

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

**TRABAJO FIN DE GRADO
NUTRICIÓN HUMANA Y DIETÉTICA**



"Reformulación de salchichas tipo Frankfurt. Influencia en sus propiedades físico-químicas, organolépticas y aceptabilidad"

Autora:

ARRIAZA LOZANO, ANDREA

DNI: 09069437P

Tutora:

MANUELA FERNÁNDEZ ÁLVAREZ

DEPARTAMENTO DE FARMACIA GALÉNICA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

Curso académico 2017/2018

Convocatoria de junio

A la atención de la Coordinadora del Grado en Nutrición Humana y Dietética

Índice

Resumen	3
Abstract.....	4
1. Introducción.....	6
1.1. Los derivados cárnicos en la dieta	6
1.2. Efecto del consumo de salchichas en la salud	7
1.3. Estrategias generales para reducir el contenido de grasa y de sal en productos cárnicos.	9
2. Objetivos.....	10
3. Materiales y métodos.....	11
4. Resultados y discusión	12
4.1. Reducción de grasa	12
4.2. Reducción de sal	25
5. Conclusiones.....	31
7. Bibliografía.....	32

Resumen

Introducción: El consumo actual de carne y sus derivados es superior a las recomendaciones de la dieta mediterránea. Nuestro país es un gran productor de elaborados cárnicos. Entre los que más se consumen se encuentran las salchichas tipo Frankfurt, que son una fuente importante de grasa y sal, y cuyo consumo excesivo puede tener repercusiones en la salud. Por ello es necesario desarrollar estrategias de reformulación para mejorar su composición sin alterar sus propiedades sensoriales y tecnológicas.

Materiales y métodos: Utilizando las bases de datos de *Web of Science*, *Dialnet*, *Google Académico*, y *BUCea* se realizaron búsquedas relacionadas con la reducción/modificación/eliminación de la fracción lipídica y del cloruro sódico en la fórmula de las salchichas y se seleccionaron los estudios más relevantes.

Resultados y discusión: Se han agrupado los resultados en dos apartados: reducción de grasa y reducción de sal. Se muestra la información más relevante en cuanto a la composición de los productos, su color, textura, estabilidad y calidad sensorial.

Conclusión: Es posible reducir hasta el 15% el contenido de grasa de las salchichas, aunque depende del sustituto empleado. Existen alternativas como la harina de chía, el aceite de oliva, la nuez y el hidroxitirosol, que además permiten mejorar el perfil de ácidos grasos. El empleo de una mezcla de sales sin sodio permite desarrollar

salchichas reducidas en este mineral hasta un 64%, con características similares al producto convencional.

Abstract

Introduction: At present, the consumption of meat and derivatives is superior to the recommendations of the Mediterranean diet. Our country is a large producer of processed meat. Among the most consumed are Frankfurt type sausages, which are an important source of fat and salt, and whose excessive consumption can have an impact on health. Therefore, its necessary to develop reformulation strategies to improve its composition without altering its properties.

Materials and methods: Using Web of Science, Dialnet, Google Scholar, and BUCea databases, research articles related to the reduction/modification/removal of fat and sodium chloride in the formula of cooked sausages were searched, and the most relevant studies were selected.

Results and discussion: The results have been grouped into two sections: fat reduction and salt reduction, and the most relevant information is shown regarding the composition of the products, their color, texture, stability and sensory quality.

Conclusion: It is possible to reduce up to 15% the fat content of the sausages, although it depends on the substitute used. There are alternatives such as chia flour, olive oil, walnut and hydroxytyrosol which also allow to improve fatty acids. The use of

a mixture of salts or chorine salts allows the development of sausages reduced in sodium up to 64% similar to the conventional product.

1. Introducción

1.1. Los derivados cárnicos en la dieta

Según las recomendaciones de la dieta mediterránea, el consumo de carne y sus derivados no debería superar las 3-4 veces por semana¹, pero en la actualidad se consumen incluso varias veces al día. Este exceso en el consumo no sorprende, puesto que España es el cuarto productor europeo de elaborados cárnicos tras Alemania, Italia y Francia². De acuerdo con el MAPAMA³, los hogares españoles emplean en la compra de carne fresca en torno a un 21% del presupuesto destinado a alimentación y bebidas, y más de un 5% a la compra de carne procesada.

Tabla 1. Producción española de las principales carnes.

PRODUCCIONES ESPAÑOLAS DE LAS PRINCIPALES CARNES (Miles de toneladas)				
PRODUCTO	2013	2014	2015	2016
AVES	1.343	1.437	1.446	1.524
CAPRINO	8,9	8,5	9,2	9,8
CONEJOS	63,3	63,8	62,7	59,7
OVINO	119,2	114	117	116,5
PORCINO	3.431	3.625	3.855	4.059
VACUNO	580,8	577,2	633,8	637,7
*OTRAS CARNES	11,9	11	13,1	13,7
TOTAL	5.558	5.836	6.137	6.407

Fuente: MERCASA (2017)

En relación con el consumo de derivados cárnicos en nuestro país, destacan el jamón curado (20,9%), el jamón cocido (16,1%) el pavo (13,6%) y las salchichas (12,7%)².

Las salchichas tipo Frankfurt son emulsiones cárnicas de cerdo, vacuno, ave o sus mezclas, a las que se le añade grasa, agua, sal y especias. Pueden contener también leche en polvo, almidón o fécula de patata, azúcar, proteínas no cárnicas y distintos aditivos. Se embuten en tripa natural o artificial y se someten a un proceso de ahumado y cocción o escaldado. Son productos fáciles de preparar y que gustan mucho a los niños⁴. Como datos de consumo y, a modo de ejemplo, en el mes de junio de 2017 se consumieron en la Comunidad de Madrid 713,42 kg de salchichas tipo Frankfurt (MAPAMA)⁵. Los derivados cárnicos son fuente de proteínas, vitaminas y minerales en nuestra dieta⁶ pero suponen un aporte elevado de grasa -que fundamentalmente es saturada-, colesterol y una importante cantidad de sodio¹. Por ello, los derivados cárnicos en general, y en particular las salchichas, no son alimentos recomendados para los niños (al menos su consumo frecuente), ya que desde la infancia es importante garantizar un aporte adecuado de nutrientes y establecer hábitos saludables⁷. Por otra parte, los consumidores buscan cada vez más productos con un menor contenido de grasa y sal, y por ello la industria cárnica estudia nuevas estrategias para mejorar sus productos.

