



**Escuela Politécnica Superior de
Orihuela**

Universidad Miguel Hernández

EMPLEO DE LA CHÍA
(Salvia hispanica) **EN**
PRODUCTOS CÁRNICOS
FUNCIONALES

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2017/2018

GRADO EN BIOTECNOLOGÍA

AUTOR: JAVIER ALONSO MARTÍNEZ

TUTOR: MANUEL VIUDA MARTOS

Tabla de contenido

1	Introducción	1
1.1	<i>El sector cárnico</i>	1
1.2	<i>Salchichas Frankfurt</i>	1
1.3	<i>Origen de la chía</i>	2
1.4	<i>Composición nutricional de la chía</i>	2
1.4.1	Lípidos	3
1.4.2	Proteínas	3
1.4.3	Fibra	3
1.4.4	Antioxidantes	4
1.5	<i>La chía como ingrediente funcional</i>	4
1.6	<i>Zumo de naranja</i>	5
2	Antecedentes y objetivos	6
2.1	<i>Antecedentes</i>	6
2.2	<i>Objetivos</i>	6
2.2.1	Objetivo general	6
2.2.2	Objetivos específicos	6
3	Materiales y métodos	7
3.1	<i>Materia prima</i>	7
3.2	<i>Espicias, tripas, coadyuvantes y aditivos</i>	7
3.3	<i>Equipos empleados:</i>	8
3.4	<i>Proceso de elaboración de las salchichas</i>	8
3.5	<i>Métodos analíticos</i>	10
3.5.1	Composición Proximal de las salchichas tipo Frankfurt	10
3.5.2	Características fisicoquímicas de las salchichas tipo Frankfurt	13
3.5.3	Cata	15
3.6	<i>Análisis Estadístico</i>	17
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1	<i>Composición proximal</i>	18
4.1.1	Humedad	18
4.1.2	Grasas	18
4.1.3	Proteínas	19

4.1.4	Nitrito residual	19
4.1.5	Cenizas.....	19
4.2	<i>Características fisicoquímicas</i>	20
4.2.1	Color	20
4.2.2	Actividad de agua	21
4.2.3	Oxidación lipídica.....	21
4.2.4	TPA.....	22
4.2.5	pH	23
4.3	<i>Cata</i>	23
5	Conclusiones y proyección futura	25
6	Bibliografía	26

Índice de tablas

Tabla 1.	Formulación para la elaboración de salchichas Frankfurt con diferentes concentraciones de chía con zumo de naranja.	8
Tabla 2.	Composición proximal para cada una de las muestras estudiadas	18
Tabla 3.	Resultados de las coordenadas de color para cada una de muestras estudiadas	20
Tabla 4.	Resultados de la actividad de agua para las distintas muestras.	21
Tabla 5.	Resultados de la oxidación lipídica para las diversas muestras.....	21
Tabla 6.	Resultados de la prueba TPA para las distintas muestras.....	22
Tabla 7.	Resultados pH para las diversas muestras.	23
Tabla 8.	Resultados cata.....	24

Índice de figuras

Figura 1.	Semillas de chía (<i>Salvia hispánica</i>).....	2
Figura 2.	Zumo de naranja y chía	7
Figura 3.	Cartuchos Soxhlet dentro de vasos de extracción.....	11
Figura 4.	Tubos de digestión.....	12
Figura 5.	Colorímetro.....	13
Figura 6.	Valoración sensorial	16
Figura 7.	Valores sensoriales otorgados para cada una de las muestras.	24

Abreviaturas

a*: coordenada (rojo/verde) espacio CIELAB

a_w: actividad de agua.

b*: coordenada (azul/amarillo) espacio CIELAB

C: saturación de color en el espacio CIELAB

ΔE: variación total de color en el espacio CIELAB

h*: tono en el espacio CIELAB

L*: coordenada (luminosidad) espacio CIELAB

MDA: malonaldehído

TBA: ácido 2-tiobarbiturico

TCA: ácido tricloroacético

TPA: análisis del perfil de textura.

Resumen

En este trabajo se elaboraron salchichas tipo Frankfurt enriquecidas con chía (*Salvia hispanica*) y zumo de naranja. Se evaluaron las diferentes características de estas nuevas formulaciones frente a una elaboración control. Para ello se analizaron los siguientes parámetros: color, grasas, proteínas, nitritos, actividad de agua, oxidación lipídica, cenizas, pH, humedad, TPA y se realizó una cata.

Palabras clave: Chía, salchicha Frankfurt, naranja.

Abstract

In this dissertation Frankfurt-type sausages enriched with chia (*Salvia hispanica*) and orange juice were prepared. The different characteristics of these new formulations were evaluated against a control elaboration. So, the following parameters were analyzed: color, fat, protein, nitrites, water activity, lipid oxidation, ash, pH, moisture and a tasting was carried out.

Keywords: Chia, sausage Frankfurt, orange.

1 Introducción

1.1 El sector cárnico

La industria cárnica representa el cuarto sector industrial de España. Este sector en España está constituido por 3000 pequeñas y medianas empresas. Dentro del sector español de bebidas y alimentos, la industria cárnica está en primer lugar representando un 21,6% del sector alimentario lo que supone un 2% del PIB (ANICE, 2015).

A nivel mundial en el año 2017 se produjeron 330 millones de toneladas, lo que supone un incremento del 1% respecto al año 2016. En ese mismo periodo, el precio de la carne aumento un 9%. Los mayores productores de carne a nivel mundial son China, la Unión Europea, EEUU y Brasil.

En el caso de la carne de cerdo que es la que se ha empleado en este trabajo la producción mundial alcanzó en el año 2017 los 118,7 millones de toneladas lo que representa un 0,7% más respecto al año 2016. El mayor productor de carne de cerdo es la Unión Europea que redujo su producción un 0,8% en 2017 debido a la disminución de la demanda de carne importada en China (FAO, 2018).

La carne tiene un papel destacado en a la nutrición, siendo una fuente valiosa de proteínas de alto valor biológico, vitaminas y minerales. También presenta un alto contenido en vitamina B además de tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, biotina y niacina (ANICE, 2015).

1.2 Salchichas Frankfurt

Las salchichas son un producto con una larga historia como alimento. Las salchichas secas ya se consumían en la antigüedad por griegos y romanos ya que el secado es uno de los métodos más antiguos para preservar la carne. Por otra parte, en el norte de Europa se preparaban mediante la cocción o el ahumado ya que las condiciones climáticas no permitían el secado natural (Toldrá y Flores, 2014). Las salchichas tal y como las conocemos ahora son mencionadas por primera vez durante el siglo XV en la ciudad de Frankfurt. La primera elaboración de salchicha tipo Frankfurt no aparece hasta el año 1805 (Jandásek, 2014). De forma general, las salchichas están formadas por una emulsión de carne de cerdo, grasa y condimentos (Knipe, 2014), aunque los ingredientes exactos varían dependiendo de cada fabricante. Las conocidas como salchichas “Frankfurt” son un producto cárnico consumido por gran parte de la población, cuya ingesta está en alza (Ordóñez et al., 2001). Esto es debido principalmente a la evolución del estilo de vida y de los hábitos alimentarios (Ordóñez et al., 2001).

1.3 Origen de la chía

La chía es una planta herbácea de la familia de las lamiáceas que florece anualmente durante el verano (Ayerza y Coates, 2009). Esta planta tiene una altura máxima de 1 metro. Sus semillas son pequeñas, pueden ser de color marrón, gris, negro, blanco o moteadas de diferentes colores, de unos pocos milímetros de longitud, con forma ovalada y una ligera forma aplanada (Marcinek y Krejpcio, 2017). Es originaria de las áreas montañosas de México y durante la época precolombina era para los mayas uno de los cuatro cultivos básicos destinados a la alimentación, junto al maíz, el poroto y el amaranto (Di Sarpio et al., 2008). La palabra chía proviene del idioma Náhuatl que denominaba esta planta como “Chian” que significa aceitoso. La denominación de *Salvia hispánica* fue dada por *Carl Linnaeus* que descubrió la planta en América considerándola como una planta originaria de España lo cual fue una confusión ya que esta planta no fue conocida en Europa hasta la llegada de Hernán Cortés a México (Valdivia-López y Tecante, 2015). Con la llegada de los conquistadores españoles su cultivo fue decayendo en favor de otras especies como el trigo y el arroz. A pesar de ello su cultivo continuo en zonas remotas de México y Guatemala. Actualmente los beneficios nutricionales de la chía han ampliado su zona de cultivo más allá de Centroamérica a otras áreas como los Estados Unidos, Australia y el Sudeste de asiático (Jamboonsri et al., 2012).



