



Universidad Miguel Hernández de Elche
Escuela Politécnica Superior de Orihuela



TRABAJO DE FIN DE GRADO

Uso de la quinoa (*Chenopodium quinoa*) en el desarrollo de productos cárnicos funcionales

Raquel Andreu Ivorra

Grado en Biotecnología, 2017/2018

Facultad de Ciencias Experimentales

Tutor

Manuel Viuda Martos

Área de Tecnología de Alimentos

ÍNDICE

ÍNDICE	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. ORIGEN Y ANTECEDENTES.....	4
1.2. PRODUCCIÓN MUNDIAL.....	5
1.3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA QUINOA.....	6
1.4. LA INDUSTRIA CÁRNICA EN ESPAÑA	8
1.5. SALCHICHAS FRANKFURT	8
1.6. ALIMENTOS FUNCIONALES.....	9
1.7. QUINOA COMO INGREDIENTE FUNCIONAL	10
1.8. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. MATERIAS PRIMAS	13
3.1.1. Materias primas.....	13
3.1.2. Especies, aditivos y coadyuvantes.....	13
3.2. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS SALCHICHAS FRANKFURT CON QUINOA	14
3.3. MÉTODOS ANALÍTICOS.....	15
3.3.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS SALCHICHAS DE FRANKFURT	15
3.3.4.1. Humedad	15
3.3.4.2. Nitritos.....	16
3.3.4.3. Proteínas.....	17
3.3.4.4. Grasas	18
3.3.4.5. Cenizas.....	19
3.3.5. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS SALCHICHAS FRANKFURT	19
3.3.5.1. Textura.....	19
3.3.5.2. Color	21
3.3.5.3. Oxidación lipídica.....	22
3.3.5.4. Actividad de agua (a_w)	22
3.3.5.5. pH	23
3.3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25

4.1.	COMPOSICIÓN PROXIMAL.....	25
4.1.1.	Humedad	25
4.1.2.	Nitritos.....	26
4.1.3.	Proteínas.....	26
4.1.4.	Grasas	26
4.1.5.	Cenizas.....	27
4.2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	27
4.2.1.	Textura.....	27
4.2.2.	Color	29
4.2.3.	Oxidación lipídica	32
4.2.4.	Actividad de agua (a_w)	33
4.2.5.	pH	34
5.	CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN FUTURA.....	35
6.	BIBLIOGRAFÍA	36

RESUMEN

En la industria cárnica es importante investigar y desarrollar nuevos ingredientes para sus productos porque la carne es una parte importante de la dieta, en este sentido la relevancia que ha adquirido la quinoa estos años por su excelente valor nutricional la ha convertido en candidata para la elaboración de nuevos productos. Como la carne representa una parte importante de la dieta, mejorar su valor nutritivo influye directamente sobre la salud. Por tanto, esta investigación tiene como objetivo elaborar salchichas Frankfurt enriquecidas con quinoa (*Chenopodium quinoa*), que es una fuente importante de ácidos grasos, proteínas, minerales y vitaminas. Para ello se han elaborado tres formulaciones con 0, 2.5 y 5% de harina de quinoa, con esta prueba se ha analizado cuál es el mayor porcentaje de quinoa que se puede añadir sin que altere las características organolépticas de la salchicha. Para determinar su calidad se ha comparado con el control realizando análisis de color, textura, pH, humedad, concentración de nitritos, proteínas, y cenizas entre otros.

Palabras clave: Salchicha Frankfurt, quinoa, nitritos, valor nutritivo

ABSTRACT

In the meat industry it is important to research and develop new ingredients for their products because meat is an important part of the diet, in this sense the importance that quinoa has acquired these years for its excellent nutritional value has made it a candidate for the development of new products. As meat represents an important part of the diet, the improvement of its nutritional value has an influence directly on health. Therefore, this research aims to develop Frankfurter sausages enriched with quinoa (*Chenopodium quinoa*), which is an important source of fatty acids, proteins, minerals and vitamins. For this, three formulations with 0, 2.5 and 5% of quinoa flour have been prepared, with this test has been analyzed in the largest proportion of quinoa that can be added without altering the organoleptic characteristics of the sausage. To determine its quality, it has been compared with the control of the analysis of color, texture, pH, humidity, concentration of nitrites, proteins, and ashes, among others.

Key words: Frankfurt sausage, quinoa, nitrites, nutritional value

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ORIGEN Y ANTECEDENTES

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) (figura1) es un pseudocereal de la familia de la espinaca y la remolacha, las Chenopodiaceae. Se considera un pseudocereal porque, aunque no pertenece a la familia de las gramíneas, se emplea como cereal dado que su elevado contenido en almidón. Es originaria de las orillas del lago Titicaca y fue domesticada por las personas que habitaban la región andina durante miles de años.



Figura 1. Semillas de quinoa

La quinoa era cultivada y empleada por las civilizaciones prehispanicas antes de la llegada de los españoles a América. A pesar de que era el alimento básico de la mayoría de la población de ese entonces fue sustituido por cereales traídos de Europa. Sin embargo, su cultivo se mantuvo en las regiones andinas donde no se podían cultivar estos cereales traídos por los europeos debido a cuestiones climáticas (Mujica).

El primer español en conocer e informar sobre los cultivos de la quinoa fue Pedro de Valdivia. Al observar la cantidad de extensiones de cultivos dedicados a esta planta, alrededor de Concepción (Chile), consideró que los nativos la sembraban para su alimentación (Mujica et al 2001).

Más adelante, Garcilaso de la Vega, en sus comentarios al Rey, informa que dicha planta es uno de los granos más cultivados en aquella zona y que se parece al mijo o arroz pequeño. Además, también hace referencia al primer envío de las semillas hacia Europa, pero estas llegaron “muertas” y sin poder germinar. Probablemente como consecuencia de la alta humedad y la larga duración de la travesía por mar.

Después, en 1560, Cieza de León informa que la quinoa se cultivaba en las tierras altas de Pasto y Quito, mencionando que estas se caracterizan por ser frías a las que el trigo no se ha podido aclimatar. Motivo por el cual en ellas predomina el cultivo de quinoa sobre trigo.

En los últimos años, esta planta se ha convertido en una alternativa importante al cultivo de cereales gracias a su gran valor nutricional, puesto que contiene proteínas y aminoácidos de alto valor biológico, grasas poliinsaturadas, vitaminas y minerales. Para consumirla es necesario realizar una cocción previa para asegurar la inocuidad, tras la destrucción de microorganismos y la inactivación de los factores anti-nutricionales, aunque esto se traduce en pérdidas en el valor nutricional. También afecta a la digestibilidad de los alimentos y la biodisponibilidad de nutrientes, además se ve afectado el contenido de antioxidantes y de compuestos bioactivos (flavonoides y fenoles totales) (Fuentes et al., 2015).

1.2. PRODUCCIÓN MUNDIAL

Puesto que la quinoa es una planta procedente de América del Sur es normal que los países con mayor producción sean Bolivia, Perú y Ecuador. Sin embargo, no son los únicos lugares donde se cultiva; países de Norte América, Europa, Asia y África se han interesado en su cultivo por su facilidad de adaptación y a su alto valor nutricional. En la figura 2 está representada la producción mundial en los últimos años (2012-2016) (FAOSTAT, 2018).

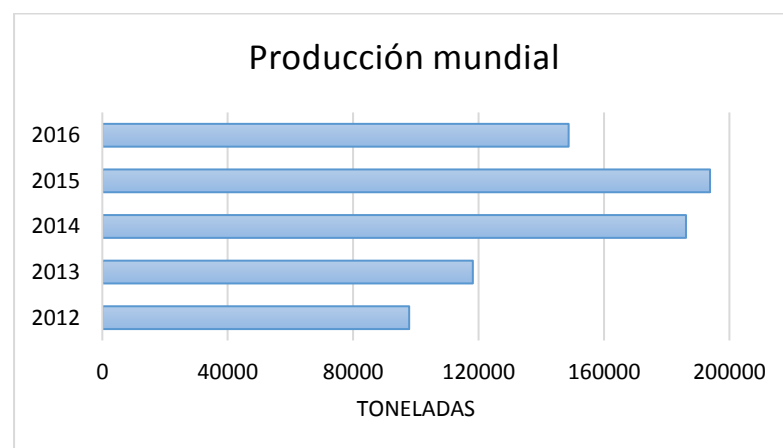


Figura 2. Producción mundial de quinoa

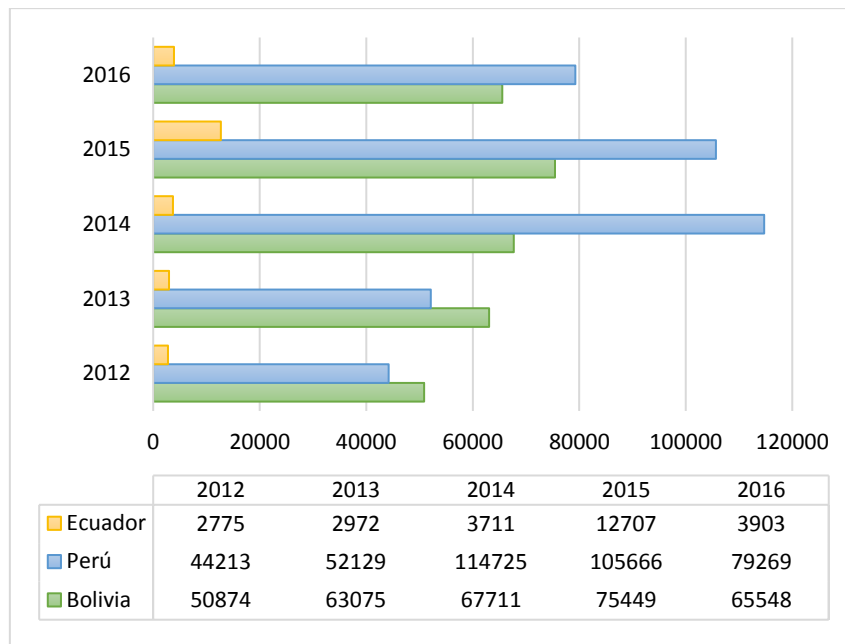


Figura 3. Producción de la quinoa en los principales países productores

A nivel mundial existe un paralelismo en la producción con los tres principales países productores, apreciándose a partir de 2014 un aumento importante. Quedan representados en la figura 3 los datos de producción de los tres principales países productores de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y su evolución desde 2012 a 2016 (FAOSTAT, 2018).

