



## DESARROLLO DE PRODUCTOS CÁRNICOS FUNCIONALES: UTILIZACIÓN DE HARINA DE QUINUA

### DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL MEAT PRODUCTS: USE OF QUINOA FLOUR

\*M. A. Peña<sup>1</sup>, B. O. Méndez<sup>2</sup>, M. A. Guerra<sup>3</sup>, S. A. Peña<sup>4</sup>

<sup>(1)</sup>Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay (UDA), Cuenca, Ecuador

<sup>(2)</sup>Investigador Prometeo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil, Ecuador

<sup>(3)</sup>Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA), La Habana, Cuba

<sup>(4)</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Cuenca (UC), Cuenca, Ecuador

*Artículo recibido: 14/03/15*

*Artículo aceptado: 20/05/15*

#### RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado con el objetivo de elaborar un producto cárnico funcional tipo salchicha, bajo en grasa, mediante la adición de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), de origen ecuatoriano. Para ello se realizaron experimentos con combinaciones de harina de quinua (0 a 10 %) y grasa (8 a 12 %), empleando carragenato al 1% en las formulaciones. A fin de evaluar las salchichas obtenidas en cada experimento se determinó: composición físico-química, análisis de perfil textura, análisis microbiológicos y evaluación sensorial. Tomando como referencia criterios reológicos y sensoriales, la combinación con un 5% de harina de quinua y 8% de grasa resultó ser la mejor variante. Se caracterizó el material de envase y se determinó la vida útil de las salchichas seleccionadas envasadas al vacío, estudiando dos tratamientos posteriores: uno refrigeradas y el otro repasteurizadas-refrigeradas manteniendo en ambos casos una temperatura de 2-4 °C. Las muestras se caracterizaron al inicio y final del ensayo desde el punto de vista físico-químico y reológico, durante todo el estudio se realizaron análisis microbiológicos y evaluación sensorial, que mediante criterio aceptación y rechazo se determinó una vida útil de 34 días para las salchichas envasadas al vacío refrigeradas y 127 días para las muestras repasteurizadas-refrigeradas mediante el gráfico de riesgos de Weibull.

**Palabras clave:** grasa, quinua, refrigeración, repasteurización, salchicha, vida útil.

#### ABSTRACT

This work was developed with the goal of producing a new low fat meat sausage product, by adding wild quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) from Ecuador. For this experiment several combinations of quinoa flour and fat were used: quinoa flour (0 to 10 %) and fat (8 to 12 %), using carrageenan 1 % as an ingredient in the formulations.

For each sausage physico-chemical composition, texture profile analysis, sensory evaluation and microbiological analyses were carried out. Taking as reference rheological and sensory criteria, the combination with 5% quinoa flour and 8 % fat proved to be the best variant.

The packaging material was characterized and the shelf life was determined for the sausages by studying two different treatments: a vacuum packed, refrigerated product and the other a vacuum packed, re-pasteurized, refrigerated product in both cases maintaining a temperature of 2-4 °C. The samples were studied at the beginning and the end of the experiment by physicochemical analysis, rheological characterization, throughout the study microbiological analysis and sensory evaluation were carried out. For the study on shelf life an acceptance and rejection criteria was used. The shelf life of the vacuum packed, refrigerated sausages was 34 days, while the vacuum packed, re-pasteurized refrigerated sausages lasted 127 days by risk graph Weibull.

**Keywords:** fat, quinoa, refrigeration, re-pasteurized, sausage, shelf life.

\* Autor de correspondencia: Maria Alicia Peña. E-mail: mpenag@uazuay.edu.ec



## 1. INTRODUCCIÓN

Los avances en los conocimientos de los consumidores en torno a la relación dieta-salud, está favoreciendo la aparición de nuevos productos entre los cuales ocupan un papel muy destacado los alimentos cárnicos (Egbert et al., 1991).

La carne y los productos cárnicos aportan numerosos nutrientes con efectos selectivos beneficiosos sobre ciertas funciones del organismo, pero también contienen diversas sustancias que, en determinadas circunstancias y en proporciones inadecuadas, pueden afectar negativamente la salud. Algunas de estas sustancias son añadidas durante la elaboración del producto, o son formadas a lo largo de su procesado, conservación o consumo (Jiménez-Colmenero, 2004).

Los principales problemas asociados al consumo de los derivados cárnicos son el contenido de grasa y sodio que aportan a la dieta (Totosaus, 2007). El alto consumo de grasas podría inducir a enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. Por tanto, la satisfacción de las necesidades totales de energía ha de hacerse a través de un adecuado balance de alimentos, moderando el consumo de grasas (Carrillo et al., 2011).

El contenido de grasa en los embutidos está en un 20 a 40 % del peso por lo que se ha visto la conveniencia de reducirlo (Totosaus, 2007).

Una gran variedad de métodos han sido desarrollados para reducir el contenido de grasa en derivados cárnicos. Los derivados proteicos de origen vegetal han sido utilizados en la elaboración de productos cárnicos con propósitos tecnológicos, para disminuir el contenido de grasa, o para rebajar costos de formulación e incluso por su valor nutritivo (Jiménez-Colmenero, 1996). Proteínas vegetales como la derivada de la quinua han sido empleadas en la elaboración de productos cárnicos considerando la cantidad y distribución de aminoácidos esenciales (M. A. Guerra, 1998) así como el contenido de grasas de alto valor biológico debido a su gran porcentaje de ácidos grasos no saturados. (FAO, 2011).

Ecuador es el tercer país con mayor producción de quinua a nivel mundial (MAGAP, 2013). La FAO

la catalogó como el “grano de oro” por sus excelentes propiedades nutricionales (Villacrés et al., 2011). Presenta un alto contenido de carbohidratos (50 a 60 % de almidón, el cual gelatiniza a una temperatura entre 55 y 65 °C), lo que hace que se emplee como un cereal (Romo et al., 2006). El alto contenido de grasa y proteína diferencia a la quinua del resto de los cereales como trigo, cebada, maíz o arroz y es comparable con productos de origen animal como el huevo, la leche o la carne (Jacobsen y Sherwood, 2002).

El objetivo del presente trabajo fue establecer el potencial efecto que presenta la adición de harina de quinua, con el fin de elaborar productos cárnicos emulsificados que sean nutritivos, con bajo contenido en grasa y que cumplan con los requisitos nutricionales y de calidad.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de salchichas se empleó carne de cerdo con un contenido de grasa del 5 % y tocino de lomo. Estas materias primas se obtuvieron de cerdos con 48 horas de almacenamiento refrigerado *post-mortem*.

Como ingredientes no cárnicos se utilizó harina de quinua (MasCorona, Ecuador) y carragenato (Fai Berti S.L., España), por sus conocidas propiedades funcionales y nutricionales, actuando sobre las pérdidas de agua en la cocción y la estabilidad de la emulsión (Ahmed et al., 1990; Matulis et al., 1995; Selgas et al., 2005). Además, se utilizó una solución de colorante Rojo Ponceau 4R, sales, condimentos y humo líquido.

Se utilizó un diseño factorial 3<sup>2</sup>, variando la cantidad de harina de quinua: X<sub>1</sub> (0 a 10 %) y grasa: X<sub>2</sub> (8 a 12 %). El resto de los componentes se mantuvieron constantes.

Los valores máximos y mínimos de la harina de quinua y tocino de lomo y el porcentaje de carragenato fueron seleccionados en función de los resultados preliminares y reportes de la literatura (M. Guerra et al., 2001; Jiménez-Colmenero, 1995). De este procedimiento se definieron nueve combinaciones experimentales (Tabla 1).

Tabla 1. Puntos experimentales (Diseño factorial).

Formulación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Harina de quinua (%)	0	5	10	0	5	10	0	5	10
Tocino de lomo (%)	8	8	8	10	10	10	12	12	12

Se elaboraron 4 kg de salchichas de acuerdo a cada combinación experimental. De cada una de las variables se procesaron tres corridas experimentales.

El proceso de elaboración fue el mismo que se usa habitualmente para la elaboración de la salchicha tradicional. Se prepararon piezas de 45 g empleando tripas impermeables de poliamida 6 (Kalle Nalo,



España) de 22 mm de diámetro, y se envasaron en bolsas al vacío.