Figura 1. Semillas de chía (*Salvia hispánica*)

1.4 Composición nutricional de la chía

El principal interés de la chía son sus semillas por su contenido en proteínas, antioxidantes, fibra y aceite (Bushway et al., 1981; Taga et al., 1984).

Las semillas de chía poseen una composición de aproximadamente, un 6% de humedad, 16% de proteínas, 31% de lípidos, 34% de fibra dietética, 42% de carbohidratos, elevados contenidos de calcio, fósforo, potasio y magnesio; y en menor medida (4,58-16 mg/100g) tienen sodio, hierro y zinc. Además, las semillas de chía también son una buena fuente de vitamina B3, A y C. (Ayerza (h) y Coates, 2009; Ayerza Jr. y Coates, 2007; Ayerza y Coates, 2004, 1999; R.Ayerza and W. Coates, 2009).

1.4.1 Lípidos

De especial relevancia es que los frutos de la chía contienen un 50-57% de α -linolénico del total de lípidos, siendo la mayor fuente natural de ácidos grasos omega 3. Presenta también otros ácidos grasos como ácido linoleico (20%), ácido palmítico (6%), ácido oleico (6%) y ácido esteárico (4%) (Ayerza, 1995). Se ha demostrado que la ingesta de cantidades suficientes de omega-3 aporta múltiples beneficios para la salud como la prevención de enfermedades cardiovasculares, del sistema nervioso y también disminuye los síntomas de enfermedades inflamatorias como la artritis reumatoide (Simopoulos, 1999). La chía tiene un contenido mucho mayor de omega-3 que las fuentes de origen marino, lo cual representa una ventaja muy importante sobre las fuentes de algas y pescado, debido a que contiene una cantidad de ácidos grasos saturados (mirístico, palmítico y esteárico) significativamente inferior. Otra consideración importante acerca de los aceites de pescado es que contienen colesterol puesto que son productos de origen animal, mientras que la chía no (Di Sarpio et al., 2008).

1.4.2 Proteínas

En cuanto a su contenido proteico, la chía presenta entre un 16 y un 23% de proteínas que depende de las condiciones ambientales de su cultivo. Aunque la chía no se cultiva comercialmente debido a su contenido proteico, presenta un mayor porcentaje de proteínas que otros cereales como el arroz (6,5%), cebada (12,5%), avena (16,9%), maíz (9,4%) o el trigo (13,7%). La chía tiene además la ventaja adicional frente a estos cultivos tradicionales de no contener gluten lo que hace a la chía apta para el consumo por personas celiacas. Se ha demostrado que la chía puede incorporarse en la dieta humana junto a otros granos para conseguir un balance de proteínas más equilibrado (Ayerza y Coates, 2011; Capitani, 2013).

1.4.3 Fibra

Las semillas de chía presentan entre un 23 y 35% de fibra dietética total. Los beneficios que aporta la fibra son numerosos (Marcinek y Krejpcio, 2017). Cuando las semillas de chía son hidratadas, las fibras de la capa celular más externa quedan extendidas formando un mucílago que envuelve toda la semilla (Muñoz et al., 2012). Este gel crea una barrera física entre los carbohidratos y las enzimas digestivas que los rompen, reduciendo de este modo la conversión de carbohidratos a azúcares a la vez que se incrementa la sensación de saciedad (Rubio, 2002). La fibra presente en la chía es también capaz de unirse a ácidos biliares gracias a la lignina consiguiendo con ello reducir el colesterol (Alfredo et al., 2009).

1.4.4 Antioxidantes

Entre los diversos compuestos presentes en la chía, los antioxidantes son sin lugar a dudas algunos de los más importantes. Los antioxidantes presentes en la chía son de naturaleza fenólica siendo los más importantes los ácidos rosmarínico, protocatecuico, cafeico y gálico (Martínez-Cruz y Paredes-López, 2014).

1.5 La chía como ingrediente funcional

La chía puede considerarse un ingrediente funcional ya que aparte de contribuir a la nutrición humana, también ayuda a incrementar el índice de saciedad, previene enfermedades cardiovasculares, desordenes inflamatorios y del sistema nervioso y puede ayudar a reducir el colesterol. Actualmente las semillas de chía se consumen crudas, añadidas a ensaladas o yogures y fuera de la Unión Europea se ha usado ampliamente en la elaboración de cereales de desayuno, barritas, galletas o zumos de frutas (Muñoz et al., 2013).

Dentro de la Unión Europea, la chía fue aprobada por el Parlamento Europeo y el Consejo como nuevo alimento en la elaboración de pan siempre que no superara una cantidad del 5% (Diario Oficial de la Unión Europea, 2009), no existiendo evidencias de efectos adversos o alergenicidad causados por las semillas, por lo que estas y sus productos derivados tienen un prometedor uso en la alimentación (EFSA, 2009, 2005). La adición de chía en la elaboración de pan incrementa significativamente los niveles de proteínas, lípidos, cenizas y fibra dietética. Además los panes elaborados con chía muestran unas cualidades tecno funcionales similares a las elaboraciones sin chía y son ampliamente aceptados por los consumidores en análisis sensoriales como indican Iglesias-Puig y Haros (2013).

También se han llevado a cabo estudios para usar la chía en la alimentación para reducir la grasa en la elaboración de bizcochos, comprobándose que la sustitución del 25% de la grasa por mucilago de chía es tecnológicamente posible y no altera significativamente las cualidades del producto. Por otra parte en la industria cárnica se estudia el uso de la harina de chía para mejorar el perfil de ácidos grasos y aumentar el contenido de fibra dietética (Barros et al., 2018).

1.6 Zumo de naranja

Por zumo de fruta se entiende el líquido sin fermentar pero fermentable que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados (Codex Alimentarius, 2005). La industria de los zumos a nivel global está en expansión, con un 3% de crecimiento anual entre los años 2010 y 2014, siendo Europa la región del mundo donde más se invierte en innovación en este sector (Bates et al., 2001).

Concretamente, en el zumo de naranja el líquido que constituye el zumo se obtiene del prensado de la naranja (Bates et al., 2001), y es uno de los zumos de fruta más consumidos del mundo debido a su alto valor nutricional y su gusto agradable (Agcam et al., 2014). El uso del zumo de naranja en las nuevas formulaciones de Frankfurt proporciona el aspecto saludable y “natural” que muchos consumidores demandan (Rajauria y Tiwari, 2017), ya que es rico en vitamina C y polifenoles, siendo estos últimos, compuestos con una alta capacidad antioxidante (Granato et al., 2015; Rapisarda et al., 1999).

2 Antecedentes y objetivos

2.1 Antecedentes

En la actualidad, el empleo de semillas como la chía, la quinoa o el amaranto está siendo una de las tendencias en el desarrollo e innovación de alimentos funcionales. El conocimiento de las propiedades tecno funcionales y fisio funcionales contribuyen a mejorar tanto el papel tecnológico como el biotecnológico de los alimentos del bienestar. Un ejemplo de alimento que se puede beneficiar de estas propiedades son los elaborados cárnicos y en este caso concreto las salchichas Frankfurt. Respecto a las formulaciones tradicionales de salchicha tipo Frankfurt, en este estudio se analizaron las propiedades de la adición de semillas de Chía (*Salvia Hispanica*) y de zumo de naranja en la elaboración de las salchichas, dado el aumento de la demanda por parte del consumidor de alimentos que permitan obtener una dieta sana y equilibrada (Ordóñez et al., 2001).

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo general

El objetivo de este trabajo fue elaborar salchichas tipo Frankfurt con dos nuevas formulaciones donde se sustituyó el 50% y el 100% respectivamente del hielo empleado en la elaboración por zumo de naranja y chía (*Salvia Hispanica*). De este modo se pretendía mejorar las propiedades nutricionales de las salchichas gracias a las proteínas, fibra, minerales y compuestos antioxidantes presentes en la chía y el zumo de naranja.

2.2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la viabilidad de la adición de chía y zumo de naranja a diferentes concentraciones en la elaboración de salchichas Frankfurt.
2. Estudiar las características fisicoquímicas de las nuevas formulaciones: Textura, color, oxidación lipídica, actividad de agua y pH.
3. Analizar la composición proximal de las nuevas elaboraciones: Humedad, nitritos, proteínas, grasas y cenizas.
4. Determinar las características organolépticas y la aceptación general de las diferentes formulaciones mediante un análisis sensorial.

3 Materiales y métodos

3.1 Materia prima

Como productos cárnicos se emplearon magro y panceta de cerdo. Se realizaron tres elaboraciones y en dos de ellas se sustituyó en su formulación parte o la totalidad del hielo por una mezcla de zumo de naranja y chía (*Salvia Hispanica*).