A nivel nacional la producción de quinoa no está muy extendida, localizándose sobre todo en Canarias, Andalucía y Cataluña.

1.3.COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA QUINOA

Aunque en España la quinoa sea un alimento nuevo que se conoce desde hace relativamente poco constituyó uno de los principales cultivos alimentarios de las culturas precolombinas de América Latina. Una de las características que hacen que sea tan consumida es su riqueza en proteínas y la distribución equilibrada de aminoácidos esenciales que los cereales no poseen. Supera a los cereales en el nivel de lípidos, proteínas, fibras dietéticas, vitaminas B1, B2, B6, C y E y también en minerales.

Como se ha mencionado, esta planta destaca por su buen valor nutricional y, también se caracteriza por no contener gluten, lo que la convierte en una excelente opción para personas celíacas. Además, también se ha extendido entre las personas

que buscan alimentos alternativos con alto valor nutricional, especialmente en los países desarrollados.

La cantidad de proteínas presentes en la quinoa oscila entre un 12-23% (Elsohaimy et al., 2015; Abugoch et al., 2008) en función de la variedad. Cuando se habla de proteínas hay que tener en cuenta la calidad, que depende, en gran parte, de la composición de sus aminoácidos esenciales. En este aspecto la quinoa destaca frente a otros cereales y legumbres. Al ser rica en aminoácidos con azufre y lisinas presentan un gran equilibrio para la alimentación. Se caracteriza por su contenido en lisina mayor que el trigo, y posee un nivel mayor de metionina (Daza et al 2015; Padrón-Pereira et al 2015). Además, presenta mayor cantidad de histidina que el grano de soja, trigo o cebada.

Por otro lado, la quinoa constituye una gran fuente de minerales en comparación con otros cereales como maíz, arroz, cebada o trigo; con un porcentaje de cenizas del 3.4%, superior al de la mayoría de grano. Sobre todo, destaca el contenido en calcio y hierro. Además, calcio, magnesio y hierro se encuentran en formas biológicamente apropiadas para ser absorbidos por el cuerpo (Vega-Gálvez et al., 2010).

Con los estudios realizados sobre su contenido vitamínico se puede afirmar que es una buena fuente de vitaminas. Algunas investigaciones realizadas han demostrado que los granos de quinoa tienen elevadas concentraciones de vitamina A, riboflavina (B2), niacina (B3), C y E. Teniendo en cuenta los niveles de ingesta establecidos por la FAO/OMS, se puede afirmar que la quinoa aporta vitaminas suficientes para la dieta (Vega-Gálvez et al., 2010, Chito-Trujillo et al., 2017).

En cuanto a los carbohidratos se clasifican en función del grado de polimerización en monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. La quinoa contiene alrededor de un 74%, de ellos entre el 58 y 68% se corresponden con almidón, aproximadamente un 6% con la fibra dietética total y un 5% de azúcar, en su mayoría maltosa, D-galactosa y D-ribosa (Bojanic, 2011).

Debido a su calidad y fracción lipídica este grano se considera una semilla oleosa alternativa. Además, el contenido en grasa es mayor que en otros cereales, representando entre el 4 y el 9%, siendo principalmente ácido linoleico (ω -6) y α -linolénico (ω -3) (Llorente., 2008).

A pesar de todas las características que posee el gran desconocimiento de los beneficios que podría aportar influye en que esta materia prima no sea empleada ampliamente y su comercialización, por el momento, sea limitada. Por ello es necesario realizar más estudios para comprender mejor este pseudocereal y demostrar sus beneficios funcionales y nutricionales.

1.4.LA INDUSTRIA CÁRNICA EN ESPAÑA

Actualmente en España la industria cárnica se sitúa en la cuarta posición dentro del sector industrial, por detrás de la industria automovilística, la petrolera y la eléctrica. Este sector cuenta con salas de despiece, mataderos e industrias que constituyen un total de unas 3000 pequeñas y medianas empresas. Además, dentro del sector alimentario nacional, la industria cárnica se encuentra en la primera posición (Anice, 2018). En cuanto al marco de la Unión Europea, el mercado español de productos cárnicos y derivados se encuentra en cuarto lugar, solo precedido por Alemania, Italia y Francia; destacando en volumen los productos como fiambres cocidos (Jareño, 2016).

Los productos cárnicos tienen un nivel elevado de elementos minerales, vitaminas y proteínas; estas últimas son de alto valor biológico puesto que nuestro organismo puede asimilarlas fácilmente y, aportan todos los aminoácidos esenciales. Además, estas proteínas facilitan la absorción de minerales. En cuanto a los minerales, la carne y sus derivados constituyen un gran aporte de hierro que es más fácilmente asimilado que el aportado por otros alimentos. El elevado contenido en vitaminas se refiere a las del complejo B, fundamentalmente la B12 y B6 (Anice, 2018). Por ello, tanto la carne como los productos cárnicos tienen un papel destacado en la nutrición, considerándose una fuente importante de proteínas y micronutrientes.

1.5.SALCHICHAS FRANKFURT

La historia de estas salchichas comenzó hace 3500 años con los babilonios, quienes rellenaban los intestinos de los animales con carne triturada y especias. Desde entonces, este alimento nos ha acompañado a lo largo de la historia: con los romanos se convierte en un plato típico de las fiestas paganas; en la Edad Media empiezan a diferenciarse tomando tamaños, texturas y sabores diferentes según las regiones; con el transcurso de los años surgen diferencias nacionales bastante

evidentes, siendo en los países de la costa mediterránea más duras y secas para soportar el calor, y en el norte de Europa gruesas, tiernas y grasas.

Es a mediados del siglo XIX, en la región alemana, donde aparece la salchicha Frankfurt como la conocemos hoy día. Esta variedad dista de las que se hacían por esa zona. Se caracteriza por un proceso especial de ahumado y por las especias añadidas que le otorga su sabor específico. Para su elaboración se emplea carne de cerdo embutida en tripa de oveja.

1.6. ALIMENTOS FUNCIONALES

En los últimos años ha aumentado el interés de los responsables de la salud pública, de los consumidores y de la industria alimentaria en conocer la relación entre la dieta y la salud. Pero los nuevos estilos de vida dificultan que se lleven a cabo determinados hábitos alimentarios saludables. Por ello han surgido los alimentos funcionales, que compensan desequilibrios alimenticios y garantizan la ingesta de nutrientes necesarios (Aranceta et al., 2003). Por ello, en este trabajo se ha elaborado un alimento funcional añadiendo a las salchichas Frankfurt quinoa para mejorar su calidad nutricional.

Definir con exactitud el término “alimento funcional” es complicado ya que puede referirse a diversos aspectos: alimento obtenido por un proceso específico; alimento con un componente especial; que el componente, aunque per se no sea un nutriente, tenga una función específica y positiva en el organismo. Aunque el término alimento funcional suene propio del nuevo milenio, la mayoría de nosotros lo hemos probado, seguramente sin saberlo: leches enriquecidas, cereales de desayuno, etc. Todos aquellos alimentos en cuya etiqueta se indica “enriquecido con” o “rico en” entran en el concepto de alimentos funcionales.

En el proyecto de la UE referente a la Acción Concertada sobre la Ciencia de los Alimentos Funcionales en Europa (FUFOSE) se propuso la siguiente definición para el conjunto de estos alimentos: son alimentos que ejercen un efecto beneficioso sobre una o más funciones del organismo que se puede demostrar. Por ello, para considerarse funcional deben demostrar sus efectos en las cantidades que se consumen en una dieta normal; por lo que, los comprimidos y cápsulas se excluyen (Ashwell, 2004).

1.7. QUINOA COMO INGREDIENTE FUNCIONAL

Por todas las características nutritivas que posee la quinoa se ha convertido en un gran sustituto de cereales y en un futuro podría venderse como productos texturizados y fermentados. En la actualidad, en el mercado español, se pueden encontrar alimentos que incorporan quinoa como harinas, fideos, granolas, y barras energéticas, entre otros. La quinoa está siendo un gran descubrimiento no solo para los consumidores sino también para la comunidad científica y la industria.

Actualmente se ha empleado la harina de quinoa en la elaboración de diversos productos como pasta, aperitivos, cerveza, pan o galletas (Schoenlechner et al., 2010; Giménez et al., 2016; Kordialik-Bogacka et al., 2018; Axel et al., 2016; Brito et al., 2015). Cabe señalar que la harina de quinoa no posee buenas propiedades de horneado a diferencia de la de trigo pues al contener gluten sus proteínas forman una red elástica al mezclarse con el agua. Por eso en algunos estudios para realizar pan con harina de quinoa se ha incluido un 10% de harina de trigo (Chauhan et al., 2007).