La carne fue caracterizada mediante las siguientes determinaciones: humedad (DISAIC, 2005), grasa (DISAIC, 2004b), proteína (DISAIC, 2006) y pH (DISAIC, 2004a).

Para caracterizar la harina de quinua las siguientes determinaciones físico-químicas fueron ensayadas: humedad (DISAIC, 2002), ceniza (DISAIC, 2002), proteína (DISAIC, 2009), fibra (Asp et al., 1983), pH (AOAC, 2005), así como las propiedades funcionales: capacidad de retención de agua, capacidad de retención de grasa (Lin et al., 1974) y temperatura de gelatinización (ICC, 1992).

Además se elaboró una salchicha control (tradicional) con un 60 % de carne de cerdo, un 25 % de grasa y un 2 % de proteína aislada de soya.

En las salchichas obtenidas, se determinó la humedad, proteína, pH y grasa, mediante los métodos anteriormente reportados para carne, además de cenizas (DISAIC, 2006), cloruro de sodio (DISAIC, 2004c) y nitrito de sodio (DISAIC, 2004a).

Los análisis microbiológicos fueron: conteo total de aerobios mesófilos (DISAIC, 2014), conteo de coliformes fecales (DISAIC, 2010), conteo de coliformes totales (DISAIC, 2010), conteo de mohos y levaduras totales (DISAIC, 2014), conteo de psicrófilos (en Agar Plate Count, APC, 4 a 7 días, 2 a 4 °C), conteo de bacterias ácido lácticas (en medio de cultivo agar MRS, 24 h, 37 °C), la presencia o no de *Salmonella* (DISAIC, 2008) y conteo de *Staphylococcus coagulasa* positivos (DISAIC, 2003).

La calidad sensorial fue evaluada por 12 jueces experimentados, empleando una escala de valoración de calidad estructurada de siete puntos (1: pésimo y 7: excelente) para los atributos aspecto, textura, sabor y color. Para la jugosidad se utilizó una escala de siete puntos no estructurada (1: extremadamente seca y 7: extremadamente jugosa).

Para el perfil de textura se aplicó una prueba de compresión doble con un texturómetro universal Instron, modelo 1140 (ITW, USA). Se comprimió diametralmente hasta un 75 % a una velocidad de 20 cm·min<sup>-1</sup>. A partir del gráfico fuerza-distancia, se determinaron las siguientes propiedades: dureza, elasticidad y cohesividad (Bourne, 1978).

Se caracterizó el material de envase (tripas impermeables y bolsas para envasado al vacío), mediante un espectrofotómetro infrarrojo (Bruker, Suiza), en un rango de medición entre 4000–600 cm<sup>-1</sup>. Se determinaron las propiedades físico-mecánicas de: peso base (DISAIC, 1999), espesor (ASTM, 2013) y resistencia a la tensión y elongación (DISAIC, 2012), así como a la permeabilidad al vapor de agua (DISAIC, 2010) y la resistencia del sellado térmico (ASTM, 2009).

Se realizó la selección de la mejor variante y la optimización para el espacio de diseño acotado. Para ello se impusieron restricciones, Tabla 2, que fueron fijadas en base a la formulación tradicional y criterios de diferentes especialistas (M. Guerra et al., 2011). Así mismo, se estableció priorizar el menor contenido de grasa con el objetivo de obtener un alimento funcional y económico.

**Tabla 2. Restricciones impuestas al sistema para la optimización.**

Variable Respuesta	Restricción
Dureza instrumental	5 a 8 kg
Elasticidad instrumental	6 a 8 mm
Aspecto	> 5
Textura	> 5
Sabor	> 5
Color	> 5
Jugosidad	3 a 4
(Siendo 1: pésima valoración y 7: excelente)	

Los atributos sensoriales y los parámetros de perfil de textura, se procesaron mediante el programa “Design Expert Analysis” versión 7 para ajustar los modelos, generar las ecuaciones y sus correspondientes superficies de respuesta. El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante el programa Statgraphics Centurion XVI. A los resultados físico químicos y microbiológicos de los productos, se les determinó la media y la desviación estándar.

Para el estudio de vida útil se tomaron las formulaciones seleccionadas, se procesaron nuevos lotes de salchichas y se realizaron dos tratamientos de conservación: refrigeración (2-4 °C) y repasteurización (baño maría a 80 °C/10 min) seguida de refrigeración (2-4 °C).

Durante este estudio se realizaron análisis físico-químicos, microbiológicos, evaluación sensorial y de textura instrumental al inicio del estudio y en el momento de rechazo.



Para determinar la vida útil del producto se aplicó el gráfico de riesgos de Weibull, utilizando un intervalo de confianza del 95 % (Cardelli y Labuza, 2001).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3 muestra los contenidos de humedad, grasa, ceniza, proteína, almidón y fibra, así como el

valor del pH de la harina de quinua. Los valores obtenidos están en el entorno de lo encontrado para otras harinas de quinua, aunque su contenido de proteína es más alto que el de la harina de trigo (10,10%) y la de plátano (2,31%) (Cerezal et al., 2007).

**Tabla 3. Composición físico-química de la harina de quinua**

Humedad (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Almidón (%)	Fibra (%)	pH
9,52 (0,02)*	11,47 (0,85)*	2,15 (0,03)*	57,40 (1,56)*	6,24 (2,65)*	6,1

\*(): Desviación estándar; n= 3

Los valores de capacidad de retención de agua (CRA) y capacidad de retención de grasa (CRG) se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4. Propiedades funcionales de la harina de quinua.**

Harina	CRA (g agua / g muestra)	CRG (g grasa / g muestra)
Quinua	1,46 (0,05)*	0,41 (0,05)*
Trigo <sup>1</sup>	0,627	0,384
Plátano <sup>1</sup>	2,18	0,442

\*() Desviación Estándar. <sup>1</sup>Fuente: Cerezal et al. (2007)

A partir de los resultados obtenidos se podría deducir que la harina de quinua es capaz de retener más agua que la harina de trigo, pero si estos valores se comparan con los de la harina de plátano, el valor es menor, aspecto que podría explicarse por sus componentes, como las amilopectinas (M. Guerra, et al., 2011). Su capacidad de retención de aceite también es alta en relación con otros cereales.

La temperatura de gelatinización obtenida fue de 57,1 °C lo que concuerda con lo señalado por la literatura que reporta temperaturas de gelatinización de 55 a 65 °C para el almidón de la harina de

quinua (Romo, et al., 2006). La baja temperatura de gelatinización de dicho almidón favorece su empleo en alimentos que se someten a tratamientos térmicos poco intensos ya que puede garantizar la gelatinización y mayor funcionalidad. En productos cárnicos, por ejemplo, dicha temperatura de gelatinización está por debajo de la temperatura final de cocción (72 °C).

Los resultados de los análisis de composición química y pH de las formulaciones propuestas en el diseño se reflejan en la Tabla 5.



