, los de mayor concentración presentan más contenido de fibra, azúcares y fenoles, sin embargo fueron los tratamientos con menor aceptabilidad por parte de los panelistas.

Finalmente Ursachi et al. (2020) manifiestan que verduras y legumbres como la alcachofa constituyen una fuente importante de fibra antioxidante, por lo general sus componentes bioactivos y valor nutricional son utilizados para la prevención de oxidación de lípidos. Así se muestra en el estudio de salchichas tipo Viena con la inclusión de fibra de alcachofa, donde, a una concentración de 4% y 6% los resultados no afectaron las propiedades de proteína y ceniza, los autores destacan los beneficios no solo en cuestión de la reducción de grasa en 25%, sino que también, la alcachofa contiene polifenoles y alta capacidad antioxidante sin influir de manera negativa en el aspecto sensorial y físico-químico del producto obtenido (Quino-Huasco, Alvarado, & Fernández-Deheza, 2014)

Tabla 2 Efectos de fibras provenientes de frutas, verduras y legumbres utilizadas en la formulación de embutidos

Componente de fibra dietaria	Embutido	Efecto	Referencia
Naranja	Longaniza de Pascua	Disminución de pH, liberación de ácidos orgánicos, mejora en las propiedades sensoriales	(Sayas-Barberá et al., 2012)
Bagazo de naranja	Longaniza	No afecta sus propiedades sensoriales en 5% de fibra, propiedades y capacidad antioxidantes, a 10% y 15% de fibra se obtiene bajos valores sensoriales	(Durán-Mendoza et al., 2018)
Naranja, arveja, y almidón de yuca	Pasta fina tipo salchicha	Mejor rendimiento en proceso de cocción, mejoramiento en textura, mejor capacidad de retención de agua.	(Ramírez-Camargo et al., 2016)
Albedo de naranja	Emulsión de pollo	Mejor capacidad de emulsión, mejor rendimiento de fritura, mayor retención de humedad, cambios en textura y aceptabilidad.	(Ammar, 2017)
Naranja	Salchicha de Bolonia de cerdo curada.	Sustituto de grasa y tripolifosfato, cambios sensoriales, y físico químicos.	(Powell, Sebranek, Prusa-Kenneth, & Tarté, 2019)
Cáscara de plátano (<i>Musa balbisiana</i>)	Salchichas de pollo	Reducción de contenido de grasa, mejor rendimiento de cocción, mejor CRA, retraso de oxidación de lípidos. Textura dura y oscurecimiento.	(Zaini, Sintang, & Pindi, 2020)
		Capacidad antioxidante, capacidad de protección a la fracción proteica del	

Cáscara de plátano	Mortadela Bolonia	producto, resultados de parámetros bromatológicos dentro de normativa.	(Macas Moreira, 2015)
Subproducto de banano	Salchicha Frankfurt	Menor pérdida de cocción, mejor estabilidad de la emulsión, y oxidativa, mejor retención de agua, mejor aspecto sensorial.	(Pereira et al., 2020)
Harina de plátano verde	Salchicha Frankfurt	Aumento de fibra y ceniza, disminución de masticabilidad y blancura, reducción de grasa.	(Salazar, Arancibia, Calderón, López-Caballero, & Montero, 2021)
Piña y agua	Salchichas de ternera	Pérdida de cocción, aumento de luminosidad, cambios en propiedades de textura, reducción de grasa	(Henning, Tshalibe, & Hoffman, 2016)
Pulpa de piña	Embutidos de cerdo y pavo tipo Viena	Mayor contenido de fibra dietética, cambios sensoriales.	(Montalvo-González et al., 2018)
Cáscara de kiwi	Paté de jamón	Mejora en las propiedades sensoriales, reducción en oxidación de lípidos, ligeros cambios físico-químicos.	(Soquetta, Monteiro, Boeira, Copetti, & Polli, 2017)
Fibra de pulpa de manzana	Salchichas tipo Frankfurt	Mayor dureza y cohesividad en textura, mayor luminosidad y tonalidad amarilla, mejor capacidad de enlace agua/aceite	(Lozano, 2019)
Pulpa de berenjena	Emulsión de pollo	Mejor rendimiento de fritura, mayor retención de humedad, cambios en textura y aceptabilidad.	(Ammar, 2017)
Tomate	Salchichas tipo Frankfurt	Menor aceptabilidad debido a la apariencia. El parámetro de sabor no se vio afectado.	(Lozano, 2019)
Arveja	Salchicha de bolonia	Reducción de grasa, cambios en propiedades de textura (mayor dureza, masticabilidad, elasticidad).	(Varga-Visi, Toxanbayeva, Andrásyné, & Romvári, 2018)
Piel de uva, Inulina, β-glucano	Salchichas Frankfurt	Menor dureza, gomosidad y masticabilidad, reducción de grasa, cambios sensoriales.	(Egea et al., 2020)
Piel de uva, Inulina, β-glucano	Salchichas españolas	Menor dureza, gomosidad y masticabilidad, reducción de grasa, cambios sensoriales.	(Egea et al., 2020)
Orojo de zanahoria	Salchicha de pollo	Cambios físicos químicos, reducción de grasa, mejor rendimiento de cocción y estabilidad de emulsión	(Yadav et al., 2018)
Alcachofa	Salchichas tipo Viena	Reducción de grasa	(Quino-Huasco et al., 2014)

3.3.3 Otras fuentes de fibra

Existen otras fuentes de fibra eficaces en derivados cárnicos, una de ellas es la inulina, considerada como una alternativa para el desarrollo de productos cárnicos funcionales, su fibra soluble extraída de la raíz de achicoria es utilizada por la alta capacidad que posee para sustituir grasa en embutidos (Vargas-Quintana, 2018).

En el estudio de Peña (2019) explican que además del efecto potencial de la inulina, esta fibra ayuda a que el producto cumpla con los requisitos nutricionales y de calidad, actuando como prebiótico y logrando sustituir altos porcentajes de grasa, los autores incorporaron inulina en salchichas, donde hubo una reducción de grasa hasta de 17% en una reformulación con 6% de inulina y 8% de grasa, además se obtuvo una aceptable calidad sensorial y microbiológica. En otra investigación elaboran salchichas españolas y tipo Frankfurt con la adición de inulina y β -glucano, los resultados presentaron cambios sensoriales en comparación con la muestra control debido a la reducción de grasa, sin embargo, el autor destaca que la unión de fibras muestra resultados eficaces ya que a una concentración de 6% de inulina y 0.5% de β -glucano presentan una reducción de grasa hasta de 16.32% (Egea et al., 2020).

Por otra parte, en la tabla 3 también se presentan algunas plantas como Rizoma de loto utilizadas como fibras antioxidantes, así lo menciona Youn-Kyung et al. (2017) en su investigación, donde argumentan que el rizoma de loto contiene 11.85g/100gr de fibra dietética y la inclusión a un porcentaje de 3% en salchichas mejoró la estabilidad de emulsión, generó menor pérdida de cocción y no afectó las propiedades de textura, además destacan que esta fuente de fibra puede ser utilizada como un ingrediente natural en productos cárnicos. Incluso, se ha utilizado fibra a partir de plantas como bambú, que impactan positivamente en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de los embutidos. Magalhães, Paglarini, Vidal, & Pollonio (2020) evalúan los efectos en 2.5% y 5% de fibra de bambú destacando mayor estabilidad de emulsión, capacidad de retención de lípidos y cambios en propiedades de color.

Finamente también se ha reportado el uso de hongos comestibles como *Agaricus bisporus* y *Pleurotus ostreatus* para reducir niveles de grasa y sal, con el objetivo de obtener un mejor perfil nutricional, Cerón-Guevara et al. (2020) añaden harina de estos hongos en la producción de salchichas Frankfurt como fuente de fibra, donde una reducción de 50% grasa, 50% de sal y 5% de *Pleurotus ostreatus* presentó el mayor valor

de fibra dietética con 6.51 g / 100 g, y sin diferencias significativas en la aceptabilidad del producto. Los autores explican que la fibra de los hongos se compone principalmente de quitina, glucanos, celulosa y hemicelulosas.

Tabla 3 Efectos de fibras provenientes de otras fuentes utilizadas en la formulación de embutidos.

Componente de fibra dietaria	Embutido	Efecto	Referencia
Inulina	Salchichas de pollo	Reducción de grasa, cambios físicos químicos y sensoriales, cambios en propiedades de textura	(Alaei, Hojjatoleslami et al 2018)
Rizoma de loto (<i>Nelumbo nucifera</i>)	Emulsión de cerdo	Reducción de grasa, alta capacidad de retención de agua y grasa, mejor rendimiento de cocción.	(Youn-Kyung et al., 2017)
Geles en emulsión a base de inulina	Salchichas de Bolonia	Reducción de grasa y sodio, aumento en valores de luminosidad y enrojecimiento, mayor elasticidad, cohesividad.	(Souza-Paglarini et al., 2020)
<i>Opuntia humifusa</i> f. <i>jeollaensis</i>	Salchichas emulsionadas	Mejor estabilidad de emulsión, menor contenido de proteína y grasa, pérdida de cocción, aumento en CRA y aceite, cambios organolépticos.	(Jeong & Han 2019)
Inulina	Embutido tipo emulsión	Sustituto de grasa, cambios sensoriales, sin cambios en las características físico químicas.	(Berizi et al., 2017)
Achicoria	Salchichas	Reducción de humedad, grasa, dureza y pH, reducción en características de calidad.	Choi et al. (2016)
Bambú	Salchichas de Bolonia	Sustituto de sal de fosfato, mejor estabilidad de emulsión, cambios físico químicos y sensoriales.	(Magalhães et al., 2020)
Harina de cáscara <i>Plantago Psyllium l.</i>	Salchichas cocidas	Reducción de grasa y proteínas, cambios físicos-químicos, mejor capacidad de retención de agua.	(Aleshkov, Ivashkin, Zhebo, & Burik, 2020)
SM (50% KCl, 35% MgCl₂ y 15% CaCl₂) y fibra de colágeno	Salchichas tipo Frankfurt	Mejor luminosidad en color, reducción de grasa, menor dureza, mayor cohesión.	(Lozano, 2019)

Hibiscus sabdariffa L (Flor de ispáni)	Longaniza	Reducción de grasa, aumento en contenido de fibra, aceptación sensorial	(Elga-Miyu et al., 2018)
Acca Sellowiana Berg (10% de feijoa)	Embutidos de pasta gruesa	Cambios organolépticos, textura arenosa, disminución de grasa.	(Moreno-Áviles & Valencia-Caicedo 2020)
Caña de azúcar y agua	Salchicha de pollo	Mayor rendimiento de cocción, menor oxidación de lípidos, sin cambios en la aceptabilidad del producto, reducción de grasa.	(Fang Zhongxiang, Lin Peiying, Ha Minh, & Robyn Warner 2019)
Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus	Salchichas Frankfurt	Reducción de grasa, cambios físico químicos, cambios en propiedades de color y textura.	(Cerón-Guevara et al., 2020)
Inulina y β-glucano	Salchichas Frankfurt	Cambios en propiedad de color (luminosidad), reducción de grasa, mayor dureza, mayor viscosidad.	(Egea et al., 2020)
Inulina y β-glucano	Salchichas españolas	Cambios en propiedad de color (luminosidad), reducción de grasa, mayor dureza, mayor viscosidad.	(Egea et al., 2020)

3.4 Comportamiento de fibras en la producción de embutidos

El comportamiento de fibras dietarias extraídas de vegetales, cereales u otros productos hace referencia a la funcionalidad e interacción que estas tienen con la matriz cárnica, por ejemplo, entre las principales propiedades se encuentra la capacidad de hinchamiento, la retención de agua y grasa que poseen las fibras para el desarrollo de un producto funcional con mejores características, sin embargo, la efectividad de las fibras se relaciona con su solubilidad viscosidad, fermentabilidad, la cantidad de fibra incorporada en el embutido, y el método de extracción (Trejo Márquez et al., 2017).

Las fibras se comportan de manera diferente en los derivados cárnicos, por ejemplo, las frutas y los vegetales poseen componentes fenólicos, bioactivos, y son considerados como fibras antioxidantes, así lo mencionan Zargar, Kumar, Bhat, & Kumar (2017) en su trabajo de investigación donde evalúan la incorporación de zanahoria como fuente de fibra en salchichas de pollo, a una concentración de 12% los resultados presentaron un aumento significativo de fibra cruda, además expresan que hubo una disminución de pH gracias a los compuestos bioactivos que posee la zanahoria. Galanakis (2019) destaca que la zanahoria posee una alta capacidad antioxidante aproximadamente de 94.67%. Otro ejemplo es la piel de kiwi incorporada como harina en un derivado cárnico en concentraciones de 1% y 2%, Soquetta et al. (2017) explican que esta fibra y su

antioxidante natural ayudaron a reducir la oxidación de lípidos sin alterar la calidad del producto.

Por otra parte, el salvado de los cereales es la parte con más micronutrientes y contenido de fibra, su principal funcionalidad en productos cárnicos como el arroz o trigo es la alta capacidad para retener agua (Ahmad & Al-Shabib 2020). Por ejemplo, en el trabajo realizado por Yadav et al. (2018) el efecto de la adición de salvado de trigo en salchichas de pollo muestran un mejor de rendimiento de cocción gracias a la alta capacidad de la fibra para ligar agua, y un aumento en la dureza, cabe destacar que las fibras insolubles como salvado de trigo pueden aumentar la dureza en productos cárnicos, sin embargo, se debe tomar en cuenta factores como el método de procesamiento, porcentaje de grasa de sustitución y el porcentaje de fibra soluble o insoluble que estos poseen (Zaini et al., 2020).

Finalmente, otras propiedades como la viscosidad, se asocian de mejor manera con las fibras solubles como pectinas, gomas o β -glucano. En el estudio de Egea et al. (2020) reemplazan grasa por fibras vegetales en embutidos como una estrategia, el comportamiento de la fibra β -glucano e inulina ayudaron a modular la textura mostrando resultados similares a la muestra comercial, con una alta viscosidad los autores expresan que el alto rendimiento de estas fibras utilizadas presentan mejor estabilidad de emulsión, aumento de viscosidad y formación de geles estables.