Previo paso a la elaboración de las salchichas, se hidrató la chía con zumo de naranja. Para ello, se usaron 5 gramos de chía por cada 200 gramos de zumo de naranja, alcanzando una proporción 1:40 de chía y zumo de naranja. La mezcla resultante se almacenó en congelación durante 24 horas.

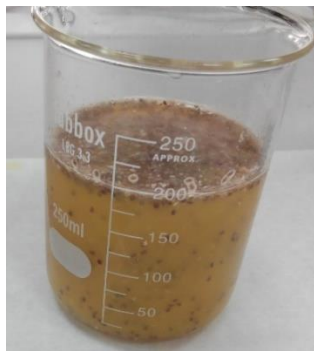


Figura 2. Zumo de naranja y chía

3.2 Especies, tripas, coadyuvantes y aditivos

- Tripa artificial
- Hielo
- Sal
- Fécula de patata
- Fosfato
- Nitrito sódico
- Ascorbato de sodio
- Caseinato
- Pimienta blanca
- Nuez moscada
- Cilantro
- Ajo en polvo

3.3 Equipos empleados:

- Cúter
- Tabla de cortar
- Cuchillos
- Balanzas
- Recipientes
- Embutidora
- Termómetro sonda
- Caladera de cocción
-

3.4 Proceso de elaboración de las salchichas

La elaboración de las salchichas se llevó a cabo siguiendo la formulación indicada por (Sayas Barberá et al., 2002). Las proporciones de los diferentes componentes de las tres elaboraciones de salchicha se indican en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Formulación para la elaboración de salchichas Frankfurt con diferentes concentraciones de chía con zumo de naranja.

Composición	Formulación %	Control (g)	Salchicha 37,5 (g)	Salchicha 75 (g)
Magro	65%	325	325	325
Panceta	35%	175	175	175
Hielo		75	37,5	0
Zumo de naranja y chía	15%	0	37,5	75
Sal	2,5%	12,5	12,5	12,5
Fécula	3%	15	15	15
Fosfato	0,03%	0,150	0,150	0,150
Nitrito	0,015%	0,075	0,075	0,075
Ascorbato	0,05%	0,250	0,250	0,250
Caseinato	1,5%	7,5	7,5	7,5
Pimienta blanca	0,2%	1	1	1
Nuez moscada	0,05%	0,25	0,25	0,25
Cilantro	0,05%	0,25	0,25	0,25
Ajo en polvo	0,2%	1	1	1

A las elaboraciones de salchicha adicionada con zumo de naranja y chía se les denominó chía 37,5 y chía 75, en donde el número indicó los gramos de zumo con chía que se incorporaron por cada 500 gramos de salchicha.

El 15% de la formulación de las salchichas corresponde al hielo o al zumo de naranja con chía, según la salchicha de la que se trate.

Procedimiento de elaboración:

1. Las materias primas cárnicas hasta su uso habían sido guardadas en refrigeración (0-4 °C). Lo primero que se hizo fue cortar manualmente el magro y la panceta para poder pesarlo.
2. Se pesaron los diferentes aditivos e ingredientes que se necesitaban para su posterior uso.
3. Se introdujo el magro en la cutter o picadora. Se mantuvo el picado hasta que se alcanzó el tamaño de partícula de aproximadamente 1 cm.
4. Se añadió la panceta a la cutter.
5. Cuando la pasta cárnica quedó bien homogeneizada, se añadió la sal. A continuación, se incorporó el hielo o zumo de naranja con chía, según la formulación que se estuviera realizando.
6. Finalmente, se añadieron por orden las sales de curado (nitrito de sodio, fosfato y ascorbato de sodio), la fécula, caseinato y las especias (nuez moscada, ajo en polvo, cilantro y pimienta blanca).
7. Se mantuvo el conjunto en la cutter hasta que se obtuvo una masa fina, firme, sin grumos y brillante.
8. La pasta resultante se introdujo en la embutidora para su embutición en tripas. La embutidora se limpió cada vez que se cambió el tipo de formulación que se estaba realizando.
9. Se subdividieron las tripas en salchichas más pequeñas para facilitar su análisis y conservación.
10. Las salchichas se introdujeron en un baño de agua en ebullición hasta alcanzar su temperatura de cocción. Para determinar que las salchichas habían alcanzado su temperatura de cocción, se pinchó un termómetro sonda en una de las salchichas para comprobar que en su centro se había alcanzado la temperatura de cocción, la cual debía ser de 68-72 grados centígrados (°C) en el centro geométrico de la salchicha.
11. Una vez alcanzada la temperatura de cocción, se procedió a bajar la temperatura de las salchichas de manera rápida poniendo las salchichas a -41°C hasta que alcanzó una temperatura de unos 7°C.
12. Tras la elaboración, las salchichas se mantuvieron en refrigeración hasta su análisis o consumo.

3.5 Métodos analíticos

3.5.1 Composición Proximal de las salchichas tipo Frankfurt

3.5.1.1 Humedad

Se estableció la humedad según el método de la **AOAC 24.003 (AOAC, 1990)** En primer lugar, se picó la muestra (salchicha) para reducir el tamaño y obtener, con ello, una mayor difusión del agua del producto a la atmósfera. Esto se llevó a cabo por triplicado para cada muestra. De cada una de las muestras se tomaron aproximadamente 2 gramos, que fueron pesados en flaneras metálicas y se introdujeron en una estufa a 105°C durante 18-24 horas. Pasado este tiempo las flaneras se introdujeron en un desecador de vacío hasta que se enfriaron evitando que las muestras tomaran humedad del ambiente durante el enfriamiento. Una vez enfriadas las flaneras, se volvieron a pesar. El porcentaje (%) de humedad se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{R_1 - R_2}{R_1 - R_0} \times 100$$

Siendo:

R_0 = masa en gramos (g) de la flanera metálica

R_1 = masa en gramos (g) del de la flanera metálica con la muestra antes del secado.

R_2 = masa en gramos (g) de la flanera metálica con la muestra después del secado.

3.5.1.2 Grasas

Para determinar las grasas, se llevó a cabo el método Soxhelt (**AOAC 1984, 24.005**) consistente en una extracción con éter de petróleo, el cual actúa como solvente reteniendo la grasa. Para realizar el proceso, se tomó una cantidad no concreta de muestra que se introdujo en un cartucho de algodón puro de celulosa llamado cartucho de extracción Soxhlet. Los cartuchos se colocaron en los vasos de extracción sostenidos por un soporte metálico. En cada vaso de extracción se incorporaron tres piedras de ebullición. El conjunto formado por los vasos de ebullición y los cartuchos se dejó toda una noche en una estufa a 60°C para deshidratar las muestras. Tras esto, se dejaron enfriar los vasos en un desecador y una vez atemperados se pesó con exactitud la cantidad de muestra de cada cartucho (P_0). Se incorporan 10 gramos de arena a cada cartucho y se disgregó el conjunto con una varilla de vidrio. A continuación, se taparon con algodón los cartuchos. Posteriormente, se añadió el éter al vaso de extracción en el espacio entre el cartucho y la pared de vidrio. El conjunto se introdujo en el extractor Soxhelt J.O, Selecta Mo.6003286 (J.O Selecta S.A Abrera, Barcelona, España) que llevó a cabo un proceso automatizado de varios ciclos en donde se calienta el éter haciendo que se empiece a evaporar entrando en contacto con la muestra. Después de varios ciclos, la grasa del alimento queda retenida en el éter. Una vez terminado el proceso quedan pequeñas cantidades de éter que se evaporaron poniendo las muestras en la estufa

a 60°C durante toda la noche. Se midieron tres muestras por triplicado lo que dio como resultado nueve valores de grasa. La grasa se calculó según la siguiente ecuación:

$$\% Grasa = \frac{P_2 - P_1}{P_0} \times 100$$

Siendo:

P_0 = peso en gramos de la muestra.

P_1 = peso en gramos del vaso de extracción con las piedras de ebullición.

P_2 = peso en gramos del vaso de extracción con las piedras de ebullición y el extracto de grasa



Figura 3. Cartuchos Soxhlet dentro de vasos de extracción

3.5.1.3 Proteínas

Para determinar el porcentaje de proteínas, se empleó el método Kjeldhal. El contenido proteico se determinó a partir del contenido de nitrógeno total al cual se aplica un factor de conversión (6,25) para transformar los resultados en porcentaje de proteína total. De cada muestra se prepararon tres tubos de digestión, y otros tres tubos de digestión sirvieron de “blanco”, donde la muestra fue sustituida por 5 mL de agua destilada. Para realizar la digestión, se pesó un 1 gramo de cada muestra sobre papel de celulosa. La muestra contenida en el papel de celulosa se añadió a los tubos de digestión. En cada tubo se incluyeron dos pastillas catalizadoras. Tras esto, se añadieron 15 mL de ácido sulfúrico al 99% a cada tubo y se llevó a cabo la digestión a 400°C durante 1 hora. Durante el proceso el ácido sulfúrico transforma el nitrógeno en iones amonio. Finalmente, se realizó la destilación y valoración con un destilador automático (Kjeltec TM 8422, Analyzer Unit) que llevo a cabo la destilación y la valoración con ácido clorhídrico.