1.2. Efecto del consumo de salchichas en la salud

De modo general, las salchichas tipo Frankfurt aportan gran cantidad de energía, y grasa, la cual es fundamentalmente saturada. El contenido de proteínas es de un 60% respecto al lomo fresco de cerdo, y aportan un 42% más de sal. En la **Tabla 2** se muestra la comparación entre la composición de las salchichas tipo Frankfurt y el lomo fresco de cerdo.

Tabla 2. Composición media (por 100 g) de las salchichas tipo Frankfurt y el lomo fresco de cerdo.

Producto	Energía (Kcal)	Proteínas (g)	Grasa (g)	Grasa saturada (g)	Hidratos de carbono (g)	Sal (g)
Salchichas tipo Frankfurt	238	12	20	7,5	2,6	2,5
Lomo de cerdo	111	20	3,4	1,2	Trazas	1,75

Fuente: Instituto de Nutrición y Bromatología del CSIC (1994)⁸

Así pues, un consumo elevado de salchichas contribuye a una mayor ingesta de grasa, ácidos grasos saturados y sal. Estos compuestos son los principales responsables del desarrollo de enfermedades no transmisibles (ENT) en el consumidor. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁹, cada año mueren en el mundo 40 millones de personas por ENT, lo que supone el 70% del total. El primer lugar lo ocupan las enfermedades cardiovasculares (ECV), seguidas del cáncer y la diabetes.

Hu y col. (1997)¹⁰ estimaron que la sustitución del 5% de la energía proveniente de las grasas saturadas por insaturadas podría reducir el riesgo de ECV en un 42%, mientras que el reemplazo del 2% de la energía de los ácidos grasos *trans* por grasas insaturadas no hidrogenadas podría reducir dicho riesgo en un 53%. La ingesta de carne

roja y procesada se asocia con un aumento moderado de la mortalidad total, mortalidad por cáncer y mortalidad por ECV)¹¹.

Por otra parte, según la OMS¹² la hipertensión arterial (HTA) es responsable de un elevado número de muertes a nivel mundial. Una reducción de la ingesta de sodio se relaciona con la prevención y el tratamiento de la HTA¹³. Según la estrategia NAOS¹⁴ se calcula que un 70-75% de la sal consumida procede de alimentos procesados y consumidos fuera del hogar.

1.3. Estrategias generales para reducir el contenido de grasa y de sal en productos cárnicos.

Para que la carne y sus derivados sean más saludables es necesario eliminar o reducir componentes no deseados y aumentar los que tienen propiedades beneficiosas. Para ello, se pueden emplear distintas estrategias¹⁵:

1. Genéticas: La selección de razas permite modificar la composición de la carne, reduciendo el nivel de grasa y mejorando su perfil lipídico. Según Le Bret (2008)¹⁶, la composición de ácidos grasos puede modificarse en los animales monogástricos mediante la alimentación.
2. Manipulación de las materias primas cárnicas: Es posible intervenir durante el proceso de transformación de músculo en carne, y en las distintas etapas de preparación para modificar su composición. El método más inmediato consiste en recortar la grasa externa e interna de la canal, pero también se pueden aplicar

técnicas físico-químicas para reducir el tamaño de partícula de la carne y extraer la grasa¹⁵.

3. Reformulación de los derivados cárnicos: Es la estrategia más utilizada y se puede hacer de dos formas: reduciendo los componentes con implicaciones negativas para la salud o incorporando compuestos bioactivos. En cualquier caso, los derivados reformulados deben tener adecuadas propiedades tecnológicas, sensoriales y nutricionales, y deben ser seguros para el consumo. Las estrategias de reformulación son especialmente interesantes en los productos picados como las salchichas y, entre los componentes de mayor relevancia se encuentran la fracción lipídica y la sal, si bien su reducción o eliminación debe tener en cuenta las funciones tecnológicas que estos compuestos desempeñan. Una reducción de grasa por debajo del 15% produce un descenso en la calidad del producto, especialmente en la textura. También influye en el sabor y aroma de los alimentos¹⁷. Por su parte, la sal juega un papel importante en el sabor, en la estabilidad, en la textura de las emulsiones cárnicas y en su seguridad¹⁸.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es revisar los artículos de investigación más recientes sobre la reducción/eliminación/modificación de la fracción lipídica y del contenido de cloruro sódico en las salchichas tipo Frankfurt, con el objetivo de mejorar su perfil nutricional, pero sin que se afecten negativamente sus propiedades tecnológicas y su calidad sensorial.

3. Materiales y métodos

Como derivado cárnico a estudiar en este trabajo se seleccionaron las salchichas tipo Frankfurt, ya que, como se ha mencionado, son productos muy versátiles, fáciles de preparar, de sabor agradable, muy apreciadas por los más pequeños, y en su composición incorporan cantidades importantes de grasa (fundamentalmente saturada) y sal. Además, dado que son productos picados, la reformulación presenta mayores posibilidades.

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos *Web of Science*, *Dialnet*, *Google Académico* y el catálogo general de la biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid.

Las palabras clave utilizadas fueron: *frankfurters*, *meat emulsions*, *sausage*, *low-fat*, *fat replacement*, *fatty acid profile*, *dietary fiber*, *sodium chloride substitution*, *optimization*, *hypertension*, *sensory analysis*, *color*, *texture*, así como los términos equivalentes en español. El intervalo temporal de búsqueda abarcó de 2002 a 2018. Tras la búsqueda bibliográfica se seleccionaron los 10 artículos más completos, en los que se estudiaban estrategias para mejorar la calidad nutricional y para mantener las propiedades fisico-químicas y organolépticas del producto.

4. Resultados y discusión

4.1. Reducción de grasa

Choi y col. (2010)¹⁹ investigaron la reducción del contenido de grasa animal en pastas cárnicas mediante su sustitución parcial con aceite de semilla de uva (en proporción del 0-15%) emulsionado con fibra de salvado de arroz (0-2%), y utilizando entre un 5 y un 30% de tocino. Se analizaron, entre otros parámetros, la composición, el color, la merma en la cocción, la estabilidad de la emulsión y la textura de los productos obtenidos.

El *contenido lipídico* se redujo aproximadamente en un 24-30% en comparación con el producto control. En cuanto al *color*, el aceite de semilla de uva aumentó la luminosidad y disminuyó la tonalidad roja de forma progresiva a medida que se aumentó la concentración de aceite.

La mayor *merma en la cocción* se observó en las muestras reducidas en grasa sin la incorporación de sustituto. Por otra parte, *la estabilidad de la emulsión* aumentó a medida que aumentaba el contenido de aceite de semilla de uva y también se vio favorecida por la fibra de salvado de arroz, ya que mejora la capacidad de retención de agua (CRA). Todas las muestras reformuladas tuvieron mayor contenido de agua. La fibra de salvado de arroz afectó significativamente la viscosidad aparente.