En la industria cárnica se plantean si el empleo de la quinoa aporta un valor añadido al producto cárnico, si es compatible su uso con las matrices alimentarias de origen animal o si reducirá su vida útil. Por todo ello su uso supone una serie de inquietudes a la hora de decidir en invertir en I+D+i. Antes de adicionar a productos cárnicos estos granos o sus co-productos es necesario tener en cuenta aspectos tecnológicos como sus características tecno-funcionales, definir la formulación del alimento, seleccionar el método de envasado más apropiado, elegir el proceso tecnológico que se va a aplicar (picado, cocción...), y establecer el marco legal en el que se encuentra el producto.

Se ha demostrado que la quinoa posee un alto valor nutricional pero solo desde hace relativamente poco se está empleando como una novedad en la comida funcional. Por ello, es necesario promover la producción de esta planta y su consumo, así como continuar estudiándola para poder introducirla completamente en la dieta.

1.8. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Cada vez aumenta más el consumo de quinoa entre las personas interesadas en llevar a cabo una dieta saludable, esto hace que para la industria alimentaria sea interesante emplear estos granos en la elaboración de nuevos alimentos para dotarles de mayor valor nutritivo. En este sentido, se ha realizado la investigación con la

hipótesis de que la quinoa aporta los nitritos necesarios para poder consumir productos cárnicos sin necesidad de añadirles nitritos exógenos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

La finalidad con la que se ha elaborado este trabajo de fin de grado ha sido elaborar salchichas de cerdo de tipo Frankfurt incluyendo en su formulación porcentajes de 0, 2.5 y 5% de quinoa (*Chenopodium quinoa*), para mejorar su calidad nutricional gracias al gran contenido en proteína, fibra, vitaminas, minerales y ω -6 que posee este pseudocereal. Así como estudiar otras propiedades tecnológicas que pueda poseer este pseudocereal adicionado a la carne.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la capacidad que posee la quinoa para sustituir la adición de nitritos a los productos cárnicos cocidos, como lo son las salchichas de Frankfurt.
- Determinar la aceptación del producto desde el punto de vista organoléptico por parte del consumidor mediante un análisis sensorial de las tres formulaciones.
- Estudiar el efecto de la concentración de quinoa (0, 2.5 y 5%) en la cantidad final de proteínas, grasas, cenizas y humedad.
- Analizar los cambios en los parámetros físico-químicos en las tres formulaciones con 0, 2.5 y 5% de quinoa (*Chenopodium quinoa*).
- Evaluar el mejor porcentaje de inclusión de la harina de quinoa en la elaboración de las salchichas de Frankfurt.
- Establecer las conclusiones que se alcanzaron al elaborar el trabajo de investigación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIAS PRIMAS

3.1.1. Materias primas

Para la elaboración de las salchichas se emplea magro y panceta de cerdo como los productos cárnicos principales. Y en dos de las tres formulaciones se añade la quinoa (*Chenopodium quinoa*). Para usarla antes hay que lavar las semillas para eliminar las saponinas que contengan en la superficie.

Las semillas de quinoa se dejan en remojo por un periodo de 30 minutos, para de esta forma eliminar las saponinas que puedan estar presentes en las semillas y así evitar la astringencia del producto y también la posible interacción entre estos compuestos, las matrices cárnicas y la microbiota del producto. Una vez pasada la media hora, se procede a eliminar toda el agua para, a continuación, deshidratarlas. Para ello se llevan a una estufa con las condiciones de secado de 1h a 60°C. Por último, se procede a molerlas con un molinillo eléctrico alimentario y la harina de quinoa obtenida por este procedimiento se almacena en un recipiente hermético.

3.1.2. Especies, aditivos y coadyuvantes

Para la elaboración de las salchichas de Frankfurt, se utiliza:

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

Los equipos empleados para la producción de las salchichas se localizan en la planta de elaboración de alimentos de origen animal del grupo IPOA, en el edificio

Limoneros, sita en el Campus de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Desamparados-Orihuela, Alicante.

3.2. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS SALCHICHAS FRANKFURT CON QUINOA

La elaboración de las salchichas se lleva a cabo a partir de una formulación previamente desarrollada, validada y estandarizada (Sayas-Barberá et al 2002). Para el proceso de producción de las salchichas se usa carne de cerdo (magro y panceta), ésta se pesa y se corta en trozos antes de introducirla en la cutter o picadora. Lo primero que se añade es el magro, se tritura y después la panceta y se hace lo mismo. Una vez homogeneizada la pasta se añade la sal y el hielo y se vuelve a triturar, este proceso se sigue con todos los ingredientes añadidos. A continuación, se adicionan en el siguiente orden el resto de ingredientes las sales de curado (nitrito de sodio, fosfato y ascorbato de sodio), fécula, caseinato y las especias (pimienta blanca, nuez moscada, cilantro y ajo en polvo). Para las formulaciones elaboradas con la quinoa molida (2.5 y 5%), ésta se adiciona a la muestra después de las sales de curado, que en este caso solo son el fosfato y el ascorbato de sodio.

Cuando la pasta está bien homogeneizada y tiene una apariencia fina, firme, sin grumos y brillante se pasa a la embutidora. En este momento, se procede a la embutición en tripas de plástico, previamente lavadas con agua. Durante este proceso se debe evitar que se formen bolsas de aire en el interior. Se va doblando la tripa para obtener salchichas individuales de unos 15cm.

Una vez se han embutido las salchichas se someten a un proceso térmico, es decir, se cuecen en agua hirviendo hasta que alcanzan el punto térmico, que es cuando el interior está a 68^o-70^oC. Entonces, se llevan a un congelador (-40^oC), para enfriarlas rápidamente durante unos 10 minutos.

Para estudiar los efectos de la adición de la harina de quinoa, se preparan tres formulaciones diferentes en cuanto a la concentración de quinoa, de acuerdo con la fórmula descrita por (Sayas-Barberá et al 2002) tal y como se observa en la Tabla 1, en ella los ingredientes están ordenados en orden decreciente según su proporción en las salchichas de Frankfurt.

Tabla 1. Formulaciones de salchichas de Frankfurt con distintas concentraciones de Quinoa

Producto	Formulación Control	Formulación 2.5% Quinoa	Formulación 5% Quinoa
Magro de cerdo	65%	65%	65%
Panceta de cerdo	35%	35%	35%
Hielo	15%	15%	15%
Fécula de patata	3%	3%	3%
Sal	2.5%	2.5%	2.5%
Caseinato	1.5%	1.5%	1.5%
Pimienta blanca	0.2%	0.2%	0.2%
Ajo en polvo	0.2%	0.2%	0.2%
Ascorbato sódico	0.05%	0.05%	0.05%
Nuez moscada	0.05%	0.05%	0.05%
Cilantro	0.05%	0.05%	0.05%
Fosfato	0.03%	0.03%	0.03%
Quinoa	0%	2.5%	5%
Nitrito sódico	0.015%	0%	0%

3.3. MÉTODOS ANALÍTICOS

3.3.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS SALCHICHAS DE FRANKFURT

3.3.4.1. Humedad

Para llevar a cabo el estudio de la humedad se siguen las directrices descritas en el método de la AOAC 24.003 (AOAC, 1990), usando la estufa modelo P. selecta (Barcelona, España). Las muestras empleadas para la determinación se trituran con un molinillo alimentario y en una flanera se pesan 2g de cada muestra, el estudio se realiza por triplicado para cada una de las tres formulaciones, por tanto, se hicieron un total de 9 determinaciones.

El procedimiento consiste en dejar durante todo un día las flanderas en la estufa a 105°C para, de esta forma, conseguir eliminar en su totalidad la proporción de agua presente en la muestra, es decir, para secarla. Pasadas las 24 horas, se sacan las flanderas de la estufa y se colocan en un desecador para vacío de vidrio (figura 4), es un aparato que sirve para mantener limpia y deshidratada la muestra. Las muestras se dejan ahí durante 30 minutos hasta que se enfrían y se vuelven a pesar para poder

obtener el porcentaje de humedad. Los resultados obtenidos se expresan en porcentaje (g de agua/100g de muestra).



Figura 4. Desecador para vacío

El estudio de la humedad se realiza puesto que el agua es el constituyente más abundante en la mayoría de los alimentos, y su contenido y distribución puede afectar a las propiedades macroscópicas, es decir, a la calidad organoléptica del alimento: textura y color. Ya que la pérdida de humedad provoca el endurecimiento, la pérdida de peso, el oscurecimiento y el quemado por frío.

3.3.4.2. Nitritos

Para realizar la determinación de nitritos se procede a seguir el método de la AOAC 933.48 (AOAC; 1990). Para llevarlo a cabo se pesan 10 ± 0.003 g de muestra triturada en vasos de precipitados, cada una de las formulaciones se estudia por triplicado. Es necesario triturar bien las muestras porque si no puede haber grandes variaciones ya que el Carrez I y II podría no precipitar bien las proteínas si éstas no están accesibles. A cada vaso se le adicionan 100mL de agua destilada caliente, después los vasos se dejan agitando con calor durante 10 minutos. Pasado este tiempo se colocan en un baño con hielo para que se enfríen.

Para precipitar proteínas, se añade a cada vaso 2mL de la disolución Carrez I y se agita para homogeneizar la solución. A continuación, se realiza el mismo procedimiento con la disolución Carrez II y se deja reposar 30 minutos y se lleva a un volumen final de 200mL de agua destilada y se filtra (figura 5). La reacción colorimétrica (figura 6) se realiza con 2mL de la muestra filtrada y 2mL del reactivo colorimétrico, esta reacción de color es monitoreada fácilmente por medio de la espectrofotometría. En un Espectrofotómetro UV visible, (marca Shimadzu, Modelo UV 1063, Japón) se mide la absorbancia de cada uno de los tubos a 520nm. El estudio

se realiza por duplicado, lo que hace un total de 18 medidas de absorbancia. Y los resultados obtenidos se expresan en mg/Kg (o lo que es lo mismo ppm).