El nitrógeno total se calculó según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ nitrógeno total} = \frac{0,14 \times f \times (V1 - V2)}{P}$$

Siendo:

F = factor del ácido clorhídrico.

V1 = volumen (ml) de ácido clorhídrico gastado en la valoración.

V2 = volumen (ml) de ácido clorhídrico gastado en el blanco.

P = peso (g) de la muestra.

A partir del porcentaje de nitrógeno total se calculó el porcentaje de proteína total:

$$\% \text{ proteína total} = 6,25 \times \% \text{ de nitrógeno total}$$

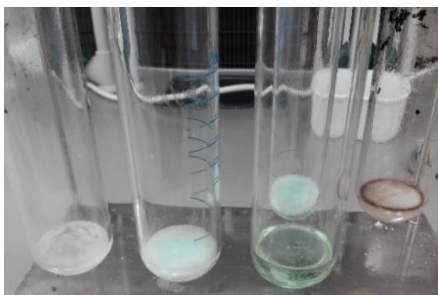


Figura 4. Tubos de digestión

3.5.1.4 Nitritos

Los nitritos se determinaron a través de la reacción de Griess-Ilosvay siguiendo el método de la **AOAC 933.48 (AOAC; 1990)** consistente en medir mediante espectrofotometría el compuesto diazoico (P-sulfobenceno-azo-alfanaftil-amina) de coloración rosa formado por la reacción de los nitritos con el ácido sulfanílico y con α -naftilamina. Para ello, se tomaron 10 gramos de cada muestra por triplicado, se trituraron y se mantuvieron en agitación con calor durante 10 minutos tras añadirles 100 mL de agua destilada caliente. Para precipitar las proteínas se emplearon 2 mL de disolución Carrez I y otros 2 mL de Carrez II. La disolución obtenida se enrasó a 200 mL con agua destilada y se filtró. El resultado de la reacción se midió en un espectrofotómetro (Shimadzu, Modelo UV 1063, Japón) a 520 nm tomando 2 mL de muestra filtrada y 2 mL de reactivo colorimétrico. El cálculo del contenido de nitrito de la muestra expresado en ppm se realizó por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{ppm NaNO}_2 = \frac{C \times 2500}{P \times V}$$

Siendo:

P = peso de la muestra de la que se ha obtenido el extracto.

V = volumen en ml, tomados del extracto decolorado.

C = concentración en nitrito sódico expresado en ppm determinada sobre la curva patrón.

3.5.1.5 Cenizas

La determinación cuantitativa de cenizas se realizó mediante el **método AOAC (1984, 24.009)**. Para medir el contenido en cenizas se usaron recipientes de porcelana llamados crisoles capaces de aguantar altas temperaturas. En primer lugar, se tomaron nueve crisoles vacíos que se introdujeron en una mufla a 550°C durante 1 hora para eliminar la humedad. Tras esto, se apagó la mufla y se dejó en reposo durante 24 horas antes de coger los crisoles y pesarlos individualmente. A continuación, en cada crisol se añadió la muestra y se pesaron los crisoles con la muestra. Después, se introdujeron los crisoles en la mufla durante 8 horas a 550°C. La cantidad de cenizas se determinó por la diferencia de peso de las muestras antes y después de incinerar las muestras en la mufla según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso muestra incinerada}}{\text{Peso inicial muestra}} \times 100$$

3.5.2 Características fisicoquímicas de las salchichas tipo Frankfurt

3.5.2.1 Color

El color se determinó en con un colorímetro portátil Konica Minolta CM.700d basado en el espacio CIE $L^*a^*b^*$. Para llevar a cabo las mediciones se cortaron tres rodajas de cada muestra y se realizaron tres medidas en cada una de las rodajas obteniéndose un total de 27 mediciones. En cada medición se obtuvieron las siguientes coordenadas: L^* (luminosidad), a^* (rojo/verde) y b^* (azul/amarillo). A partir de los valores de las coordenadas se calculó el tono (h^*), el croma o saturación (C^*) y el incremento de color total a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\text{tono } (h^*) = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

$$\text{Saturación } (C^*) = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

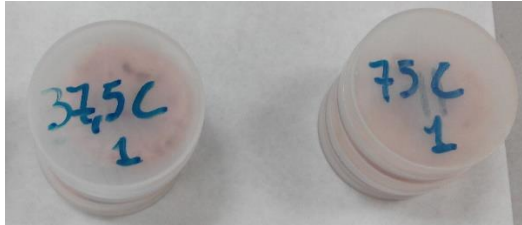
$$\text{Incremento de color total} = (\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta C^{*2})^{0,5}$$



Figura 5. Colorímetro

3.5.2.2 *Actividad de agua*

La actividad de agua (a_w) se midió de forma automática en el equipo Novasina (SPRINT TH-500, Suiza). Las medidas se realizaron por triplicado, por lo que en total se llevaron a cabo nueve determinaciones. Para poder obtenerlas, las muestras se cortaron en rodajas y se introdujeron en cápsulas de Novasina. Estas cápsulas se introdujeron en el equipo que calculó los valores de actividad de agua de forma automática.



3.5.2.3 *Oxidación lipídica*

La oxidación lipídica de la muestra se determinó mediante la prueba del ácido 2-tiobarbiturico (TBA). Para ello se midió la concentración de malonaldehído (MDA) formado por la reacción de los hidroperóxidos resultado de la oxidación lipídica con los radicales libres. El MDA se midió determinando la absorbancia del complejo de color rosa que se forma entre el MDA y el TBA. En primer lugar, de cada muestra se tomaron dos gramos que se homogeneizaron con ácido tricloroacético (TCA) al 10% para precipitar las proteínas. Tras esto se puso la mezcla en agitación durante 15 minutos, luego se dejó en un baño con hielo durante 30 minutos y finalmente se filtró con vacío. De cara a la medición se prepararon nueve tubos donde cada uno llevaba 2 mL de la muestra filtrada y 2 mL de TBA. También se preparó un blanco con 2 mL de TBA y 2 mL de TCA. Los nueve tubos se mantuvieron tapados en un baño con agua caliente durante 35 minutos. Después de este tiempo se dejaron enfriar los tubos y se determinó la absorbancia del malonaldehído a 532 nm (Espectrofotómetro UV visible, marca Shimadzu, Modelo UV 1063, Japón). El análisis se realizó por triplicado para cada muestra.

3.5.2.4 *TPA*

El TPA (análisis de las propiedades de textura) es una prueba instrumental que intenta simular un proceso fisiológico, en este caso, la masticación de la boca. Para ello, se sometió a cada muestra a dos compresiones obteniendo de este modo información de: la dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad, resiliencia y la masticabilidad que tiene la muestra. Para llevar a cabo la prueba, se cortaron las muestras en rodajas de 2 cm de grosor y se empleó el texturómetro Stable micro systems, TA-XT plus empleando la sonda P/100 (sonda de plato de 100mm). Para cada una de las elaboraciones de salchicha se obtuvieron tres medidas de cada parámetro que mide la prueba.

3.5.2.5 pH

Para medir el pH se empleó el pHmetro (Modelo 507, Crison, Barcelona, España) con un electrodo de punción para alimentos sólidos Crisol Cat. Nr 52 (Crison Instrument, S.A. Alella, Barcelona). Para ello, se preparó una solución formada por 1 gramo de muestra triturada y 9 mL de agua destilada que se homogenizó lo máximo posible y luego se dejó reposar 10 minutos. Con la solución en agitación se introdujo el electrodo del pHmetro para obtener el valor de pH. Se realizaron tres medidas de cada una de las muestras obteniéndose un total de nueve valores.