3.5 EFECTO EN LA COMPOSICION PROXIMAL

3.5.1 Efectos en el contenido de grasa

De acuerdo con Trejo Márquez et al. (2017) la inclusión de fibra en un producto genera un alimento funcional, por su diferente elaboración y producción. Por ejemplo, al sustituir un determinado porcentaje del componente que genera efectos negativos al consumidor (grasa, sal, nitritos), por la incorporación de un ingrediente que genere efectos fisiológicos positivos, como la fibra dietética y antioxidantes, además la principal característica de la fibra en embutidos es la obtención de un producto bajo en grasa. Galanakis (2019) explica que la reducción de grasa en productos cárnicos se apoya en dos criterios, uno de ellos, el uso de carne magra y la reducción de grasa mediante la adición de agua y fibra en mayores porcentajes que en un alimento común, tradicional. En la tabla 4 se muestra la cantidad de fibra añadida en los tratamientos realizados, donde se observa en la mayoría de resultados una reducción de porcentaje (ver gráfico 2). De acuerdo a lo antes mencionado

Han&Bertram (2017) manifiestan que la inclusión de fibra como sustituto de grasa también ayuda a mejorar los atributos nutricionales y reduce el contenido calórico. Alaei, Hojjatoleslami et al. (2018), menciona que, en la industria alimentaria, la inulina posee características tecno funcionales, en su trabajo evalúan el efecto de inulina como sustituto de grasa en porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100% de fibra, por ello en la investigación se muestra una alta reducción de grasa con una variación porcentual de 15.01%, además destacan que este componente posee una alta resistencia térmica y compatibilidad con el sistema de emulsión de un embutido. De igual manera sucede con el estudio de Berizi et al. (2017), en su trabajo se muestra una reducción de grasa en el embutido tipo emulsión hasta 18.1% gracias a la sustitución de grasa de 3% y 6% de inulina con agua (grafico 2). En otro estudio utilizan la inulina como una alternativa de desarrollo en la producción de salchichas, por ejemplo, realizaron tratamientos donde sustituyen 6%, 12% de inulina y 8%,10%, 12% de grasa con el objetivo de conocer cuál es el embutido con mejores características funcionales y sensoriales (Peña, 2019).

Por otra parte Galanakis (2019) menciona que el cereal más utilizado como sustituto de grasa es el trigo y el salvado que posee aún más fibra, así lo indican en el trabajo de Gómez-Pardo&Agudelo-Bernal (2020) donde realizan una evaluación de la sustitución en porcentajes de 10%, 24% y 35% de grasa por salvado de trigo en mortadela, los autores mencionan que el salvado posee aproximadamente 42.8g de fibra dietética, y los resultados muestran que, para una porción de 50gr de mortadela se obtiene 0.85% de fibra dietaría total, a un porcentaje de sustitución de 24%, siendo una fibra útil como sustituto de grasa. De igual forma Choe & Kim (2019) explican que, en salchichas de pollo utilizan una mezcla de piel de pollo, agua y fibra de trigo en diferentes porcentajes (5%, 10%, 15%, y 20%), los resultados muestran que hubo una reducción de 16.34 a 5.66% de grasa, presentando una variación porcentual de 10.68%, los autores explican que los resultados se relacionan con la capacidad de retención de agua y el porcentaje de sustitución de grasa utilizado. En otro estudio Lee et al. (2018) expresan que el trigo sarraceno en polvo incorporado en un embutido tipo cerdo, tuvo una reducción de grasa del 7%, con porcentajes de sustitución de trigo en concentraciones de 1%, 2%, y 3%, los autores mencionan que un resultado óptimo se obtiene con la adición de 3% de polvo de trigo sarraceno, en cuanto a propiedades físico químicas y sensoriales.

Con respecto a las frutas y verduras estas presentan menores reducciones en los valores porcentuales de grasa (ver gráfico2). En la investigación de Zaini et al. (2020), indican

una reducción porcentual significativa en su contenido grasa de 4.6%, utilizadas en diferentes tratamientos con porcentajes de sustitución de 2%, 4% y 6% de fibra en polvo de cáscara de plátano. En otro estudio utilizan fibra de orujo de manzana como sustituto de grasa de cerdo en concentraciones de 1% y 2% en salchichas de pollo, Choi et al. (2016) presenta en sus resultados que una reducción porcentual de 11.46 % produce cambios en las propiedades físico químicas y de textura, por ejemplo, incremento la dureza, y cohesividad del producto.

Tabla 4 Cantidad de fibra añadida en embutidos

Producto	Primer tratamiento	Último tratamiento	Referencia bibliográfica
Salchicha de pollo, fibra de cáscara de plátano	2%	6%	(Zaini, Sintang et al. 2020)
Salchicha de pollo tipo emulsión, trigo5:3:2	5%	20%	(Choe & Kim 2019)
Salchicha de pollo tipo emulsión, trigo3:5:2	5%	20%	(Choe & Kim 2019)
Salchichas de pollo, fibra de pulpa de manzana y grasa de cerdo	1%	2%	(Choi, Kim et al. 2016)
Salchichas emulsionadas, fibra de <i>Opuntia humifusa f. Jeollaensis</i>	1%	10%	(Jeong & Han 2019)
Embutidos reestructurados, fibra de achicoria	1%	1%	(Choi, Choi et al. 2016)
Salchicha tipo emulsión de cerdo, fibra de trigo sarraceno (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	1%	3%	(Lee, Kim et al. 2018).
Salchichas Frankfurt, fibra inulina, β -glucano y piel de uva	6% inulina 0.5% β -glucano	3% inulina 1% β -glucano 0.5% piel de uva	(Egea, Álvarez et al. 2020)
Salchichas españolas, fibra inulina, β -glucano y piel de uva	6% inulina 0.5% β -glucano	3% inulina 1% β -glucano 0.5% piel de uva	(Egea, Álvarez et al. 2020)
Salchichas de cerdo emulsión, Rizoma de loto (<i>Nelumbo nucifera</i>)	1%	3%	(Youn-Kyung, Ko-Eun et al. 2017)
Salchicha de bolonia, fibra de bambú	2.5%	5%	(Magalhães, Paglarini et al. 2020).
Longaniza, fibra flor de jamaica, (<i>Hibiscus sabdariffa L</i>)	5%	9%	(Elga-Miyu, González et al. 2018)

Embutido tipo emulsión con sustituto de grasa inulina	3%	6%	(Berizi, Shekarforoush et al. 2017)
Salchichas de pollo con sustituto de grasa inulina	25%	100%	(Alaei, Hojjatoleslamy et al. 2018)
Salchicha Frankfurt, pectina de cascarilla de soya	1%	1.5%	(<i>Glycine Max</i>) (Araujo- Chapa 2018)
Salchicha de bolonia, fibra de cítricos	0.50%	1%	(Powell, Sebranek et al. 2019).
Salchichas de pollo, salvado de trigo	3%	9%	(Yadav, Pathera et al. 2018)
Salchichas de pollo, pulpa de zanahoria	3%	9%	(Yadav, Pathera et al. 2018)
Salchichas Frankfurter, semilla de girasol	2%	4%	(Grasso, Pintado et al. 2020)
Salchichas de cerdo, bagazo, malta de cebada	3%	9%	(Herrmann & Souza 2021)
Salchicha de bolonia, guisante	0.6%	1.8%	(Varga-Visi, Toxanbayeva et al. 2018)
Longaniza, fibra de bagazo de naranja	5%	15%	(Durán-Mendoza, González-Pérez et al. 2018)

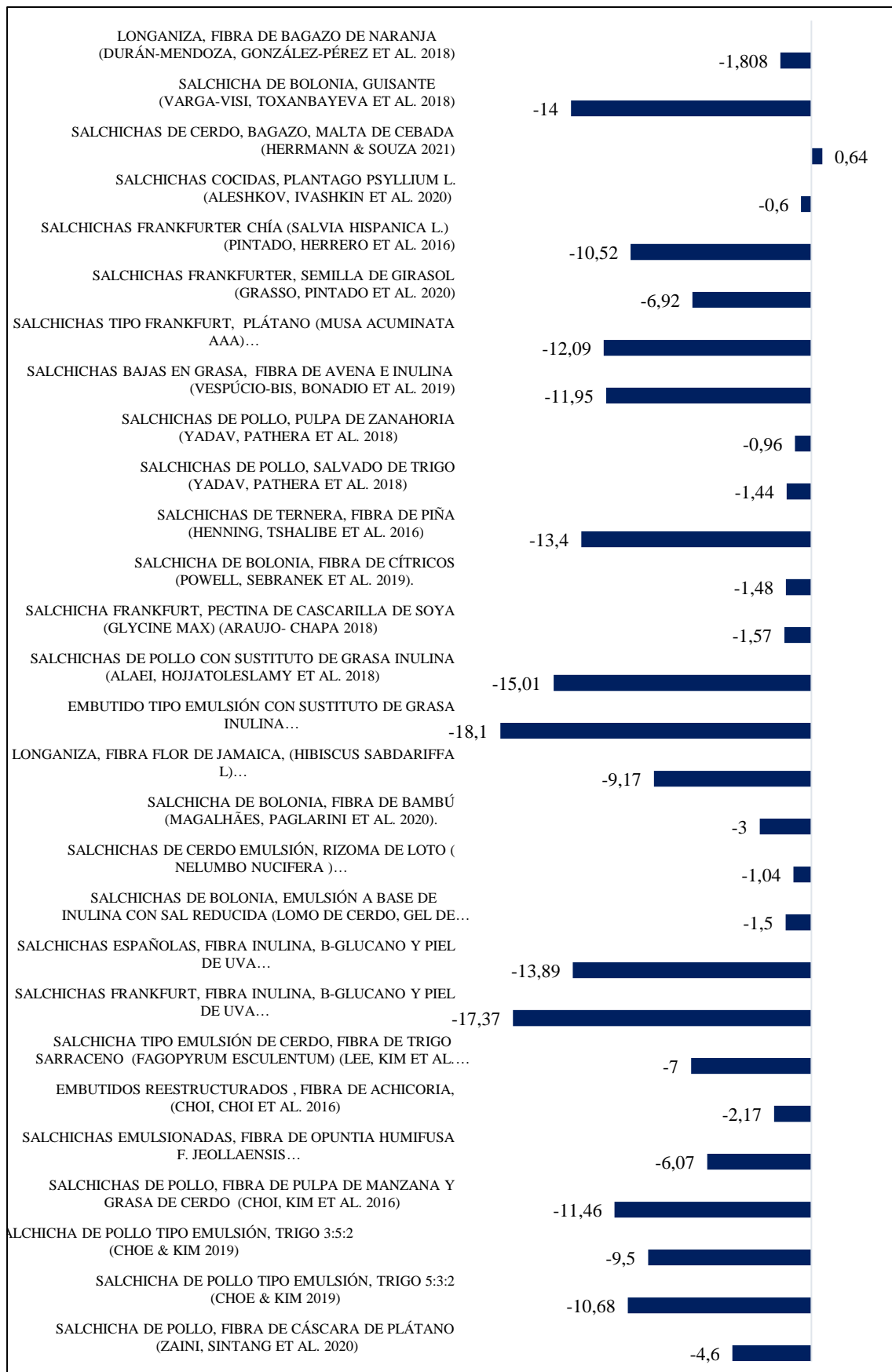


Gráfico 2. Variación porcentual de grasa en embutidos

3.5.2 Efectos en el contenido de proteína

La inclusión de fibra en la producción cárnica también influye en la composición nutricional de los alimentos tanto en productos procesados como terminados. El aumento, o disminución del porcentaje de proteína en la mayoría de estudios no muestran diferencias significativas (Gráfico 3), aunque la variación porcentual depende del contenido de proteína que posee la fibra, es importante considerar que los embutidos son elaborados a partir de una emulsión cárnica, donde el agente emulsionante son las proteínas miofibrilares, y la grasa queda rodeada de miosina, que es la proteína con mayor capacidad de retención de agua (Chancasanampa-Lara & Mucha- Payano 2019).

Uno de los factores que puede provocar un incremento de proteínas es la cocción, ya que esto provoca un aumento en el contenido de materia seca al haber lixiviación de agua y componentes solubles en agua (Guevara-Núñez, 2021). Esto se puede notar en el estudio sobre el efecto de la inulina como sustituto de grasa en salchichas de pollo, los resultados obtenidos mostraron una mejora en el contenido de proteína de 32.34% en la muestra control hasta 51.34% en el último tratamiento con sustitución de inulina en 100%, probablemente este aumento se debió a su cálculo en materia seca (Alaei, Hojjatoleslami, & Hashemi Dehkordi, 2018). En otro estudio utilizan orujo de malta de cebada como fuente de fibra, los resultados de los análisis físico-químicos en salchichas también muestran un incremento de 1.6% en el valor proteico en las diferentes concentraciones, esto se debe a que, en materia seca la fibra posee un porcentaje considerable de proteína de 19.72%, también Herrmann&Souza (2021) muestran en su estudio, un aumento en el contenido proteico después de almacenar el producto durante 10 días, se observó que a una concentración de 9% de fibra, los porcentajes de proteína aumentaron de 17.21% a 18.03%. Algo similar ocurre en estudios con la incorporación de harina de chía en mortadela, donde el valor proteico aumenta hasta 33.71% (Pintado et al., 2016), y en salchichas Frankfurt hasta 16.39% (Baño-Ayala et al., 2017).

De manera similar, en otras investigaciones muestran un incremento en los resultados del valor proteico aunque no presenten diferencias significativas, así lo menciona Choe&Kim (2019) en su trabajo de investigación, donde se presenta un aumento en el valor proteico de 16.23% en el tratamiento control hasta 16.85% a un nivel de sustitución del 20% de fibra de trigo. Similar a lo reportado, en el trabajo de Choi et al. (2016) utilizan fibra de orujo de manzana, en el gráfico 3 se muestra un aumento porcentual de 0.11%, cabe aclarar que en el estudio las formulaciones con 20% y 2% de fibra presentaron los valores

de proteína más altos de 12.45%. Asimismo, en la investigación de Vespúcio-Bis et al. (2019) el tratamiento con 5.12% de avena y 5.12% de inulina utilizadas como sustituto de grasa en salchichas presentan el mayor porcentaje de proteína de 19.18%. Lo dicho hasta aquí supone que el contenido de proteína en el embutido, depende de la formulación utilizada.

Por el contrario, en el trabajo sobre el efecto en la estabilidad y calidad de salchichas con polvos de frutas de Jeong&Han (2019) se muestra una disminución de variación porcentual del 5.69%, en el tratamiento con 10% de sustitución de fibra, se obtuvo un descenso de 19.7% hasta 14.01% de proteína. De manera similar Lee et al. (2018) indican que la adición en polvo de trigo sarraceno en salchichas tipo emulsión muestra una reducción de 22.19% hasta 16.40% en los valores de proteína, o en el estudio de Elga-Miyu et al. (2018) el descenso porcentual de 0.41% en longaniza fue afectada en función a la incorporación de fibra *H. sabdariffa*, los autores destacan que los resultados no son significativos.