Figura 5. Filtrado



Figura 6. Reacción colorimétrica (control-2.5-5%quinoa)

La adición de los nitritos a productos cárnicos se realiza porque está comprobado que este compuesto es el responsable de dotar a estos alimentos del color característico de los embutidos y participa en el desarrollo de las propiedades organolépticas (sabor y aroma). Además, proporciona protección específica contra *Clostridium botulinum*. (Fernández-Hospital, 2016). Los nitritos añadidos a los productos cárnicos sufren una serie de reacciones, lo que conlleva que el contenido residual es solo una porción de la cantidad total añadida. La desventaja de su empleo en este tipo de alimentos es la formación de N-nitrosaminas. La aparición de nitrosaminas en las carnes cocidas ocurre durante la cocción; estos compuestos son agentes cancerígenos que provocan lesiones graves tanto en el hígado, riñón como esófago (Pinho et al 1998).

3.3.4.3. Proteínas

Las proteínas se estudian siguiendo el método Kjeldhal para la determinación de nitrógeno, que se basa en el principio de que la muestra se destruye por oxidación con ácido sulfúrico concentrado en ebullición. El nitrógeno se separa y se transforma en nitrógeno amoniacal inorgánico ($\text{NH}_4^+\text{-N}$). Cuando termina la digestión el nitrógeno presente en la muestra se ha convertido en nitrógeno amoniacal.



Se pesa $1 \pm 0.01\text{g}$ de muestra en una balanza de precisión y se colocan en el fondo de los tubos de digestión junto con dos pastillas catalizadoras; además se le añaden 15mL de ácido sulfúrico al 98% a cada tubo. El catalizador eleva la temperatura (ascenso ebulloscópico) a más de 350°C , disminuyendo de esta forma el

periodo de digestión. Cuando las 9 muestras están preparadas, además de los dos blancos, se enciende el digestor y se espera a que finalice el proceso.

La digestión se da por concluida cuando termina la liberación de vapores (SO_3) y se observa que la solución ha quedado limpia y de color verde-azulado. El color lo proporciona el catalizador que contiene cobre. Entonces se dejan enfriar y se llevan al destilador automático de producción animal (Kjeltec TM 8422, Analyzer Unit), donde se realiza la destilación y valoración; la valoración se realizó con HCl 0.1N.

Los resultados obtenidos se expresan en porcentaje de proteína total (g de proteína/100g de muestra), para expresar el resultado en porcentaje de proteína se usa la ec. 1 y 2 respectivamente.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{1 \cdot 0,14 \cdot (V_{\text{muestra}} - V_{\text{blanco}})}{P_{\text{muestra}}} \quad \text{Ec. 1}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \cdot 6,25 \quad \text{Ec. 2}$$

3.3.4.4. Grasas

Para llevar a cabo la extracción de grasas se sigue el método Soxhelt (AOAC 1984, 24.005). Antes de realizar la extracción se deshidratan las muestras de las salchichas para evitar que la humedad presente en ellas afecte al estudio, para ello se pesa en una balanza de precisión $9 \pm 0.6\text{g}$ de muestra y se colocan en los cartuchos de papel de filtro. Una vez pesadas, se dejan durante toda la noche en una estufa a 60°C . Además, a los vasos de extracción se les adicionan 3 piedras de ebullición y también se meten en la estufa.

Transcurrido el tiempo, se introducen en un desecador para que se enfríen a temperatura ambiente antes de volver a pesar los vasos en la balanza de precisión. Este dato se usa después para calcular la cantidad de lípidos extraídos de la muestra. Se adicionan 10g de arena de mar a los cartuchos que contienen la muestra de salchicha. Después, se tapan con algodón, se introducen en los vasos de extracción y se añaden 150mL de éter de petróleo, entonces ya se pueden colocar en el extractor Soxhelt J.O, Selecta Mo.6003286 (J.O Selecta S.A Abrera, Barcelona, España). Una vez finalizada la extracción los vasos se vuelven a llevar a la estufa, a 60°C toda la noche, para desecarlas mientras que el contenido de los cartuchos se tira.

El estudio se realiza por triplicado, por tanto, se llevan a cabo 9 determinaciones. El resultado obtenido se expresa en porcentaje de grasa (g de grasa/100g de muestra) empleando la Ec. 3 para determinarlo.

$$\% \text{ Lípidos} = \frac{\text{Peso de grasa}}{\text{Peso de la muestra húmeda}} \cdot 100 \quad \text{Ec. 3}$$

3.3.4.5. Cenizas

La determinación cuantitativa de cenizas se realiza mediante el método AOAC (1984, 24.009), en crisoles de cerámica previamente tarados para obtener el peso constante de cada uno de ellos. Por otro lado, se pesan 4 ± 0.5 g de la muestra de salchicha. Las muestras se carbonizan en la mufla a 550°C durante 8 horas hasta obtener cenizas de color grisáceo. Después, se dejan enfriar los crisoles para reducir la temperatura y se colocan en un desecador a vacío hasta alcanzar la temperatura ambiente, para a continuación pesarlos.

El estudio se realiza por triplicado para cada una de las formulaciones de las salchichas, con un total de 9 determinaciones. Los resultados obtenidos se expresan como g de cenizas/100g de muestra de salchicha y se usa la Ec. 4 para obtener el porcentaje.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso cenizas}}{\text{Peso inicial muestra}} \cdot 100 \quad \text{Ec. 4}$$

Desde el punto de vista nutricional, el estudio de las cenizas no tiene mucho valor, excepto para proveer una estimación aproximada de cuál es la cantidad de material inorgánico presente. Por tanto, las cenizas de un alimento se refieren al residuo inorgánico que queda tras la incineración completa de la materia orgánica. Este residuo representa el contenido total de elementos minerales que posee el alimento. Es importante determinarlo puesto que forma parte importante del análisis proximal necesario para conocer el valor nutricional del alimento.

3.3.5. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS SALCHICHAS FRANKFURT

3.3.5.1. Textura

El análisis de perfil de textura (TPA) se hace empleando el texturómetro Stable micro systems, TA-XT plus (figura 7). Antes de proceder a realizar el estudio con las muestras de salchicha el aparato se calibra mediante el programa de ordenador del

texturómetro. Esto se realiza pulsando en la opción calibrar, de esta forma la sonda baja hasta tocar la plataforma y así sabe la distancia a la que se encuentra la placa.

Las muestras empleadas para el estudio se cortan en rodajas de 2cm de grosor y a cada una de ellas se le realiza una prueba de doble ciclo de compresión hasta el 75% de deformación del tamaño original. Se usa un doble ciclo de compresión porque, de esta manera, al someter a la muestra en dos ocasiones consecutivas a una fuerza se simula el esfuerzo que ejerce la mandíbula al morder. La sonda empleada fue la P/100 (sonda de plato de 100mm) y la velocidad a la que se lleva a cabo el estudio es de 5mm/s. Para cada una de las formulaciones el análisis se realiza por triplicado, por tanto, se llevan a cabo nueve determinaciones.



Figura 7. Texturómetro

Las variables que se estudian son: dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad, masticabilidad y resiliencia. La dureza (N o $Kg \cdot m \cdot s^{-2}$) es la fuerza máxima necesaria para comprimir la muestra en el primer ciclo de compresión. Se refiere a la fuerza necesaria para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar. La elasticidad (mm) es la altura que recupera el alimento durante el tiempo que recorre entre el primer y segundo ciclo, es decir, la capacidad que posee la muestra para volver a su forma original tras la primera compresión. La cohesividad (mm) es la medida en la que la muestra podría deformarse antes de la ruptura. La gomosidad (N) es la energía necesaria para desintegrar un alimento semisólido y por, lo tanto, que esté listo para ser tragado. La masticabilidad (N/mm) representa la fuerza que hay que aplicar para desintegrar un alimento hasta que esté preparado para ser deglutido (es el producto de la gomosidad por la elasticidad). Y la resiliencia mide la capacidad que posee un cuerpo de almacenar energía elásticamente.

3.3.5.2. Color

El color se determina en rodajas de salchicha de 1cm aproximadamente, se cortan el día de su estudio para evitar posibles alteraciones en el color debido a la oxidación. De cada formulación se cortan tres rodajas y, además, en cada una de ellas se determina el color en tres localizaciones diferentes seleccionadas al azar. En total se realizan 9 repeticiones de cada formulación, que hacen un total de 27 determinaciones. Para evitar posibles errores a la hora de realizar el estudio es conveniente colocar las muestras sobre un folio o superficie blanca.

Para el estudio se emplea un colorímetro portátil Konica Minolta CM.700d. El color se estudia en el rango de color CIELAB cuyas coordenadas son: L^* (Luminosidad), coordenada a^* (rojo-verde) y b^* (amarillo-azul), oscilando sus valores entre: $L^*= 0$ (negro), 100 (blanco); $a^*= +60$ (rojo), -60 (verde); $b^*= +60$ (amarillo), -60 (azul).