**Tabla 5. Composición proximal de las salchichas experimentales.**

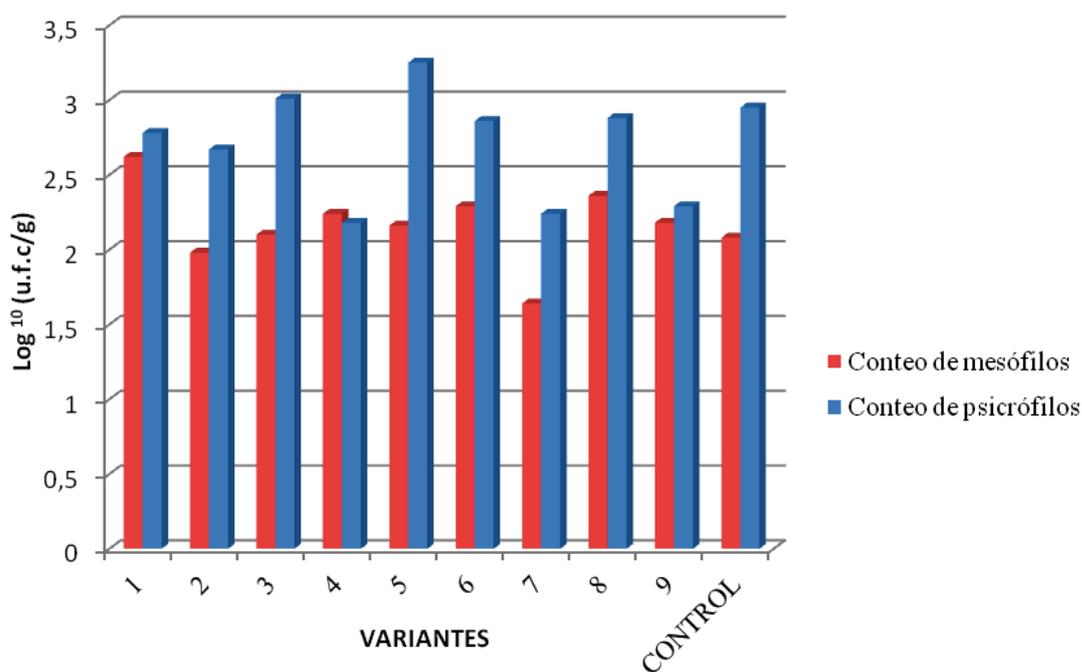
Fórmula	Harina (%)	Grasa (%)	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	NaCl (%)	NaNO3 (ppm)	pH
1	0	8	74,10 (0,32)	8,50 (2,32)	10,87 (1,92)	1,50 (0,05)	92,34 (0,14)	6,1
2	5	8	69,98 (0,28)	8,10 (1,3)	12,28 (1,85)	2,00 (0,02)	74,18 (0,11)	6,3
3	10	8	67,68 (0,11)	8,62 (2,52)	13,42 (0,98)	1,83 (0,02)	83,45 (0,07)	6,2
4	0	10	72,56 (0,33)	10,40 (2,03)	10,89 (1,23)	1,97 (0,01)	85,93 (0,20)	6,1
5	5	10	68,44 (0,04)	10,78 (1,57)	12,00 (0,89)	1,98 (0,02)	95,14 (0,06)	6,0
6	10	10	65,89 (0,35)	11,26 (3,26)	12,98 (0,76)	2,03 (0,04)	82,10 (0,02)	6,3
7	0	12	71,04 (0,01)	11,89 (1,49)	10,95 (1,39)	1,94 (0,1)	90,38 (0,15)	6,0
8	5	12	67,12 (0,06)	11,40 (2,28)	12,13 (0,79)	2,05 (0,09)	87,91 (0,07)	6,1
9	10	12	62,09 (0,13)	12,20 (3,26)	13,15 (2,16)	1,89 (0,02)	89,20 (0,42)	6,1
<b>Control</b>			58,48 (0,02)	24,00 (2,36)	12,59 (1,56)	1,62 (0,03)	79,76 (0,01)	6,2

(\*) Desviación Estándar; n= 2

El contenido de humedad varió desde 62,09 hasta 74,10 %, la grasa desde 8,1 hasta 12,2 %, y la proteína desde 10,87 hasta 13,42 %. Las variaciones en el porcentaje de proteínas fueron dadas por la utilización de harina de quinua, teniendo en cuenta que se fijó el nivel de proteína cárnica para todas las formulaciones y que la disminución del contenido de grasa se realizó a costa de aumentar la cantidad de agua añadida.

Como se puede observar los valores de proteína fueron mayores al aumentar la concentración de harina de quinua, tal como se esperaba. Estos resultados concuerdan con los trabajos reportados por Salinas (2010).

Los resultados microbiológicos se pueden observar en la Figura 1.



**Figura 1. Calidad microbiológica inicial de las pastas cárnicas (log UFC/g).**



La toma de muestras fue llevada a cabo inmediatamente después del proceso de elaboración, obteniéndose conteos de microorganismos mesófilos y psicrófilos bajos, manteniendo los niveles adecuados para este tipo de producto (menor a  $1,0 \times 10^6$  UFC/g) según la norma NTE INEN 1338:2012 (INEN, 2012). En el caso de las enterobacterias los conteos dieron resultados con valores inferiores a los límites de detección, lo que estuvo en correspondencia con el tratamiento térmico recibido.

Del análisis de regresión, se pudo observar que los modelos que resultaron significativos ( $\alpha = 5\%$ ) fueron lineales para el parámetro dureza instrumental y cuadráticos para la elasticidad, textura sensorial, sabor y jugosidad.

El resto de los modelos estudiados para las variables de respuesta, cohesividad y atributos sensoriales (aspecto y color) fueron no significativos (Tabla 6), por lo que no fue posible encontrar para estas variables un modelo matemático que explicara su comportamiento a

partir de los niveles estudiados de harina de quinua y grasa. Esto confirmó que dichos parámetros no se vieron afectados con las variaciones realizadas en los factores estudiados.

Los modelos matemáticos de predicción de los parámetros de calidad de las salchichas a partir de las variables contenido de harina de quinua ( $X_1$ ) y grasa ( $X_2$ ), cuyos ajustes resultaron significativos, se observan en la Tabla 7.

Como puede apreciarse en la Ec. 1, el contenido de harina de quinua ( $X_1$ ) y de grasa ( $X_2$ ), fueron directamente proporcionales a la dureza. Al aumentar la harina de quinua o la grasa se produjo un incremento en la dureza (Figura 2), observándose una influencia más marcada con la harina de quinua.

Los valores de la dureza oscilaron entre 4,18 kg y 10,03 kg (Tabla 8), al comparar las formulaciones con distintos contenidos de grasa (8, 10 y 12 %).

**Tabla 6. Significancia de los modelos de predicción de las variables de respuesta analizadas.**

Variable	Modelo	F	R <sup>2</sup>	Significancia
Dureza	Lineal	38,45	0,8849	*
	Cuadrático	2,88	0,9370	ns
Elasticidad	Lineal	27,01	0,8438	ns
	Cuadrático	7,63	0,9154	*
Aspecto	Lineal	1,18	0,1904	ns
	Cuadrático	0,39	0,3734	ns
Textura	Lineal	9,38	0,6522	ns
	Cuadrático	11,24	0,9181	*
Sabor	Lineal	6,61	0,5694	ns
	Cuadrático	7,31	0,8969	*
Color	Lineal	0,39	0,0729	ns
	Cuadrático	0,87	0,2617	ns
Jugosidad	Lineal	14,8	0,7475	ns
	Cuadrático	9,75	0,9511	*

\*: Diferencias significativas entre tratamientos al 95%; ns: diferencias no significativas

**Tabla 7: Modelos de predicción de los parámetros de calidad de las salchichas**

Ecuación	Nº
Dureza = $6,69 + 2,39 X_1 + 0,90 X_2$	Ec. 1
Elasticidad = $7,76 + 0,84 X_1 + 0,44 X_2 + 0,34 X_1 X_2$	Ec. 2
Textura = $5,50 - 0,52 X_1 + 0,09 X_2 - 0,04 X_1 X_2 - 0,38 X_1^2 - 0,14 X_2^2$	Ec. 3
Sabor = $5,63 - 0,19 X_1 - 0,023 X_2 + 0,11 X_1 X_2 + 0,17 X_1^2 - 0,092 X_2^2$	Ec. 4
Jugosidad = $2,44 - 0,88 X_1 - 0,16 X_2 - 0,33 X_1 X_2 - 0,18 X_1^2 + 0,56 X_2^2$	Ec. 5