Con respecto a lo reportado anteriormente Bohrer (2017) considera que el descenso del contenido de proteína se relaciona con la capacidad de retención de agua que se da entre las proteínas de la carne y el agua molecular durante la emulsión cárnica, aunque la disminución porcentual también depende de algunos factores como la calidad de carne utilizada, el control en cadena de frío, recepción, producción y almacenamiento, también influyen los porcentajes utilizados en las formulaciones de carne, fibra, grasa, sustituto de grasa y especias.

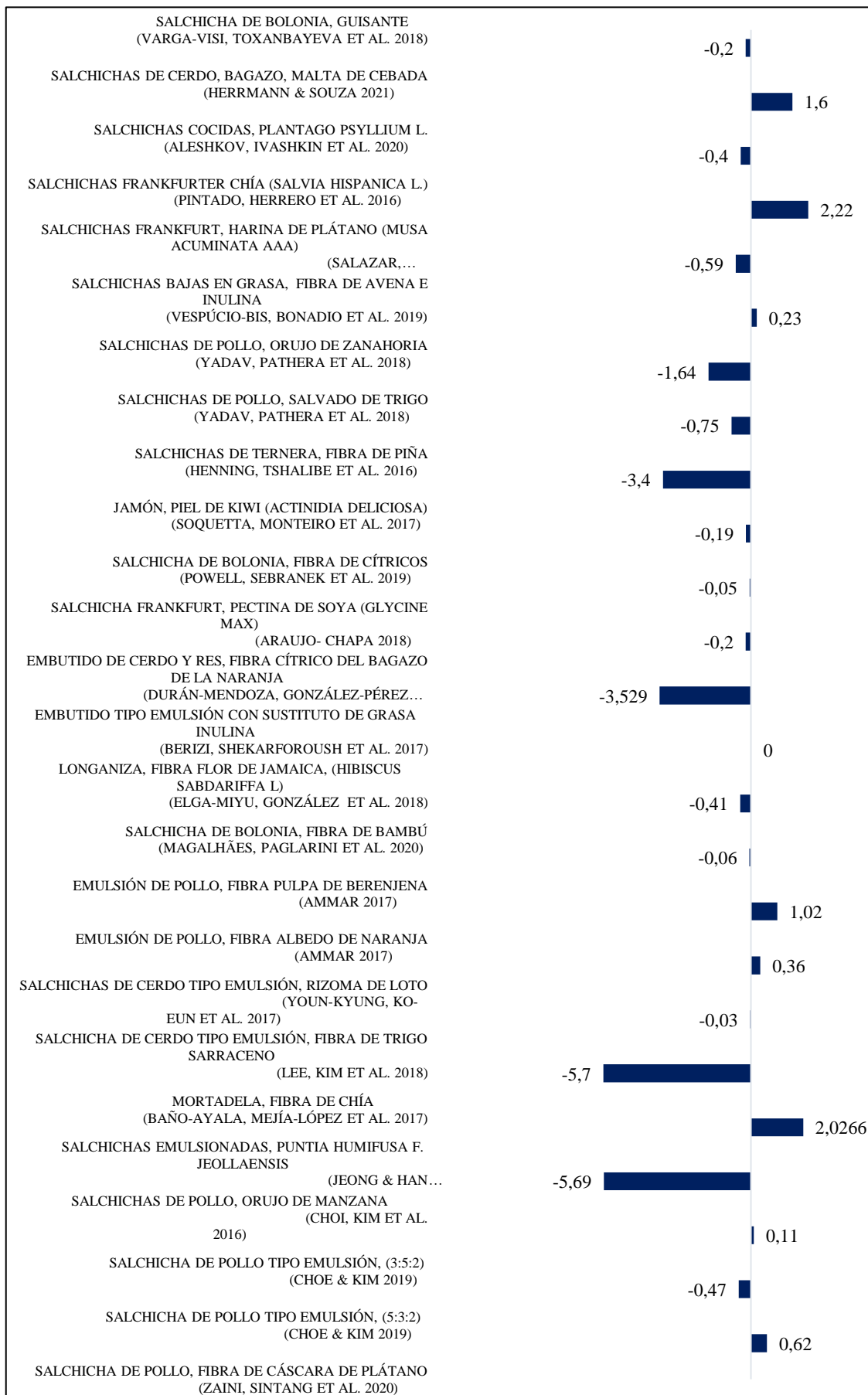


Gráfico 3. Variación porcentual de proteína en embutidos

3.5.3 Efectos en el contenido de ceniza

Las cenizas son consideradas como el residuo inorgánico obtenido después de incinerar la materia orgánica de un producto, en embutidos esta propiedad se relaciona con el contenido de minerales que aportan las materias primas utilizadas y la cantidad de sal incorporada, el autor destaca que en productos cárnicos emplean ingredientes o fuentes proteicas con un mayor contenido de minerales que la carne lo que conlleva a una modificación en la variación porcentual de cenizas como se muestra en el grafico 4 (Zumbado Fernández, 2020).

Por consiguiente, el contenido de ceniza aumenta en función de la adición de fibra en los diferentes productos, la mayor parte de los resultados no muestran diferencias significativas, sin embargo, un aumento de cenizas se debe a la concentración de fibras dietéticas totales añadidas, minerales y almidón resistente, por ejemplo Zaini et al. (2020) incorpora fibra a partir de cáscara de plátano en polvo, en salchichas de pollo donde se presenta una variación porcentual de 2.73%. Asimismo, se reporta en el estudio de Alaei et al. (2018), donde incorporan inulina en salchichas de pollo, los autores muestran que el tratamiento con mayor concentración de fibra aumentó el contenido de cenizas presentando una variación porcentual de 2.9% en salchichas de pollo, explicando que, la principal razón de este hallazgo fue el cálculo en materia seca.

Otros estudios donde utilizan la naranja como fuente de fibra generan un aumento en el contenido de ceniza, por ejemplo, en el trabajo de Ammar (2017) añaden fibra a partir de albedo de naranja en una emulsión de pollo, en el grafico 4 se muestra un aumento porcentual de 0.86%, aunque las diferencias no sean significativas el autor explica que la modificación se debe a la fuentes de fibra añadida ya que dentro de la composición bruta la fibra de naranja en polvo presenta 8.64% de ceniza. En la investigación de Durán-Mendoza et al. (2018) incorporan fibra cítrica a partir del bagazo de naranja en longanizas, la ceniza aumentó en función de la adición de fibra presentando un incremento porcentual de 2.71% en la muestra control a 3.747% en el tratamiento con 15% de fibra incorporada.

Por el contrario, en el trabajo de Souza-Paglarini et al. (2020) utilizan geles de emulsión a base de inulina en salchichas de bolonia, los resultados muestra una considerable disminución en el contenido de ceniza, con una variación porcentual de 8.8%, esto se debe a que los geles de emulsión, son integrados por aceites comestibles en la fase dispersa, agua en la fase continua y agentes estructurantes (fibras) utilizados como

emulsionantes o ingredientes funcionales. Los trabajos muestran que la reducción o aumento de cenizas se debe a que, en la mayoría de investigaciones, las fibras utilizadas fueron añadidas en polvo o harinas extraídas de las diferentes matrices, lo que proporcionó un aumento no significativo de cenizas como se muestra en el gráfico 4.

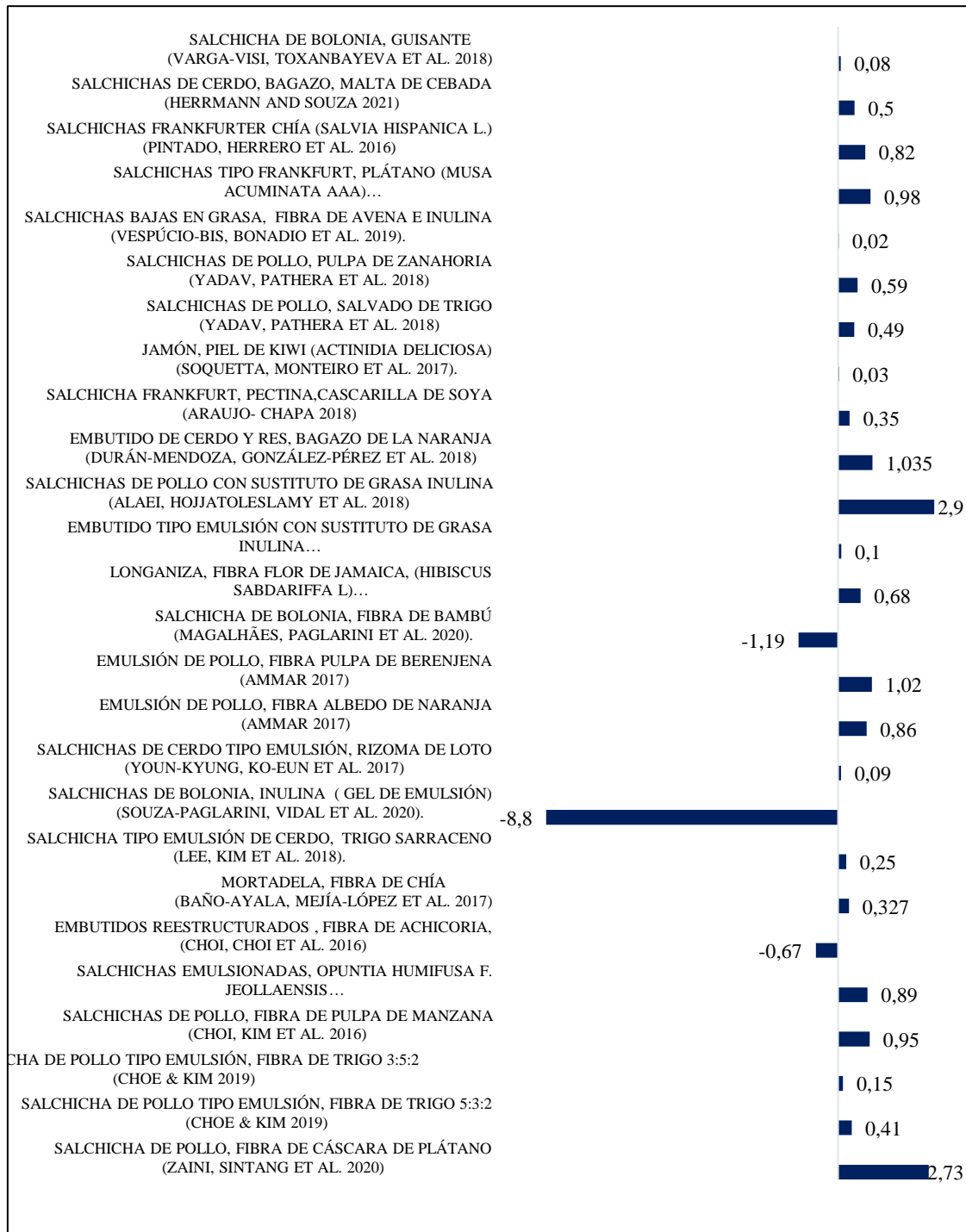


Gráfico 4. Variación porcentual de ceniza en embutidos

3.5.4 Efectos en el contenido de humedad

Zumbado Fernández (2020) expresa que, en la carne el agua representa el 75% siendo este el principal constituyente, es por ello que los resultados en el contenido de humedad de varios productos cárnicos en los que han incluido fibras presentan diferentes resultados (ver gráfico 5).

Alaei et al. (2018) destaca que la principal fibra alimentaria que genera un aumento porcentual de humedad es la inulina, la adición de esta fibra como sustituto de grasa en salchichas de pollo generan un incremento de 14.6 % en relación a un mayor nivel de sustitución de grasa, otra razón, es que la inulina presenta grupos hidrófilos, y posee propiedades higroscópicas que ayudan a la absorción de humedad. Estos resultados se corroboran con la investigación de Berizi et al. (2017), donde añaden inulina como sustituto de grasa en embutidos tipo emulsión con un aumento porcentual de 12.3% con relación a la variación porcentual de humedad, los valores muestran un aumento desde 59.90% de humedad en la muestra control, hasta 72.20% en el último tratamiento donde incluyen 6% de inulina y 12% de agua. Por otra parte, en salchichas de Bolonia se observa que cuando se usa fibra de gel en emulsión con inulina, proteína y aceite de soja, las formulaciones con fibra muestran mayor contenido de agua, a diferencia de la muestra control, razón por la cual se observa un aumento del 8%.

De igual forma, existen otras fuentes de fibra extraídas de frutas que generan aumento en los valores de humedad, tales son algunos ejemplos como las salchichas Frankfurt reducidas en grasa, reformuladas con subproductos de plátano verde y aceite de girasol, en el trabajo reportado por Pereira et al. (2020) plantean que el aumento de porcentaje de humedad de 6.62 % se debe a que el plátano posee fibras insolubles como lignina, celulosa y hemicelulosa, que retienen y absorben más agua que el tejido graso, de igual manera sucede en el estudio donde realizan salchichas de ternera con fibra de piña y agua, en los resultados se observa un incremento de humedad del 10% con relación al aumento de fibra (Henning et al., 2016). Resultados similares se muestran en el trabajo reportado por Choi et al. (2016), donde a una mayor concentración de fibra de orujo de manzana en salchichas de pollo, se muestra un aumento porcentual de 6.69% de humedad debido a que, los tratamientos con diferentes reformulaciones tienen mayor contenido de agua que la muestra control.

Por otro lado, en el trabajo de Zaini et al. (2020) se reporta que la fibra obtenida a partir de la cáscara de plátano en polvo tiene una alta capacidad de retención de agua, sin embargo, en los resultados la humedad se redujo en 3.68%, puesto que el contenido de agua en fibra de cáscara de plátano es menor al contenido de humedad de la matriz cárnica. Resultados similares se presentan en el trabajo de Yadav et al. (2018), donde evalúan el efecto en salchichas de pollo con fibra de orujo de zanahoria, los resultados muestran una disminución en la variación porcentual de 4.04% y en salchichas con fibra de salvado de trigo 4.45%, el autor expresa que la reducción de humedad se debe al remplazo de matriz cárnica por fuentes de fibra que contienen porcentajes de humedad bajos (zanahoria 5.09, trigo 9.47) a diferencia de la emulsión cárnica.

De acuerdo a lo antes mencionado Yadav et al. (2018) manifiesta que, por lo general las fibras poseen alta capacidad de retención de agua, sin embargo, esta depende de la fuente de fibra, su estructura y propiedades fisicoquímicas, también indican que la adición de fibra en forma seca conlleva a la reducción de humedad de los embutidos, por ejemplo Choi et al. (2016) elaboran salchichas con fibra de achicoria, donde hubo una disminución en el valor porcentual de humedad de 3.53%, los autores mencionan que la reducción se debe a la sustitución de fibra de achicoria en polvo de 10%, por grasa de cerdo.