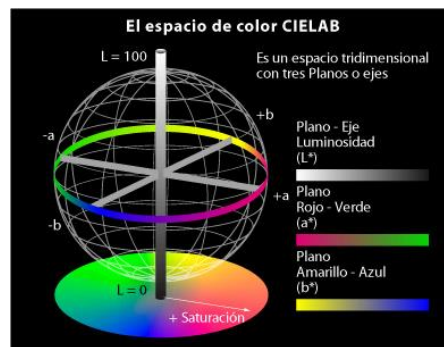


Figura 8. Espacio cromático

También se estudian las magnitudes psicofísicas: el croma (C^*), que muestra la saturación o pureza del color; su valor es 0 en el centro del diagrama del espacio de color y aumenta conforme se aleja de él; y el tono (h^*), que se expresa en grados e indica el color de la muestra, 0° sería rojo ($+a^*$), 90° amarillo ($+b^*$), 180° verde ($-a^*$) y 270° azul ($-b^*$). Estas magnitudes se calculan mediante la Ec. 5 y 6 respectivamente, empleando las coordenadas a^* y b^* .

$$h^* = \tan^{-1} b^* / a^* \quad \text{Ec. 5}$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad \text{Ec. 6}$$

Además, se calcula el incremento de color total mediante la Ec. 7.

$$\Delta Color = [\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta L^{*2}]^{1/2} \quad \text{Ec. 7}$$

3.3.5.3. Oxidación lipídica

La oxidación de lípidos se estudia mediante la determinación de sustancias reactivas al ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) según el método de Rosmini et al, (1996) para paté de hígado de cerdo. La reacción consiste en la extracción, empleando el ácido tricloroacético (TCA), de las sustancias reactivas al TBA y al final lo que se obtiene es un compuesto de color rosa entre el TBA y el malonaldehído (MDA).

El estudio se realiza para cada formulación por triplicado, por tanto, se llevan a cabo nueve determinaciones. Para ello se pesan $2 \pm 0,003$ g de la muestra triturada y se homogeneizan con 16mL de TCA al 10%, se mezcla con el TCA para favorecer la precipitación de las proteínas y la extracción del malonaldehído. A continuación, se dejan en agitación 15 minutos para realizar la extracción, pasado este tiempo se mantienen en reposo en un baño con hielo 30 minutos. Para finalizar, se filtra usando papel de filtro Whatman N°1 y de ese volumen filtrado se cogen 2mL que se mezclan con 2mL de solución TBA al 0,5%. Además, hay que realizar un blanco formado por 2mL de TBA 0,5% y 2mL de TCA 10%.

Los tubos de ensayo se agitan en un vórtex, se tapan con algodón y se llevan a un baño de agua hirviendo durante 35 minutos. Después, se dejan enfriar y se procede a medir la absorbancia a 532nm (Espectrofotómetro UV visible, marca Shimadzu, Modelo UV 1063, Japón). Los resultados obtenidos se expresan como mg de MDA/kg de salchicha.

3.3.5.4. Actividad de agua (a_w)

La actividad de agua (a_w), al igual que la temperatura, se considera uno de los parámetros más importantes que influyen en las reacciones de deterioro de los alimentos. Para entender mejor esto hay que conocer qué es la a_w ; la a_w es el agua que queda libre como solvente y reactivo y esto afecta sobre todo a la disponibilidad de agua para el desarrollo de microorganismos en su interior.

Cuando el agua está ligada al sustrato seco, que en este caso sería la carne, por fuerzas de unión físico-químicas, la a_w será menor que la del agua pura y por tanto variará entre 0 y 1. Entonces, este parámetro se define con relación a un estado de referencia que es el agua pura, cuya actividad de agua es 1. La mayoría de alimentos se encuentran en un rango entre 0.2 y 0.99. Cuánto más bajo sea el valor de a_w , tendrá

menor cantidad de agua disponible para el crecimiento microbiano y por tanto será un producto considerado como menos perecedero.

Para medir la actividad de agua se emplea un equipo Novasina (SPRINT TH-500, Suiza) (figura 9). De cada una de las formulaciones se realizaron tres medidas, realizando un total de 9 determinaciones siguiendo este procedimiento. Se cortan las salchichas con un grosor de 1 cm aproximadamente, se colocan sobre una cápsula de Novasina (figura 10) y seguidamente se cierra para evitar que no se produzca un intercambio de humedad con el ambiente y no afecte a la medición. La muestra que se va a medir se lleva a la máquina y se coloca la cápsula abierta en el equipo, se cierra la sonda y se aprieta el botón “start” para comenzar la medida. El análisis se realiza a una temperatura de trabajo de 25°C durante los 30 minutos que dura el proceso, cuando finaliza se enciende una luz verde en la que pone “ok” y en la pantalla aparece el valor de la a_w de la muestra.



Figura 9. *aw Sprint TH-500 Novasina*

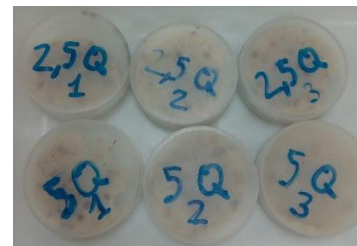


Figura 10. *Cápsulas de Novasina*

3.3.5.5. pH

Para realizar la determinación de pH se emplea un pHmetro (Modelo 507, Crison, Barcelona, España) con un electrodo de punción para alimentos sólidos.

El pH se mide en una suspensión resultante de mezclar 1 ± 0.03 g de muestra, previamente triturada con un molinillo alimentario, con 9mL de agua destilada. Esta suspensión se mezcla con una varilla de vidrio, intentando que quede lo más homogéneo posible y se deja reposar 10 minutos. A continuación, se mide el pH con el pHmetro previamente calibrado. El estudio de pH se realiza con la muestra en agitación, sobre un agitador magnético.

Para cada formulación se evalúa el pH en tres muestras diferentes, siendo un total de 9 mediciones las que se llevan a cabo.

3.3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Cuando se finaliza el trabajo de laboratorio los datos obtenidos de las pruebas realizadas deben ser analizados, esto implica revisarlos y comprobar que han sido recogidos de forma correcta.

Para ello se emplean métodos estadísticos convencionales, como son el cálculo de las medias y las desviaciones estándar. La comparación de las medias se realiza mediante un análisis de varianza (ANOVA). Para establecer la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las formulaciones analizadas se utiliza el test de rangos múltiples de Tukey con un nivel de confianza del 95% para observar las diferencias estadísticas.

El análisis estadístico se lleva a cabo usando el programa Past 3.20.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPOSICIÓN PROXIMAL

En el análisis proximal de los productos se obtuvieron los resultados representados en la Tabla 2, donde se muestran los valores promedios y las desviaciones estándar de humedad, nitritos, proteínas, lípidos y cenizas obtenidos en el producto final.

Tabla 2. Análisis proximal de salchichas de Frankfurt adicionadas con distintas concentraciones de quinoa

Muestra	Humedad (%)	Nitritos (ppm)	Proteínas (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)
Control	67.27±0.15 ^a	44.75±0.23 ^a	16.87±0.02 ^a	7.14±0.41 ^a	2.85±0.06 ^a
2.5%	66.75±0.18 ^b	3.16±2.26 ^b	16.65±0.04 ^a	7.45±0.32 ^a	2.87±0.08 ^a
5%	66.92±0.12 ^{ab}	1.74±1.33 ^b	16.62±0.37 ^a	8.57±0.15 ^b	3.00±0.02 ^a

Valores seguidos de la misma letra dentro de la misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según el test de rangos múltiples de Tukey

4.1.1. Humedad

Al analizar la humedad, se puede observar (Tabla 2) que aparecen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el control y la muestra con menos proporción de quinoa (*Chenopodium quinoa*); mientras que entre la muestra control y la que contiene un 5% de quinoa, y entre las dos muestras elaboradas con quinoa no se observan diferencias significativas ($p > 0.05$) en el contenido en agua total.

Los niveles de humedad obtenidos indican que hay una gran actividad de agua y, por tanto, en estos productos hay una gran posibilidad de desarrollo microbiano. En el control hay una proporción mayor de agua que en el resto de muestras (67.27g/100g) lo que indica que al tener más agua disponible será más susceptible a perderla durante su almacenamiento. Mientras que las salchichas que contiene quinoa (*Chenopodium quinoa*) poseen menos agua disponible, lo que podría deberse a que la quinoa posee una capacidad de retención de agua (CRA) baja. Esto se debe a que no contiene gluten y, la ausencia de gluten disminuye notablemente la CRA del producto, por tanto, las salchichas elaboradas con quinoa presentan mayores pérdidas de peso.

Los resultados obtenidos en el ensayo se asemejan a los anotados por autores como Márquez-Zaldúa et al., 2008; Ospina-Meneses et al., 2011; Pil-Nam et al., 2017;

en estos casos el porcentaje de humedad obtenido se encuentra en torno al 60-70%. Sin embargo, nuestros resultados fueron altos en comparación con los obtenidos por Ramos et al., 2014 (51.90%) en salchichas de cerdo. Esta diferencia puede ser debida a que el contenido de humedad de las salchichas está estrechamente relacionado con el tipo de producto cárnico empleado en su producción.

4.1.2. Nitritos

Al analizar el contenido de nitritos residuales en las diferentes muestras se observa que solo en el caso del control hay una proporción de nitritos relevante, puesto que los valores que se encuentran por debajo de 10mg/kg no tienen significación práctica. Por ello, se observa que aparecen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la muestra control y las dos elaboradas empleando la quinoa, a las que no se les había adicionado nitritos. De esto se puede deducir que no se puede reemplazar la adición de nitritos usando la quinoa, puesto que no aporta la cantidad suficiente.