$X_1$ : contenido de Harina de quinua;  $X_2$ : contenido de grasa

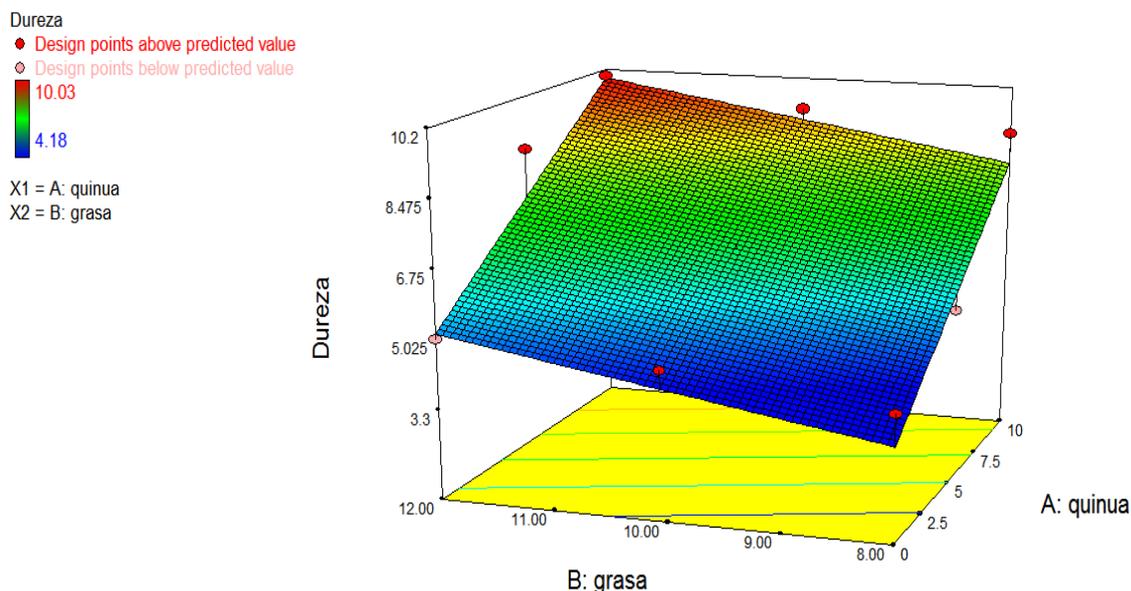


Figura 2. Superficie de respuesta para la dureza instrumental (kg) de las salchichas en función del contenido (%) de harina de quinua y grasa de la formulación.

Tabla 8. Parámetros texturales de las salchichas elaboradas bajo las diferentes formulación

Variante	Quinua (%)	Grasa (%)	Dureza (kg)	Elasticidad (mm)	Cohesividad (adimensional)
1	0	8	4,63 (0,47)	7,00 (0,76)	0,29 (0,01)
2	5	8	5,37 (0,43)	6,90 (0,33)	0,27 (0,01)
3	10	8	7,98 (0,45)	8,05 (0,60)	0,30 (0,01)
4	0	10	4,74 (0,60)	7,03 (0,62)	0,28 (0,02)
5	5	10	6,05 (1,56)	7,80 (0,29)	0,30 (0,02)
6	10	10	9,36 (1,11)	8,63 (0,38)	0,29 (0,01)
7	0	12	5,07 (0,96)	6,80 (1,16)	0,32 (0,26)
8	5	12	8,09 (1,52)	8,60 (1,20)	0,32 (0,02)
9	10	12	9,95 (1,90)	9,21 (0,83)	0,30 (0,08)
<b>Control</b>			6,60 (0,82)	7,00 (0,67)	0,25 (0,02)

() Desviación Estándar; n= 4

Dentro de las formulaciones estudiadas, los valores de dureza superiores se encontraron en las salchichas con 10 % de harina de quinua, lo que se debió a las propiedades funcionales que posee esta harina, las cuales ayudaron a retener el agua añadida y a mantener la estabilidad de la emulsión. Con respecto a las formulaciones que contenían harina de quinua, para un mismo porcentaje de grasa, al aumentar su concentración, se produjo un incremento de la dureza. Las formulaciones que presentaron valores de dureza por encima de 9 kg, correspondieron a concentraciones de harina de quinua de 10 % y de grasa entre 10 y 12 % (formulaciones 6 y 9 respectivamente).

Se observó que los menores valores de dureza los presentaron las fórmulas en las formulaciones 1

(4,18 kg), 4 (4,74 kg) y 7 (5,07 kg); este comportamiento pudo deberse a la cantidad de agua adicionada, carencia de harina de quinua, el tipo de carragenato empleado y el porcentaje de sal utilizado en las formulaciones (2 %), ya que, por su composición y la fuerza de gel reportada por el proveedor, 750 g·cm<sup>-2</sup>, al parecer se trabajó con una mezcla de carragenato kappa, el cual se ve afectado por la concentración de cloruro sódico (Pedersen, 1977; Pérez-Mateos et al., 2002). Estos resultados no coincidieron totalmente con lo reportado en la literatura ya que, según el tipo de carragenato (kappa, iota o lambda), se puede aumentar o disminuir la dureza de las salchichas con bajo contenido en grasa. Matulis et al. (1995) investigaron los efectos de la adición de



carragenato (0,2 a 0,4 %) a las salchichas de bajo contenido en grasa (12 a 18 %) y diferentes contenidos de cloruro sódico (1,3 a 2,0 %), encontrando que el carragenato tuvo poco efecto sobre la dureza en función del incremento de la sal. El carragenato aumentó la dureza al emplear concentraciones de sal por debajo del 1,7 % y redujo la jugosidad al emplear concentraciones de grasa por encima del 15 %. Foegeding y Ramsey (1986) hallaron que las características de textura de las salchichas de poca grasa (10 %) y alta humedad, elaboradas con iota-carragenato, no resultaron diferentes a las salchichas control con poca grasa y alta humedad, pero en ambas formulaciones se utilizó 2,35 % de sal.

Algunas de las formulaciones resultaron fuera del rango de las restricciones impuestas (5,5 a 8 kg de dureza). Estos valores, a pesar de estar fuera de las restricciones prefijadas, fueron muy similares a los encontrados por Martín et al. (1992) en productos similares elaborados con carne de cerdo y oca.

En la literatura no se encontraron trabajos que estudiaran la incorporación de la harina de quinua en salchichas reducidas en grasa. Ha sido utilizada como extensor en productos cárnicos (Maldonado, 2010) y en productos emulsionados tipo salchicha y mortadela, sustituyendo a la harina de trigo (Salinas, 2010).

Los valores obtenidos son similares a los encontrados en productos emulsionados elaborados con carne de cerdo y proteínas aisladas de soya y carragenato (M. A. Guerra, 1998), los cuales reportaron valores de dureza de 9,26 kg y 8,3 kg respectivamente.

Los valores elasticidad para las formulaciones elaboradas, oscilaron desde 6,8 mm en la variante 7 hasta 9,21 mm en la variante 9 (Tabla 8), resultando ser significativa esta variable de respuesta dentro de este estudio (Figura 3).

La cohesividad de las formulaciones correspondió con la de productos análogos elaborados con carne de diferentes especies, sin haberse podido observar diferencias significativas entre las formulaciones (Barbut y Mittal, 1989).

Los jueces evaluaron como “Buena” la textura de casi la totalidad de las formulaciones excepto la variante 6 (que contenía un 10 % de harina de quinua y un 10 % de grasa) que la evaluaron como regular, lo que pudo atribuirse a que las variaciones de dureza detectadas respecto a su patrón mental no fueron importantes como para devaluar el atributo (Figura 4).

Elasticidad

◆ Design points above predicted value

◇ Design points below predicted value

9.21

6.8

X1 = A: quinua

X2 = B: grasa

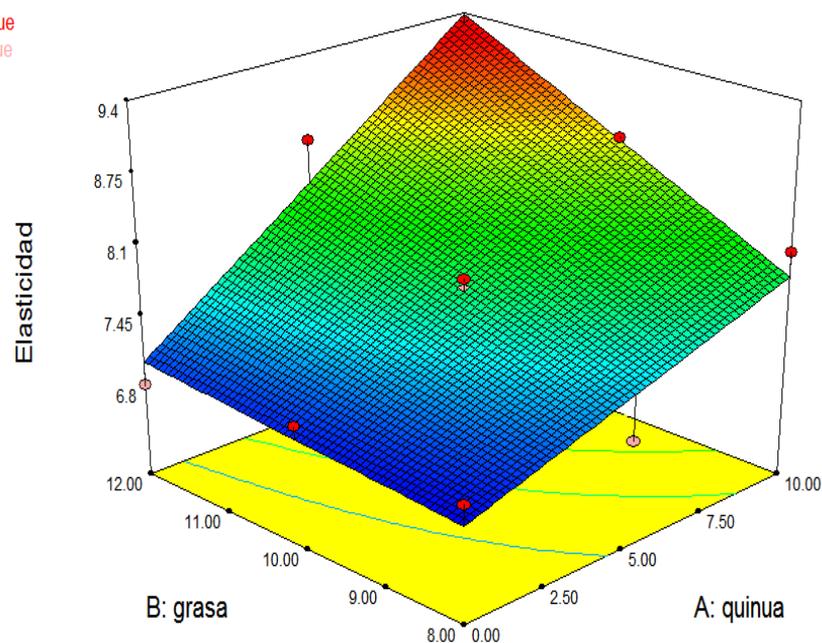


Figura 3. Superficie de respuesta para la elasticidad instrumental (mm) de las salchichas en función del contenido (%) de harina de quinua y grasa de la formulación