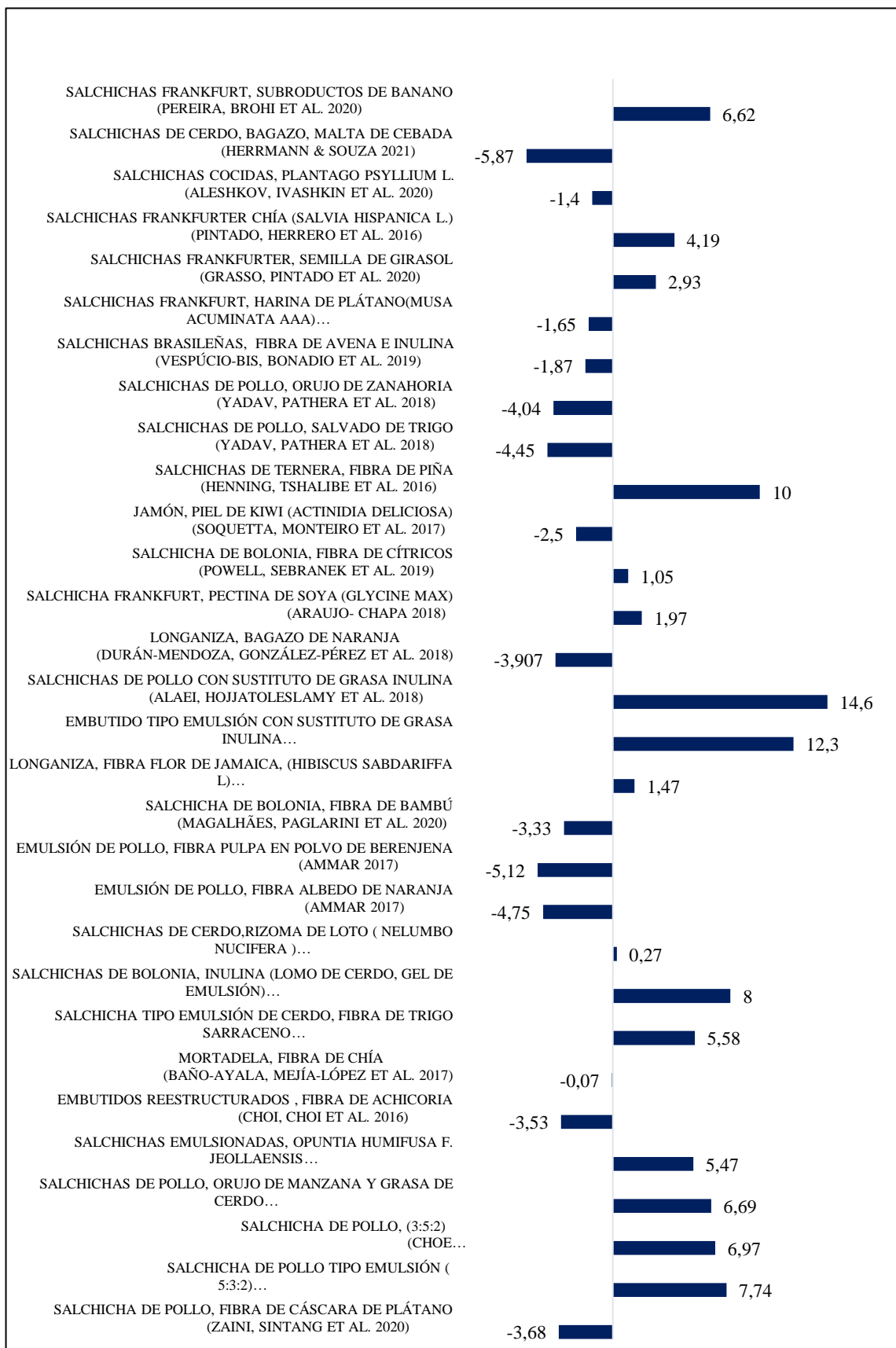


Gráfico 5. Variación porcentual de humedad en embutidos.

3.6 EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE CALIDAD DE LOS EMBUTIDOS

3.6.1 Efectos en el pH

Una de las propiedades físico-químicas más importantes en derivados cárnicos es el valor de pH, este es considerado como uno de los factores que determinan y controlan la calidad de la carne y productos cárnicos, su grado de acidez influye en algunas propiedades funcionales como capacidad de retención de agua, estabilidad de emulsión, capacidad antioxidante, y propiedades microbiológicas (Bautista & Flórez 2020). Flores-Hernández (2016) menciona que el pH en embutidos funcionales depende de la fuente de fibra utilizada, sin embargo, los resultados presentados en la tabla 5 no presentan variaciones significativas. De acuerdo con Cobos-Velasco et al. (2014) es importante considerar el pH óptimo en derivados cárnicos, ya que resultados superiores a 6 pueden ser más susceptibles al desarrollo de bacterias en procesos de secado o conservación, y valores de pH menores a 4,5 pueden ser responsables de sabores desagradables. Aunque Beltrán (2011) manifiesta que, en productos cárnicos emulsionados que sufren un tratamiento térmico, antes de que la carne alcance al rigor mortis, un pH de 6.2 a 6.8, da lugar a la obtención de un embutido de calidad debido a un aumento en la capacidad de retención de agua y una mejor estabilidad de emulsión, estos valores se pueden presentar en la mayoría de investigaciones reportadas en la tabla 5.

Es importante indicar que en embutidos fermentados, curados, las bacterias ácido lácticas son utilizadas debido a su poder de acidificación, lo que genera una reducción en el pH alcanzando el punto isoeléctrico de las proteínas de la carne, y evitando el desarrollo de microorganismos patógenos, Bis-Souza et al. (2019) indican que el pH en salchichas fermentadas puede variar de 4.6 a 5.2 dependiendo del tipo de salchicha.

Pérez-Burillo et al. (2019) explica en su trabajo que en la elaboración de salami con la adición de fibras cítricas, existe una mejora en la capacidad antioxidante, gracias a que la reducción de pH provocó cambios estructurales de la fibra, lo que ayuda a liberar compuestos antioxidantes y fenólicos, los resultados se corroboran con el estudio de Ramírez-Camargo et al. (2016) en salchichas tipo pasta fina donde se añade cáscara de naranja como fuente de fibra, esto provoca una reducción del pH en 0.84, de igual manera

en el estudio de Powell et al. (2019) existe una disminución en salchichas de bolonia de 0.38 gracias a la inclusión de fibra cítrica (tabla 5).

Otras fibras utilizadas como el orujo de malta de cebada en salchichas frescas presentan un aumento en el valor de pH en las diferentes formulaciones, incrementando desde 5.98 en la muestra control hasta 6.31 a una concentración de 9% de fibra, los autores Herrmann&Souza (2021) mencionan en su trabajo que evaluaron el pH después de 10 días de almacenamiento donde hubo una reducción de pH hasta 5.93, sin embargo explican que por lo general el pH de un embutido o producto cárnico se encuentra entre 5.4 a 6.2. Resultados similares se presentan en el estudio de Araujo- Chapa (2018) donde la inclusión de pectina en salchichas Frankfurt muestran un descenso significativo conforme incrementa la cantidad de pectina en los diferentes tratamientos indicando una variación en el pH de 0.41.

Finalmente en el trabajo de Yadav et al. (2018), incluyen orujo de zanahoria en salchichas de pollo presentando un descenso en el valor de pH desde 6.28 en la muestra control, hasta 5.96 en el último tratamiento con la inclusión de 9% de fibra, por el contrario los autores también evalúan la inclusión de fibra de salvado de trigo, donde los resultados muestran un aumento de 6.28 en la muestra control hasta 6.36 en el tratamiento con la inclusión de 9% de fibra. Yadav et al. (2018) explican que el pH de fibra influye en el pH del producto cárnico terminado, por ejemplo, el orujo de zanahoria posee un pH bajo de 4.94, a comparación de la fibra de salvado de trigo, que posee un valor de pH más alto de 6.47.

Tabla 5 Variación de pH en embutidos con inclusión de fibra

Fuente de fibra	Producto	Control	Último tratamiento	Variación	Fuente
Trigo	Salchicha de pollo (piel de pollo, agua, fibra de trigo 5:3:2)	6,35	6,39	0,04	(Choe & Kim 2019)
Trigo	Salchicha de pollo (piel de pollo, agua, fibra de trigo 3:5:2)	6,36	6,35	-0,01	(Choe & Kim 2019)
Orujo de manzana	Salchichas de pollo	6,58	6,4	-0,18	(Choi, Kim et al. 2016)

Cáscara de naranja, arveja, almidón de yuca.	Pasta fina tipo salchicha	6.9	6.06	-0.84	(Ramírez-Camargo et al., 2016)
<i>Opuntia humifusa</i> f. <i>jeollaensis</i>	Salchichas emulsionadas	6.57	6.34	-0.23	(Jeong & Han 2019)
Albedo de naranja	Emulsión de pollo	6.51	6.52	0.01	(Ammar, 2017)
Pulpa de berenjena	Emulsión de pollo	6.51	6.50	-0.01	(Ammar, 2017)
Achicoria	Embutidos reestructurados	6,03	5,98	-0,05	(Choi, Choi et al. 2016)
Trigo sarraceno	Salchicha, emulsión de cerdo	5,84	6	0,16	(Lee, Kim et al. 2018)
Inulina (gel de emulsión)	Salchichas de bolonia	6,28	6,31	0,03	(Souza-Paglarini, Vidal et al. 2020).
Rizoma de loto (<i>Nelumbo nucifera</i>)	Salchichas de cerdo	6,11	6,04	-0,07	(Youn-Kyung, Ko-Eun et al. 2017)
Fibra de bambú	Salchicha de bolonia	6,42	6,41	-0,01	(Magalhães, Paglarini et al. 2020).
Flor de jamaica, (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L)	Longaniza	4,54	4,51	-0,03	(Elga-Miyu, González et al. 2018)
Inulina	Embutido tipo emulsión	6,5	6,6	0,1	(Berizi, Shekarforoush et al. 2017)
Pectina de cascarilla de soya (<i>Glycine Max</i>)	Salchicha Frankfurt	6,65	6,24	-0,41	(Araujo-Chapa 2018)
Cítricos	Salchicha de bolonia	6,38	6	-0,38	(Powell, Sebranek et al. 2019).
Cáscara de kiwi	Paté de jamón	6.7	6.6	-0.1	(Soquetta et al., 2017)
Ingredientes a base de soya	Chorizo fresco	5,37	5,19	-0,18	(Ouddane-Robles 2017)
Salvado de trigo	Salchichas de pollo	6,28	6,36	0,08	(Yadav, Pathera et al. 2018)

Orujo de zanahoria	Salchichas de pollo	6,28	5,96	-0,32	(Yadav, Pathera et al. 2018)
Harina plátano (Musa acuminata AAA)	Salchichas Frankfurt	6,69	6,42	-0,27	(Salazar, Arancibia et al. 2021)
Semilla de girasol	Salchichas Frankfurt	6,39	6,34	-0,05	(Grasso, Pintado et al. 2020)
Chía (<i>Salvia hispanica L.</i>)	Salchichas Frankfurt	6,22	6,26	0,04	(Pintado, Herrero et al. 2016)
Bagazo, malta de cebada	Salchichas de cerdo	5,98	6,31	0,33	(Herrmann & Souza 2021)
Guisante	Salchicha de bolonia	6,4	6,38	-0,02	(Varga-Visi, Toxanbayeva et al. 2018)
Trigo	Chorizos con carne de conejo	6	6	-	(Cobos-Velasco et al., 2014)
Trigo	Chorizos con carne de cordero	5.85	5.85	-	(Cobos-Velasco et al., 2014)
Trigo	Chorizos con carne de cerdo	5.90	5.90	-	(Cobos-Velasco et al., 2014)

3.6.2 Efecto en la calidad microbiológica

Los análisis microbiológicos en productos cárnicos son necesarios para garantizar la calidad e inocuidad del producto. Ávila-Ramírez & Orozco (2013) mencionan que algunos microorganismos deben ser controlados debido a que, un mal control puede ocasionar brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. Se debe tomar en cuenta que algunos tipos de fibras que se incorporan en los derivados cárnicos, pueden afectar o beneficiar las propiedades microbiológicas, Por esta razón, es importante tomar en cuenta que los embutidos deben cumplir con requisitos microbiológicos, establecidos por la normativa europea española del ministerio de sanidad en embutidos, productos cárnicos y el reglamento técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08. Algunos tipos de fibra en embutidos a una determinada concentración, son considerados como determinantes de la calidad microbiológica, Durán-Mendoza et al. (2018) reportaron que cuando se añade fibra del bagazo de naranja en longaniza no hubo presencia de *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, y las bacterias mesófilas aerobias se encuentran dentro de los

límites permisibles. Algo similar ocurre en el uso de *Hibiscus sabdariffa* L. (Flor de Jamaica) en longaniza, los resultados muestran que no existe presencia de *Salmonella* ni coliformes totales en ningún tratamiento.

Ahmad & Al-Shabib (2020) mencionan que las fibras extraídas a partir de algunas frutas y vegetales poseen propiedades antioxidantes y capacidades antimicrobianas, tales son algunos ejemplos como la fibra extraída de la cáscara de plátano en polvo añadidas en salchichas de pollo que muestran retraso en la oxidación de lípidos hasta 55%, destacando su potencial antioxidante (Zaini et al., 2020). De manera similar, en el trabajo de Egea et al. (2020) utilizan inulina, β -glucano y piel de uva como fuente de fibra en salchichas tipo españolas y Frankfurt, lo autores expresan que el orujo de uva poseen flavonoides y fenoles que influyen en su actividad antioxidante e inhiben el crecimiento microbiológico.

3.6.3 Efectos en las propiedades sensoriales

De acuerdo con Ruiz-Capillas, Herrero, Pintado, & Delgado-Pando (2021) el objetivo de una evaluación sensorial es la aceptación o el rechazo del producto, más allá de esto, se hace necesario considerar factores como la selección de personal, el lugar de cata, preparación de muestras, entre otras

En algunos estudios como la producción de mortadela con la inclusión de fibra de chía, se evalúa los parámetros sensoriales de los tratamientos, los resultados presentan diferencias significativas en el parámetro de color y la aceptabilidad, los panelistas optan por el producto con menor concentración de fibra 1% ya que es el que presenta menor cambio en el color a comparación de los demás tratamientos, sin embargo la adición de chía en mortadela mejora la palatabilidad (Baño-Ayala et al., 2017).