3.5.3 Cata

La cata es una prueba para determinar las propiedades sensoriales percibidas por el consumidor. La cata se realizó entre los profesores y alumnos del campus que decidieron asistir voluntariamente. Cada participante tuvo a su disposición un vaso de agua y unos snacks de pan para poder eliminar el sabor de su boca después de probar cada muestra. Las tres muestras se colocaron en un plato con un código numérico junto a cada muestra para permitir su identificación, los códigos eran 12 (control), 30 (chía 37,5) y 22 (chía 75). Los voluntarios no conocían la correlación entre el código y el tipo de salchicha. Junto a todo ello cada persona recibió un cuestionario y un bolígrafo para rellenarlo. Cada participante tenía que indicar en el cuestionario la siguiente información sobre ellos mismos:

- Hombre/Mujer.
- Rango de edad: 18-25;26-35;36-45;46-55;55-65;>65.
- ¿Fumador?: Si/No
- ¿Alérgico?: Si/No En caso afirmativo a que es alérgico.
- ¿Le gustan las salchichas Frankfurt? Si/No

Tras rellenar esta introducción cada voluntario procedió a probar las diferentes salchichas para luego cumplimentar el cuestionario. El cuestionario estaba formado por diferentes apartados destinados a valorar la calidad organoléptica de las salchichas:

- Apariencia:
 - Intensidad de color.
 - Brillo.
- Aroma:
 - Rancidez.
 - Cítrico.

- Textura:
 - Dureza.
 - Jugosidad.
 - Detección de partículas.
 - Cohesividad.
- Sabor:
 - Grasosidad.
 - Salado/dulce

Como ejemplo, en la **Figura 6**, se muestra cómo se valoró la textura de la salchicha preguntando sobre la dureza y la jugosidad de las muestras. Con una escala del 1 al 7 los participantes tenían que indicar cuál de las dos afirmaciones se correspondía más a su percepción. En el caso de la dureza un 7 sería totalmente blando y un 1 sería totalmente duro.

TEXTURA

Dureza	1	2	3	4	5	6	7	
22 Extremadamente duro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremadamente blando
12 Extremadamente duro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremadamente blando
30 Extremadamente duro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremadamente blando
Jugosidad	1	2	3	4	5	6	7	
22 Extremadamente jugoso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremadamente seco
12 Extremadamente jugoso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremadamente seco
30 Extremadamente jugoso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extremadamente seco

Figura 6. Valoración sensorial

Finalmente, a los participantes se les preguntaba que indicaran una valoración general de cada salchicha en una escala del 0 (no te gusta nada) al 10 (te gusta muchísimo).

3.6 Análisis Estadístico.

Se usaron métodos estadísticos convencionales para determinar las medias y la desviación estándar de los valores. Para el análisis estadístico se aplicó un análisis de varianza ANOVA. Para determinar diferencias significativas entre los valores obtenidos se aplicó el test de Tukey tomando como significativos aquellos valores con ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Composición proximal

Tabla 2. Composición proximal para cada una de las muestras estudiadas

Muestra	Humedad (%)	Grasas (%)	Proteínas (%)	Nitritos(ppm)	Cenizas (%)
Control	67,274±0,15 ^a	6,926± 0,21 ^a	11,807±2,14 ^a	44,75±0,23 ^a	2,85±0,06 ^a
Chía 37,5	68,745±0,47 ^b	6,864±0,03 ^a	14,776±0,38 ^b	29,48±0,53 ^b	3,00±0,01 ^b
Chía 75	67,400±0,21 ^a	8,299±0,15 ^b	18,017±0,01 ^c	18,53±1,18 ^c	2,93±0,01 ^{ab}

Porcentaje (%), partes por millón (ppm).

A las elaboraciones de salchicha adicionada con zumo de naranja y chía se les denominó chía 37,5 y chía 75, en donde el número indicó los gramos de zumo con chía que se incorporaron por cada 500 gramos de salchicha.

4.1.1 Humedad

Los valores obtenidos de humedad dan unos resultados de entre un 67% y un 68% de humedad para todas las muestras. No existen diferencias significativas en la humedad entre la muestra control y la muestra de chía 75. Sin embargo, la chía 37,5 si tiene diferencias significativas respecto al control y a la chía 75 ($p < 0,05$). Esta diferencia no es consistente con la formulación de las muestras pues la muestra control presentaba más agua en su formulación que las otras muestras, mientras que la muestra con mayor cantidad de chía y de zumo de naranja no se ve afectada en su porcentaje de humedad por su cambio de formulación respecto a la muestra control. La explicación podría estar en una medida imprecisa a la hora de realizar el análisis en el caso de la chía 37,5.

4.1.2 Grasas

Los datos obtenidos para las grasas varían entre un 7 y un 8 % de grasa. Los resultados muestran que solo existen diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto al control en el caso de la Chía 75 que sí que presenta un aumento en el porcentaje de grasa de un 1,4% posiblemente debido a los lípidos presentes en la chía (Ayerza, 1995) o a que esta elaboración en particular tenía en su materia prima una mayor proporción de grasa. Los resultados obtenidos en el porcentaje de grasas muestran que son unas salchichas con un bajo contenido de grasa en base a las elaboraciones industriales donde el contenido grasa puede alcanzar el 20% lo cual es interesante desde un punto de vista nutricional (Cengiz y Gokoglu, 2007). Por otra parte, la eliminación o la reducción de la grasa puede reducir la calidad sensorial en el producto final afectando a la textura, jugosidad y al color (Cengiz y Gokoglu, 2007). Sin embargo, la chía permite paliar estos defectos debido a la fibra que contiene. La fibra aporta volumen, integridad estructural, capacidad de retención de humedad, adhesividad y estabilidad en los productos cárnicos emulsionados bajos en grasa (Ozlem Tokusoglu y Unal, 2003).

4.1.3 Proteínas

Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas entre las tres elaboraciones ($p < 0,05$) con un porcentaje de proteínas de 11% para la muestra control, 14,7% para la chía 37,5 y de 18% para la chía 75. Estos resultados muestran que a mayor cantidad de chía se incrementa el porcentaje de proteínas presentes en las salchichas gracias a la riqueza en proteínas de la chía tal como indican autores como Ayerza y Coates (2011). Los resultados coinciden con otros estudios como el de Pintado et al (2016) donde la adición de chía en la elaboración de salchichas dio lugar a un aumento en el porcentaje de proteínas presentes en el producto.

4.1.4 Nitrito residual

Los nitritos juegan un papel muy importante en la industria cárnica ya que se emplean en los productos cárnicos procesados para mejorar el color, el sabor, actuar como antioxidantes y sobre todo para inhibir el crecimiento de microorganismos principalmente *Clostridium botulinum*. La desventaja de los nitritos es que los nitritos residuales pueden dar lugar a nitrosaminas que son potencialmente carcinogénicas (Lee et al., 2018).

Los resultados muestran que existen diferencias entre los valores de nitrito residual presentes en las tres muestras ($p < 0,05$). La muestra control presenta el valor más elevado de nitrito residual con 44 ppm mientras que en las nuevas formulaciones, la cantidad de nitrito residual disminuye siendo de 29 ppm en la chía 37,5 y de 18 ppm en la chía 75. En el caso de la chía 37,5 se observa una reducción del 35% respecto del control y del 59% en el caso de la chía 75. Esta reducción en la cantidad de nitrito residual fue probablemente debida a la fibra presente en el zumo de naranja y principalmente en la chía la cual presenta biocompuestos como los polifenoles y flavonoides que reaccionan con los nitritos (Gago et al., 2007; Viuda-Martos et al., 2010).

4.1.5 Cenizas

Las cenizas constituyen el residuo inorgánico y por lo tanto incluyen el total de minerales presentes en la muestra. Durante este análisis todos aquellos componentes orgánicos de la muestra se transformaron en CO_2 y H_2O . Los resultados dan unos valores de 2,8% de cenizas para la muestra control y de 3% y 2,9% para la muestra de chía 37,5 y chía 75 respectivamente. Los valores que se obtuvieron mostraron un incremento en el contenido en cenizas presentes en las nuevas formulaciones frente al control. Los resultados reflejan la riqueza en minerales de las semillas de chía tal como indica Capitani et al. (2012). Este incremento también se refleja en otros estudios similares donde la adición de chía incrementó el contenido en cenizas de las muestras llegando a un incremento del 64% y del 68% en caso concreto del Magnesio y del Manganeso respectivamente como muestra Pintado et al. (2016).

4.2 Características fisicoquímicas

4.2.1 Color

Tabla 3. 4

Coordenadas	Control	Chía 37,5	Chía 75
L*	72,47±1,47 ^a	71,42±0,79 ^{ab}	71,11±1,14 ^b
a*	6,52±0,32 ^b	7,851±0,16 ^a	7,60±0,18 ^a
b*	11,05±0,26 ^c	12,91±0,30 ^a	15,161±0,20 ^b
h*	59,47±1,52 ^a	58,69±0,50 ^a	63,37±0,70 ^b
C*	12,83±0,24 ^c	15,11±0,31 ^a	16,96±0,18 ^b
Δ (muestra - control)	Control	Chía 37,5	Chía 75
ΔE^*	-	2,52	4,47
ΔL^*	-	1,05	1,36
Δa^*	-	-1,34	-1,09
Δb^*	-	-1,86	-4,11

Luminosidad (L*), rojo/verde (a*), azul/amarillo (b*), saturación (C*) (adimensionales). Tono (h*) (grados). Variación del valor obtenido para la muestra respecto al control para las distintas coordenadas (Δ (muestras – control)). Incremento de color total (ΔE).