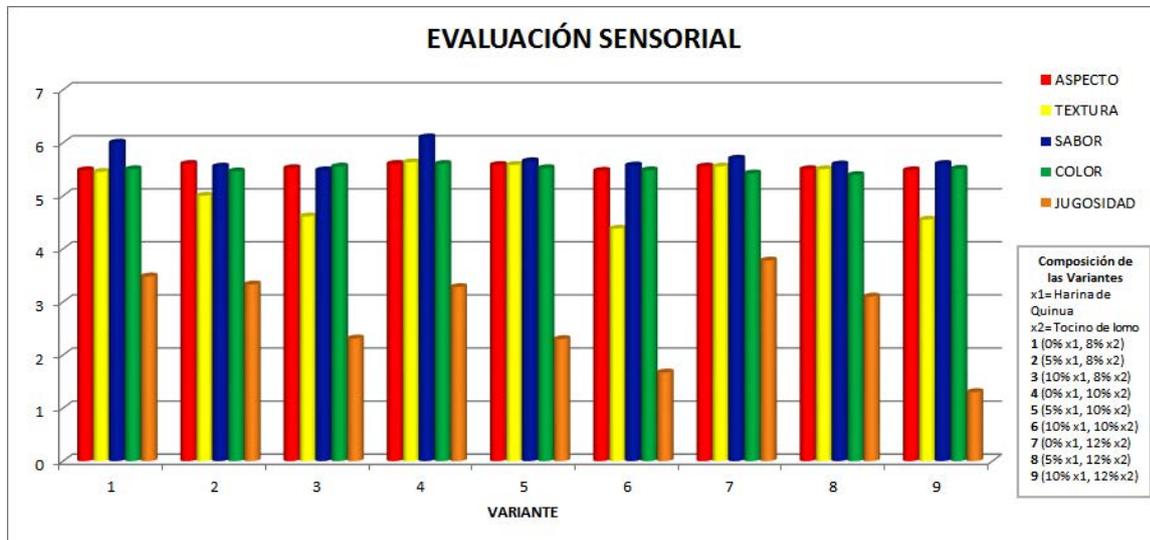


Figura 4. Resultados de la evaluación sensorial de las salchichas elaboradas con harina de quinua y carragenato

Los productos resultaron muy similares en su sabor, al igual que en el aspecto y color, recibiendo calificaciones entre 5 y 6, ("Bueno" a "Muy Bueno"), lo que significó que estos atributos no se afectaron con la relación harina de quinua-grasa estudiada.

El modelo (Ec. 4) predice que a medida que aumentan la proporción de harina de quinua y grasa en el producto, disminuye la puntuación. No obstante los jueces evaluaron favorablemente todas las formulaciones, lo que indica que los niveles de inclusión de harina de quinua utilizados en este

trabajo resultan aceptables en cuanto al sabor, demostrando así que la harina de quinua utilizada tuvo un proceso de saponificación adecuado.

En cuanto a la jugosidad, el modelo obtenido (ecuación V), que relaciona la jugosidad con las variables independientes, muestra la influencia que tiene la harina de quinua ( $X_1$ ) y la grasa ( $X_2$ ) sobre este parámetro, a medida que la concentración de éstas aumentan, disminuye significativamente la jugosidad (Figura 5), los jueces perciben salchichas más secas (Figura 4), observándose una influencia más marcada con la harina de quinua.

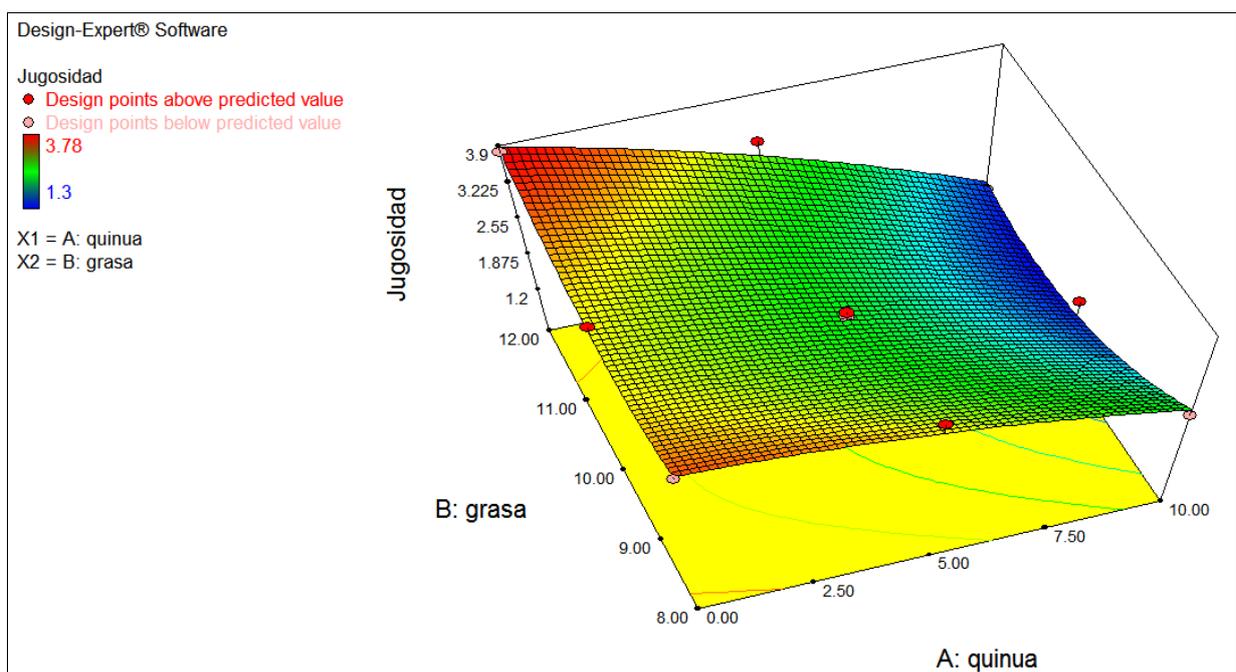


Figura 5. Superficie de respuesta para la jugosidad (1: extremadamente seca; 7: extremadamente jugosa) de las salchichas en función del contenido (%) de harina de quinua y grasa de la formulación.



Las puntuaciones oscilaron de 1 a 4, correspondiente a “Extremadamente seca” y “Óptima”. Los valores más bajos corresponden a las formulaciones 3 (2,31), 6 (1,67) y 9 (1,30) que contienen los mayores porcentajes de harina de quinua (10 %), se encuentran fuera del rango prefijado para las restricciones impuestas en el diseño (formulaciones 3 y 4), lo que indica que el 10 % de harina de quinua afecta sensiblemente a esta característica organoléptica de las salchichas. Esto puede ser explicado debido a que a medida que aumentó el contenido de quinua y grasa disminuyó el porcentaje de agua en la formulación. Además la quinua tiene una alta capacidad de retención de agua lo que incidió en la obtención de salchichas menos jugosas. Estos resultados fueron similares a los reportados por Verdesoto (2005) y contradictorios a los obtenidos por Salinas (2010). En este último estudio, tras reemplazar la harina de trigo por un 4 % de harina de quinua en productos cárnicos emulsionados, los jueces reportaron un incremento de la firmeza a medida que aumentó la concentración de quinua, pero siendo igualmente jugosos.

### 3.1 Caracterización del envase

El material de la tripa está compuesto por poliamida 6, el peso base y espesor fue de  $46,23 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  y  $44,90 \mu\text{m}$  respectivamente. La fuerza de tensión y la elongación fueron de  $70,67 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$  y  $49,45 \%$  y

resistieron adecuadamente la presión de embutido de la salchicha. La permeabilidad al vapor de agua de la tripa fue de  $13,15 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ h}^{-1}$ , encontrándose dentro de los valores reportados en la literatura para tripas impermeables (Theller, 1998).

En la Tabla 9 se reporta el resultado obtenido de la medición del espesor del material complejo de ambas caras de la bolsa y sus respectivas capas, así como la identificación de los polímeros que la componen. En dicha tabla se muestra también la permeabilidad al vapor de agua de las dos películas complejas PET/PEBD correspondientes a la cara superior e inferior de la bolsa.