En 2008 se aprobó el Reglamento 889/2008 *sobre la producción y etiquetado de los productos ecológicos* (Comisión Europea, 2008) donde se establece que la cantidad residual máxima expresada como NaNO_2 es 50mg/kg. Según lo anterior, las tres formulaciones cumplen la legislación y, por tanto, están dentro del rango de permisibilidad. Los nitritos residuales disminuyen durante el proceso de elaboración. No obstante, se considera que valores inferiores a 10mg/kg no tienen significación práctica.

4.1.3. Proteínas

Con respecto al contenido proteínas, éstas son aportadas por los ingredientes cárnicos y por la quinoa. Al analizarlo, representado en la Tabla 2, se puede observar que no aparecen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la muestra control y las muestras elaboradas adicionando quinoa (2.5 y 5%). Antes de realizar el ensayo se podría esperar que las muestras elaboradas con quinoa tuvieran una mayor concentración de proteínas, puesto que este pseudocereal tiene un alto valor proteico, alrededor de 12-23% de proteína, de acuerdo con los valores obtenidos por Abugoch et al., 2008 y por Elsohaimy et al., 2015.

4.1.4. Grasas

En la Tabla 2 se muestra el contenido de lípidos de las tres formulaciones, obteniendo valores de 7.14% para la muestra control y 7.45 y 8.57% para las

elaboradas con 2.5 y 5% de quinoa, respectivamente. Estos valores son similares a los reportados por Granados et al., 2013 en salchichas. En los tres casos el porcentaje de grasa es inferior al que suelen tener estos productos en el mercado, que se encuentra alrededor de un 20%.

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la formulación control y la elaborada con 2.5% de quinoa, pero sí con la que está formulada con más quinoa. Esto podría deberse a que de cierta forma la quinoa estaría “amortiguando” la eliminación de tocino en su formulación aportando sus propios lípidos, y por eso no se observan diferencias estadísticas entre la muestra control y la muestra con 2.5% de quinoa. Padrón-Pereira et al., 2015; Maradini-Filho, 2017; Oshodi et al., 1999, determinaron que el contenido graso de este pseudocereal está comprendido entre 1.8 y 9.5%.

Como se ha dicho, las diferencias significativas ($p < 0.05$) se encontraron entre las salchichas elaboradas con un 5% de quinoa y las otras muestras. Esto implica que para que la diferencia sea significativa en el contenido graso habría que emplear la formulación preparada con un 5% de quinoa.

4.1.5. Cenizas

En cuanto al contenido de cenizas, no se han observado diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las tres muestras. Otros autores han obtenido valores de cenizas similares en productos cárnicos como los anotados por Félix et al., 2001, o los estudiados por Massingue et al., 2018 en salchichas de cordero, así como los analizados por Hleap-Zapata et al., en salchichas de tilapia.

Los contenidos de cenizas variaron entre 2.85 y 3.00%. La razón por la que la formulación elaborada con más cantidad de quinoa presente mayor porcentaje de cenizas que las otras muestras, es que la quinoa presenta en gran proporción hierro, magnesio y calcio.

4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

4.2.1. Textura

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en el análisis del perfil de textura en las tres formulaciones. La textura está determinada principalmente por el contenido de agua, de grasa y por el tipo y proporción de algunas proteínas y carbohidratos estructurales (almidón, celulosa y pectinas). Por tanto, la pérdida de

agua, grasa, la formación o ruptura de las emulsiones pueden producir cambios de textura.

Tabla 3. Valores de los parámetros de textura pertenecientes a las tres formulaciones analizadas

Parámetro	Muestra		
	Control	2.5% Quinoa	5% Quinoa
Dureza (N)	117.55±36.13 ^b	198.61±5.83 ^a	229.66±18.06 ^a
Elasticidad (mm)	0.25±0.05 ^a	0.38±0.04 ^a	0.38±0.04 ^a
Cohesividad (mm)	0.85±0.02 ^a	0.63±0.09 ^a	0.62±0.17 ^a
Gomosidad (N)	79.95±3.47 ^b	115.48±4.51 ^b	159.25±9.86 ^a
Masticabilidad (N*mm)	16.68±1.89 ^b	47.68±2.46 ^{ab}	59.91±2.45 ^a
Resiliencia	0.35±0.02 ^a	0.28±0.06 ^a	0.26±0.09 ^a

Valores seguidos de la misma letra dentro de la misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según el test de rangos múltiples de Tukey

El análisis demuestra que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en el estudio de la fuerza entre el control y las otras dos muestras, siendo la dureza mayor en las salchichas elaboradas con quinoa. Los valores obtenidos de dureza se asemejan a los anotados por Frontela et al., 2006.

Como se observa en la tabla 3, no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) de elasticidad entre la muestra control y las dos elaboradas con quinoa. Los valores de este parámetro varían entre 0.25 y 0.38mm. Lo mismo ocurre con la resiliencia, en este caso tampoco se observan diferencias significativas entre las tres formulaciones.

Al analizar los valores obtenidos de cohesividad se puede observar que no aparecen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las tres formulaciones de salchichas. Además, estos valores se asemejan a los anotados por otros autores como Kovačević et al., 2016.

En cuanto a la gomosidad se observa que no existen diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre el control y la formulación que contiene 2.5% de quinoa, pero si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre esas dos muestras y la elaborada con 5% de quinoa. Los valores obtenidos indican que en la formulación que contiene una proporción mayor de quinoa es necesario realizar una fuerza mayor para desintegrar

el alimento. Esto tiene sentido, puesto que esa muestra es la más dura de las tres elaboraciones.

Para el caso de la masticabilidad, se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la muestra control y la elaborada con un 5 % de quinoa, pero no se observan diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre la que contiene un 2.5% de quinoa y el control, ni entre esa y la elaborada con 5% de quinoa.

Con estos datos se puede concluir que la muestra elaborada con menos quinoa se asemeja más al control. En cambio, la que contiene un 5% de quinoa es más dura y, por tanto, la fuerza necesaria para desintegrarla es más alta. El efecto observado de un aumento de la dureza y masticabilidad y una disminución de la cohesividad en las preparaciones con una concentración más elevada de quinoa podría deberse a las interacciones establecidas entre ella y la carne.

4.2.2. Color

Tabla 4. Valores medios y desviaciones estándar de L^* , a^* , b^* , C^* y h^* en salchichas de Frankfurt adicionadas con distintas concentraciones de quinoa

Parámetro	Muestra		
	Control	2.5% Quinoa	5% Quinoa
Luminosidad (L^*)	72.47±1.47 ^a	72.67±1.17 ^a	67.16±2.09 ^b
Coordenada a^*	6.25±0.32 ^a	0.96±0.17 ^c	1.96±0.89 ^b
Coordenada b^*	11.05±0.62 ^b	13.05±0.29 ^a	12.70±1.32 ^a
Croma (C^*)	12.83±0.24 ^a	13.08±0.29 ^a	12.88±1.40 ^a
Tono (h^*)	59.47±0.03 ^c	85.79±0.01 ^a	81.45±0.06 ^b
Incremento de color	-	5.91	7.19

Valores seguidos de la misma letra dentro de la misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según el test de rangos múltiples de Tukey

En la Tabla 4 se muestran los resultados de las evaluaciones de los parámetros de color CIELAB obtenidos para cada una de las distintas muestras de salchichas elaboradas. Los valores estudiados son la luminosidad (L^*), coordenada a^* y b^* , croma (C^*) y tono (h^*). Los resultados obtenidos para la muestra control son similares a los encontrados por otros autores Pinzón-Zárate et al., 2015.

Para el caso de la luminosidad (L^*) no hay diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la muestra de control y la que contiene un 2.5% de quinoa, pero sí que se

aprecian con respecto a la muestra que contiene un 5% de quinoa. El valor de luminosidad de la muestra que contiene más cantidad de quinoa es menor, lo que significa que esas salchichas son más oscuras. Esto tiene sentido puesto que, al estar formuladas con más quinoa molida, ésta les da un tono más oscuro.

Para el parámetro a^* se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tres tipos de muestras. Se ha obtenido un valor más elevado en el control, de 6.25; mientras que en las muestras elaboradas con quinoa los valores hallados son 0.96 y 1.96 (2.5 y 5% de quinoa respectivamente). Estas diferencias tienen una implicación en el color de las salchichas. El control tenía un color de un tono rosado, propio de estos alimentos, mientras que para las otras dos muestras (2.5 y 5% de quinoa) su color era pálido.

El análisis demuestra que para el estudio del parámetro b^* aparecen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la muestra control y las dos muestras elaboradas con la harina de quinoa. Sin embargo, la diferencia no es relevante a nivel visual porque los valores son muy parecidos. Estos varían en 0.87 puntos en la escala de color del parámetro b^* que va de amarillo (+60) a azul (-60), siendo más amarillas las formulaciones elaboradas empleando quinoa. En cambio, entre las dos muestras elaboradas con quinoa no aparecen diferencias significativas.

En el caso del croma (C^*) no se observan diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las muestras. En los tres casos, los valores obtenidos varían entre 12 y 13. Como este parámetro corresponde con la pureza o saturación del color se puede afirmar que el color de las salchichas está poco saturado, por lo que parece más descolorido y se acerca más al color gris.

Y, por último, para el tono se aprecian diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las tres muestras. Obteniéndose valores similares entre las dos salchichas elaboradas con quinoa, en cambio, para el control el valor del tono es más bajo. En el caso de las dos muestras elaboradas con quinoa el valor del tono se encuentra en torno a los 85° , lo que implica que su color es más amarillento.