A las elaboraciones de salchicha adicionada con zumo de naranja y chía se les denominó chía 37,5 y chía 75, en donde el número indicó los gramos de zumo con chía que se incorporaron por cada 500 gramos de salchicha.

Los resultados mostraron una luminosidad de 72 en la muestra control, que es significativamente mayor que en el caso de las otras dos salchichas, teniendo la chía 37,5 un valor de 71,42 y la chía 75, un valor de 71,11. Esto indicó que la adición de la chía oscureció las salchichas debido a los colores apagados que presenta la semilla, por lo que tal y como indica Barros et al., (2018) la disminución en la luminosidad se podría deber a la adición de la chía. A partir del mismo estudio, se infirió que también daría lugar al incremento de la coordenada a*. Esta coordenada pasó de 6,52 en el caso de la salchicha control, a 7,81 en la chía 37,5 y 7,60 en la chía 75 debido al color de las semillas de chía que entre sus colores se aproximan más al rojo que al verde. Por otro lado, el incremento del valor de la coordenada b*, que es significativamente diferente en la muestra control (11,05) frente a las muestras de chía 37,5 (12,91) y chía 75 (15,16), se explicó por la adición del zumo de naranja, ya que en el espacio CIE L*a*b*, este producto mostró valores positivos en la coordenada b*, los cuales fueron más próximos al color amarillo que al azul, tal como muestran los resultados de Paniagua-Martínez et al., (2018).

Los valores de tono indicaron que en el caso de la muestra control (59,47) y en el caso de la chía 37,5 (58,69) estaríamos ante un tono rojizo que se desplazó hacia el naranja en la chía 75 (63,37). En el caso de la saturación, existieron diferencias significativas entre las tres muestras, que indicando un aumento de la saturación a medida que se adicionó chía y zumo de naranja, dando lugar a colores menos puros y más grisáceos.

4.2.2 Actividad de agua

Tabla 4. 4 para las distintas muestras.

Muestras	Actividad de agua
Control	0,941±0,011 ^b
Chía 37,5	0,964±0,014 ^a
Chía 75	0,986±0,003 ^a

A las elaboraciones de salchicha adicionada con zumo de naranja y chía se les denominó chía 37,5 y chía 75, en donde el número indicó los gramos de zumo con chía que se incorporaron por cada 500 gramos de salchicha. Los resultados de esta tabla están explicados en base a la media \pm desviación estándar.

La actividad de agua muestra información sobre el agua disponible capaz de participar en distintas reacciones químicas y enzimáticas, entre otras. Es un valor muy importante, pues está íntimamente relacionado con la capacidad de crecimiento de los organismos en los alimentos. Una actividad de agua suficientemente baja puede, por lo tanto, facilitar la conservación de los alimentos. Los datos obtenidos de actividad de agua mostraron un aumento de la actividad de agua del 2% en las salchichas con 37,5 gramos de zumo de naranja y chía, y de un 4% en las salchichas con 75 gramos de zumo de naranja y chía con respecto al control. Estas variaciones entre las muestras fueron significativas ($p < 0,05$). El aumento de la actividad de agua afectará a la degradación de las salchichas, reduciendo su vida útil (Rogers, 2018), y se ve favorecido el crecimiento de microorganismos ya que estas salchichas presentan una elevada actividad de agua ($A_w > 0,9$), lo que significa que deberán preservarse en refrigeración hasta su consumo (Lillford, 2016).

4.2.3 Oxidación lipídica

Tabla 5. 4 para las diversas muestras.

Muestra	mg MDA / kg producto
Control	0,0013 ^b \pm 0,0001 mg
Chía 37,5	0,0017 ^{ab} \pm 0,0002 mg
Chía 75	0,0023 ^a \pm 0,0001 mg

A las elaboraciones de salchicha adicionada con zumo de naranja y chía se les denominó chía 37,5 y chía 75, en donde el número indicó los gramos de zumo con chía que se incorporaron por cada 500 gramos de salchicha. Malonaldehído (MDA).

Los resultados de esta tabla están explicados en base a la media \pm desviación estándar.

Los resultados indicaron que únicamente la muestra de Chía 75 presentó diferencias significativas respecto al control en cuanto a los mg de MDA presentes en las muestras, mostrándose un aumento en los valores de oxidación lipídica. Estos resultados no parecen mostrar la reconocida capacidad antioxidante de la chía, debido a la riqueza en antioxidantes fenólicos presentes en la misma, siendo el ácido rosmarínico el más abundante

(Martínez-Cruz y Paredes-López, 2014). Los resultados obtenidos se explicarían teniendo en cuenta que los compuestos fenólicos tienen una actividad antioxidante que puede pasar a prooxidante al aumentar la concentración o al reaccionar con metales de transición (Procházková et al., 2011).

4.2.4 TPA

Tabla 6. 4 para las distintas muestras.

Medidas	Control	Chía 37,5	Chía 75
Dureza (N)	117,55±36,13 ^a	140,95±22,29 ^a	82,00±11,36 ^b
Elasticidad (mm)	0,245±0,05 ^a	0,352±0,06 ^a	0,308±0,02 ^a
Cohesividad (mm)	0,851±0,024 ^b	0,446±0,082 ^a	0,332±0,022 ^a
Gomosidad (N)	99,26±27,46 ^b	62,00±11,45 ^a	27,21±4,01 ^a
Masticabilidad (N*mm)	25,89,31±13,12 ^a	21,28±1,96 ^a	8,44±1,59 ^a
Resiliencia	0,35±0,02 ^b	0,16±0,05 ^a	0,09±0,01 ^a

A las elaboraciones de salchicha adicionada con zumo de naranja y chía se les denominó chía 37,5 y chía 75, en donde el número indicó los gramos de zumo con chía que se incorporaron por cada 500 gramos de salchicha.

Los resultados de esta tabla están explicados en base a la media ± desviación estándar.

En otros estudios, como Pintado et al (2016), la dureza de las salchichas aumentó a medida que lo hacía la concentración de chía. En este trabajo, en cambio, los resultados indicaron que únicamente la Chía 75 presentó diferencias significativas frente a las otras formulaciones, pero en este caso se observó una disminución de la dureza. Esto es debido, tal como aparece en la **Tabla 7**, a la disminución del pH, que influyó en la carne incrementando la proteólisis y dando lugar a una textura más blanda (Ruiz-Ramírez et al., s. f.; Thomsen y Zeuthen, 1988). Relacionado con esa disminución de la fuerza necesaria para comprimir la muestra (dureza), se observa una reducción significativa en la fuerza necesaria para desintegrar el alimento (gomosidad) en las salchichas con chía y zumo de naranja

La cohesividad es la extensión que un material puede ser deformado antes de que rompa. Los valores de cohesividad mostraron diferencias significativas entre la muestra control y las dos formulaciones con chía y zumo de naranja. Los valores de cohesividad disminuyeron a medida que se sustituyó el agua en la elaboración de las salchichas por la mezcla de zumo de naranja y chía. Esto característica pudo indicar que el producto tenía una integridad estructural que resistía peor el estrés a la compresión y a la tensión. Los valores obtenidos en el ensayo de TPA, que nos indicaron una menor cohesividad, coincidieron con los resultados de la cata (**Tabla 8**), donde la muestra control era vista como la más cohesionada frente a la muestra con mayor cantidad de chía, que era percibida como la más desintegrada.

La resiliencia nos indica la capacidad del producto de volver a su posición original. Los resultados obtenidos indicaron que la resiliencia disminuía al añadir chía y zumo de naranja a la composición de las salchichas y, con ello, la capacidad del producto de volver a su forma original.

4.2.5 pH

Tabla 7. 4 para las diversas muestras.

Muestra	pH
Control	6,04±0,04 ^a
Chía 37,5	5,71±0,02 ^b
Chía 75	5,52±0,01 ^c

A las elaboraciones de salchicha adicionada con zumo de naranja y chía se les denominó chía 37,5 y chía 75, en donde el número indicó los gramos de zumo con chía que se incorporaron por cada 500 gramos de salchicha. Los resultados de esta tabla están explicados en base a la media ± desviación estándar.