En los resultados de resistencia al sellado térmico de los diferentes cierres de la bolsa se encontró que ninguno de ellos se despegó o partió al aplicárseles tensión. En los cinco ensayos realizados a cada uno de estos cierres, la probeta se elongó más de 25 mm hasta registrarse una fuerza de tracción de 16 N, partiéndose la película por una zona fuera del área de sellado, lo que indicó la alta resistencia al sellado de estos cierres.

### 3.2 Selección de la mejor variante

En la Figura 6 se presenta la superficie de respuesta óptima que cumple con las restricciones impuestas en la Tabla 2.

Tabla 9. Características del material de envase en ambas caras de la bolsa

Material	Grosor ( $\mu\text{m}$ )	Capa externa (PET)	Capa interna (PEBD)	Permeabilidad vapor de agua <sup>1</sup> ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 24 \text{ h}^{-1}$ )
Cara superior	89,0 (0,8)	22,8 (0,4)	66,2 (0,6)	1,89 (0,06)
Cara inferior	88,8 (0,8)	22,4 (0,5)	66,4 (0,5)	2,01 (0,07)

<sup>1</sup>: Permeabilidad medida a 23 °C y 85 % HR; PET: Polietileno tereftalato (Poliéster); PEBD: Polietileno de baja densidad; () Desviación típica; n= 3

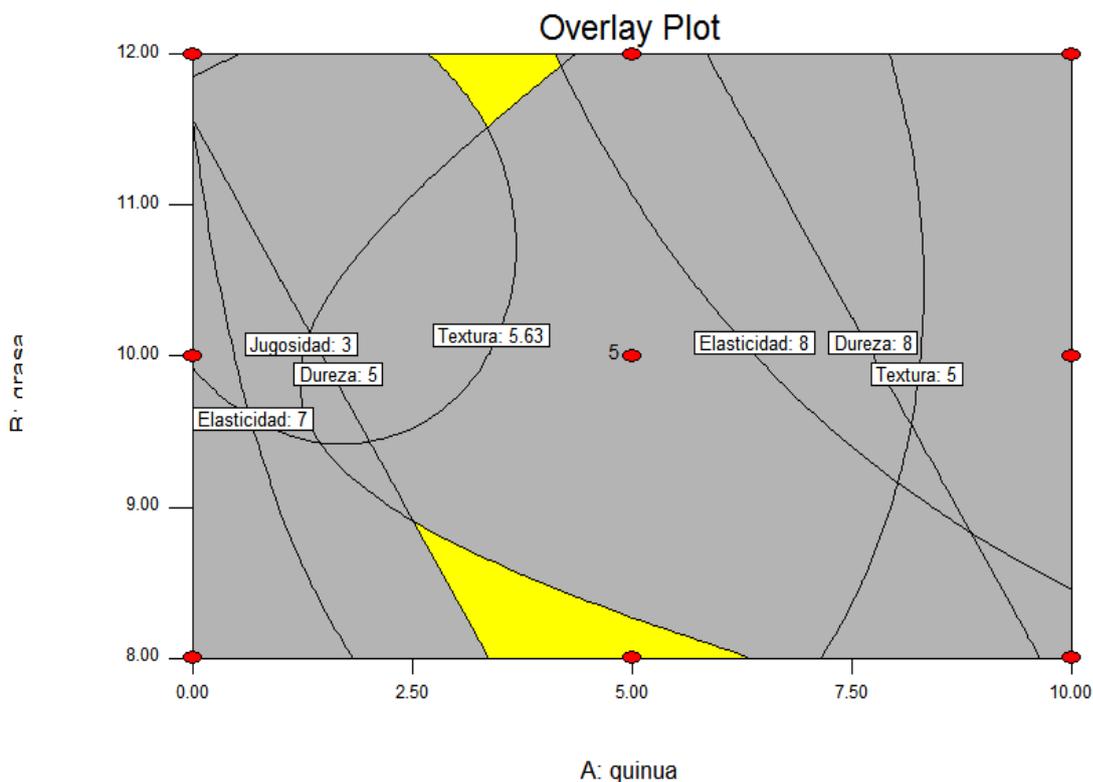


Figura 6. Superficie de respuesta óptima de salchichas en función del contenido (%) de harina de quinua y grasa de la formulación

Tal como puede apreciarse, en concentraciones de 10 % de grasa no hubo ninguna variante que cumpliera con los criterios preestablecidos, por lo que se seleccionó como mejor variante la correspondiente a un 5 % de harina de quinua y un 8 % de grasa ya que cumplía con estas restricciones, teniendo un bajo contenido de grasa.

### 3.3 Vida útil de las salchichas seleccionadas

Los productos recién elaborados presentaron una composición química acorde con los índices que se prescriben para el mismo (Tabla 10) y se consideraron aptos para realizar las pruebas de vida útil.

Se observó una disminución del pH (Figura 7), más marcado en las muestras no tratadas térmicamente, mientras que en las que se repasteurizaron luego del empacado fue menor.

Tabla 10. Composición, nitritos pH y  $a_w$  al inicio del almacenamiento en refrigeración

Formulación	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	NaNO <sub>3</sub> (ppm)	pH	$a_w$
5% HQ + 8%G	66,98	11,53	12,00	94,67	6,1	0,977

G:grasa; HQ:harina de quinua

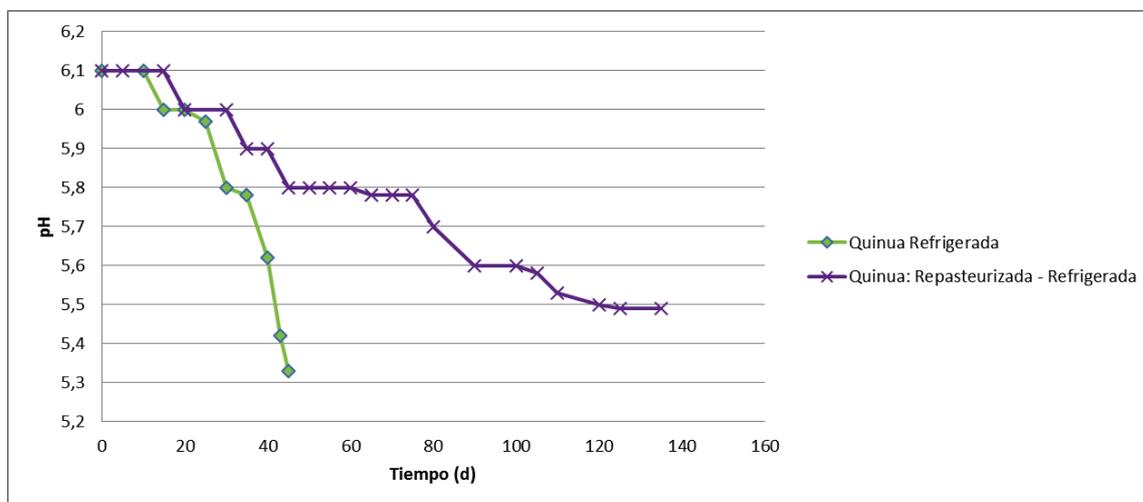


Figura 7. Evolución en el tiempo del pH de las salchichas de receta optimizada sometidas a diferentes tratamientos de conservación tras su elaboración.

El empaçado en bolsas previno a los productos cárnicos de la recontaminación microbiana, que incide en la disminución del pH. A esto contribuyó el tener un nuevo obstáculo, que es la repasteurización, que tiene un efecto reductor sobre la flora contaminante que pudo haber quedado luego del empaçado al vacío.

La disminución de pH estuvo originada por el incremento en los conteos microbianos. Además de la disminución del pH, se vieron afectadas las características organolépticas del producto (olor,

sabor y aroma), influyendo directamente en la aceptación del mismo y, por lo tanto, en la vida útil, ya que la evaluación sensorial fue el criterio de rechazo elegido, por ser éste el parámetro utilizado por los consumidores.

La calidad microbiológica de los productos al inicio del almacenamiento fue excelente cumpliendo con las exigencias de la Norma de Contaminantes Microbiológicos del Sistema de Normas Sanitarias de Alimentos (DISAIC, 2015) (Tabla 11).