Cada trabajo reportado en la bibliografía realiza el estudio de análisis sensorial de una manera diferente, por ejemplo, en la elaboración de longanizas con *Hibiscus sabdariffa* L. se consideran a 80 consumidores elegidos al azar, los resultados presentan que la muestra control y el tratamiento con 5% de fibra son de mayor agrado para los consumidores que eligieron ‘‘me gusta’’ (Elga-Miyu et al., 2018). Similar a lo reportado, en el estudio de Durán-Mendoza et al. (2018) elaboran longaniza con fibra cítrica, consideran una prueba hedónica con 128 consumidores para conocer el nivel de agrado entre ‘‘me gusta mucho’’ y ‘‘me gusta poco’’ de los embutidos reformulados, los

resultados mostraron que las salchichas reformuladas con 5% de fibra cítrica fueron similares al producto testigo siendo estas las más aceptables.

De manera contraria, en el estudio de Berizi et al. (2017) se utiliza fibra de inulina como sustituto de grasa en salchichas emulsionadas, para el análisis sensorial, los autores consideran siete personas capacitadas, por ello los resultados no presentan altas variabilidades con lo que respecta al olor, sabor y color, en cuanto a la textura el tratamiento con 6% de inulina y 12% de agua es el que presenta menor aceptabilidad con una puntuación de 3.42/5. De igual forma, los resultados en el análisis sensorial de salchichas de pollo con fibra de inulina revelan que 10 panelistas capacitados consignaron una mayor puntuación al color, apariencia y textura en el tratamiento con 100% de sustitución de grasas por inulina, puesto que fue de agrado para los panelistas ya que los productos no presentaron firmeza extrema.

Lozano (2019) reportó varias evaluaciones sensoriales de diferentes tipos de fibra en salchichas Frankfurt, por ejemplo, la fibra de piel de tomate en polvo a una concentración de 0.5% y 3% no afecta el sabor del producto, sin embargo, tiene una apariencia desagradable hacia los consumidores y por ende una baja aceptabilidad. También menciona que el uso de sales libre de sodio (50% KCl, 35% MgCl₂ y 15% CaCl₂) con fibra de colágeno como sustituto de grasa no afectaron la aceptabilidad de los productos.

3.7 EFECTO EN PROPIEDADES TECNO FUNCIONALES

3.7.1 Capacidad de retención de agua (CRA)

Las fibras dietéticas con alta capacidad de retención de agua se pueden utilizar como ingredientes funcionales para evitar la sinéresis, también modificar la textura de algunas emulsiones cárnicas (Galanakis, 2019). Según Han & Bertram (2017) la CRA es considerada como una de las principales propiedades funcionales, y su valor depende de su estructura, composición química y la proporción utilizada de las fuentes de fibra, además, la alta o baja retención de agua está relacionada con el rendimiento de cocción, la viscosidad y la estabilidad de emulsión durante el procesamiento del embutido (Zinina et al., 2020). Es importante aclarar que la pérdida de agua es considerada como un problema al que se enfrenta la industria alimentaria ya que no solo reduce el peso del producto, sino que también provoca la aglomeración de líquido en la superficie.

En el trabajo de Zaini et al. (2020) utilizan la cáscara de plátano en polvo como fuente de fibra en salchichas de pollo, los resultados muestran un aumento en la CRA de 6.54% en su tratamiento control hasta 9.28% con 6%, los autores explican que el incremento se debe a que la fibra se encuentra hidratada, y el espacio poroso de las partículas se encuentran ocupados por moléculas de agua. Asimismo Medhe, Anand, & Anal (2017), mencionan que las fibras de cítricos forman una red cuando se hidratan con agua, y es ahí donde se presentan eficientes resultados en el producto final, sus compuestos bioactivos reducen los niveles de nitrito, por ejemplo Powell et al. (2019) indica en su estudio que, en salchicha tipo bolonia, la fibra cítrica tiene una alta efectividad para retener agua, enfatizando que la pectina, hemicelulosa y celulosa son los polisacáridos que más predominan en ella.

Medhe et al. (2017), manifiesta que las fibras de cítricos son de mayor calidad que los cereales, debido a un mejor equilibrio de fibras solubles e insolubles, además estas forman una red cuando se hidratan con agua, y es ahí donde se presentan eficientes resultados en el producto final, por ejemplo en el trabajo de Gedikoğlu & Clarke (2019) añaden diferentes niveles de fibra cítrica en carne molida, los autores expresan que la inclusión de 1% de fibra puede ser utilizada en embutidos y productos cárnicos con una alta capacidad de retención de agua. De manera similar, en el estudio de Song, Pan, Wu, & Ren (2016) destacan el efecto mejorador de la fibra cítrica en salchichas Frankfurt bajas en grasa, la fibra aumento la capacidad de retención de agua debido a las interacciones hidrófobas de las proteínas miofibrilares, lo que genera un cambio en la microestructura de la matriz cárnica.

En el mismo contexto, con respecto a los cereales, Lee et al. (2018) dan a conocer que la inclusión de trigo sarraceno tuvo una alta capacidad de retención de agua en salchichas tipo emulsión, indicando que su aumento se encuentra estrechamente relacionado con la viscosidad de la carne emulsionada, y rendimiento de cocción. Hernández-Hernández et al. (2016) utilizan avena e inulina en salchichas por su alta CRA, ya que la fibra soluble de la avena se compone principalmente de β -glucano, lo que contribuye a las propiedades de viscosidad y una alta CRA (Tang, Yerke, & Sang, 2019). La avena e inulina también son añadidas en salchichas brasileñas bajas en grasa, Vespúcio-Bis et al. (2019) manifiestan que la capacidad de aumentar el rendimiento está relacionada con la capacidad de retención de agua de la fibra dietética en el sistema ya que durante la hidratación cada fibra actúa de manera diferente.

Desde otra perspectiva, en salchichas de pollo tipo emulsión con mezcla de piel de pollo y fibra de trigo a diferentes concentraciones, se evidencia que a una cantidad de grasa por debajo del 10% la CRA se reduce, y esto afecta de manera directa las propiedades sensoriales del embutido (Ho-Bin, Hack-Youn, & Ji-Yeon, 2017). Finalmente, en el estudio de Araujo se indica un aumento en el porcentaje de CRA conforme aumenta la cantidad de fibra, sus resultados presentan un incremento desde 64.21% en la muestra control, hasta 70.81% en salchichas con 1.5% de pectina, el autor destaca que los tratamientos con fibra no pierden agua durante su almacenamiento, también resalta que la fibra mejora las propiedades de hidratación, y posee una alta capacidad para unir moléculas de agua. Se hace necesario resaltar que la pectina es un heteropolisacárido compuesto por D-galacturónico, y gracias a ello se logran formar geles, su principal característica es el uso como aditivo en procesos de gelificación y emulsión (Mendoza-Vargas, Jiménez-Forero, & Ramírez-Niño, 2017).

3.7.2 Rendimiento de cocción

Desde el punto de vista tecnológico, un parámetro crucial es el rendimiento de cocción en productos cárnicos emulsionados, este efecto depende de la retención de grasa y humedad que tenga la fibra, y se relaciona directamente con la capacidad de retención de agua y viscosidad (León-Espinoza & Molina-Cóndor 2016; S.A, Singh et al. 2017).

En el estudio de Zaini et al. (2020) elaboran salchichas de pollo con fibra de cáscara de plátano, se presenta un aumento en el rendimiento de cocción hasta 99.54%, los resultados muestran que durante la cocción, los componentes de fibra y almidón actúan con la proteína de la matriz cárnica, y esto conlleva a una menor capacidad para la migración de humedad, por lo que se presenta reducción de pérdidas de cocción. Resultados similares se muestran en salchichas de pollo bajas en grasa con fibra de orujo de manzana, donde la menor pérdida de cocción se debe a un aumento en la capacidad de unión entre las proteínas de la carne, la grasa y la humedad (Choi et al., 2016). De lo anterior, es importante enfatizar que una pérdida de cocción por debajo del 10% es indicativo de una buena calidad del embutido debido a que posee una alta capacidad de retención de agua durante la cocción (Salazar et al., 2021).

De forma similar, en salchicha tipo emulsión con diferentes concentraciones de trigo sarraceno desarrollado por Lee et al. (2018) se muestra un aumento en el porcentaje del rendimiento de cocción, hasta aproximadamente 80%, debido a la capacidad de la fibra

para absorber agua, sin embargo, el autor enfatiza que a una concentración de 3% de fibra, se logra obtener un producto de calidad, bajo en grasa y con propiedades similares a la muestra control (Lee et al., 2018). Asimismo, otras fibras como salvado de trigo y orujo de zanahoria muestran diferencias a una incorporación del 6%, donde gracias a la retención de agua que poseen las fibras se da como resultado menores pérdidas por cocción (Jeong & Han 2019).

Finalmente, de manera contraria, el rendimiento de cocción puede verse afectado por sustitutos de grasa y su porcentaje de adición, por ejemplo, en el estudio de Choe & Kim (2019) mencionan que, en una de sus formulaciones en la elaboración de salchichas, la sustitución del 20% de una mezcla de piel de pollo, agua y fibra trigo a una relación de 3:5:2 conlleva a una reducción significativa en el rendimiento de cocción, lo que afecta en las propiedades sensoriales, y en la calidad del producto final; el autor compara con otra de sus formulaciones y declara que los resultados se deben a un mayor contenido de agua. Esto se ratifica con los resultados presentados en el estudio de Henning et al. (2016), donde, en salchichas de carne bajas en grasa remplazadas por fibra de piña y agua inducen a una pérdida de cocción significativamente mayor de 37.3%.

3.7.3 Estabilidad de emulsión

Jeong & Han (2019) definen a la estabilidad de emulsión como la capacidad que tiene la fibra dietaria y matriz cárnica de mantener la humedad y grasa, además se encuentra relacionada con la viscosidad, rendimiento de cocción y su CRA.

La adición de salvado de trigo y orujo de zanahoria en salchichas tratadas a una concentración de 6% de fibra de zanahoria mejora la capacidad de retención de agua de las salchichas de cerdo y por ende se obtiene una óptima estabilidad cárnica. De igual manera, en el estudio de Choi et al. (2016), hubo una mejora en la estabilidad de emulsión, en el uso de fibra de orujo de manzana en salchichas de pollo se muestra un incremento de hasta 10.68 ml/g de separación de fluidos, y 2.01 ml/g de grasas separadas, este efecto se atribuye como indicador de grasa retenida y la cantidad de agua que no se puede separar de la matriz cárnica.

Asimismo, en salchichas emulsionadas con la inclusión de polvos de fruta como fuente de fibra (*Opuntia humifusa f. Jeollaensis*) se presenta una disminución de pérdida de agua y grasa, los autores argumentan que las fibras vegetales poseen una alta capacidad de retención a las moléculas de agua, y esta propiedad aumenta durante la desnaturalización

térmica de las proteínas, reduciendo la pérdida de cocción y aumentando la estabilidad de la emulsión (Jeon & Han 2019).

La estabilidad de emulsión no se vio afectada de manera significativa en salchichas reducidas en grasa con fibra de trigo, ya que, a una proporción de 5:3:2 de piel de pollo, agua y fibra de trigo, la exudación de grasa presentó una reducción de 1 a 0.72%, y la exudación de agua se redujo de 4.63 a 4.14%, estos resultados indican una emulsión de alta viscosidad, lo que significa una alta estabilidad de emulsión (Choe & Kim, 2019). Además es importante tomar en cuenta que, la temperatura de molido también es uno de los factores más importantes que pueden influir para determinar una óptima emulsión en masas cárnicas (Santos-Ordoñez, 2018).

3.7.4 Viscosidad

Se ha demostrado que las fibras dietarias extraídas de cereales ocasionan beneficios en la capacidad para aumentar la viscosidad de soluciones acuosas y poder formar geles, sea a modo de ejemplo en el estudio de Lee et al. (2018) se demuestra que el trigo sarraceno en salchichas emulsionadas a una concentración de 3% de fibra muestra las viscosidades más altas, los autores expresan que la viscosidad aumenta conforme incrementa el rendimiento de cocción destacando un alto coeficiente de correlación de 0.728, lo que conduce a la producción de un embutido estable.

Por consiguiente en salchichas de pollo emulsionadas con fibra de trigo, también se demostró un aumento en la viscosidad, el autor enfatiza que esta propiedad se relaciona con la CRA, el tratamiento con una concentración de 20% a una relación de 5:3:2 (piel de pollo, agua y fibra de trigo) presentó la mayor viscosidad, en efecto el aumento de viscosidad de la emulsión cárnica puede deberse al colágeno hidrolizado que contiene la piel de pollo (Choe & Kim 2019) . En otro estudio, Alaei et al. (2018) manifiestan que la inulina utilizada como sustituto de grasa en salchichas de pollo aumenta la viscosidad, ya que esta fibra provoca formación de geles al momento de absorber humedad, el incremento también se atribuye a su alta capacidad de absorción y retención de humedad.

Otra fibra importante, que influye en la viscosidad de la emulsión cárnica es la pectina, Araujo- Chapa (2018) aplica esta fibra dietaria extraída de cascarilla de soya en salchichas Frankfurt, y alude que es utilizada por su alta funcionalidad, ya que posee propiedades estabilizantes para formar geles, y por ello conllevan al incremento de viscosidad y modificación de textura en diversos alimentos.

Finalmente, de acuerdo con Youn-Kyung et al. (2017) el rizoma de loto (*Nelumbo nucifera*), que es una fibra dietaria antioxidante utilizada en salchichas, se observó que la viscosidad es un indicador para predecir la estabilidad de la emulsión cárnica. Esta propiedad aumenta conforme incrementa el porcentaje de fibra incluida, y con respecto al tiempo, los fluidos muestran una disminución de la viscosidad con dependiente del tiempo bajo una tasa de cizallamiento constante.

3.7.5 Capacidad de hinchamiento

La capacidad de hinchamiento es otra propiedad funcional de las fibras, Trejo Márquez et al. (2017) la definen como la tasa del volumen ocupado, que se obtiene por una masa de fibra cuando se alcanza el equilibrio en exceso de agua. La variabilidad de la composición de la fibra y el número de polisacáridos presentes en ella determinan el procedimiento de la capacidad de hinchamiento, ya que cuando el producto pasa por un tratamiento térmico durante el calentamiento, la fibra tiende hincharse y gelatinizarse (Zaini et al., 2020).

Por otro lado, el poder de hinchamiento también es considerado como una de las propiedades que tiene relación con el proceso de hidratación, Nieto-Calvache (2013) muestra que la fibra dietaria de durazno pueden ser utilizadas como espesantes en alimentos que tienen una alta actividad de agua como las emulsiones cárnicas. Por otro lado Powell et al. (2019) donde expresan que, en la inclusión de fibra de cítricos en salchichas bolonia se presenta absorción de agua tanto en la superficie de la fibra cítrica como en su estructura, lo que produce hinchamiento.