Los valores de pH obtenidos en la **Tabla 7** muestran que existieron diferencias significativas entre los valores de pH de las tres muestras ($p < 0,05$). El pH en nuestro estudio disminuyó a medida que se sustituyó el agua en la elaboración de las salchichas por el zumo de naranja y la chía. La disminución del pH permite reducir el crecimiento de los microorganismos (Hardin, 2016). La acidificación de las salchichas es consistente con la adición del zumo de naranja en la elaboración de las salchichas, ya que como indica Sun (2009), el ácido cítrico representa el 90% de los ácidos orgánicos presentes en el zumo de naranja.

4.3 Cata

Mediante la cata, se determinaron las características sensoriales de las muestras (**Tabla 8; Figura 7**). Al igual que la prueba de TPA y de color mostraron cambios en los parámetros de las salchichas adicionadas con chía y zumo de naranja, estos cambios también fueron perceptibles para los voluntarios de la cata. La adición de chía fue perceptible visualmente ya que estas salchichas presentaban una coloración más débil y un menor brillo. A su vez, las semillas de chía influyeron en que las salchichas fueran percibidas como una emulsión más desintegrada, con una mayor detección de partículas y consideradas más duras que la salchicha control. En cuanto al sabor cítrico, aunque el análisis estadístico no mostró diferencias significativas, se pudo apreciar que los voluntarios de la cata sí que supieron distinguir entre las salchichas adicionadas con zumo de naranja y el control. Donde tampoco se encontraron diferencias con el control fue en los parámetros de rancidez, jugosidad, grasosidad, salinidad y dulzor. En cuanto a aceptación, la salchicha con menor proporción de chía y zumo de naranja tuvo una aceptación similar a la muestra control. Sin embargo, la elaboración llevada a cabo con una mayor cantidad de chía y zumo de naranja tuvo una aceptación mucho menor. No existió ningún parámetro sensorial en los que esta elaboración se destacara como menos agradable a los voluntarios, sino que todos los valores afectados por

la adición de chía y zumo de naranja se veían afectados en un mayor grado frente a la otra elaboración. Las diferencias no fueron muy amplias, pero la suma de todos estos pequeños cambios dio lugar a la menor aceptación.

Tabla 8. Resultados cata

Parámetros	12 Control	30 Chía 37,5	22 Chía 75
Intensidad de color	5±1,133 ^b	4,36±0,81 ^{ab}	3,86±0,91 ^a
Brillo	3,5±1,12 ^b	4,71±0,80 ^a	5,14±1,06 ^a
Rancidez	5,21±1,47 ^a	5,07±1,28 ^a	5,07±1,39 ^a
Cítrico	5,23±1,58 ^a	4,38±1,60 ^a	4,38±1,55 ^a
Dureza	3,71±1,22 ^b	4,36±1,17 ^{ab}	5±1,07 ^a
Jugosidad	4,43±1,64 ^a	4,57±1,35 ^a	4,14±1,51 ^a
Detección de partículas	5,77±1,25 ^b	4,23±1,67 ^{ab}	3,31±1,98 ^a
Cohesividad	2,86±1,19 ^b	4,5±0,73 ^{ab}	5,21±1,01 ^a
Grasosidad	5,29±1,33 ^a	4,93±1,16 ^a	4,5±1,59 ^a
Salado/dulce	3,93±0,96 ^a	3,86±0,83 ^a	3,86±1,06 ^a
Aceptación general	7,21±1,74 ^a	7,21±1,13 ^a	5,36±1,80 ^b

A las elaboraciones de salchicha adicionada con zumo de naranja y chía se les denominó chía 37,5 y chía 75, en donde el número indicó los gramos de zumo con chía que se incorporaron por cada 500 gramos de salchicha.

Los números 12, 30 y 22 correspondieron con los códigos que se ofrecieron a los panelistas de la cata, con el objetivo de no ofrecer información adicional que pudiera repercutir en la encuesta.

Los resultados de esta tabla están explicados en base a la media ± desviación estándar.

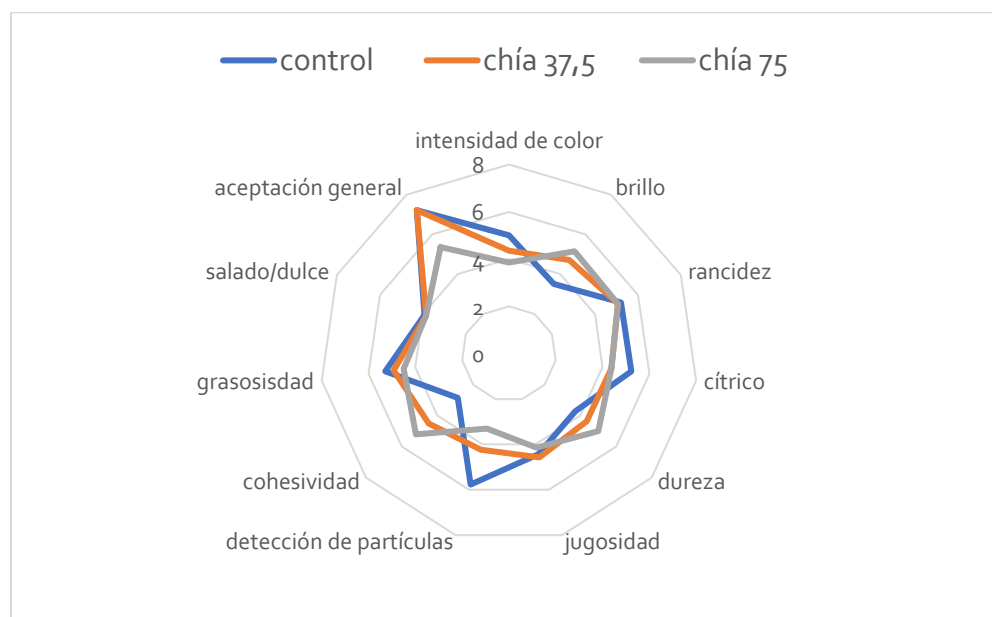


Figura 7. Valores sensoriales otorgados para cada una de las muestras.

5 Conclusiones y proyección futura

Mediante este trabajo se han determinado las distintas características que diferencian estas nuevas formulaciones de salchichas tipo Frankfurt comparadas con una elaboración en la que no se adicionó chía ni zumo de naranja, y que actuó como control.

Se ha comprobado que la adición de chía a productos cárnicos es capaz de incrementar la concentración proteica que, junto al buen equilibrio de aminoácidos de la chía, hacen de esta semilla una adecuada fuente de proteínas. Por otra parte, la fibra incorporada al producto a través de la chía ha permitido reducir los nitritos residuales, lo que favorece a estas salchichas de cara a mostrarse como un producto cárnico más beneficioso para la salud debido a que disminuye la probabilidad de la aparición de nitrosaminas potencialmente carcinogénicas.

En el plano sensorial, se observó que la salchicha con menor proporción de chía presentó una aceptación tan alta como la salchicha control, mientras que la salchicha con mayor concentración de chía no fue tan aceptada.

Un ensayo que no se ha evaluado en este trabajo pero que actualmente está siendo ampliamente investigado es el uso de la chía debido a su riqueza en ácidos grasos omega-3, que hacen de esta semilla un ingrediente funcional útil en la obtención de alimentos ricos en omega-3. Por lo tanto, se consideraría importante poder evaluar esta posibilidad, con el objetivo de obtener productos enriquecidos en omega-3 (Mohd Ali et al., 2012).

6 Bibliografía

- Agcam, E., Akyıldız, A., Evrendilek, G.A., 2014. Effects of PEF and heat pasteurization on PME activity in orange juice with regard to a new inactivation kinetic model. *Food Chem.* 165, 70-76. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2014.05.097>
- Alfredo, V.O., Gabriel, R.R., Luis, C.G., David, B.A., 2009. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT - Food Sci. Technol.* 42, 168-173. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.05.012>
- ANICE, 2015. Asociación nacional de industrias de la carne en España (ANICE) [WWW Document]. URL <https://www.anice.es/industrias> (accedido 6.28.18).
- Ayerza (h), R., Coates, W., 2009. Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and α -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections. *Ind. Crops Prod.* 30, 321-324. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.03.009>
- Ayerza Jr., R., Coates, W., 2007. Seed yield, oil content and fatty acid composition of three botanical sources of omega-3 fatty acid planted in the Yungas ecosystem of tropical Argentina. *Trop. Sci.* 47, 183-187. <https://doi.org/10.1002/ts.211>
- Ayerza, R., 1995. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 72, 1994-1995.
- Ayerza, R., Coates, W., 2011. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Ind. Crops Prod.* 34, 1366-1371. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.007>
- Ayerza, R., Coates, W., 2009. Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and α -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections. *Ind. Crops Prod.* 30, 321-324. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.03.009>
- Ayerza, R., Coates, W., 2004. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. *Trop. Sci.* 44, 131-135. <https://doi.org/10.1002/ts.154>
- Ayerza, R., Coates, W., 1999. An omega-3 fatty acid enriched chia diet: Influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content. *Can. J. Anim. Sci.* 79, 53-58. <https://doi.org/10.4141/A98-048>
- Barros, J.C., Munekata, P.E.S., Pires, M.A., Rodrigues, I., Andaloussi, O.S., Rodrigues, C.E. da C., Trindade, M.A., 2018. Omega-3- and fibre-enriched chicken nuggets by replacement of chicken skin with chia (*Salvia hispanica* L.) flour. *LWT - Food Sci. Technol.* 90, 283-289. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.041>
- Bates, R., Morris, J.R., Grandal, P., 2001. *FAO agricultural services bulleting* 226.
- Bushway, A.A., Belyea, P.R., Bushway, R.J., 1981. Chia Seed as a Source of Oil, Polysaccharide, and Protein. *J. Food Sci.* 46, 1349-1350. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04171.x>