Tabla 11. Calidad microbiológica de los embutidos tipo salchicha al inicio del almacenamiento en refrigeración.

Muestras (t=0)	Aerobios mesófilos totales (log UFC · g <sup>-1</sup> )	Psicrófilos (log UFC · g <sup>-1</sup> )
Con harina de quinua	1,95±0,003	2,90±0,004

El conteo de aerobios mesófilos totales fue del orden de 10<sup>2</sup>, siendo el de psicrófilos algo más elevado. Es fácil entender esta diferencia entre los conteos pues se trata de un producto refrigerado y el conteo de enterobacterias fue indetectable (datos no mostrados), significando que los productos recibieron un adecuado tratamiento térmico, siendo elaborados con buenas prácticas de higiene, por lo que fueron aptos para los estudios de durabilidad.

Los conteos microbianos aumentaron significativamente con el tiempo, algo más marcadamente en las formulaciones que sólo recibieron el tratamiento de empaque al vacío, mientras que en las repasteurizadas el crecimiento de microorganismos alcanzó la fase de aceleración en un intervalo mayor de tiempo, lo que podría deberse al efecto combinado de los dos obstáculos que deben vencer los microorganismos presentes para desarrollarse. Se observó, además, que en las

formulaciones que sólo fueron empaçadas al vacío, en menos de 40 días los conteos de aerobios mesófilos se encontraron en 4 unidades logarítmicas, valor límite que se permite para este tipo de productos (DISAIC, 2015; ICMSF, 1986). En el caso de las formulaciones que se sometieron a los dos tratamientos (empaque al vacío y repasteurización), después de 130 días, los valores de aerobios mesófilos llegaron al límite establecido. La tendencia de los conteos de bacterias productoras de ácido durante el almacenamiento, fue aumentar entre los 35 y 40 días hasta superar las cuatro unidades logarítmicas, dato que coincide con la fecha del rechazo de las formulaciones empaçadas al vacío. Estos microorganismos tienen un lento crecimiento, por lo cual son capaces de desarrollarse en productos envasados al vacío donde otras bacterias de más rápido crecimiento en



condiciones aerobias no se desarrollan debido al ambiente microaerofílico.

Al utilizar la repasteurización, el incremento en el tiempo de las bacterias productoras de ácido se hizo más lento y se extendió la durabilidad de los productos, sin embargo, entre los 125 y 130 días los recuentos de estos microorganismos indicadores estuvieron por encima de cuatro unidades logarítmicas. Shumaker y Feirtag (1997) observaron que el deterioro de los productos empacados al vacío ocurría por la presencia de bacterias productoras de ácido que, a pesar de eliminarse durante el tratamiento térmico, se vuelven a reproducir por una recontaminación posterior a la cocción.

Con relación al resto de los indicadores microbianos determinados, en el caso de las levaduras y microorganismos psicrófilos, los conteos durante todo el estudio de durabilidad se mantuvieron en una unidad logarítmica, mientras que no se encontró presencia de coliformes fecales, hongos y *Staphylococcus coagulasa* positivos, lo que avala la calidad sanitaria de los productos. Además, en ninguno de los productos se encontró presencia de *Salmonella* (datos no mostrados).

La seguridad y calidad en el estudio estuvieron también relacionadas con las operaciones de

envasado, cuyo éxito está en función de las propiedades del material de envase, la eficiencia en conseguir el vacío deseado y la integridad del envase así como de las condiciones y del control de la temperatura. En las salchichas únicamente envasadas a vacío, se presentó un exudado lechoso y los jueces calificaron el sabor de las mismas como ácidas a partir de los 47 días de almacenamiento.

Los parámetros texturales que se muestran en la Tabla 12, permiten observar que no se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para la fórmula con 5 % de harina de quinua y 8 % de grasa entre el inicio y final del estudio de vida útil de cada formulación.

En la Tabla 13 se muestran los resultados del análisis de riesgos de Weibull para la determinación de la vida útil de las salchichas envasadas al vacío y refrigeradas y las que recibieron después de envasadas al vacío un tratamiento de repasteurización y posteriormente se refrigeraron. Se exponen los percentiles del 5% por ser el riesgo aceptado en el trabajo.

**Tabla 12. Resultados de los parámetros del perfil de textura de las formulaciones seleccionadas refrigeradas y repasteurizadas-refrigeradas al inicio y final del período de vida útil.**

Parámetro	Tratamiento	Inicio	Final	Diferencias
Dureza (kg)	C/R	8,09	7,98	ns
	RP/R	8,93	8,89	ns
Elasticidad (mm)	C/R	8,53	8,48	ns
	RP/R	8,98	8,95	ns
Cohesividad (adimensional)	C/R	0,32	0,33	ns
	RP/R	0,32	0,31	ns

C/R: Cocinada-refrigerada; RP/R: Repasteurizada-refrigerada; ns: diferencias no significativas al 95 % de confianza

**Tabla 13. Vida útil, calculada a partir del análisis de riesgos de Weibull, de las salchichas sometidas a diferentes tratamientos térmicos, y almacenadas en refrigeración entre 2 y 4 °C.**

Tratamiento	Promedio (días)	Límite inferior <sup>1</sup>	Límite superior <sup>1</sup>
		(días)	
C/R	36,28 (0,017)	34,81(0,006)	37,81(0,017)
RP/R	129,36 (0,015)	127,70 (0,006)	131,03 (0,002)

C/R: Cocinada-refrigerada; RP/R: Repasteurizada-refrigerada; <sup>1</sup>: promedio +/- intervalo confianza 95%

Seleccionando de estos valores el límite inferior, para una mayor confianza, se puede decir que la vida útil de las salchichas envasadas al vacío y refrigeradas fue de 34 días para la formulación con 5 % de harina de quinua, 8 % de grasa y 1 % de carragenato. Para las salchichas envasadas al vacío y repasteurizadas fue de 127 días para la misma formulación.

Resultados similares fueron reportados por Guerra et al., (2001), que informaron de una vida útil en salchichas envasadas al vacío y refrigeradas, de 27 días para la de bajo contenido de grasa y de 26 días para las de alto contenido de grasa y, para las salchichas envasadas al vacío y repasteurizadas, 129 días para las de bajo contenido de grasa y de 122 días para las de alto contenido de grasa, lo que



no se encuentra muy alejado de lo obtenido en este trabajo.

#### 4. CONCLUSIONES

Se obtuvieron productos embutidos tipo salchicha de bajo contenido de grasa y buena calidad sensorial y microbiológica, empleando concentraciones entre el 5 y el 10 % de harina de quinua, entre el 8 % y el 12 % de grasa y un 1% de carragenato.

La mejor variante seleccionada para los criterios establecidos dentro de este trabajo correspondió a salchichas elaboradas con un 5 % de harina de quinua y un 8 % de grasa. Se observó que un nivel del 10 % de harina de quinua produjo un aumento de la dureza y afectó la jugosidad de las salchichas aunque el resto de los atributos sensoriales como el sabor, color y aspecto no se vieron afectados por esta concentración de harina.

La vida útil de la salchicha con 5 % de harina de quinua y 8 % de grasa, empacada en bolsas al vacío y almacenada en refrigeración, utilizando como criterio de evaluación el análisis sensorial, se prolongó hasta 34 días, que pasó a ser de hasta 127 días en el caso de aplicar un tratamiento adicional de repasteurización al producto una vez envasado al vacío lo cual da la posibilidad de tener esta opción para uso industrial, de acuerdo a la durabilidad que se desee en el producto.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de manera especial al Proyecto Prometeo de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de la República del Ecuador por la posibilidad brindada para la divulgación de los resultados de este trabajo y al IIIA (Cuba) por el apoyo para el desarrollo de la investigación.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed, P. O., Miller, M. F., Lyon, C. E., Vaughters, H. M., y Reagan, J. O. (1990). Physical and sensory characteristics of low fat fresh pork sausages processed with various levels of added water. *Journal of Food Science*, 55(3), 625-628.

AOAC. (1995). AOAC Official Method 967.25. *Salmonella* in Foods. Preparation of Culture Media and Reagents. (pp. 3). : AOAC INTERNATIONAL.

AOAC. (2005). AOAC Official Method 2001.11. Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds. Block Digestion Method Using Copper Catalyst and Steam Distillation into Boric Acid (pp. 3): AOAC INTERNATIONAL.