Finalmente, desde otra perspectiva, en el uso de fibras de bambú en salchichas bolonia, Magalhães et al. (2020) da a conocer que las sales y fosfatos en combinación con la fibra incrementan la fuerza iónica y pH de la emulsión, lo que provoca hinchazón de las fibras musculares, y por ende aumenta la retención de agua y grasa.

3.8 EFECTOS EN COLOR Y TEXTURA

En la industria alimentaria el color es un atributo importante para la aceptabilidad del producto y aseguramiento de la calidad, en algunas investigaciones esta propiedad se ve afectada por la adición de fibra incorporada. Sin embargo Talens-Oliag (2017) da a conocer que actualmente el espacio CIEL*a*b* es uno de los métodos más utilizados para estimar el color en alimentos con el objetivo de establecer límites de valores y tolerancias de color.

3.8.1 Enrojecimiento

Un atributo importante es el enrojecimiento a^* , los resultados presentados en el gráfico 6, no muestran diferencias significativas, sin embargo, su reducción o su aumento depende de la inclusión de la fibra dietaria, por ejemplo, Zaini et al. (2020) expresa que la inclusión de fibra como un ingrediente funcional conduce a un aumento en el parámetro de enrojecimiento, de manera que, en salchichas de pollo este atributo incrementa conforme la adición de fibra, presentando una variación porcentual de 1.23%, resultados similares reportados por Choi et al. (2016) en salchichas reestructuradas con fibra de achicoria, los autores argumentan que un aumento porcentual de 0.66% se debe a la técnica de conservación de ahumado, lo que incremento el valor de este atributo.

De forma contraria, en el estudio de Egea et al. (2020) demuestran la importancia del tipo de fibra y concentración en este atributo, ya que la inulina, β glucano y piel de uva presentan un menor enrojecimiento que en embutidos a los cuales solo se incluye inulina y β -glucano, esto se debe a la composición de la fibra de orujo de uva ya que el pardeamiento enzimático pueden influir en el enrojecimiento. Por último, algunas investigaciones como salchichas emulsionadas con fibra de polvos de fruta explican que los valores de esta propiedad son menores en salchichas cocidas a comparación de los embutidos crudos, ya que durante el proceso de cocción existe degradación de betacianina al momento de presentar inestabilidad tras un tratamiento térmico (Jeong & Han, 2019).

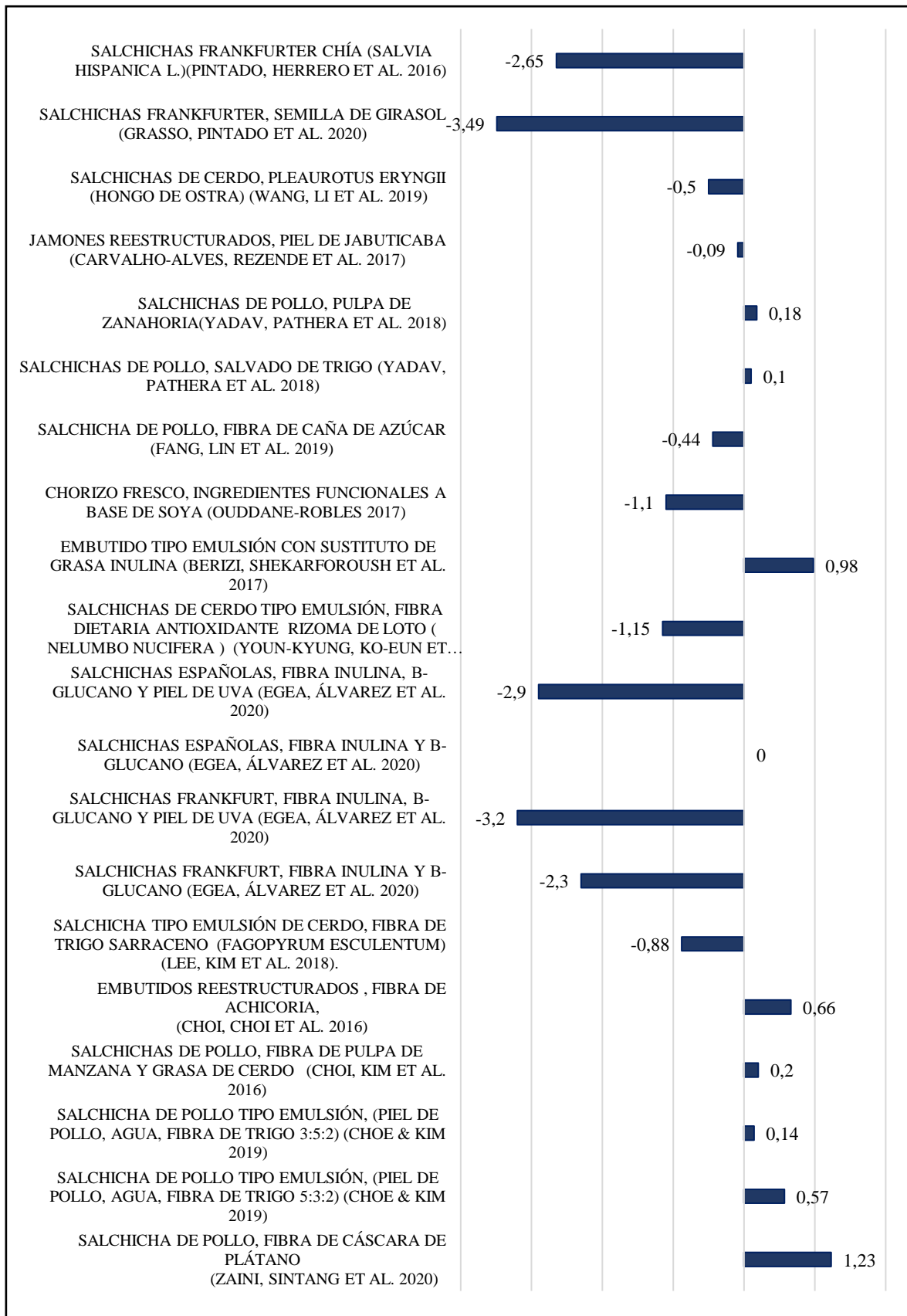


Gráfico 6. Variación porcentual en coordenada de color a* (enrojecimiento).

3.8.2 Luminosidad

Con respecto a la luminosidad L^* , la mayoría de investigaciones presentan una disminución en este atributo (gráfico 7). Zaini et al. (2020) indican que la fibra a partir de la cáscara de plátano reduce la luminosidad de manera significativa con una variación porcentual de 23.76%, el autor explica que esta fibra hace que las salchichas posean un color más oscuro debido a la cantidad de agua y la reducción de grasa. De igual manera el uso de fibras vegetales en embutidos presenta menor luminosidad tanto en salchichas Frankfurt como en salchichas españolas. Egea et al. (2020) señalan que la grasa afecta el color del producto, es por ello que la fibra de inulina, β glucano y piel de uva utilizados como sustituto de grasa reducen los valores de este atributo, es importante hacer mención que el pardeamiento oxidativo de los taninos que están presentes en el orujo de uva, y de los azúcares podrían ocasionar oscurecimiento.

Por el contrario Choi et al. (2016) afirman que la adición de fibra de inulina genera como resultado un color más brillante en los productos cárnicos donde hubo un aumento porcentual de 0.84%, sin embargo, esto depende del producto y del porcentaje de fibra incluida, ya que en el estudio Berizi et al. (2017) el uso de inulina como sustituto de grasa en embutidos tipo emulsión provocan productos más oscuros a una concentración de 6% con una disminución porcentual de 5.25% (gráfico 7).

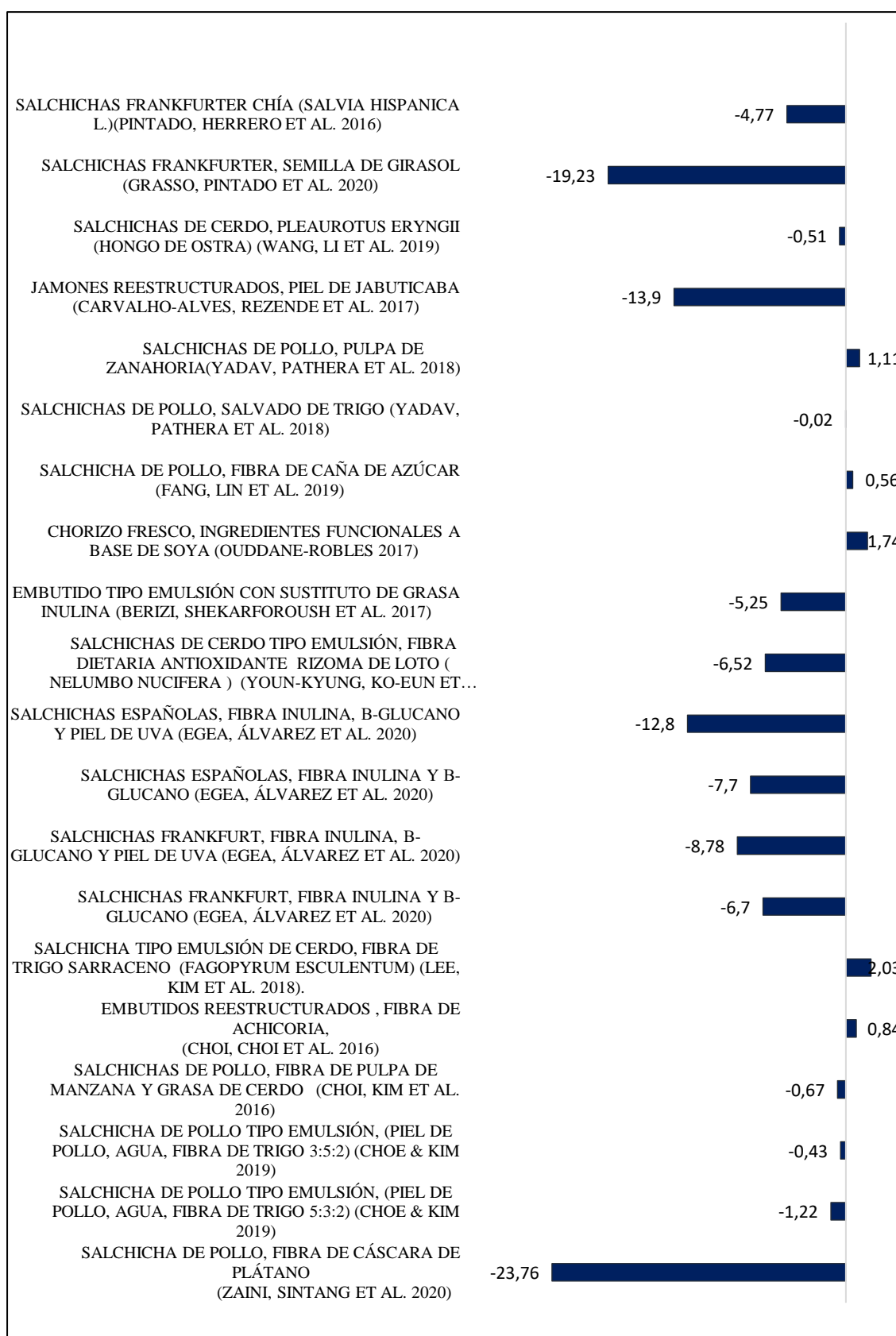


Gráfico 7. Variación porcentual en coordenada de color L* (luminosidad).

3.8.3 Amarillez

Con relación a la coordenada de amarillez tampoco se presenta diferencias significativas en la bibliografía reportada, a excepción de las salchichas Frankfurt con fibra de chía, los autores mencionan que las reformulaciones contienen aceite de oliva, lo que atribuye a un aumento porcentual de 4.34 % en salchichas cocidas, asimismo el salvado de trigo en salchichas de pollo aumentó los valores de amarillez en 1.94%, esto se debe a que las fibras de cereales tienen la capacidad para cambiar el color debido a su composición y presencia de pigmentos carotenoides (Pintado, Herrero et al. 2016; Yadav, Pathera et al. 2018). De lo argumentado anteriormente en otros estudios, también se muestra un aumento en amarillez, Choe & Kim (2019) manifiestan que en las reformulaciones de fibra de trigo con piel de pollo, este último conlleva a un aumento en este atributo, indicando un incremento porcentual de 1.31 %, o en el estudio de Lee et al. (2018), que incluyen fibra de trigo sarraceno en embutidos emulsionados donde el atributo de amarillez se incrementó hasta 1.72% (Gráfico 8). Para culminar, es importante argumentar que una disminución del porcentaje en el atributo de amarillez tiene relación a la capacidad de retención de agua que posee la fibra, además del tratamiento tecnológico aplicado al que sea sometido el producto (Zaini et al., 2020).