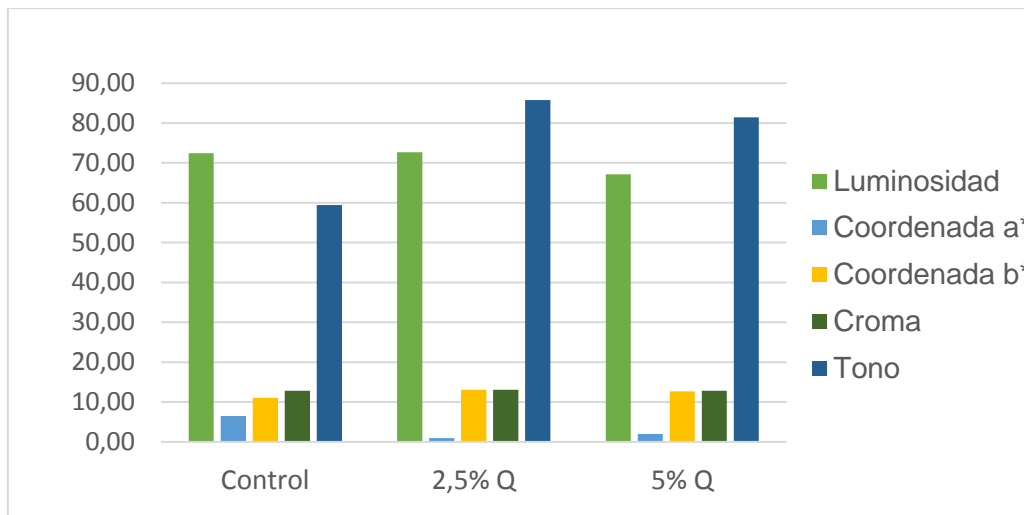


Figura 11. Parámetros de color para cada uno de los lotes de las salchichas

Como se observa en el gráfico (figura 11), la luminosidad es menor en la tercera muestra, que es la elaborada con más cantidad de quinoa y, por tanto, es normal que tenga un color más oscuro. Además, se aprecia una diferencia en el tono de la muestra control respecto a las otras dos muestras, siendo en estas últimas más elevado. Como se puede observar en la figura 12 cuando el valor de tono se encuentra en torno a 45° es de color rojo mientras que 90° se corresponde con un tono amarillento. Esto explica que el control sea de color rojo ya que el ángulo de su tono es 59° , debido a que se elaboró con 75mg de nitritos. En cambio, a las otras dos muestras, elaboradas con quinoa, no se les había añadido nitritos, por ello su color no rojo, sino de un tono amarillo claro. Esto es porque la quinoa tiene valores bajos para el parámetro a^* , por tanto, este pseudocereal tiene poca presencia de color rojo, en cambio para la coordenada b^* presenta valores más positivos, lo que implica que tenga un color más amarillo, como han anotado autores como Bergesse et al., 2015.

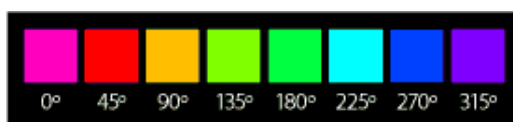


Figura 12

De acuerdo con la Nomenclatura Cromática Española (Instituto de Racionalización, 1981), los valores de tono quedan comprendidos en los tonos rojizos para el caso de la muestra control y para las otras dos muestras de tono amarillento. Esto es porque solo a la muestra control se le adicionó nitritos y uno de los efectos que posee este compuesto en los productos cárnicos es la formación del color típico de estos alimentos (rosado-rojizo). Como a las otras salchichas no se les agregó nitritos durante su preparación no se produce la formación de este pigmento característico. En la figura 13 y 14 se aprecia el color de las salchichas elaboradas con quinoa.



Figura 13. Salchicha con 2.5% de quinoa



Figura 14. Salchicha con 5% de quinoa

Además, también se analizó el incremento de color existente entre la muestra control y las otras dos. Esta variable indica las diferencias existentes en coordenadas absolutas de color. Con esos valores se puede asumir que en la muestra elaborada con un porcentaje mayor de quinoa (5%) el color se aleja más del típico que tienen estos productos, aunque en ambos casos se nota la diferencia puesto que no son rosados como las salchichas Frankfurt comerciales.

4.2.3. Oxidación lipídica

Tabla 5. Valores medios de la oxidación lipídica en las tres formulaciones

Muestra	Oxidación lipídica
Control	0.13±0.01 ^b
2.5% Quinoa	0.21±0.01 ^a
5% Quinoa	0.24±0.02 ^a

Valores seguidos de la misma letra dentro de la misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según el test de rangos múltiples de Tukey

La oxidación de lípidos se retarda a valores muy bajos de actividad de agua (inferiores a 0.3), aumenta cuando la a_w se encuentra entre 0.55-0.85 y después vuelve a disminuir debido al efecto de dilución. Como en el ensayo se ha obtenido que las salchichas tienen una actividad de agua entre 0.91 y 0.94 la oxidación lipídica no es muy elevada.

Como se aprecia en la Tabla 5, aparecen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la muestra control y las otras dos elaboradas con un 2.5 y 5% de quinoa. De estos datos se puede concluir que las salchichas con quinoa se protegieron menos eficazmente contra la oxidación de lípidos, debido a que la cantidad de malonaldehído alcanzada al final fue significativamente mayor que en las salchichas control.

4.2.4. Actividad de agua (a_w)

En este caso, como se observa en la Tabla 6, los valores de a_w no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$). Con los niveles obtenidos de actividad de agua es posible el crecimiento de bacterias, mohos y levaduras puesto que se crea un ambiente favorable para que puedan desarrollarse. El rango en el que se encuentran las salchichas es el que se considera normal en este tipo de productos.

En el caso de las dos muestras elaboradas con quinoa se observa que la actividad de agua es menor que en la muestra control, esto podría deberse a la adición de quinoa. Si esto fuera así, la adición de quinoa favorecería al producto puesto que lo haría menos perecedero, es decir, duraría más tiempo. Con estas a_w se favorecen las reacciones enzimáticas, pero no la reacción de Maillard puesto que a valores superiores a 0.7 ésta se vuelve rápidamente más débil.

Tabla 6. Valores medios de a_w en salchichas Frankfurt

Muestra	a_w
Control	0.94±0.01 ^a
2.5% Quinoa	0.93±0.01 ^a
5% Quinoa	0.91±0.02 ^a

Valores seguidos de la misma letra dentro de la misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según el test de rangos múltiples de Tukey

Los valores de a_w obtenidos en el ensayo difieren de los encontrados por otros autores como Hleap-Zapata et al., 2012; en su caso obtuvieron una actividad de agua entre 0.97-0.98. A nivel práctico, los valores obtenidos de a_w y de humedad para las tres formulaciones confirman que son alimentos de alta humedad (altamente perecederos).

4.2.5. pH

Tabla 7. Valores medios de pH

Muestra	pH
Control	6.04±0.04 ^b
2.5% Quinoa	6.19±0.03 ^a
5% Quinoa	6.18±0.04 ^a

Valores seguidos de la misma letra dentro de la misma columna indica que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) según el test de rangos múltiples de Tukey

En la Tabla 7 se reflejan los valores medios de pH y sus desviaciones estándar obtenidos para las distintas muestras de productos cárnicos elaborados. Se observa que aparecen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la muestra control y las dos muestras que contienen quinoa. Sin embargo, entre estas dos últimas no aparecen diferencias significativas. Estas diferencias encontradas entre el control y las muestras elaboradas con quinoa se deberán, principalmente, a la incorporación de este grano.

Los resultados de pH obtenidos en el ensayo varían entre 6.04 y 6.18 que son valores típicos de los productos cocidos. Cabe señalar que con valores elevados de pH es más fácil que el producto se contamine bacteriológicamente y los valores inferiores a 5.8 pueden ocasionar dificultades técnicas en el proceso de elaboración de estos productos (García-Macías et al). Esto implica, que no se puedan comercializar productos con pH muy alto o muy bajo, y por tanto estas salchichas tienen un pH adecuado para ser consumidas. Además, los resultados obtenidos en el ensayo son similares a los encontrados por otros autores en productos cárnicos cocidos como Pil-Nam et al., 2017.

5. CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN FUTURA

El presente trabajo permite la evaluación de la influencia de la adición de quinoa (0, 2.5 y 5%) en salchichas Frankfurt. Con los resultados obtenidos en la investigación se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- En el estudio del color se observa que la incorporación de quinoa afecta a este parámetro haciendo el producto menos atractivo. Esto es debido a la no adición de nitritos, que son los responsables de la formación del pigmento nitrosilmioglobina que da el color rojo y durante el tratamiento térmico, que se realiza a los productos cocidos, se transforma en nitrosilmiocromógeno, que es de color rosa. Por eso las formulaciones que no contienen nitritos no presentan ese color, sino que tienen un color amarillo proporcionado por la quinoa.
- No se han podido realizar encuestas de degustación de las diferentes muestras de salchichas elaboradas porque en el caso de las preparadas con quinoa y sin la adición de nitritos no se ha obtenido un mínimo de nitritos suficiente para considerar a los productos como seguros. De esto se puede concluir que para que las personas puedan consumir el producto es necesario encontrar otra fuente de nitritos que no sean las semillas de quinoa.
- Las salchichas elaboradas con quinoa tienen un contenido de humedad inferior al control, debido a que la quinoa tiene poca capacidad para retener agua. Esto se relaciona con que estas salchichas tengan una dureza y masticabilidad más elevada.
- La incorporación de la harina de quinoa en las distintas formulaciones de las salchichas conlleva un aumento del porcentaje de grasa respecto al control elaborado sin este pseudocereal. Pero en los tres casos la cantidad de lípidos es inferior a la que tienen las salchichas Frankfurt en el mercado. Como la quinoa es rica en minerales y proteínas posiblemente, un aumento de este grano conllevaría un incremento en el contenido de cenizas y proteínas, aunque en el estudio no se haya observado.
- Para poder consumir estos productos es necesario realizar más investigaciones en las que se incluya la adición de nitritos sódicos a la formulación y un porcentaje superior de quinoa.