- Capitani, M.I., 2013. CARACTERIZACIÓN Y FUNCIONALIDAD DE SUBPRODUCTOS DE CHÍA (*Salvia hispanica* L.) APLICACIÓN EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, en: Tesis Doctoral. pp. 1-204.
- Capitani, M.I., Spotorno, V., Nolasco, S.M., Tomás, M.C., 2012. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT - Food Sci. Technol.* 45, 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.012>
- Cengiz, E., Gokoglu, N., 2007. Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Int. J. Food Sci. Technol.* 42, 366-372. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01357.x>
- Codex Alimentarius, 2005. CODEX STAN 247 Page 1 of 19 1-19.
- Di Sarpio, O., Bueno, M., Busilacchi, H., Severin, C., 2008. Chía: Importante Antioxidante Vegetal. *Rev. Agromensajes la Fac. Ciencias Agrar.* 2-4. <https://doi.org/16698584>
- Diario Oficial de la Unión Europea, 2009. Diario Oficial de la Unión Europea.
- EFSA, 2009. Opinion on the safety of ‘ Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and ground whole Scientific Opinion of the Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies Adopted on 13 March 2009. *Nutrition* 996, 1-26.
- EFSA, 2005. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the evaluation of fructose for labelling purposes. *EFSA J.* 279, 1-8. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.NNNN>
- FAO, 2018. Meat Market Review 1-11.
- Gago, B., Lundberg, J.O., Barbosa, R.M., Laranjinha, J., 2007. Red wine-dependent reduction of nitrite to nitric oxide in the stomach. *Free Radic. Biol. Med.* 43, 1233-1242. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2007.06.007>
- Granato, D., Karnopp, A.R., van Ruth, S.M., 2015. Characterization and comparison of phenolic composition, antioxidant capacity and instrumental taste profile of juices from different botanical origins. *J. Sci. Food Agric.* 95, 1997-2006. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6910>
- Iglesias-Puig, E., Haros, M., 2013. Evaluation of performance of dough and bread incorporating chia (*Salvia hispanica* L.). *Eur. Food Res. Technol.* 237, 865-874. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-2067-x>
- Jamboonsri, W., Phillips, T.D., Geneve, R.L., Cahill, J.P., Hildebrand, D.F., 2012. Extending the range of an ancient crop, *Salvia hispanica* L.-a new ω 3 source. *Genet. Resour. Crop Evol.* 59, 171-178. <https://doi.org/10.1007/s10722-011-9673-x>
- Jandásek, J., 2014. Seasoning in the production of frankfurters and sausages. *Maso Int.* 1, 10.
- Knipe, C., 2014. Types of Sausages: Emulsion, en: *Encyclopedia of Meat Sciences.* pp. 256-260. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00143-4>
- Lee, S., Lee, H., Kim, S., Lee, J., Ha, J., Choi, Y., Oh, H., Choi, K.-H., Yoon, Y., 2018. Microbiological safety of

- processed meat products formulated with low nitrite concentration — A review. *Asian-Australas J Anim Sci* 31, 1073-1077. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0675>
- Lillford, P.J., 2016. Water in Foods. *Ref. Modul. Food Sci.* 1-6. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03432-6>
- Marcinek, K., Krejpcio, Z., 2017. Chia Seeds (*Salvia Hispanica*): Health Promoting Properties and Therapeutic Applications – a Review. *Rocz Panstw Zakl Hig* 68, 123-129.
- Martínez-Cruz, O., Paredes-López, O., 2014. Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra high performance liquid chromatography. *J. Chromatogr. A* 1346, 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2014.04.007>
- Mohd Ali, N., Yeap, S.K., Ho, W.Y., Beh, B.K., Tan, S.W., Tan, S.G., 2012. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *J. Biomed. Biotechnol.* 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/171956>
- Muñoz, L.A., Cobos, A., Diaz, O., Aguilera, J.M., 2013. Chia Seed (*Salvia hispanica*): An Ancient Grain and a New Functional Food. *Food Rev. Int.* 29, 394-408. <https://doi.org/10.1080/87559129.2013.818014>
- Muñoz, L.A., Cobos, A., Diaz, O., Aguilera, J.M., 2012. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *J. Food Eng.* 108, 216-224. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037>
- Ordóñez, M., Rovira, J., Jaime, I., 2001. The relationship between the composition and texture of conventional and low-fat frankfurters. *Int. J. Food Sci. Technol.* 36, 749-758. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2001.00525.x>
- Ozlem Tokusoglu, Unal, M.K., 2003. Fat Replacers in Meat Products. *Pakistan J. Nutr.* 2, 196-203. <https://doi.org/10.3923/pjn.2003.196.203>
- Paniagua-Martínez, I., Mulet, A., García-Alvarado, M.A., Benedito, J., 2018. Orange juice processing using a continuous flow ultrasound-assisted supercritical CO₂ system: Microbiota inactivation and product quality. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 47, 362-370. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2018.03.024>
- Pintado, T., Herrero, A.M., 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. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.12.009>
- Procházková, D., Boušová, I., Wilhelmová, N., 2011. Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. *Fitoterapia.* <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2011.01.018>
- R.Ayerza and W. Coates, 2009. Some Quality Components of Four Chia(*Salvia hispanica* L.) Genotypes Grown under Tropical Coastal Desert Ecosystem Conditions [WWW Document]. URL <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ajps/2009/301-307.pdf> (accedido 6.18.18).
- Rajauria, G., Tiwari, B.K., 2017. Fruit Juices: An Overview, Fruit Juices: Extraction, Composition, Quality and Analysis. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802230-6.00001-1>
- Rapisarda, P., Tomaino, A., Lo Cascio, R., Bonina, F., De Pasquale, A., Saija, A., 1999. Antioxidant effectiveness as

- influenced by phenolic content of fresh orange juices. *J. Agric. Food Chem.* 47, 4718-23.
- Rogers, M.A., 2018. *Encyclopedia of Food Chemistry: Fat replacers, Reference Module in Food Science.* Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21613-2>
- Rubio, M.A., 2002. Implicaciones de la fibra en distintas patologías. *Nutr. Hosp.* 17, 17-29.
- Ruiz-Ramírez, J., Serra, X., Gou, P., Arnau, J., s. f. Efecto del índice de proteólisis sobre la textura del jamón crudo curado Effect of proteolysis index on texture of dry-cured ham 2006, 3.
- Sayas Barberá, M.E., Pérez Alvarez, J.A., Fernández López, J., 2002. *Manual de laboratorio y prácticas de elaboración en industrias cárnicas* 210.
- Simopoulos, A.P., 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease 1,2. *Am. J. Clin. Nutr.* 70, 560-569.
- Taga, M.S., Miller, E.E., Pratt, D.E., 1984. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61, 928-931. <https://doi.org/10.1007/BF02542169>
- Thomsen, H.H., Zeuthen, P., 1988. The influence of mechanically deboned meat and pH on the water-holding capacity and texture of emulsion type meat products. *Meat Sci.* 22, 189-201. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90046-0](https://doi.org/10.1016/0309-1740(88)90046-0)
- Toldrá, F., Flores, M., 2014. Dry and Semidry, en: *Encyclopedia of Meat Sciences.* pp. 248-255. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00142-2>
- Valdivia-López, M.Á., Tecante, A., 2015. Chia (*Salvia hispanica*): A Review of Native Mexican Seed and its Nutritional and Functional Properties. *Adv. Food Nutr. Res.* 75, 53-75. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2015.06.002>
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., 2010. Effect of adding citrus fibre washing water and rosemary essential oil on the quality characteristics of a bologna sausage. *LWT - Food Sci. Technol.* 43, 958-963. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2010.02.003>