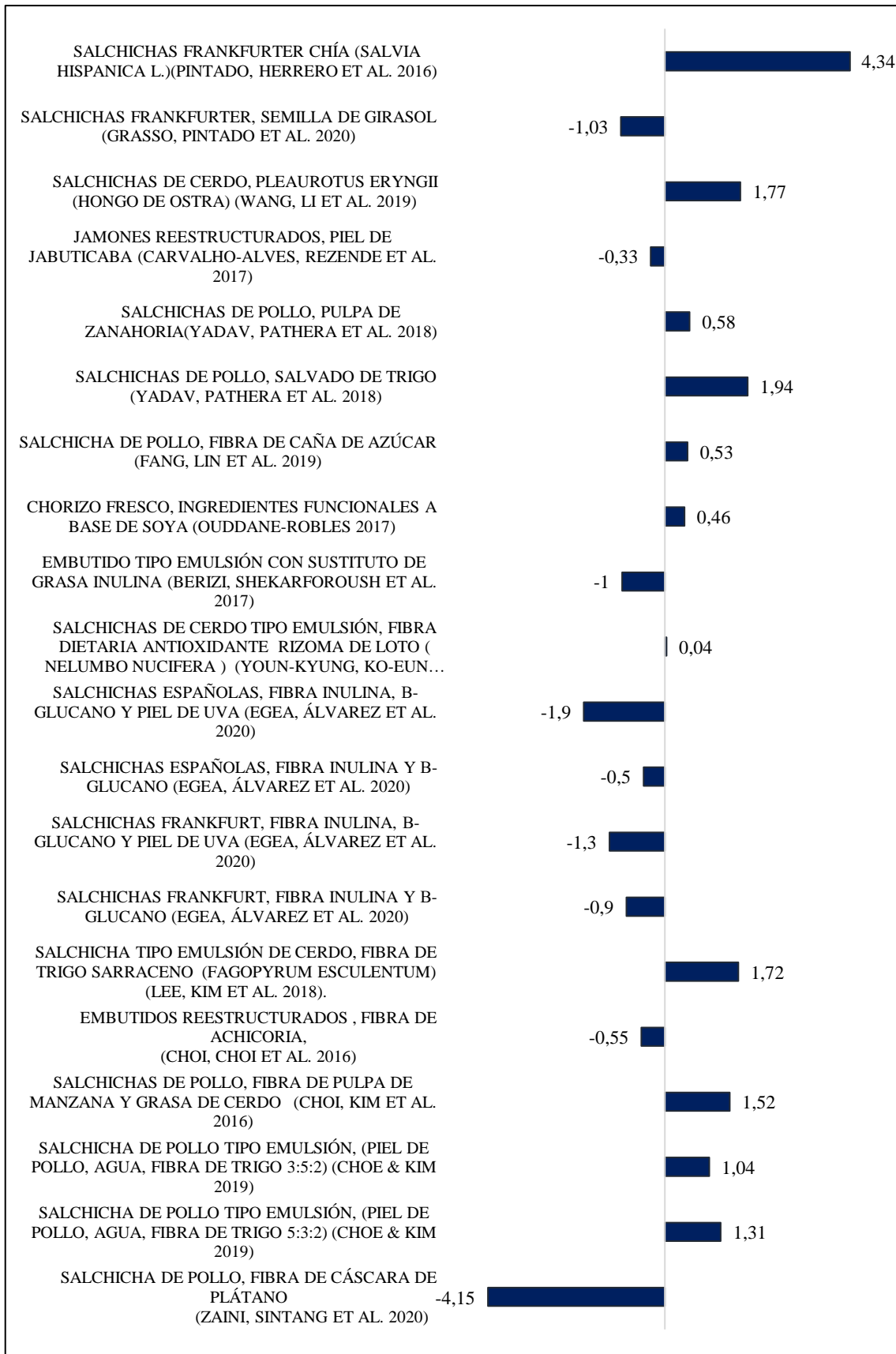


Gráfico 8. Variación porcentual en coordenada de color b* (amarillez).

3.8.4 Efectos en la textura

El análisis de perfil de textura, permite valorar mediante análisis instrumentales algunos indicadores en alimentos sólidos como lo son los derivados cárnicos, en la propiedad de textura se hace referencia a la masticabilidad, gomosidad, dureza, cohesividad y elasticidad, considerando al más importante en embutidos la dureza (González- Torres, Morelos- González, & Correa-Acevedo, 2015).

Egea et al. (2020) hace referencia al análisis de perfil de textura en la elaboración de embutidos con la inclusión de fibras vegetales. Las salchichas españolas con la inclusión de inulina y β -glucano presentan una mayor dureza debido a la capacidad de las fibras para reducir y sustituir grasa, estudios previos han mostrado que la reducción de grasa en productos cárnicos conlleva a una textura firme, dado por las relaciones más fuertes que existen entre partículas de carne y por ello la estructura de la matriz cárnica es más densa (Han& Bertram 2017). Otros indicadores del perfil de textura como la cohesividad y elasticidad, no se vieron afectados por el reemplazo de la fibra en salchichas Frankfurt, y con respecto a la gomosidad, masticabilidad, estos son considerados secundarios debido a que dependen de la dureza.

De igual modo, en otro estudio sobre el uso de emulsión a base de inulina en salchichas bolonia reducidas en sal, elaborado por Souza-Paglarini et al. (2020) muestran que la inulina provoca ablandamiento cuando se incluye en forma de gel. Los tratamientos con reducción de sal provocan embutidos más suaves y masticables, los autores postulan que salchichas con 20% de emulsión con 2% y 1% de sal presentan mayor cohesividad y elasticidad que la muestra control sin verse afectadas durante el tiempo de almacenamiento (Souza-Paglarini et al., 2020).

En el trabajo de Magalhães et al. (2020) la fibra de bambú incluidas en salchichas de Bolonia muestran que el tratamiento con 5% de fibra y 1.5 % de NaCl es el que presenta una mayor dureza y masticabilidad seguido de 2.5 de fibra dietaría y 1.5 NaCl, los autores sostienen, que las mediciones de textura dependen de la gelificación que tengan las proteínas miofibrilares, así como la CRA de la fibra dietética incluida. De manera similar en el trabajo de Song et al. (2016) mencionan que la fibra cítrica incluida en salchichas Frankfurt, presentó un aumento en la dureza conforme aumenta la fibra cítrica hasta 3% debido a la reducción de grasa. Otros atributos como la elasticidad no presentaron

diferencias significativas, sin embargo, señalan un aumento en adhesividad y masticabilidad asociados a la inclusión de fibra.

Finalmente, es crucial indicar que cada fibra actúa de manera diferente en el tipo de embutido elaborado, por ejemplo Fang Zhongxiang, Lin Peiying, Ha Minh, & Robyn Warner (2019) evaluaron la incorporación de fibra de caña de azúcar en salchichas de pollo encontrando que esta provoca mayor dureza a una mayor cantidad de FD, los autores expresan que el aumento se debe posiblemente a que se genera una red tridimensional fuerte en la matriz cárnica lo que hace que la consistencia aumente, incluso a veces puede llegar a alterar las propiedades reológicas de la emulsión. Con respecto a la cohesividad las salchichas no presentaron cambios, y la elasticidad aumenta a una concentración de 10% de agua y 3% de fibra gracias a la formación de una red de gel. Indiscutiblemente la dureza de los productos no solo pueden verse afectados por la inclusión de fibra dietaria, también existen factores intrínsecos y extrínsecos que pueden alterar y desfavorecer la textura como la humedad, el tamaño y la temperatura al momento de realizar la medición (González- Torres et al., 2015).

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Las fuentes de fibra enriquecen y potencian los derivados cárnicos actuando de forma diferente en el producto de acuerdo a su solubilidad, por ejemplo, las fibras de cereales tienen una alta cantidad de fibra soluble presentando mejor capacidad de retención de agua, los subproductos de frutas, y algunos vegetales como el bagazo de naranja, orujo de zanahoria y caña de azúcar han demostrado un equilibrio de fibra soluble e insoluble, y el uso de fibras sintéticas como celulosa pectina, β -glucano, inulina y fibra de soya han sido utilizados para fortificar los embutidos mejorar la composición nutricional y generar efectos beneficiosos a la salud.
- Las principales fuentes de fibra utilizadas en el desarrollo de embutidos son los cereales como avena y trigo, otras fibras no convencionales son fuentes alternas que han demostrado su alto contenido de fibra dietaría en derivados cárnicos como las cascara, orujo, bagazo de algunas frutas y hortalizas, la composición de las fibras otorga las potencialidades funcionales en el alimento dependiendo de la manera de extracción, en cereales y verduras predomina la celulosa, hemicelulosa, β -glucano y en frutas maduras o tubérculos la lignina, pectina.
- El comportamiento de los embutidos sin la adición de fibra presenta diferencias significativas con los productos enriquecidos con este componente, durante su procesamiento los efectos han demostrado mejor retención de agua y grasa, mejor viscosidad, y estabilidad emulsionante, además provocan mayor rendimiento de cocción debido a su composición estructural evitando la migración de agua y pérdidas por cocción. Sin embargo, las características sensoriales de textura y color pueden verse afectadas en altas concentraciones de fibra
- La inclusión de fibras dietarias en embutidos ha demostrado que poseen características funcionales, los beneficios están influenciados por la relación que tiene la matriz estructural de la fibra con la matriz cárnica, por ello son útiles para el remplazo o reducción de grasas, también son considerados como componentes saludables ya que mejoran las características nutricionales, además mejoran los efectos físico-químicos y microbiológicos gracias a las propiedades antioxidantes de algunas fibras cítricas siendo una óptima alternativa en la Industria de alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, S., & Al-Shabib, N. A. (2020). *Functional Food Products and Sustainable Health*: Springer.
- Alaei, F., Hojjatoleslami, M., & Hashemi Dehkordi, S. (2018). The effect of inulin as a fat substitute on the physicochemical and sensory properties of chicken sausages. *Food Sci Nutr*, 6(2), 512-519. doi:10.1002/fsn3.585
- Aleshkov, A., Ivashkin, M., Zhebo, A., & Burik, M. (2020). *Technology and characteristics of boiled sausages enriched with dietary fibers of Plantago Psyllium l.*
- Ammar, M. (2017). Producing of High Fiber Chicken Meat Nuggets by Using Different Fiber Sources.
- Anal, A. K. (2017). *Food Processing by-Products and Their Utilization*. Newark, United Kingdom: John Wiley & Sons, Incorporated.
- Araujo- Chapa, A. (2018). *Efecto de la adición de pectina de cascarilla de soya (Glycine Max) en la calidad nutricional y funcional en salchicha tipo Frankfurt*. Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey, Nuevo León, México.
- Arias-Lamos, D., Montaña-Díaz, L., Velasco-Sánchez, M., & Martínez-Girón, J. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria Tecnura. 22, 55-68.
- Ávila-Ramírez, J., & Orozco, I. (2013). Calidad microbiológica de productos cárnicos analizados en el laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Fundación CIEPE. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4 (1), 132-145.
- Baño-Ayala, D., Mejía-López, A., & Rodas-Espinoza, S. (2017). Efecto de la adición de chía sobre las características sensoriales, físico-químicas y rendimiento de la mortadela. *Industrial Data*, 20(1), 111 - 116. doi:10.15381/idata.v20i1.13487
- Bautista, E., & Flórez, A. (2020). Verificación del cumplimiento de las normas para materias primas utilizadas en la elaboración de productos, derivados cárnicos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 16(2), 32-49.
- Beltrán, N. (2011). *Elaboración de salchicha tipo Frankfurt con alto contenido de fibra*. Universidad del Azuay, Cuenca-Ecuador.
- Berizi, E., Shekarforoush, S., Mohammadinezhad, S., Hosseinzadeh, S., & Farahnaki, A. (2017). The use of inulin as fat replacer and its effect on texture and sensory properties of emulsion type sausage. *Iranian journal of veterinary research*, 18(4), 253–257.

- Bhat, S., Manzoor, A., Dar, I., & Ahmad, S. (2020). Cereals as Functional Ingredients in Meat and Meat Products. In S. Ahmad & N. A. Al-Shabib (Eds.), *Functional Food Products and Sustainable Health* (pp. 91-108). Singapore: Springer Singapore.
- Bis-Souza, C., Barba, F., Lorenzo, J., Penna, A. L., & Barretto, A. (2019). New strategies for the development of innovative fermented meat products: a review regarding the incorporation of probiotics and dietary fibers. *Food Reviews International*, 35(5), 467-484. doi:10.1080/87559129.2019.1584816
- Bohrer, B. (2017). Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends in Food Science Technology*, 65, 103-112.
- Cerdeño, V. (2012). Consumo de embutidos y salazones en España. *Alimentacion en España*, 22(123), 100-104.
- Cerón-Guevara, M., Rangel-Vargas, E., Lorenzo, J., Bermúdez, R., Pateiro, M., & Rodríguez, J. (2020). Reduction of Salt and Fat in Frankfurter Sausages by Addition of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* Flour. 9(6), 760.
- Choe, J., & Kim, H.-Y. (2019). Quality characteristics of reduced fat emulsion-type chicken sausages using chicken skin and wheat fiber mixture as fat replacer. *Poultry Science*, 98(6), 2662-2669. doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pez016>
- Choi, H., Choi, H., Choi, Y., Kim, J., Lee, J., Jung, E., & Lee, S. (2016). Effect of Chicory Fiber and Smoking on Quality Characteristics of Restructured Sausages. *Korean journal for food science of animal resources*, 36(1), 131–136. doi:<https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.1.131>
- Choi, Y., Kim, Y., Hwang, K., Song, D., Ham, Y., & Kim, H. (2016). Effect of apple pomace fiber and pork fat levels on quality characteristics of uncured, reduced-fat chicken sausages. *Poultry Science*, 95(6), 1465-1471. doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pew096>
- Cobos-Velasco, J., Soto-Simental, S., Alfaro-Rodríguez, R., Aguirre-Álvarez, G., Rodríguez-Pastrana, B., & González-Tenorio, R. (2014). Evaluación de parámetros de calidad de chorizos elaborados con carne de conejo, cordero y cerdo, adicionados con fibra de trigo. *NACAMEH Vol. 8, No. 1*, pp. 50-64.
- Conejo-Magán, Á. (2019). *Evaluación de las nuevas tecnologías en el desarrollo de productos cárnicos saludables*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid- España.
- Deepak, M. (2017). Chapter 3 - The Interaction Between Insoluble and Soluble Fiber. In R. A. Samaan (Ed.), *Dietary Fiber for the Prevention of Cardiovascular Disease* (pp. 35-59): Academic Press.

- Durán-Mendoza, T., González-Pérez, M., Cruz-Leyva, M., González-Cruz, J., Cuenca-Soria, C., Guzmán-Ceferino, J., & Pérez-Sánchez, C. (2018). Análisis del efecto de la adición de fibra cítrica del bagazo de la naranja en las propiedades nutrimentales y sensoriales de un embutido y determinación de la calidad microbiológica. *European Scientific Journal, ESJ Vol. 14 No 18* doi:10.19044/esj.2018.v14n18p14
- Egea, M., Álvarez, D., Peñaranda, I., Panella-Riera, N., Linares, M., & Garrido, M. (2020). Fat Replacement by Vegetal Fibres to Improve the Quality of Sausages Elaborated with Non-Castrated Male Pork. *10(10)*, 1872.
- Elga-Miyu, G., González, J., Concepción-Sánchez, M., Pérez-Ceferino, C., Guzmán-Muñoz, J., Ramírez-Mendoza, I., & Durán-Nacameh, T. (2018). Hibiscus sabdariffa L. en un embutido cárnico y su efecto en las características fisicoquímicas, nutritivas, microbiológicas, y aceptación sensorial. *12(2)*, 15-29.
- FAO, & OMS. (2003). Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias Retrieved from <https://www.fao.org/3/j1464s/j1464s.pdf>
- Flores-Hernández, J. (2016). *Efecto de la harina de fibra de trigo (Triticum aestivum) o de soya (Glycine max) en la elaboración de chorizos parrilleros como fuente de fibra.* (tesis de pregrado), Escuela Agrícola Panamericana Zamorano Honduras.
- Galanakis, C. M. (2019). *Dietary Fiber: Properties, Recovery, and Applications.* San Diego, United States Elsevier Science & Technology.
- Gameros-Colin, M., Monroy-García, A., Morales-Sánchez, Y., Alanís-García, E., & Ramírez-Moreno. (2017). El consumo de carne procesada y su impacto en la dieta. Processed meat consumption and its impact on the diet. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 6(11).
- García-Amezquita, L., Tejada-Ortigoza, V., Serna-Saldivar, S., & Welti-Chanes, J. (2018). Dietary Fiber Concentrates from Fruit and Vegetable By-products: Processing, Modification, and Application as Functional Ingredients. *Food and Bioprocess Technology*, 11(8), 1439-1463. doi:10.1007/s11947-018-2117-2
- Gedikoğlu, A., & Clarke, A. D. (2019). Quality attributes of citrus fiber added ground beef and consumer acceptance of citrus fiber added Turkish meatballs. *Food health*, 5(4), 205-214.
- Gómez-Pardo, L., & Agudelo-Bernal, C. (2020). *Evaluación de la sustitución de grasa por salvado de trigo en un producto cárnico emulsificado (mortadela).* (pregrado), Universidad de la Salle Bogotá-Colombia.