6. BIBLIOGRAFÍA

Abugoch LE, Romero N, Tapia CA, Silva J y Rivera M. Study of Some Physicochemical and Functional Properties of Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd*) Protein Isolates. J of the Agric. and Food Chemistry. 2008; 56:4745-4750

Anice_data_22-5-2018 *El sector cárnico español*. Recuperado de: <https://www.anice.es/industrias>

Anice_data_22-5-2018 *La carne y sus derivados*. Recuperado de https://www.anice.es/industrias/portal-de-la-industria-carnica/la-carne-y-sus-derivados_13841_36_16759_0_1_in.html

Aranceta, J., Serra, L. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Guía de alimentos funcionales. Instituto omega 3. 2003

Ashwell, M. Conceptos sobre los alimentos funcionales. ILSI Europe. 2004

Axel, C., Brosnan, B., Zannini, E., Furey, A., Coffey, A., Arendt, EK. Antifungal sourdough lactic acid bacteria as biopreservation tool in quinoa and rice bread. Int J Food Microbiol. 2016; 239:86-94

Bergesse, AE., Boiocchi, PN., Calandri, EL., Cervilla, NS., Gianna, V., Guzmán, CA., Miranda-Villa, PP., Montoya, PA., Mufari, JR., Grasso, FV. (2015) Aprovechamiento integral del grano de quinoa: Aspectos tecnológicos, fisicoquímicos, nutricionales y sensoriales. Córdoba-Argentina: Grasso Florencia V. Editora

Bojanic, A. 2011. La quinoa: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. FAO

Brito, IL., de Souza, EL., Felex, SS., Madruga, MS., Yamashita, F., Magnani, M. Nutritional and sensory characteristics of gluten-free quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*)-based cookies development using an experimental mixture design. J Food Sci Technol. 2015; 52(9):5866-73

Chauhan, GS., Zillman, RR., Eskin, M. Dough mixing and breadmaking properties of quinoa-wheat flour blends. Int. J. Food Sci. Technol. 2007; 27(6):701-705

Chito-Trujillo, DM., Ortega-Bonilla, RA., Ahumada-Mamián, AF. y Rosero-López, B. Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) versus soja (*Glycine max* [L.] Merr.) en la

nutrición humana: revisión sobre las características agroecológicas, de composición y tecnológicas. Rev Esp Nutr Diet. 2017;21(2):184-198

Comisión Europea (2008). Reglamento (CE) nº889/2008 de la comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del reglamento (CE) nº834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control. Diario oficial de la Unión Europea, L250/1-84

Daza, R., Pereyra, E., Burin, D. y Heras, AI. (2015). Quinoa Regalo Ancestral. Historia, Contexto, Tecnología, Políticas. Palpalá: Ediciones Nueva Gestión

Elsohaimy, SA., Refaay, TM. y Zaytoun, MAM. Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate. Elsevier. 2015; 60(2):297- 305

FAOSTAT_data_1-6-2018 <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

FAOSTAT_data_1-6-2018 <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Félix, UL., Félix, UD., Rubio, LMS., Méndez, MRD. y Trujillo, GAM. Análisis comparativo de carne y productos cárnicos de cabrito Alpino Francés y Alpino Francés (3/4) con Boer (1/4). Tec Pecu Méx.2001; 39(3):237-244

Fernández-Hospital X. Estudio del efecto de la reducción del contenido de sales nitrificantes en la calidad microbiológica y aroma de los embutidos crudos curados. Tesis doctoral. 2016

Frontela, C., López, G., Ros, G. y Martínez, C. Relación entre los parámetros sensoriales, físico-químicos e instrumentales en el jamón cocido. An.Vet.(Murcia), 2006; 22:67-78

Fuentes, F. y Paredes-Gonzalez, X. Nutraceutical perspectives of quinoa:biological properties and functional applications. 2015; 286-299 FAO AND CIRAD.

García-Macías J.A., Ruiz Carrión C.J., Ortega Gutiérrez J.A., Núñez González F.A. Efecto de la materia prima y de las características del proceso en la calidad del jamón cocido. México. invest. agr.: prod. sanid. anim. Vol.15(1-2)

- Giménez, MA., Drago, SR., Bassett, MN., Lobo, MO. y Sammán, NC. Nutritional improvement of corn pasta-like product with broad bean (*Vicia faba*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Chem.* 2016; 199:150-6
- Granados, C., Guzmán, LE. y Acevedo, D. Análisis proximal, sensorial y de textura de salchichas elaboradas con subproductos de la industria procesadora de atún (*Scombridae thunnus*). *Inf. Tecnol.* 2013; 24(6):29-34.
- Hleap-Zapata JI. y Belasco AVA. Parámetros fisicoquímicos durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.* 2012; 10:42-50
- Jareño, N. (2016). *El presente y el futuro del mercado de elaborados cárnicos*. Recuperado de: <http://www.interempresas.net/Industria-Carnica/Articulos/158605-El-presente-y-el-futuro-del-mercado-de-elaborados-carnicos.html>
- Kordialik-Bogacka, E., Bogdan, P., Pielech-Przybylska, K., Michałowska, D. Suitability of unmalted quinoa for beer production. *J Sci Food Agric.* 2018
- Kovačević D., Mastanjević K., Pleadin J., y Frece J. Physicochemical, microbiological and colour attributes of horse salami established during the ripening period. *Ital. J. Food Sci.*, 2016; vol.28
- Llorente, JR. 2008. Quinoa: Un auténtico superalimento. *Discovery DSalud.*
- Maradini-Filho AM. Quinoa: Nutritional Aspects. *J Nutraceuticals Food Sci.* 2017; 2:1
- Márquez-Zaldúa VM., Cabrera-Durán I. y Rico-Hernández R. Elaboración de semiconservas (hamburguesa, butifarra y chorizo) a partir de cachama negra (*Colossomamacropomum*). *Revista RETAKVN.* 2008. Vol.1, No.1:110–123p
- Massingue AA, de Almeida Torres Filho R, Fontes PR, de Lemos Souza Ramos A, Fontes EAF, Perez JRO, Ramos EM. Effect of mechanically deboned poultry meat content on technological properties and sensory characteristics of lamb and mutton sausages. *Asian Australas J Anim Sci.* 2018; Vol.31, No.4:576-584
- Mujica, A. El origen de la quínoa y la historia de su domesticación. *Tierra Adentro.* (s.f.)15-17

- Mujica, A., Jacobsen, SE., Izquierdo, J. y Marathee, JP. [Quinoa \(*Chenopodium quinoa* Willd.\); Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro](#) FAO. Santiago de Chile.2001
- Oshodi AA, Ogungbenle HN, Oladimeji MO. Chemical composition, nutritionally valuable minerals and functional properties of benniseed (*Sesamum radiatum*), pearl millet (*Pennisetum typhoides*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*) flours. Int. J. Food Sci. and Nutrition. 1999; 50:325-331
- Ospina-Meneses SM., Restrepo-Molina DA. y López-Vargas JH. Caracterización microbiológica y bromatológica de hamburguesas bajas en grasa con adición de fibra de banano verde íntegro. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 2011.Vol.;64, No.1
- Padrón-Pereira CA., Oropeza-González RA. y Montes-Hernández AI. Semillas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.2015; 5(2):166-218
- Pil-Nam, S., Ba, H., Yoon-Seok, K., Sun-Moon, K., Soo-Hyun, C., Jin-Hyoung, K., Beom-Young, P., Geun-Ho, K., Sung-Sil, M y Hyun-Woo, S. Effects of additions of *Monascus* and *Laccaic acid* on the color and quality properties of nitrite-free emulsion sausage during refrigerated storage. Korean J for Food Sci of Animal Resources. 2017; 37(1):10-17
- Pinho, O., Ferreira IMPLVO., Oliveira MBPP., Ferreira MA. FIA valuation of nitrite and nitrate contents of liver pâtés. Food chemistry 1998; 62:359-362
- Pinzón-Zárate LX., Hleap-Zapata JI. y Ordóñez-Santos LE. Análisis de los Parámetros de Color en Salchichas Frankfurt Adicionadas con Extracto Oleoso de Residuos de Chontaduro (*Bactris Gasipaes*). Información Tecnológica. 2015; 26(5),5-54
- Ramos, D., San Martín, V., Rebatta, M., Arbaiza, T., Salvá, B., Caro, I. y Mateo, J. Características fisicoquímicas de la salchicha de cerdo del departamento de Tumbes, Perú. Salud tecnol. vet.2014; 2:120-128
- Rosmini MR., Perlo F., Pérez-Álvarez JA., Pagán-Moreno MJ., Gago-Gago A., López-Santoveña F., y Aranda-Catalá V. TBA Test by an extractive methor applied to 'Paté'. Meat Sci. 1996; 42:103-110

Sayas-Barberá, ME., Pérez-Álvarez, JA. y Fernández-López, J. Manual de laboratorio y prácticas de elaboración en industrias cárnicas. Elche. Ed. Universidad Miguel Hernández

Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., Berghofer, E. Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat. *Plant Foods Hum Nutr.* 2010; 65(4):339-49

Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L. y Martínez, E. A. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), an ancient Andean grain: a review. *J. Sci. Food Agric.* 2010; 90 (15):2541-2547

World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition. 2nd Ed. China: World Health Organization; 2004.