Por último, en cuanto a la *textura*, los autores observaron que a medida que se aumentó la concentración de aceite de semilla de uva aumentó la dureza y la cohesión

del producto. En conjunto, la muestra más similar al producto control en cuanto a textura y composición fue la que contenía un 15% de tocino, un 5% de aceite de semilla de uva y un 2% de salvado de arroz.

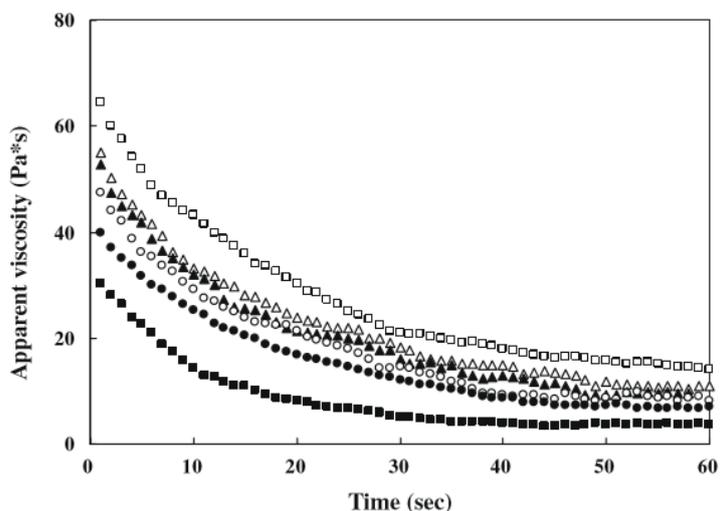


Figura 1. Cambios en la viscosidad aparente en las pastas de carne cruda con diversos niveles de aceite de semilla de uva y fibra de salvado de arroz agitada durante 1 minuto.

(□) Control: grasa de cerdo (30%), (■) T1: grasa de cerdo (20%), (Δ) T2: grasa de cerdo (20%) + fibra de salvado de arroz (2%), (▲) T3: grasa de cerdo (15%) + aceite de semilla de uva (5%) + fibra de salvado de arroz (2%), (○) T4: grasa de cerdo (10%) + aceite de semilla de uva (10%) + fibra de salvado de arroz (2%), (●) T5: grasa de cerdo (5%) + aceite de semilla de uva (15%) + fibra de salvado de arroz (2%).

Fuente: Choi y col. (2010)¹⁹.

Por su parte, **Pintado y col. (2016)**²⁰ evaluaron el efecto de la harina de chía como ingrediente para mejorar el contenido lipídico en salchichas de cerdo. Para ello incorporaron a las salchichas harina de chía (10%) y aceite de oliva (6,5%) empleando tres estrategias de formulación: chía adicionada directamente, una mezcla de aceite de oliva y chía, y dos emulsiones de chía y aceite en agua, una de ellas con alginato. Los autores analizaron la composición nutricional, la merma en la cocción, el color, la textura y las características sensoriales tras el almacenamiento.

Con ello lograron una reducción del *contenido de grasa* de en torno a un 43% en todas las muestras. Además se consiguió una mejora del perfil lipídico, ya que al incorporar aceite de oliva (6,5%) y chía (10%), el 73% de los ácidos grasos proceden de fuentes vegetales.

En cuanto al *color*, la luminosidad y la tonalidad roja fueron menores en las salchichas que contenían chía, independientemente de la estrategia de incorporación. Las muestras con aceite de oliva registraron un aumento de la tonalidad amarilla.

Respecto a la *estabilidad de la emulsión*, las salchichas reducidas en grasa sin sustituto registraron la mayor pérdida cocción, ya que el contenido proteico se mantuvo igual, y la grasa fue reemplazada por agua. La incorporación de harina de chía independientemente de la estrategia, redujo las pérdidas de cocción.

Las propiedades de *textura* resultaron afectadas por la estrategia de formulación y por el almacenamiento en frío. La dureza de las muestras sin sustituto fue menor,

mientras que en las salchichas reformuladas con chía añadida directamente fue similar, y aumentó en las muestras con aceite de oliva. En todas las muestras aumentó la dureza durante el almacenamiento en frío. Finalmente se realizó un *análisis sensorial*, en el que se observó que la adición de chía disminuyó la aceptabilidad general del producto, independientemente de la estrategia de incorporación. A pesar de ello, las salchichas fueron juzgadas como aceptables. Globalmente, la muestra más similar al control en cuanto a textura y aceptabilidad fue la reducida en grasa con harina de chía (10%) y aceite de oliva (6,5%).

Tabla 3. Efecto de distintos sustitutos de grasa en los atributos de color de salchichas tipo Frankfurt.

SUSTITUTO	CHÍA	CHÍA+ ACEITE DE OLIVA	EMULSIÓN CHÍA + ACEITE DE OLIVA	EMULSIÓN CHÍA + ACEITE DE OLIVA+ ALGINATO	
COLOR	L*	↓	↓	↓	↓
	A*	↓	↓	↓	↓
	B*	↑	↑	↑	↑

*En rojo los valores más elevados.

Fuente: Pintado y col (2016)²⁰

Leyva-Mayorga y col. (2002)²¹ utilizaron surimi liofilizado (1,5 y 3%) como sustituto de grasa para establecer su efecto en las propiedades mecánicas y los atributos de color de emulsiones cárnicas tipo salchicha con bajo contenido de grasa de cerdo (10 y 20%).

La incorporación de surimi no afectó al *nivel de grasa* de las salchichas, que fue el mismo que el del producto control.

Tabla 4. Porcentaje de grasa del surimi fresco, y de las emulsiones cárnicas estudiadas.

Producto	Grasa, %
Surimi Fresco	1,7
Surimi Liofilizado	1,2
Salchichas (Grasa/Surimi, 10%/0%)	14,1
Salchichas (Grasa/Surimi, 10%/1,5%)	14,0
Salchichas (Grasa/Surimi, 10%/3%)	13,9
Salchichas (Grasa/Surimi, 20%/0%)	23,4
Salchichas (Grasa/Surimi, 20%/1,5%)	23,3
Salchichas (Grasa/Surimi, 20%/3%)	23,4

Fuente: Leyva-Mayorga y col (2002)²¹.

En cuanto al *color*, al disminuir la grasa en las salchichas la luminosidad y la tonalidad amarilla también disminuyeron, pero presentaron tendencia a aumentar a medida que se incrementó el contenido de surimi liofilizado. Según este estudio, valores altos de luminosidad y de tonalidad amarilla contribuyeron a un mejor aspecto del producto. La tonalidad roja no se afectó por la grasa ni por la incorporación de surimi.

Respecto a la *estabilidad de la emulsión*, al reducir la grasa disminuyó la CRA, pero la incorporación de surimi permitió recuperarla. En el análisis de *textura*, las salchichas con un 20% de grasa presentaron valores más altos de dureza que las que tenían un

10%. Con la adición de surimi liofilizado a niveles del 1,5% y 3% se observó un incremento significativo de la dureza, independientemente del nivel de grasa, mientras que la cohesión fue similar. Así pues, el empleo de surimi permitió recuperar las propiedades de textura perdidas al reducir el contenido de grasa, manteniendo el color y la estabilidad de emulsión.

En un estudio reciente, **Nieto y col. (2017)**²² evaluaron el efecto de tres extractos de hidroxitirosol obtenido por distintas técnicas de extracción (HXT 1, 2, Ç3) como antioxidantes en salchichas de pollo enriquecidas con ácidos grasos poliinsaturados (2,5 g/100 g de nuez) o incorporando aceite de oliva virgen extra (20 g/100 g) como sustituto de grasa. Los autores estudiaron la composición nutricional, el color, las pérdidas de cocción y las propiedades sensoriales.

Las muestras con nuez y aceite de oliva añadidos mostraron un mayor *contenido de grasa* que las muestras control, pero se mejoró el perfil lipídico debido a la reducción del contenido de grasa animal y al enriquecimiento en ácidos grasos mono y poliinsaturados. En cuanto al *color*, de forma general las salchichas con HXT y aceite de oliva presentaron menores valores de luminosidad y coordenada b* (amarillo-azul) y mayores valores para la coordenada a* (rojo-verde) en comparación con el control. No hubo cambios en la luminosidad cuando se añadió nuez, aunque las coordenadas a* y b* aumentaron de forma significativa.

Por lo que se refiere a la *estabilidad de la emulsión*, la adición de aceite de oliva y nuez produjo menores pérdidas en la cocción. Las mayores pérdidas se observaron en

las emulsiones preparadas con extracto de HXT, que se podría atribuir a posibles interacciones aglutinantes entre HXT y grasa-proteína durante la emulsificación, lo cual podría llevar a la pérdida de exudados durante el tratamiento térmico. Las pérdidas fueron menores en las muestras con mayor contenido de grasa.

Tabla 5. Efecto del tiempo de almacenamiento en el olor, sabor y aceptabilidad del producto.

Sample	Storage time (days)	Odour	SEM, P	Flavour	SEM, P	Rancid odour	SEM, P	Rancid flavour	SEM, P	Acceptability	SEM, P
C	0	5.00	0.12 ^{NS}	5.00	0.10 ^{NS}	1.00	0.15 ^{NS}	1.00	0.14 ^{NS}	5.00 ^a	0.13 ^{***}
	7	3.00	0.11 ^{NS}	3.50	0.09 ^{NS}	2.50	0.13 ^{NS}	1.25	0.13 ^{NS}	3.25	0.12 ^{NS}
	14	2.25	0.17 ^{NS}	2.50	0.17 ^{NS}	3.50 ^a	0.10 ^{***}	2.50 ^a	0.10 ^{***}	2.25	0.21 ^{NS}
	21	2.25	0.10 ^{NS}	2.50 ^a	0.25 ^{NS}	4.50 ^a	0.15 ^{***}	3.25 ^a	0.15 ^{***}	1.75 ^b	0.15 ^{***}
C _w	0	5.00		5.00		1.00		1.00		5.00 ^a	
	7	4.00		4.25		1.00		1.00		4.50	
	14	3.00		4.00		1.00 ^c		1.00 ^c		3.50	
	21	1.75		2.25 ^a		2.00 ^b		1.75 ^b		1.25 ^b	
C _{OL}	0	4.50		4.75		1.00		1.00		5.00 ^a	
	7	3.75		3.75		1.00		1.00		3.25	
	14	2.75		3.00		2.00 ^b		1.00 ^c		3.25	
	21	1.25		2.00 ^b		3.25 ^b		1.75 ^b		1.25 ^b	
OL _w	0	4.75		5.00		1.00		2.00		5.00 ^a	
	7	3.50		4.00		1.00		1.50		4.25	
	14	3.00		3.00		1.00 ^b		2.00 ^b		3.00	
	21	1.75		2.25 ^{NS}		1.25 ^c		2.25 ^b		2.00 ^a	
HXT ₁	0	5.00		3.50		1.00		1.00		5.00 ^a	
	7	3.75		3.50		1.25		1.00		3.50	
	14	3.25		2.00		1.00 ^b		1.00 ^c		3.00	
	21	1.50		1.75		1.00 ^c		1.25 ^c		1.75 ^b	
HXT ₂	0	3.00		1.75		1.00		1.00		3.00 ^b	
	7	2.00		1.00		1.00		1.25		1.25	
	14	1.50		1.25		1.25 ^b		1.00 ^c		1.25	
	21	1.00		1.00		1.00 ^c		1.00 ^c		1.00 ^c	
HXT ₃	0	2.25		1.75		1.00		1.75		3.00 ^b	
	7	2.25		1.50		1.00		1.50		1.00	
	14	2.00		1.25		1.00 ^b		1.25 ^c		1.25	
	21	1.50		1.25		1.00 ^c		1.25 ^c		1.00 ^b	
HXT _{10LW}	0	5.00		3.50		1.00		1.00		5.00 ^a	
	7	3.00		3.25		1.00		1.25		2.75	
	14	2.50		3.00		1.25 ^b		1.25 ^c		3.25	
	21	1.75		1.75		1.25 ^c		1.50 ^c		1.25 ^b	

C: muestra control, HXT₁: 50ppm HXT1 + 2,5% de nuez, HXT₂: 50ppm HXT2 + 2,5% de nuez, HXT₃: 50ppm HXT3 + 2,5% de nuez, C_w: Control nuez 2,5%, C_{OL}: Control aceite de oliva, OL_w: aceite de oliva+ nuez, HXT_{10LW}, 50 ppm HXT + 2,5% de nuez + aceite de oliva.

Fuente: Nieto y col (2017)²²

Finalmente, los autores de este trabajo realizaron un *análisis sensorial* durante el almacenamiento en atmósfera modificada (70% O₂/ 20% CO₂/10% N₂). Se detectó sabor y aroma rancio el día 7, que llegó a ser intenso el día 21 en las salchichas control. En las salchichas elaboradas con HXT y nuez, la puntuación para rancidez a los 7-14 días fue significativamente menor, mientras que las salchichas con nuez y aceite de oliva obtuvieron la mayor puntuación para olor rancio entre todas las muestras reformuladas, pero la mayor puntuación de aceptabilidad el día 21. Por tanto la mejor muestra fue la que contenía aceite de oliva y nuez, ya que mostró la mayor aceptabilidad y se redujeron las pérdidas de cocción.

Por su parte, **Choi y col.** (2016)²³ investigaron los efectos de la sustitución de grasa animal por fibra dietética extraída de la pulpa de manzana en salchichas frescas con un contenido reducido en grasa. Los autores estudiaron la incorporación de hasta un 2% de fibra y analizaron la composición, el color, las pérdidas en la cocción, la estabilidad de la emulsión, y la textura, entre otros parámetros.

Con la adición del 2% de fibra de pulpa de manzana y una reducción del 30 al 20% de *grasa*, se consiguió una disminución de su contenido en aproximadamente un 37% respecto al control.

Tabla 6. Porcentaje de grasa y energía de salchichas de pollo formuladas con varios niveles de fibra de pulpa de manzana.

Treatments ¹⁾	Fat content (%)	Caloric energy (kcal/100 g)
Control	31.30 ± 0.59 ^a	336.13 ± 4.61 ^a
T1	26.71 ± 0.62 ^b	296.79 ± 5.27 ^b
T2	25.72 ± 0.67 ^b	284.32 ± 5.67 ^c
T3	25.37 ± 0.74 ^b	281.42 ± 4.83 ^c
T4	21.52 ± 0.79 ^c	251.06 ± 3.98 ^d
T5	20.52 ± 0.68 ^c	239.33 ± 5.25 ^e
T6	19.84 ± 0.85 ^c	234.14 ± 4.75 ^e

Control: 30% de grasa de cerdo, T1: 25% de grasa de cerdo, T2: 25% de grasa de cerdo + 1% fibra de manzana, T3: 25% de grasa de cerdo + 2% fibra de manzana, T4: 20% de grasa de cerdo, T5: 20% de grasa de cerdo + 1% fibra de manzana, T6: 20% de grasa de cerdo + 2% fibra de manzana.

Fuente: Choi y col (2016)²³.

En el estudio de *color*, la luminosidad de las salchichas disminuyó al reducir el contenido graso, al contrario que la coordenada b*. La luminosidad, junto con los matices amarillos mostraron una tendencia creciente al aumentar el contenido de pulpa de manzana, contrario a lo que sucedió con la coordenada a*.

Respecto a la *estabilidad de la emulsión*, un mayor contenido de grasa disminuyó significativamente las pérdidas de cocción y la separación de grasa. La incorporación de fibra de pulpa de manzana también disminuyó significativamente la separación de grasa. Por tanto, la fibra dietética podría contribuir a mejorar la capacidad de enlace agua/aceite y la estabilidad de la emulsión.

En cuanto a la *textura*, la pulpa de manzana incrementó ligeramente la dureza y la cohesividad del producto, mientras que un descenso del contenido de grasa del 30 al 25% disminuyó estos parámetros. La mejor muestra respecto al control es la que contiene un 25% de grasa y un 2% de fibra de manzana, ya que es muy similar al control en propiedades de textura y color, con descenso de las pérdidas de cocción.

En la misma línea, **Wang y col. (2017)**²⁴ estudiaron la influencia de la piel de tomate en polvo en la capacidad de retención de agua, la microestructura y la calidad sensorial de salchichas bajas en grasa durante el almacenamiento (hasta 48 días a 4°C). Para ello, los autores prepararon las pieles de tomate mediante trituración convencional (CMC) y trituración ultramicro con flujo de aire (AUC).

La reducción del contenido de *grasa*, osciló entre un 65 y un 72% respecto al control, que contenía un 30% de grasa.

Tabla 7. Características de la piel de tomate en polvo obtenida mediante dos tratamientos distintos (g/100 g)

Treatment	Particle size (mm)	Insoluble dietary fiber	Soluble dietary fiber
Conventional mechanical	≈0.150 ^a	62.63 ± 3.53 ^a	5.72 ± 0.25 ^a
Airflow ultramicro	≈0.025 ^b	54.27 ± 2.52 ^b	14.04 ± 1.33 ^b

Fuente: Wang y col (2017)²⁴.

Por lo que se refiere al *color*, la luminosidad y la coordenada a^* en las salchichas que contenían piel de tomate AUC fueron menores que en el control, al contrario que las muestras CMC. La tonalidad amarilla aumentó con la adición de piel de tomate AUC.

En cuanto a la *estabilidad de la emulsión* la fibra soluble contenida en la piel de tomate tratada por AUC es mayor que la tratada por CMC, lo que mejora la capacidad de retención de agua.

Respecto a la *evaluación sensorial*, tras 48 días de almacenamiento, en general los grupos con mayor contenido de grasa y piel de tomate en polvo recibieron la menor puntuación por los catadores, lo que indica que la adición en exceso disminuye la aceptabilidad. Se observó que el color y el aspecto del grupo control fue mejor que la del resto de grupos, y que el aspecto de las muestras bajas en grasa con menor contenido de piel de tomate fue mejor que la de los grupos con un contenido mayor. La piel de tomate en polvo no afectó al sabor de las salchichas. Por lo que la muestra con mayor reducción de grasa y mayor aceptabilidad general parece ser la muestra con bajo contenido graso y piel de tomate en polvo CMC (LFC).

Además de reducir el contenido de grasa, también es importante mejorar el perfil lipídico, sobre todo si no se puede reducir el contenido de grasa sin afectar la calidad sensorial y la estabilidad de las salchichas. **Delgado-Pando y col. (2010)**²⁵ analizaron la composición de ácidos grasos, y las características físico-químicas de emulsiones de aceite en agua estabilizadas por varios sistemas de proteínas, empleando caseinato de sodio, aislado de proteína de soja, proteínas cárnicas y transglutaminasa microbiana.

Para ello prepararon 5 tipos de emulsiones de aceite en agua, en las que el material lipídico consistía en una combinación de aceite de oliva, linaza y aceites de pescado (aproximadamente 44%, 38% y 18%, respectivamente).

El contenido de *grasa* fue de un 53% en todas las muestras. El perfil de ácidos grasos es distinto para cada tipo de aceite, pero en la formulación se utilizó una única combinación de oliva, linaza y aceite de pescado para obtener una composición acorde a las recomendaciones saludables, es decir, una baja proporción de ácidos grasos saturados (<16%), de los cuales solo un 11% son mirístico, y palmítico (con propiedades aterogénicas) en relación al 25% de ácidos grasos saturados presentes en la carne.

El *color*, se vio poco afectado por la formulación de las emulsiones. No se observaron cambios en luminosidad en las distintas muestras, pero la emulsión con mayor contenido de caseinato mostró menor valor de la coordenada a^* y la que tenía mayor concentración de aislado de proteína de soja, registró el mayor valor para dicha coordenada.

En cuanto a la *estabilidad de la emulsión*, todas las muestras presentaron una excelente capacidad de unión de grasa y agua, ya que no hubo una liberación notable de exudado durante el calentamiento, ni después de 3 días de almacenamiento en frío.

En la **Tabla 8** se muestra la comparación de algunos de los resultados más relevantes extraídos de los artículos que se han analizado en este apartado.

Tabla 8. Comparación entre distintos sustitutos de grasa y su efecto en la reducción del contenido lipídico, la textura y las propiedades sensoriales de las salchichas.

SUSTITUTO	REDUCCIÓN GRASA	EFFECTO TEXTURA	ANÁLISIS SENSORIAL
Fibra de arroz (0-2%) +aceite de semilla de uva (0-15%)	24-30%	↑ dureza y cohesión	No realizado
Harina de chía (10%) + aceite de oliva (6.5%)	43%	Similar con ↑ de dureza por empleo de aceite	Chía: descenso color, sabor, textura y aceptabilidad general. Juzgadas aceptables
Surimi (1,5 y 3%)	No modificó el contenido	↑ de dureza	No realizado
HXT (50ppm), nuez (2,5%) y aceite de oliva (20%)	No reducción. Si mejora del perfil lipídico	No realizado	Mayor puntuación día 21 para muestras con nuez y aceite de oliva
Fibra de manzana (hasta 2%)	18-37%	↑ de dureza y cohesión	No realizado
Fibra de tomate (0,5 y 3%)	65-72%	No realizado	En gran cantidad ↓ aceptabilidad por apariencia. No afectó al sabor.

4.2. Reducción de sal

Triki y col. (2017)²⁶ estudiaron cómo reducir la sal añadida en salchichas cocidas de pavo destinadas a consumidores con hipertensión arterial, reemplazando la sal con una mezcla de sales (SM) libre de sodio (50% KCl, 35% MgCl₂ y 15% CaCl₂). Los autores compararon los resultados con la utilización de una fórmula comercial a base de extracto de algas (Algysalt®).

Tabla 9. Composición mineral de las diferentes formulaciones de salchichas cocidas expresados en g/100 g de producto.

Formulations	Na	K	Ca
CC	1.05 ± 0.00 ^d	0.28 ± 0.00 ^a	0.029 ± 0.01 ^a
CA	0.50 ± 0.00 ^b	0.54 ± 0.00 ^c	0.065 ± 0.00 ^b
C80	0.38 ± 0.00 ^a	0.46 ± 0.00 ^b	0.11 ± 0.00 ^c
C50	0.61 ± 0.00 ^c	0.27 ± 0.01 ^a	0.027 ± 0.02 ^a

CC: control salchichas cocidas, CA: salchichas cocidas con Algysalt, C80: salchichas cocidas con 80% de sustitución de NaCl por SM; C50: salchichas cocidas con 50% de sustitución de NaCl por SM.

Fuente: Triki y col (2017)²⁶.

En cuanto a la *composición mineral*, la cantidad de sodio en las muestras con SM fue del 36%, menor que las que llevaban Algysalt, porque éste presenta en su composición un 25% de NaCl. Se encontró una reducción en las muestras con SM de un 64% respecto al control.

En cuanto a la *merma en la cocción*, la muestra sin sal ni sustitutos registró la mayor pérdida total y de agua. El resto no mostró diferencias, demostrando que la SM y el Algysalt tienen propiedades de unión similares al NaCl.

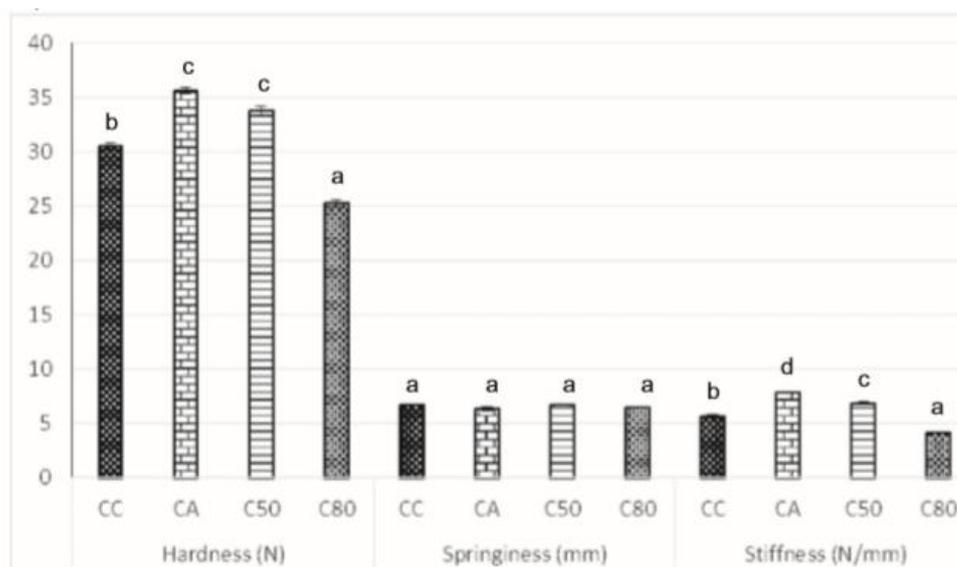


Figura 2. Parámetros de textura más relevantes de salchichas cocidas durante el almacenamiento refrigerado a 2 °C

CC: control salchichas cocinadas, CA: salchichas cocinadas con Algysalt, C80: salchichas cocinadas con 80% de sustitución de NaCl por SM; C50: salchichas cocinadas con 50% de sustitución de NaCl por SM.

Fuente: Triki y col (2017)²⁶.

En cuanto a la *textura*, se observó que el Algysalt produjo un endurecimiento en la carne fresca, mientras que la SM reblandece las matrices, que es más similar al efecto del NaCl.

En cuanto al *color*, no hubo diferencias en luminosidad al principio del almacenamiento, pero se observó una disminución general debido al deterioro y oxidación. Las muestras control experimentaron la disminución más profunda, al contrario que las muestras con SM. El día 0, los productos que contenían SM tenían un valor para tonalidad roja más alto que el resto. En el caso de la coordenada b^* , las muestras control empezaron con los valores más altos y terminaron siendo menos amarillos que las muestras sustituidas con SM al 80%.

En cuanto a *evaluación sensorial*, para jugosidad y sabor salado, se registraron niveles más bajos respecto al control. Mientras que para color y *textura*, las muestras con mezcla de sales tuvieron mayor valor, al contrario que las muestras con Algysalt. En cuanto a la aceptabilidad general todas las formulaciones tuvieron puntuaciones muy cercanas, siendo más alta para las muestras control, seguida por la muestra SM al 50%, que demostró muy buenas propiedades fisicoquímicas y sensoriales, lo que lo convirtió en la mejor estrategia de reformulación para cárnicos cocidos, seguido de cerca por la muestra sustituida al 80%.

Por su parte, **Schmidt y col.** (2016)²⁷ evaluaron el efecto de la sustitución parcial de NaCl con una mezcla de sales (50% KCl, 25% MgCl₂ y 25% CaCl₂), junto con la adición de fibra de colágeno (05%, 075% y 1%) en las características físico-químicas y en las

propiedades reológicas y tecnológicas de salchichas de pollo cocidas y ahumadas bajas en sodio y grasa.

Las formulaciones con mayor contenido de SM, tuvieron un menor contenido en sodio, como era de esperar. Por su parte, el contenido de *grasa* osciló en torno al 12%-14%, con un 25% de reducción en comparación con el control.

En cuanto al *color*, la combinación de la sustitución del cloruro sódico por SM y la adición de fibra de colágeno mejoraron la luminosidad del producto, aunque el análisis no mostró resultados significativos para los efectos individuales.

Las formulaciones desarrolladas mostraron diferencias significativas en cuanto a la *textura*. La utilización de Algysalt aumentó la dureza. Sin embargo la SM redujo significativamente este parámetro, en comparación con la utilización de NaCl, aunque aumentó la cohesión.

El *análisis sensorial*, no mostró diferencias en la aceptabilidad del producto, incluso en los casos en los que se detectaron diferencias en los análisis instrumentales de color o textura. Por lo que es viable la sustitución de sal por mezcla de sales y el parcial reemplazo de grasa por fibra de colágeno, la mejor formulación fue F1 (0.5% de fibra de colágeno, 0.25% de mezcla de sales y 0.25% de sal) en la que se consiguió una reducción del 29% de sodio y del 53% de grasa, sin alterar su textura, color y aceptabilidad.

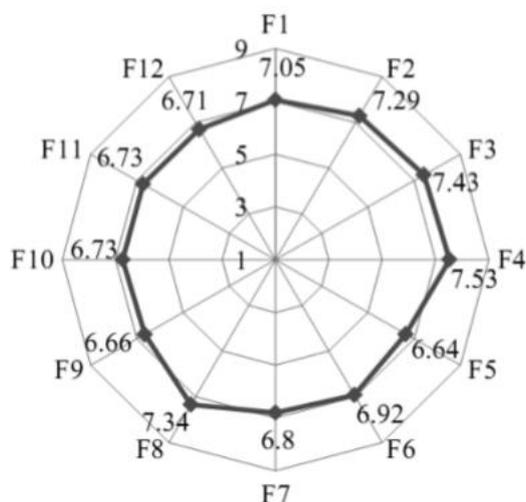


Figura 3. Aceptabilidad de salchichas de pollo cocidas y ahumadas formuladas con una cantidad reducida de sodio y grasa.

F1: 0,5% de colágeno, 0,25% de mezcla y 0,25% de sal; F2: colágeno al 0,5%, mezcla al 0,25% y sal al 1,0%; F3: colágeno al 0,5%, mezcla al 1,0% y sal al 0,25%; F4: colágeno al 0,5%, mezcla al 1,0% y sal al 1,0%; F5: colágeno al 1,0%, mezcla al 0,25% y sal al 0,25%; F6: colágeno al 1,0%, mezcla al 0,25% y sal al 1,0%; F7: colágeno al 1,0%, mezcla al 1,0% y sal al 0,25%; F8: colágeno al 1,0%, mezcla al 1,0% y sal al 1,0%; F9 a F12: colágeno al 0,75%, mezcla al 0,5% y sal al 0,5%.

Fuente: Schmidt y col. (2016)²⁷.

En la misma línea, **Gap-Don Kim y col. (2017)**²⁸ investigaron los efectos de la sustitución del cloruro sódico por CaCl_2 , KCl , y MgCl_2 en la características de calidad en salchichas de cerdo reducidas en grasa. Para ello los autores utilizaron 5, 15 y 25% de CaCl_2 y MgCl_2 y un 30, 40 y 50% de KCl .

El contenido de *sal* en los productos fue menor en las muestras con KCl, ya que el nivel de sustitución fue mayor que para CaCl₂ y MgCl₂.

En cuanto al *color*, independientemente del nivel de sustitución, las muestras con CaCl₂ mostraron mayor tonalidad roja que las muestras con KCl o MgCl₂, mientras que estas últimas aumentaron gradualmente la luminosidad y la tonalidad amarilla.

En cuanto a las *pérdidas en la cocción*, al CaCl₂ aumentó la pérdida de agua en comparación con el MgCl₂. Estos efectos se relacionarían con el efecto de las sales en el pH y en la capacidad de retención de agua de la carne. Por el contrario, el KCl no modificó significativamente este parámetro.

Las propiedades de *textura* no se vieron afectadas por KCl y MgCl₂, pero la sustitución con CaCl₂ incrementó la cohesión a la menor concentración, pero cuando se añadió en mayor proporción no afectó a estos rasgos de textura.

Por último, respecto a las *propiedades sensoriales*, los catadores percibieron un color más intenso en las muestras a las que se añadió KCl. El MgCl₂ no causó diferencias significativas en ningún atributo sensorial, mientras que el CaCl₂ influyó positivamente en la aceptabilidad general. Así, las mejores formulaciones son la de CaCl₂ al 5%, y la de MgCl₂ al 25%.

5. Conclusiones

Las recomendaciones de las autoridades sanitarias sobre la reducción del consumo de grasa y sal hacen necesario el desarrollo de productos reformulados. Por ello se están investigando distintas estrategias con el objetivo de proporcionar al consumidor productos más saludables con propiedades sensoriales similares a los convencionales.

A la vista de los resultados de los artículos que se han consultado sobre la mejora de las características nutricionales de las salchichas cocidas, podría concluirse que, aunque depende del compuesto utilizado como sustituto, es posible reducir el contenido de grasa de las salchichas hasta el 15%. El sustituto de grasa que proporcionó unas propiedades sensoriales más parecidas a las de un producto convencional fue el aceite de semilla de uva al 5% y con un 2% de salvado de arroz. Por otra parte, otras alternativas como las emulsiones de harina de chía y las emulsiones de aceite de oliva/nuez e hidroxitirosol pueden reducir o no el contenido de grasa del producto, pero en cualquier caso permiten mejorar el perfil de ácidos grasos, haciéndolo más saludable.

Para reducir el contenido de sodio de las salchichas resulta de interés la utilización de mezclas de sales sin sodio, con las que se puede disminuir el contenido de este mineral hasta en un 64%. Pueden emplearse CaCl_2 al 5%, MgCl_2 hasta un 25% y KCl hasta un 50% sin comprometer la calidad de las salchichas y consiguiendo un producto con una textura y aceptabilidad similar a uno convencional.

7. Bibliografía

1. Mataix Verdú, J. (2009). Nutrición y alimentación humana. Tomo I. 2ª Ed. Ergon, Madrid
2. MERCASA (2017). Alimentación en España 2017 . <http://xn--alimentacionenespaa-d4b.es/ae/> . Consultado el 6 de febrero de 2018
3. MAPAMA (2016). Informe del consumo Alimentario en España 2016. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
4. OCU (2013). Informe de la OCU sobre salchichas tipo Frankfurt: <https://www.ocu.org/alimentacion/alimentos/informe/salchichas-frankfurt/carne-de-segunda-a-precio-de-solomillo> Consultado el 15 de abril de 2018
5. MAPAMA (2017). Últimos datos de consumo alimentario. <http://www.mapama.gob.es/app/consumo-en-hogares/resultado.asp> Consultado el 10 de febrero de 2018
6. Olmedilla-Alonso, B., Jiménez-Colmenero, F. (2014). Functional meat products: development and evaluation of their health-promoting properties. Nutrición hospitalaria vol. 29, nº6.
7. Mataix Verdú, J. (2009). Nutrición y alimentación humana. Tomo II. 2ª Ed. Ergon, Madrid

8. Instituto de Nutrición y Bromatología (1994). Tabla composición de alimentos.
9. OMS (2017). Nota descriptiva. Enfermedades no transmisibles.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/es/> Consultado el 25 de febrero de 2018
10. Hu, F.B., Stampfer, M.J., Manson, J.E., , Rimm, E., Colditz, G.A., Rosner, B.A., Hennekens, C.H., Willett W.C. (1997). Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *New England Journal of Medicine* 337, 1491-1499
11. Sinha, R., Graubard, B.I, Schatzkin, A. (2009). Higher red meat intake may be a marker of risk, not a risk factor itself. *American Medical Association* 169, nº16.
12. OMS (2013). Información general sobre la hipertensión en el mundo. Organización Mundial de la Salud, Ginebra.
13. Esquivel Solís, V., Jiménez Fernández, M. (2010). Nutritional aspects in the prevention and treatment of hypertension. *Revista Costarricense de Salud Pública* 19, 42-47.
14. NAOS (Estrategia para la Nutrición, Actividad física y Prevención de la Obesidad). Ministerio de Sanidad y Consumo. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Plan de reducción de consumo de sal. Estrategia NAOS. Jornadas de debate, La Granja de San Ildefonso (2009).

15. Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science* 59, 5-13.
16. Le Bret, B. (2008). Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *The Animal Consortium* 2, 1548-1558
17. Totosaus, A. (2007). Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio. *Nacameh* 1, nº1, 53-66.
18. Totosaus, A. (2007). Implicaciones de la reducción de sodio en sistemas cárnicos emulsionados. *Nacameh* 1, nº2, 75-86.
19. Choi, Y.S., Choi, J.H., Han, D.J., Kim, H.Y., Lee, M.A., Kim, H.W., Lee, J.Y., Chung H.J., Kim, C.J. (2010). Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. *Meat Science* 84, 212-218.
20. Pintado, T., Herrero, A.M., Jiménez-Colmenero, F., Ruiz-Capillas, C. (2015). Strategies for incorporation of chia (*Salvia hispanica L.*) in frankfurters as a health-promoting ingredient. *Meat Science* 114, 75-84.
21. Leyva-Mayorga, M.A., Ramírez, J.A., Martín-Polo, M.O., Hernández, H.G., Vázquez, M. (2002). Empleo de surimi liofilizado en emulsiones cárnicas con bajo contenido en grasa. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3, nº5, 288-294.

22. Nieto, G., Martínez, L., Castillo, J., Ros, G. (2017). Hydroxytyrosol extracts, olive oil and walnuts as functional components in chicken sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97, 3761-3771.
23. Choi, Y.S., Kim, Y.B., Hwang, K.E., Song, D.H., Ham, Y.K., Kim, Y.W., Sung, J.M., Kim, C.J. (2016). Effect of apple pomace fiber and pork fat levels on quality characteristics of uncured, reduced-fat chicken sausages. *Poultry Science* 95, 1465-1471.
24. Wang, Q., Wu, H., Xie, Y., Chang, H., Li, X., Liu, C., Xiong, Z. (2017). Effects of tomato peel as fat replacement on the texture, moisture migration and sensory quality of sausages with varied fat levels. *CyTA- Journal of Food* 15, n°4, 582-591.
25. Delgado-Pando, G., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., Solas, M.T., Jiménez-Colmenero, F. (2010). Healthier lipid combination oil-in-water emulsions prepared with various protein systems: an approach for development of functional meat products. *European Journal of Lipid Science and Technology* 112, 791-801.
26. Triki, M., Khemakhem, I., Trigui, I., Ben Salah, R., Jaballi, S., Ruiz-Capillas, C., Ayadi, M., Attia, H., Besbes, S. (2017). Free-sodium salts mixture and AlgySalt® use as NaCl substitutes in fresh and cooked meat products intended for the hypertensive population. *Meat Science* 133, 194-203.
27. Schmidt, M.M., Dornelles, R.C.P., Vidal, A.R., Fontoura, A., Kubota, E.H., Mello, R.O., Kempka, A.P., Demiate, I.M. (2016). Development of cooked and smoked chicken sausage with reduced sodium and fat. *Poultry Science Association Inc* 26, 130-144.

28. Kim, G.D., Hur, S.J., Park, T.S., Jin, S.K. (2018). Quality characteristics of fat-reduced emulsions-type pork sausage by partial substitution of sodium chloride with calcium chloride, potassium chloride and magnesium chloride. *Food Science and Technology* 89, 140-147.