- González- Torres, D., Morelos- González, K., & Correa-Acevedo, D. (2015). Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *Recite!a.*, v.14 n.2.
- Grasso, S., Pintado, T., Pérez-Jiménez, J., Ruiz-Capillas, C., & Herrero, A. M. (2020). Potential of a Sunflower Seed By-Product as Animal Fat Replacer in Healthier Frankfurters. 9(4), 445.
- Guevara-Núñez, J. (2021). *Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos cárnicos*. (Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.
- Han, M., & Bertram, H. C. (2017). Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. *Meat Science*, 133, 159-165. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.001>
- Henning, S., Tshalibe, P., & Hoffman, L. (2016). Physico-chemical properties of reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres and water. *LWT*, 74, 92-98. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.007>
- Hernández-García, B. (2020). La fibra y su papel en la prevención de enfermedades. *Gaceta Hidalguense de Investigación en Salud*, Vol. 8, No. 2, 6-7.
- Hernández-Hernández, I., Escalona-Buendía, H., Severiano-Pérez, P., & Ponce-Alquicira, E. (2016). Nivel de agrado en salchichas con incorporación de fibra de avena e inulina de achicoria. *Vol. 1, No. 2* 486-490.
- Herrmann, G., & Souza, C. (2021). Use of barley malt pomace in the production of fresh sausage. *Brazilian Journal of Food Technology*, 24.
- Hleap, J., Rodríguez, G., & Dussan-Sarria, S. (2020). Efecto de la sustitución de grasas en salchichas de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) por una mezcla de piel de cerdo y fibra de quinua. *Revista Actualidad & Divulgación Científica*, 23.
- Ho-Bin, S., Hack-Youn, K., & Ji-Yeon, C. (2017). Quality Characteristics of Emulsion-type Chicken Sausages added Different Level of Buckwheat Powder. *Korean Journal of Poultry Science*, 44, 135-141. doi:10.5536/KJPS.2017.44.2.135
- INEN-1338. (2012). Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos cruso, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos. requisitos. Retrieved from https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1338-3.pdf
- Jeong, Y., & Han, Y. (2019). Effect on the emulsification stability and quality of emulsified sausages added with wanggasi-Chunnyuncho (*Opuntia humifusa* f. *jeollaensis*) Fruit Powders. *Food Sci Anim Resour*, 39(6), 953-965. doi:10.5851/kosfa.2019.e85

- Johnson, J., & Wallace, T. C. (2019). Introduction to Whole Grains and Human Health. In *Whole Grains and their Bioactives* (pp. 1-17).
- Kehlet, U., Christensen, L. B., Raben, A., & Aaslyng, M. D. (2020). Physico-chemical, orosensory and microstructural properties of meat products containing rye bran, pea fibre or a combination of the two. *55*(3), 1010-1017. doi:<https://doi.org/10.1111/ijfs.14326>
- Lee, S., Kim, G., Choe, J., & Kim, H. (2018). Effect of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) Powder on the Physicochemical and Sensory Properties of Emulsion-type Sausage. *Korean J Food Sci Anim Resour*, *38*(5), 927-935. doi:10.5851/kosfa.2018.e25
- Loyola-López, N., Acuña-Carrasco, C., Fuentes, D., & Arriola-Herrera, M. (2018). Production of cured, voided meat sausage with apple pomace added (*Malus domestica*) and its impact in nutritional and sensorial values.
- Lozano, A. (2019). Reformulación de salchichas tipo Frankfurt. Influencia en sus propiedades físico-químicas, organolépticas y aceptabilidad. *4*(5), 507-526.
- Macas Moreira, K. (2015). *Mortadela bologna con alto contenido de fibra a base de pulverizado de cáscara de plátano barraganete* Universidad Tecnológica equinoccial Santo Domingo- Ecuador.
- Magalhães, I., Paglarini, C., Vidal, V., & Pollonio, M. (2020). Bamboo fiber improves the functional properties of reduced salt and phosphate-free Bologna sausage. *44*(12), e14929. doi:<https://doi.org/10.1111/jfpp.14929>
- Medhe, S., Anand, M., & Anal, A. K. (2017). Dietary Fibers, Dietary Peptides and Dietary Essential Fatty Acids from Food Processing By-Products. In *Food Processing By-Products and their Utilization* (pp. 111-136).
- Mendoza-Vargas, L., Jiménez-Forero, J., & Ramírez-Niño, M. (2017). Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.).
- Montalvo-González, E., Aguilar-Hernández, G., Hernández-Cázares, A., Ruiz-López, I., Pérez-Silva, A., Hernández-Torres, J., & Vivar-Vera, M. (2018). Production, chemical, physical and technological properties of antioxidant dietary fiber from pineapple pomace and effect as ingredient in sausages. *CyTA - Journal of Food*, *16*(1), 831-839. doi:10.1080/19476337.2018.1465125
- Nieto-Calvache, J. (2013). *Fibra dietaria de durazno (Prunus persica L.): influencia de la técnica de obtención en las propiedades químicas, físicas y funcionales*. (Tesis de postgrado), Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires-Argentina.

- Normativa-Mexicana. (2018). Norma oficial mexicana NOM-213-SSA1-2018, productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. In.
- Orellana, F., & Palacios, K. (2015). *Caracterización y análisis de la cadena de suministros de productos cárnicos, embutidos en Ecuador periodo*. Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador. Retrieved from <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25568/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>
- Ouddane-Robles, P. (2017). *Uso de fibra y concentrado proteico de soya (Glycine max) y almidón de papa (Solanum tuberosum) como ingredientes funcionales en un chorizo fresco*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Öztürk-Kerimoğlu, B., Kavuşan, H. S., Tabak, D., & Serdaroglu, M. (2020). Formulating Reduced-fat Sausages with Quinoa or Teff Flours: Effects on Emulsion Characteristics and Product Quality. *Food Science of Animal Resources*, 40(5), 710.
- Peña, M. (2019). Inulina: una alternativa para el desarrollo de productos cárnicos funcionales. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11(3).
- Pereira, J., Brohi, S. A., Malairaj, S., Zhang, W., & Zhou, G.-H. (2020). Quality of fat-reduced frankfurter formulated with unripe banana by-products and pre-emulsified sunflower oil. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 420-433. doi:10.1080/10942912.2020.1733014
- Pérez-Burillo, Mehta, T., Pastoriza, S., Kramer, D. L., Paliy, O., & Rufián-Henares, J. Á. (2019). Potential probiotic salami with dietary fiber modulates antioxidant capacity, short chain fatty acid production and gut microbiota community structure. *LWT*, 105, 355-362. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.006>
- Pérez-Burillo, S., Mehta, T., Pastoriza, S., Kramer, D., Paliy, O., & Rufián-Henares, J. (2019). Potential probiotic salami with dietary fiber modulates antioxidant capacity, short chain fatty acid production and gut microbiota community structure. *LWT*, 105, 355-362. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.006>
- Pintado, T., Herrero, A., Jiménez-Colmenero, F., & Ruiz-Capillas, C. (2016). Strategies for incorporation of chia (*Salvia hispanica* L.) in frankfurters as a health-promoting ingredient. *Meat Sci*, 114, 75-84. doi:10.1016/j.meatsci.2015.12.009
- Powell, M., Sebranek, J., Prusa-Kenneth, J., & Tarté, R. (2019). Evaluation of citrus fiber as a natural replacer of sodium phosphate in alternatively-cured all-pork Bologna

sausage. *Meat Science*, 157, 107883.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107883>

- Quino-Huasco, M. L., Alvarado, J., & Fernández-Deheza, H. (2014). *Efectos en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del uso de fibra dieteria en salchichas tipo viena reducidas en grasa*. (pregrado), Universidad Mayor de San Andrés La Paz-Bolivia. Retrieved from <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18143/M-278.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez-Camargo, E., Marulanda, A., & Orrego, J. (2016). Desarrollo de una Mezcla de Fibras y Almidones como reemplazante de grasa para productos de pasta fina tipo salchicha. *Universidad de Antioquia*, Vol. 27(1), 41-52 doi:10.4067/S0718-07642016000100006
- Ritchie, H., & Roser, M. (2017). Meat and Dairy Production. Our World in data. Retrieved from <https://ourworldindata.org/meat-production>
- Rodríguez-Andrade, R., Góngora-Marín, P. A., Amado-Agudelo, N., & Santamaría-Gaona, J. P. (2019). *Análisis funcional y microbiológico de derivados lácteos y cárnicos*: Universidad de la Salle.
- Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Pintado, T., & Delgado-Pando, G. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Meat Products Development. *10(2)*, 429.
- Salazar, D., Arancibia, M., Calderón, L., López-Caballero, M., & Montero, M. P. (2021). Underutilized Green Banana (*Musa acuminata* AAA) Flours to Develop Fiber Enriched Frankfurter-Type Sausages. *10(5)*, 1142.
- Santos-Ordoñez, N. (2018). *Efecto de la incorporación de compuestos antioxidantes encapsulados en una emulsión doble (W1/O/W2), en las propiedades físicoquímicas, funcionales y la estabilidad oxidativa de productos cárnicos emulsionados*. (tesis de postgrado), Universidad autónoma del estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México
- Sayas-Barberá, E., Viuda-Martos, M., Fernández-López, F., Pérez-Alvarez, J. A., & Sendra, E. (2012). Combined use of a probiotic culture and citrus fiber in a traditional sausage 'Longaniza de Pascua'. *Food Control*, 27(2), 343-350. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.04.009>
- Singh, J., Rafiq, S., & Rashid, R. (2017). Fortification of dietary fiber ingredients in meat application. *International Journal of Biochemistry Research*, 19(2), 1-14.

- Song, J., Pan, T., Wu, J., & Ren, F. (2016). The improvement effect and mechanism of citrus fiber on the water-binding ability of low-fat frankfurters. *Food Science Journal of Food Science Technology*, 53(12), 4197-4204.
- Soquetta, M., Monteiro, S., Boeira, C., Copetti, C., & Polli, V. (2017). Development and Quality of Ham Pâté with Added Natural Antioxidant Kiwi Fruit (*Actinidia deliciosa*) Skin. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 07. doi:10.4172/2155-9600.1000624
- Souza-Paglarini, C., Vidal, V., Ribeiro, W., Badan-Ribeiro, A., Bernardinelli, O., Herrero, A., & Rodrigues-Pollonio, M. (2020). Using inulin-based emulsion gels as fat substitute in salt reduced Bologna sausage. *101(2)*, 505-517. doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.10659>
- Talens-Oliag, P. (2017). Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB.
- Tang, Y., Yerke, A., & Sang, S. (2019). Oats. In *Whole Grains and their Bioactives* (pp. 45-61).
- Trejo Márquez, M. A., Lira-Vargas, A. A., & Pascual-Bustamante, S. (2017). Fibra para el futuro: propiedades y beneficios. *Omnia Science Monographs*.
- Ursachi, C., Perța-Crișan, S., & Munteanu, F. (2020). Strategies to Improve Meat Products' Quality. *9(12)*, 1883.
- Valdez-Narváez, M. (2020). *Review: Productos cárnicos crudo, curados funcionales*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia-España.
- Varga-Visi, É., Toxanbayeva, B., Andrássyné, G., & Romvári, R. (2018). Textural properties of turkey sausage using pea fiber or potato starch as fat replacers. *47(1)*, 36-43.
- Vargas-Quintana, R. (2018). *Elaboración de salchicha de ternera utilizando inulina como sustituto de la grasa de cerdo*. (posgrado), Universidad Nacional Federico Villareal, Lima-Perú.
- Vespúcio-Bis, C., Bonadio, B., Lorenzo, J. M., & Da Silva-Barretto, A. C. (2019). Low-fat Brazilian cooked sausage-Paio – with added oat fiber and inulin as a fat substitute: effect on the technological properties and sensory acceptance. *39(suppl 1)*.
- Villanueva-Flores, R. M. (2019). Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación. *Ingeniería Industrial(037)*, 229-242. doi:10.26439/ing.ind2019.n037.4550
- Yadav, S., Pathera, A., Islam, R., Malik, A., & Sharma, D. (2018). Effect of wheat bran and dried carrot pomace addition on quality characteristics of chicken sausage. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 31(5), 729-737. doi:10.5713/ajas.17.0214

- Yoldi-Moya, J. (2008). El reglamento comunitario sobre declaraciones nutricionales y de salud en los alimentos y su aplicación a los productos cárnicos. *Eurocarne*(168), 1.
- Youn-Kyung, H., Ko-Eun, H., Dong-Heon, S., Yong-Jae, K., Dong-Jin, S., Kyung-II, K., & Cheon-Jei, K. (2017). Lotus (*Nelumbo nucifera*) Rhizome as an Antioxidant Dietary Fiber in Cooked Sausage: Effects on Physicochemical and Sensory Characteristics. *Korean journal for food science of animal resources*, 37(2), 219-227. doi:10.5851/kosfa.2017.37.2.219
- Zaini, H., Sintang, D., & Pindi, W. (2020). The roles of banana peel powders to alter technological functionality, sensory and nutritional quality of chicken sausage. 8(10), 5497-5507.
- Zargar, F., Kumar, S., Bhat, Z., & Kumar, P. (2017). Effect of incorporation of carrot on the quality characteristics of chicken sausages.
- Zhongxiang, F., Peiying, L., Minh, H., & Warner, R. (2019). Effects of incorporation of sugarcane fibre on the physicochemical and sensory properties of chicken sausage. *International Journal of Food Science Technology*, 54(4), 1036-1044.
- Zinina, O., Merenkova, S., Tazeddinova, D., Rebezov, M., Stuart, M., Okuskhanova, E., & Baryshnikova, N. (2020). Enrichment of meat products with dietary fibers: a review. *Agronomy Research*, 17, 387-396. doi:10.15159/AR.19.163
- Zumbado Fernández, H. (2020). *Análisis químico de los alimentos: Métodos clásicos*: Editorial Universitaria (Cuba).