Arthey, D. Y., y Ashurst, P. R. (1997). *Procesado de frutas*. Zaragoza (España): Ed. Acribia.

Asp, N. G., Johansson, C. G., Hallmer, H., y Siljeström, M. (1983). Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble fibre. *Journal of Agronomy and Food Chemistry*, 31(3), 476-482.

ASTM. (2009). ASTM F88 / F88M-09. Standard Test Method for Seal Strength of Flexible Barrier Materials. West Conshohocken, PA (USA): ASTM International.

ASTM. (2013). ASTM E252-06. Standard Test Method for Thickness of Foil, Thin Sheet, and Film by Mass Measurement. West Conshohocken, PA (USA): ASTM International.

Barbut, S., y Mittal, G. S. (1989). Influence of K<sup>+</sup> and Ca<sup>++</sup> on the rheological and gelation properties of reduced fat pork sausages containing carrageenans. *LWT - Food Science and Technology*, 22(3), 124-132.

Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32(7), 62-66, 72.

Cardelli, C., y Labuza, T. P. (2001). Application of Weibull Hazard analysis to the determination of the shelf life of roasted and ground coffee. *LWT - Food Science and Technology*, 34(5), 273-278.

Carrillo, L., Dalmau, J., Martínez, J. R., Solà, R., y Pérez, F. (2011). Grasas de la dieta y salud cardiovascular. *Anales de Pediatría*, 74(3), 192.e191-192.e116.

Cerezal, P., Carrasco, A., Pinto, K., Romero, N., y Arcos, R. (2007). Suplemento alimenticio de alto contenido protéico para niños de 2-5 años. Desarrollo de la formulación y aceptabilidad. *Interciencia* 32(12), 857-864.

Cheftel, J. C., Cheftel, H., y Besançon, P. (1992). *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos* (4ª Edición ed.). Zaragoza (España): Ed. Acribia S.A.



- DISAIC. (1999). NC ISO 536. Norma Cubana. Papel y cartón. Determinación del gramaje (pp. 8). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2002). NC ISO 712. Norma Cubana. Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad (pp. 11). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2003). NC ISO 6888-1. Norma Cubana. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Método horizontal para la enumeración de *Staphylococcus* coagulasa positiva (*Staphylococcus aureus* y otras especies). Parte 1: Técnica utilizando el medio agar Baird Parker. (pp. 17). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2004a). NC 357. Norma Cubana. Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitrito (pp. 6). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2004b). NC ISO 1841-1. Norma Cubana. Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de cloruro. Parte I: Método de Volhard (pp. 8). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2004c). NC ISO 2917. Norma Cubana. Carne y productos cárnicos. Medición del pH. Método de referencia (pp. 9). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2005). NC 275. Norma Cubana. Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de humedad. Método rápido (pp. 6). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2006). NC ISO 936. Norma Cubana. Carne y productos cárnicos. Determinación de ceniza total (pp. 9). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2008). NC ISO 6579. Norma Cubana. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Método horizontal para la detección de *Salmonella* spp. Método de referencia (pp. 36). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2009). NC ISO 20483. Norma Cubana. Cereales y legumbres – Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de la proteína bruta. Método de Kjeldahl (pp. 18). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2010). NC ISO 2528. Norma Cubana. Materiales en lámina. Determinación de la velocidad de transmisión al vapor de agua. Método gravimétrico (de la cápsula) (pp. 18). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2012). NC ISO 527-3. Norma Cubana. Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 3: Condiciones de ensayo para películas y hojas (pp. 7). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2014). NC 1004. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica a 25 °C (pp. 11). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- DISAIC. (2015). NC 585. Norma Cubana. Contaminantes microbiológicos en alimentos. Requisitos sanitarios (Obligatoria) (pp. 27). <http://www.nonline.cubaindustria.cu/>.
- Egbert, W. R., Huffman, D. L., Chen, C. M., y Dylewski, D. P. (1991). Development of low-fat ground beef patties. *Journal Food Technology*, 45(6), 64-73.
- FAO. (2011). *La Quinoa: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*.
- Foegeding, E. A., y Ramsey, S. R. (1986). Effect of gums on low fat meat batters. *Journal of Food Science*, 51(1), 33-36.
- Guerra, M., Hernández, M., Pérez, D., Hernández, U., De Hombre, R., Frometa, Z., et al. (2011). Efecto de la harina de plátano sobre la calidad de un embutido tipo mortadella. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 21(3), 22-26.
- Guerra, M., Martín, M., Herrera, H., Jiménez-Colmenero, F., Casals, C., Núñez de Villavicencio, M., et al. (2001). Estudio de la estabilidad de salchichas con bajo contenido de grasa envasada al vacío. *La Industria Cárnica Latinoamericana*, 124, 33-39.
- Guerra, M. A. (1998). *Empleo de carragenato y aislado de soya en productos cárnicos emulsificados de bajo contenido de grasa*. MSc Thesis, Universidad de la Habana (Cuba), La Habana (Cuba).
- ICC. (1992). Standard Method No. 126/1. Method for using the Brabender Amylograph.



- ICMSF. (1986). *Ecología Microbiana de los Alimentos*. Zaragoza (España).
- INEN. (2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338. Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados–madurados y productos cárnicos precocidos–cocidos. Requisitos (pp. 11).
- Jacobsen, S. E., y Sherwood, S. (2002). *Cultivo de granos andinos en Ecuador. Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto*. Quito (Ecuador): Ed. Abya-Yala.
- Jiménez-Colmenero, F. (1995). Productos Cárnicos con bajo contenido en grasa. *Eurocarne* 35, 53-62.
- Jiménez-Colmenero, F. (1996). Technologies for developing low-fat meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 7, 41-48.
- Jiménez-Colmenero, F. (2004). Estrategias tecnológicas en el desarrollo de derivados cárnicos funcionales. En: F. Jiménez Colmenero, F. J. Sánchez-Muniz & B. Olmedilla (Eds.), *La Carne y Productos Cárnicos como Alimentos Funcionales* (pp. 75-90). Ciudad: Editec.
- Lin, M. J. Y., Humbert, E. S., y Sosulsky, F. W. (1974). Certain functional properties of sunflower meal products. *Journal of Food Science*, 39(2), 368-370. doi: 10.1111/j.1365-2621.1974.tb02896.x
- MAGAP. (2013). *Ecuador innovando para la Soberanía alimentaria: producción, consumo y comercio de la Quinua*. Paper presented at the IV Congreso Mundial de la Quinua, Ibara (Ecuador).
- Maldonado, P. (2010). Embutidos fortificados con proteína vegetal a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Enfoque UTE*, 1, 36-45.
- Matulis, R. J., Mckeith, F. K., Sutherland, J. W., y Brewer, S. (1995). Sensory characteristics of frankfurters as affected by salt, fat, soy protein and carrageenan. *Journal of Food Science*, 60, 48-54.
- Pedersen, J. K. (1977). La carragenina en productos cárnicos gelificados. *Afinidad*, 34, 637.
- Pérez-Mateos, M., Solas, T., y Montero, P. (2002). Carrageenan and alginate effect on properties combined pressure and temperature in fish mince gels. *Food Hydrocolloids*, 16(3), 225-233.
- Romo, S., Rosero, R., Forero, C., y Cerón, E. (2006). Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad Piartal en los Andes Colombianos. Primera Parte. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 4(1), 112-125.
- Salinas, M. E. (2010). *Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (Chenopodium quinoa) para la formulación y elaboración de salchichas tipo Viena con características funcionales*. BSc. Thesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato (Ecuador).
- Selgas, M. D., Cáceres, E., y García, M. L. (2005). Long-chain Soluble Dietary Fibre as Functional Ingredient in Cooked Meat Sausages. *Food Science and Technology*, 11, 41-47.
- Theller, H. W. (1998). Heat sealability of flexible web materials in hot bar sealing applications. *Journal of Plastic Film and Sheeting*, 5, 66-93.
- Totosaus, A. (2007). *Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio*. Paper presented at the Coloquio Internacional en Ciencia y Tecnología de la Carne y Productos Cárnicos.
- Villacrés, E., Peralta, E., Egas, L., y Mazón, N. (2011). Potencial Agroindustrial de la Quinua, Boletín Técnico No. 146. Quito (Ecuador): Departamento de Nutrición y Calidad de los Alimentos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP.