



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas
Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química
Ingeniería en Alimentos

PROFESOR PATROCINANTE

Andrea Bunger T.

Departamento de Ciencia de los
Alimentos y Tecnología Química
Universidad de Chile

DIRECTORES DE MEMORIA

Andrea Bunger T.

Departamento de Ciencia de los
Alimentos y Tecnología Química
Universidad de Chile

Jorge Guzmán V.

Departamento de Ciencia de los
Alimentos y Tecnología Química
Universidad de Chile
Director Técnico y Comercial
Hela Especias Chile S.A

**APLICACIÓN DE PROTEÍNA FRACCIONADA
DE PIEL DE CERDO COMO SUSTITUTO DE
GRASA EN LONGANIZA Y SALAME COCIDO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

CONSUELO ANDREA LAGOS TRUJILLO

Santiago

Agosto 2019

Agradecimientos

Agradezco a mis padres, Consuelo y Luis, que fueron el pilar fundamental para seguir adelante y no perdieron nunca la fe en mí. Que me enseñaron que con perseverancia y esfuerzo los sueños son alcanzables. Agradecida de mi familia y mis amigos, que siempre tuvieron una palabra de aliento, apoyo incondicional y ayudaron cuando los necesite.

Finalmente, quiero expresar mis agradecimientos a todos los que fueron parte de este proceso, desde de mi primer día de clases hasta la ayuda desinteresada en la realización de este trabajo. A mis directores de tesis que hicieron que esta investigación diera frutos. Mención honrosa para Don Carlos, que me ayudo en mis análisis de textura y al personal de Hela que siempre estuvo ahí para ayudarme en el desarrollo de productos.

Índice

Resumen	i
Abstract	iii
Introducción	1
1. Antecedentes Generales	3
1.1 Productos cárnicos	3
1.2 Cecinas	3
1.3 Piel de cerdo	5
1.3.1 Composición	5
1.3.2 Proteínas de piel de cerdo	5
1.4 Función de los lípidos en los alimentos	7
1.4.1 Función nutricional de los lípidos	7
1.4.2 Función química y física de los lípidos	7
1.4.3 Función sensorial de los lípidos	8
1.5 Sustituto de grasa	9
1.5.1 Definición sustituto de grasa	9
1.5.2 Sustituto de grasa a base de proteína	10
1.5.3 Proteína fraccionada de piel de cerdo	11
1.6 Longaniza	12
1.7 Salame cocido	13
1.8 Aditivos	13
1.8.1 Carragenina	13
1.8.2 Alginato	14
2. Hipótesis	15
3. Objetivos	16
3.1 Objetivos Generales	16
3.2 Objetivos Específicos	16
4. Metodología	17
4.1 Elaboración de sustituto de grasa	17
4.2 Formulación de productos cárnicos	19
4.2.1 Longaniza	19

4.2.2 Salame cocido	22
4.3 Diseño experimental	24
4.3.1 Límites del diseño experimental	24
4.3.2. Respuestas del diseño experimental	26
4.3.3 Optimización del diseño experimental.....	29
4.4 Análisis del producto terminado	30
4.4.1. Análisis proximal	30
4.4.2. Perfil de ácidos grasos	31
4.4.3. Evaluación sensorial	31
5. Resultados y discusiones	33
5.1 Formulaciones de producto control	33
5.1.1 Longaniza.....	33
5.1.2 Salame cocido	33
5.2 Límites diseño experimental	34
5.2.1 Longaniza.....	34
5.2.2 Salame cocido	35
5.3 Respuestas del diseño experimental	36
5.3.1 Longaniza.....	36
5.3.2 Salame cocido	37
5.4 Análisis del diseño experimental	39
5.4.1 Longaniza.....	39
5.4.2 Salame cocido	44
5.5 Optimización Conjunta	47
5.5.1 Longaniza.....	47
5.5.2 Salame cocido	49
5.5.3 Discusión de resultados de ambas optimizaciones	51
5.6 Análisis producto terminado salame cocido	52
5.6.1 Perfil sensorial con respecto a control	52
5.6.2 Análisis proximal	53
5.7 Perfil de ácidos grasos	54
5.8 Propuesta longaniza baja en grasas saturadas.	55
5.8.1 Perfil sensorial	57
5.8.2 Análisis proximal	59

5.8.3 Perfil ácidos grasos	60
5.9 Formulaciones finales	61
6. Conclusiones.....	62
7. Bibliografía	64
8. Anexos	70
Anexo 1: Formulaciones bases para longaniza y salame cocido.	70
Anexo 2: Determinación de cantidad de sustituto de grasa para los límites del diseño	71
Anexo 3: Tabla de valoración de calidad sensorial base para productos parrilleros y salame.	71
Anexo 4: Hoja de respuesta de test descriptivo contra control	74
Anexo 5: Tabla de valoración de calidad sensorial de longaniza con sustituto de grasa.	76
Anexo 6: Tabla de valoración de calidad sensorial de salame cocido con sustituto de grasa.	77
Anexo 7: Análisis de varianza multifactorial ANOVA para longaniza	77
Anexo 8: Análisis de varianza multifactorial ANOVA para salame cocido.	78
Anexo 9: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para sabor, Longaniza.	79
Anexo 10: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para color, Salame cocido.	80
Anexo 11: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para apariencia, salame cocido.	80
Anexo 12: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para sabor, salame cocido.	81
Anexo 13: Diagrama de Pareto y superficie estimada de respuesta para textura, salame cocido.	81
Anexo 14: Valores de deseabilidad predichos y observados, longaniza..	82
Anexo 15: Valores de deseabilidad predichos y observados, salame cocido.....	82
Anexo 16: Valores test descriptivo contra control.....	83
Anexo 17: Resultados Análisis proximal de salame cocido de la muestra control y muestra óptima.	84
Anexo 18: Resultados análisis lipídico en porcentaje de éteres metílicos.	85

Anexo 19: Resultados análisis proximal de longaniza de la formulación control y formulación de la sustitución 23%.	86
Anexo 20: Tabla composición de ácidos grasos de materias grasas de origen animal.	87
Anexo 21: Ley 20606, Límites de alimentos sólidos	88

Resumen

Como alternativa para disminuir el consumo de alimentos con alto contenido de grasas saturadas, se planteó este estudio, cuyo objetivo principal fue la elaboración y aplicación de un sustituto de grasa a partir de la piel de cerdo en longaniza y salame cocido, manteniendo las características sensoriales de los productos. Se realizó un diseño experimental rotacional central compuesto con los factores cantidad de sustituto de grasa y concentración de carragenina-alginato (1:0,6g) como aditivo estabilizante del sustituto de grasa. Como respuestas del diseño se utilizaron los parámetros sensoriales de calidad y de dureza instrumental, cada uno se analizó por separado para luego realizar una optimización conjunta maximizando las respuestas. El producto optimizado fue caracterizado mediante análisis proximal (AOAC.1990), perfil de ácidos grasos mediante el método AOAC 996.06 y perfil sensorial comparativo usando como control el producto base sin sustitución. Los valores óptimos de reemplazo en salame cocido fueron de 75,2% de tocino, con una cantidad de aditivo de 0,06 g en 100g de producto. La muestra óptima de salame disminuyó 61% de la materia grasa y en un 42% la cantidad de calorías. Además, presentó menor cantidad de partículas de grasa visibles y menor intensidad de sabor a grasa que la muestra control ($p \leq 0,05$). El salame optimizado obtuvo menos de 4g de materia grasa en 100 g de producto, por lo que no tendría el sello “ALTO EN GRASAS SATURADAS” en su rotulado.

Para longaniza, el reemplazo de cerdo 70/30 molido (70% de carne de cerdo/30% grasa) fue solo de 0,67%; con 1,22 g de aditivo por 100g de producto. En forma adicional se estudió un reemplazo mayor para determinar la cantidad de sustituto de grasa, la cual, mantuvo una calidad sensorial aún aceptable (sobre 7 en escala de 9 puntos) para color y apariencia, de acuerdo al modelo de deseabilidad en la optimización conjunta, llegando a un 26% de sustitución de cerdo 70/30 molido, esta formulación de longaniza no tendría el sello “ALTO EN GRASAS SATURADAS” en el rotulado.

Abstract

Application of fractionated protein of pork skin as fat substitute in longaniza and cooked salami

As an alternative to reduce the consumption of foods with high content of saturated fats, this study was proposed, whose main objective was the development and application of a fat substitute from pork skin in longaniza and cooked salami, maintaining the sensory characteristics of the products. A central rotational experimental design composed of the factors amount of fat substitute and concentration of carrageenan-alginate (1:0,6g) as a stabilizing additive of the fat substitute was carried out. As design responses, the sensory parameters of quality and instrumental hardness were used, each one was analyzed separately to perform a joint optimization maximizing the responses. The optimized product was characterized by proximal analysis (AOAC,1990), fatty acid profile by means of the AOAC 996.06 method and comparative sensory profile using as a control the base product without substitution. The optimal replacement values in cooked salami were 75,2% bacon, with an additive amount of 0,06 g in 100 g of product. The optimum sample of salami decreased 61% of the fat, and 42% the amount of calories. In addition, showed a lower amount of visible fat particles and a lower intensity of fat flavor than the control sample ($p \leq 0,05$). Optimized salami obtained less than 4 g of fat in 100 g of product, it does not have the "HIGH IN SATURATED FATS" stamp on its labeling.

For longaniza, the 70/30 milled pork (70% pork / 30% fat) replacement was only 0.67%; with 1.22 g of additive in 100 g of product. Additionally, a larger replacement was studied to determine the amount of fat substitute, which maintained an even acceptable sensory quality (over 7 on a 9-point scale) for color and appearance, according to the desirability model in joint optimization, reaching a 26% substitution of milled 70/30 pork, this formula would not have the seal "HIGH IN SATURATED FATS" in the labeling.

Introducción

Chile se posiciona como el segundo país OCDE con la tasa más alta de obesidad. Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el 34,4% de la población chilena mayor de 15 años presenta altos índices de obesidad (FAO, 2018). Según el Minsal (2017), 1 de cada 11 muertes en Chile es atribuible al sobrepeso y la obesidad.

A fines de junio del 2016, entró en vigencia la Ley 20.606 sobre composición nutricional de alimentos y su publicidad (Decreto Supremo N° 977, BCN, 2015), con la finalidad de proporcionar información nutricional de los alimentos para así facilitar su elección. Esta información se otorga, mediante un logotipo, similar al disco pare en la cara frontal del envase, indicando “Alto en” calorías, azúcares, grasas saturadas y sodio a los alimentos que sobrepasen los límites establecidos por esta ley. En este contexto, se ven afectados la gran mayoría de los alimentos procesados, entre ellos, los productos cárnicos, que en gran parte poseen el rótulo “alto en sodio” y “alto en grasas saturadas”.

Los productos cárnicos son altamente consumidos según la última encuesta realizada por el INE el año 2013, la cual indica que los chilenos consumen 15,6 kilos anuales de embutidos cárnicos, principalmente salchichas, mortadelas y longanizas. Esta cifra va en aumento, por lo que es preocupante, ya que estos productos contienen un alto contenido de grasas saturadas

conllevando enfermedades cardiovasculares, hipertensión y obesidad, entre otros (INE, 2014).

Por lo tanto, es necesario elaborar productos cárnicos que no contengan el rótulo de “alto en grasas saturadas”, sin afectar negativamente las características sensoriales del producto. Para ello, se realizó la adición de proteína fraccionada de piel de cerdo, con características sensoriales similares a la grasa. Ésta permite elaborar preparaciones, disminuyendo la utilización de materia grasa en productos cárnicos como longaniza y salame cocido, con atributos sensoriales similares a la del producto original, evidenciado por la evaluación con un panel sensorial.

1. Antecedentes Generales

1.1 Productos cárnicos

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos, se entiende como carne la parte comestible de los músculos de los animales de abasto como bovinos, ovinos, porcinos, equinos, caprinos, camélidos, y de otras especies aptas para el consumo humano (RSA, 2017).

1.2 Cecinas

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA, 2017), en el artículo 295 define cecinas como aquellos productos elaborados a base de carne y grasa de vacuno o cerdo, adicionados o no de aditivos, condimentos, especias, agua o hielo. Éstas se pueden clasificar en forma general de la siguiente manera:

Cecinas crudas frescas: Son aquellas que, como resultado de su elaboración, no sufren alteración significativa en los valores de a_w y pH respecto a los de la carne fresca.

Cecinas crudas maduradas: Son aquellos productos sometidos a procesos de curación y maduración, de duración prolongada y que, como consecuencia de su elaboración, sufren una disminución de su pH y a_w respecto a las de la carne fresca.

Cecinas crudas acidificadas: Son aquellos productos que como consecuencia de su elaboración sufren una disminución del valor de su pH respecto al de la carne fresca.

Cecinas cocidas: Son aquellos productos que, cualquiera sea su forma de elaboración, son sometidos a un tratamiento térmico, en que la temperatura medida en el centro del producto, no sea inferior a 68°C.

Los embutidos son estructuralmente emulsiones cárnicas, que consisten en una matriz de músculo y fibras del tejido conectivo, suspendido en un medio acuoso que contiene proteínas solubles y partículas de grasa, actuando como agentes emulsificantes las proteínas solubles (sarcoplasmáticas y miofibrilares) (Amerling, 2001).

En estas emulsiones se llega a la formación de una película proteica monomolecular alrededor del glóbulo de grasa. Las cabezas hidrófobas de las moléculas de miosina se sumergen en los glóbulos de grasa, mientras que las colas interaccionan con la actomiosina en la fase continua. Hacia afuera continúa una capa multimolecular de miosina, que además de ligar agua contribuye a la estabilización de la emulsión gracias a sus propiedades viscosas, elásticas y cohesivas (Belitz, et al, 1997).

Influyen en la estabilidad de estos sistemas entre otros factores el pH, la fuerza iónica, el intervalo de fusión de los lípidos y el contenido proteico. La temperatura de picado también es importante, se considera 14°C como la temperatura óptima, y a temperatura mayor a 20°C los productos resultan inestables (Belitz et al, 1997).

1.3 Piel de cerdo

1.3.1 Composición

Se conoce como piel de animal a la capa que cubre el cuerpo de los animales protegiéndolos del medio ambiente como cambios de clima, aire, polvo, agua, etc. La piel se compone de tres capas principales: la epidermis superficial pigmentada, el tejido conectivo subyacente, denominado corion, y la capa profunda o dermis (Espinel, 2010).

La epidermis es delgada y cubre la superficie, compuesta por la proteína llamada queratina. El corion está asociado a los folículos pilosos y a fibras de colágeno, elastina y reticulina. La dermis o subcutis consiste en una red membranosa de fibras de colágeno y elastina (Espinel, 2010). La composición química de la piel difiere con la edad del animal, sexo, nivel de grasa y tratamiento que la piel haya recibido una vez separada de la canal (Espinel, 2010).

1.3.2 Proteínas de piel de cerdo

Las proteínas son macromoléculas que desempeñan funciones importantes en los diferentes ámbitos por lo que se ha creado la necesidad de obtener proteínas con propiedades funcionales específicas y consistentes (Pelegri et al, 2005).

1.3.2.1 Colágeno

Es el componente principal de los tejidos conectivos y se puede clasificar según su estructura y composición, para la piel, corresponde el colágeno tipo I (Garrido, 2006).

El colágeno es capaz de absorber agua, pero no es soluble. Es decir, tiene capacidad para fijar agua, pero no la tiene para emulsionar grasas (Schmidt Hebbel, 1984). Además, posee la característica de encogimiento por aumento de la temperatura. Se produce una destrucción de su estructura para dar la formación de gelatina soluble, este proceso se produce en la carne con la cocción. (Belitz et al, 1997).

1.3.2.2 Elastina

La elastina se presenta asociada con el colágeno en pequeñas cantidades en el tejido conjuntivo. Es una proteína muy resistente, incapaz de absorber agua y con propiedades similares al caucho (Belitz et al, 1997).

1.3.2.3 Reticulina

La reticulina tiene una acción protectora más que de estructura. Se caracteriza por ser insoluble en agua y presentar un alto porcentaje de cisteína, aminoácido azufrado. Además, es resistente a la acción de las enzimas pepsina y tripsina (Pennacchiotti, 1998).

1.4 Función de los lípidos en los alimentos

El nivel de grasa determina las características nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales de los alimentos. Antes de que pueda considerarse la sustitución de grasa en productos alimenticios, es esencial entender cuáles son sus diversas funciones.

1.4.1 Función nutricional de los lípidos

Son constituyentes de la estructura celular y funciones de la membrana, además de ser la principal fuente de energía. Son fuente de ácidos grasos esenciales para el organismo animal (Masson et al,1985). Regulan el nivel de lípidos sanguíneos y vehículo de vitaminas liposolubles (A, D, E y K). La función nutricional de la grasa en el aspecto fisiológico / psicológico, principalmente es la medida en que la grasa desempeña un papel en el logro de saciedad (Roller y Jones, 1996).

1.4.2 Función química y física de los lípidos

Las grasas son triésteres del alcohol trihídrico, glicerol y, por lo tanto, se conocen como triacilgliceroles (TAG) o triglicéridos (TGs). El glicerol forma la columna vertebral de la estructura, pero son los tres ácidos grasos que están esterificados lo que le da a las grasas sus características funcionales y nutricionales (Talbot, 2011). Las diferencias de estabilidad a la oxidación, de plasticidad, de estado físico, de patrón de cristalización, de índice de yodo, de temperaturas de solidificación y de fusión, de las grasas y los aceites se deben

fundamentalmente a sus ácidos grasos (Badui et al, 2006). Por tanto, puede afectar las propiedades fisicoquímicas del producto, dentro de las más importantes son el comportamiento del producto alimenticio durante el procesamiento (estabilidad térmica, viscosidad, cristalización y propiedades de aireación y después del procesamiento (viscosidad y adherencia) y estabilidad de almacenamiento (migración de grasa, rancidez u oxidación) y estabilidad microbiológica (actividad del agua) (Roller y Jones, 1996).

1.4.3 Función sensorial de los lípidos

La cantidad, así como la calidad de la materia grasa tienen un rol determinante en las propiedades sensoriales relativas al aspecto, flavor y textura de los alimentos, en determinadas condiciones son la principal causa de deterioro del alimento dando lugar a compuestos de sabor y olor desagradable. La materia grasa interviene en el flavor de los alimentos que la contienen, a través de un efecto físico y de un efecto químico (Pagano y Fernández, 2010). De las cuales, intervienen en la determinación de los cuatro atributos sensoriales principales de los productos alimenticios, que son apariencia (brillo y translucidez), textura (dureza y crocancia), sabor (intensidad y desarrollo del sabor), y sensación en la boca (capacidad de fusión y cremosidad) (Roller et al, 1996).

1.5 Sustituto de grasa

1.5.1 Definición sustituto de grasa

El objetivo principal de muchos científicos es disminuir la incidencia de la obesidad y ciertas enfermedades crónicas a través del desarrollo y la promoción de productos bajos en grasa. Además, disminuir el consumo total de energía para mejorar la salud, y aumentar la palatabilidad de los alimentos sin aumentar la ingesta de grasas (Sampaio et al, 2004).

Este concepto es el que ha permitido el desarrollo de los sustitutos de grasas, definido como, productos que estructuralmente tienen similitud con las grasas en sus propiedades físicas, químicas, y organolépticas, pero que por razones también derivadas de su estructura no constituyen sustrato para las lipasas, o solo son parcialmente digeridos por estas enzimas (Valenzuela y Sanhueza, 2008).

Otro concepto diferente al de los sustitutos de grasas, es el de los productos que imitan a las grasas y que se utilizan para reemplazar a estas. Ellos simulan a las grasas sin poseer ninguno de sus componentes ni características nutricionales, aunque también aportan calorías, pero en menor magnitud (Valenzuela y Sanhueza, 2008).

1.5.2 Sustituto de grasa a base de proteína

Clasificar los tipos de sustitutos de grasa es una tarea difícil, debido a que al enfocar la clasificación en una sola característica podría dejar fuera a varios ingredientes que se utilizan como sustitutos.

Entre ellos se encuentran los derivados de carbohidratos, que simulan las grasas como lo demuestra el trabajo de Ramos y Jones (2004) en la utilización de hidrocoloides en salchichas; la fibra ha venido utilizándose recientemente como aditivo funcional en numerosos productos cárnicos picados y emulsionados con el fin de apoyar y garantizar la ligazón; lo que ha resultado en la producción de productos cárnicos bajos en grasa más estables y con mejores propiedades de textura (Pacheco et al, 2011).

Por otro lado existen los aceites vegetales, hay estudios en salame de sustitución parcial de tocino por aceite de oliva extra virgen, en donde no afectó de manera importante las características químicas, físicas y sensoriales de los productos (Ospina et al, 2011). También, derivados sintéticos, destacando el uso de poliésteres de ácidos grasos de sacarosa, emulsificantes, lípidos estructurados, glicerol (Pacheco et al, 2011).

También existen los sustitutos a base de proteína, que poseen un alto valor nutricional y una amplia gama de propiedades funcionales como solubilidad, viscosidad y capacidad de retención de agua. Dentro de estos, se encuentran

proteínas de soya, proteínas de suero, gluten, albumina, entre otras (Pacheco et al, 2011).

Algunos investigadores han estudiado el uso de derivados de soya en productos cárnicos. La adición de aislados proteicos de soya (2,5%) a embutido madurado tipo chorizo, se encontró que previene las pérdidas por goteo de los chorizos empacados a vacío durante el almacenamiento refrigerado y no afecta negativamente las propiedades organolépticas y microbiológicas durante la vida útil de 14 días (Ospina et al, 2011). La proteína fraccionada de cerdo utilizada en esta investigación corresponde a los sustitutos a base de proteínas.

1.5.3 Proteína fraccionada de piel de cerdo

Es una proteína fraccionada extraída de la piel de cerdo y antioxidantes naturales de romero y tocoferoles, certificada con EU/USDA para el consumo humano, y es elaborada en Dinamarca y fue comercializada por HELA S.A con el nombre Scangel A-95. En su composición posee un alto contenido de colágeno, el cual es extraído de la epidermis de la piel y barriga del cerdo. La piel y barriga de cerdo, son sometidas a molienda y cocción a temperatura controlada, luego la pasta formada del proceso anterior, es centrifugada para la separación de la grasa. La “sopa” de colágeno es enviada a un estanque de estabilización y secado por acción del tambor rotatorio. El producto obtenido en “hojuelas o flakes” es pulverizado para obtener un polvo fino en el cual resulta ser la proteína

fraccionada. No hay intervención de agentes químicos para la extracción de la proteína.

La proteína fraccionada de cerdo otorga una buena emulsificación y la adición de una alta resistencia al gel en el producto final. Además, es adecuado para aplicaciones de carne emulsionada, gránulos, productos de corte en frío, entre otros. Según las especificaciones técnicas, es recomendable una dosis de 0,1 a 3% dependiendo de su aplicación.

La proteína fraccionada de la piel de cerdo junto con otros elementos (agua, carne separada mecánicamente (MDM) que se utiliza para dar color a la preparación, hielo y aceite vegetal) permite elaborar gránulos, que son similares en textura y apariencia a la grasa de los productos cárnicos, ayudando a utilizar menor contenido de grasas en preparaciones cárnicas.

1.6 Longaniza

Cecina cruda fresca, o cocida, de masa heterogénea, curada o no, elaborada con carne de cerdo y/o vacuno y/u otras especies y adicionada con grasa de cerdo, con o sin cuero, con o sin pimentón o su extracto natural, agua, sal, aditivos u otros ingredientes permitidos (NCh2776, 2019), embutidas en tripas comestibles, atados en fracciones de 10 a 25 centímetros (FAO, 2006).

Su contenido en grasa libre puede ser hasta un máximo de 35% y un mínimo de 12% de proteína (NCh2776, 2019). Al ser un producto elaborado con

carne de cerdo, será rico en grasa de tipo monoinsaturada mayoritariamente (Valero et al, 2010).

1.7 Salame cocido

Es un embutido escaldado con incorporación de trozos de carne precurada, trozos de tocino, carne molida en forma gruesa y otros productos permitidos (Schmidt Hebbel, 1984). La mezcla está finamente picada y al corte ofrece un aspecto de color rojizo salpicado de pequeñas manchas blancas de grasa, no superiores a los 3 mm (Valero et al, 2010).

Los salames son productos cárnicos con alto contenido de grasa, que puede ser visualizado incluso en el producto rebanado. En general, este tipo de producto contiene cerca de 30% de grasa. La grasa presente contribuye a la textura, succulencia y sabor del producto, factores que determinan la calidad y aceptabilidad de los embutidos fermentados (Backes et al, 2013).

1.8 Aditivos

1.8.1 Carragenina

La carragenina está compuesta por polisacáridos de alto peso molecular con contenido de éster sulfatos formados por unidades alternadas de D-galactosa y 3,6-anhidro-galactosa, extraídas de algas rojas (Rocha et al, 2013). La posición y el número de grupos éster sulfato, así como el contenido de anhidro-galactosa determinan las diferencias primarias entre los tipos de carragenina *kappa*, *iota* y *lambda*. Por lo tanto, a mayores contenidos de grupos éster sulfato implican una

menor fuerza de gelificación y baja temperatura de solubilización (Hernández-Domínguez et al, 2016).

Las carrageninas son aditivos altamente usados en la industria alimentaria por su capacidad de formar dispersiones acuosas y de retención de agua, estabilizantes (Rocha, et al, 2013). Además, se aplica como modificador de textura y brindar ciertas características a diversas formulaciones (Hernández-Domínguez et al, 2016).

1.8.2 Alginato

Los alginatos son los polisacáridos más abundantes en las algas marinas y son una familia de polisacáridos lineales que contienen cantidades variables de β -D-manurónico y de ácido α -L-gulurónico (Avendaño et al, 2013).

El alginato tiene varias aplicaciones en la industria alimentaria, como espesante al ser disuelto en agua, retención de agua, formación de geles y formación de películas (Avendaño et al, 2013). Los geles de alginato se forman independientemente de la temperatura. Sin embargo, a exposición de tratamientos térmicos prolongados y variaciones extremas de pH, degradan al polímero (Avendaño et al, 2013).

2. Hipótesis

La adición de proteína fraccionada de piel de cerdo permite sustituir grasa en longaniza y salame cocido, disminuyendo el contenido de lípidos y manteniendo las características sensoriales de los productos, permitiendo la eliminación del sello “alto en grasas saturadas”.

3. Objetivos

3.1 Objetivos Generales

Elaborar y aplicar un sustituto de grasa a partir de la piel de cerdo en productos cárnicos, longaniza y salame cocido, manteniendo las características sensoriales de los productos.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar ensayos preliminares para obtener el sustituto de grasa a partir de la proteína fraccionada Scangel A-95 para cada uno de los productos.
- Obtener la formulación control para longaniza y salame, a partir de formulaciones bases entregadas por HELA.
- Aplicar un diseño experimental para determinar el nivel de aditivo y sustituto de grasa que se deberá añadir a las muestras de salame y longaniza.
- Obtener la formulación óptima de longaniza y salame mediante análisis de las respuestas del diseño experimental evaluación sensorial y análisis de dureza instrumental.
- Comparar las muestras control y las formulaciones óptimas con aditivo y sustituto de grasa, mediante análisis proximal, perfil de ácidos grasos y análisis sensorial.

4. Metodología

4.1 Elaboración de sustituto de grasa

Para la aplicación de un sustituto de grasa en productos cárnicos se realizó una elaboración mediante la formulación que otorgó la empresa HELA SPICE LATAM S.A. (**tabla 1**) en el laboratorio de desarrollo de productos de la misma empresa.

Tabla 1: “Formulación sustituto de grasa”

Materias Primas	Porcentaje
Agua 80°C	45,45
Aceite de maravilla	18,18
Proteína Fraccionada de cerdo (HELA SPICE LATAM S.A)	9,09
Hielo	18,18
MDM	9,09
Total	100

Formulación que la empresa HELA SPICE LATAM S.A sugiere a sus clientes.

A continuación, se visualiza el diagrama de bloques de la elaboración con su correspondiente descripción, proveniente de la empresa HELA SPICE LATAM S.A y evaluada en ensayos previos.

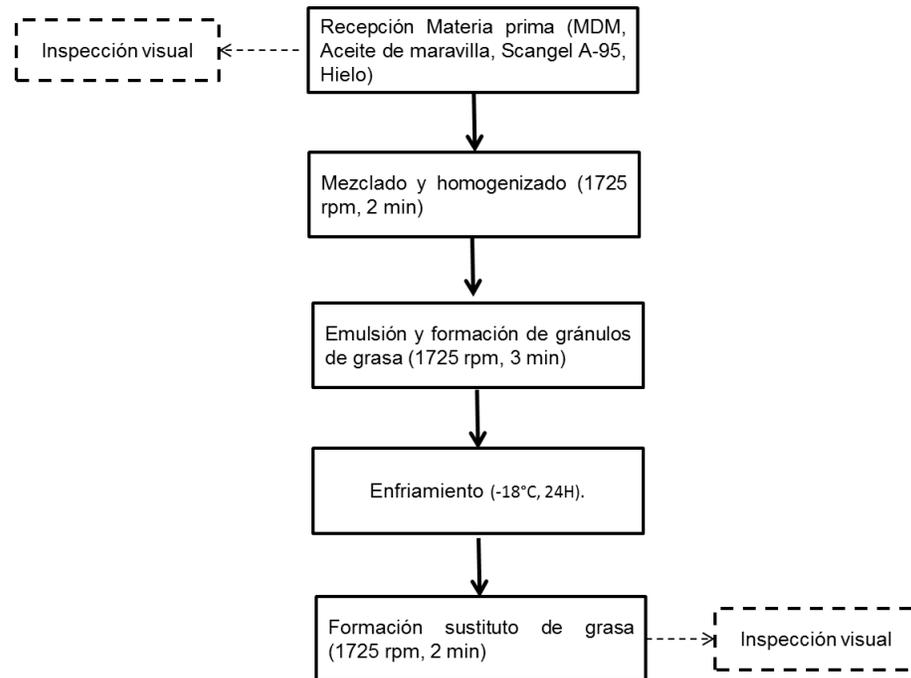


Figura 1: Diagrama de bloques de elaboración del sustituto de grasa.

Descripción diagrama de bloques:

1. Recepción materia prima: se recibió la proteína fraccionada de cerdo, carne mecánicamente separada (MDM), hielo y aceite de maravilla. Se realizó una inspección visual, verificando las buenas condiciones de las materias primas, olor característico, ausencia de partículas extrañas, etc. La MDM para su utilización debió estar refrigerada a 4°C.
2. Mezclado y homogenizado: en el cutter modelo 84145 de la marca HOBART se incorporó agua a 80°C junto con la proteína fracciona de piel de cerdo, a 1725 rpm durante 2 min o hasta haber obtenido una consistencia elástica. Luego, se agregó la MDM hasta que la mezcla se homogenizó.

3. Emulsión y formación de gránulos de grasa: se agregó lentamente el aceite en el cutter con el fin de obtener una emulsión fina a 1725 rpm. Luego, se incorporó hielo y mezcló por 3 min o hasta la formación de gránulos de grasas.
4. Enfriamiento: Los gránulos de grasa fueron envasados en recipientes herméticos y se dejaron en la cámara de frío a una temperatura de aproximada de -18°C durante 24 hrs.
5. Formación de sustituto de grasa: los gránulos de grasa se adicionaron nuevamente en el cutter a una velocidad de 1725 rpm durante 2 min o hasta haber obtenido el tamaño deseado. Producto listo para uso en los diferentes productos cárnicos.

4.2 Formulación de productos cárnicos

4.2.1 Longaniza

La formulación base fue otorgada por la empresa HELA SPICE LATAM S.A (**Anexo 1**) y mediante pruebas de ensayos y error en el laboratorio de desarrollo de productos de la misma empresa se determinó la fórmula control para la optimización, manteniendo las concentraciones de aditivos constantes y modificando la cantidad de cerdo 70/30 molido, es decir, 70% de carne de cerdo y 30% de grasa, a utilizar en cada ensayo, hasta conseguir textura y apariencia similares a las de longanizas artesanales.

A continuación, se explica mediante un diagrama de bloques el proceso de elaboración de longaniza.

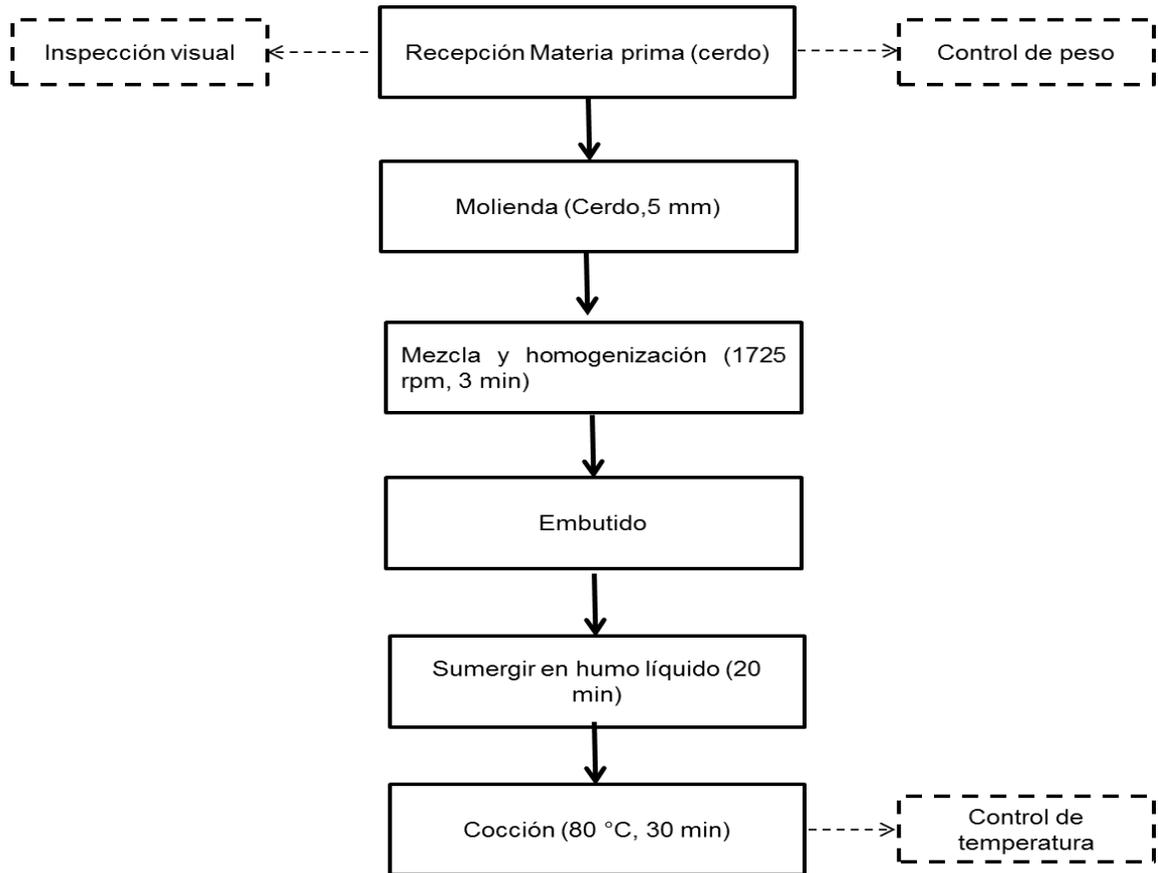


Figura 2: Diagrama de bloques longaniza, formulación control.

Descripción diagrama de bloques:

1. Recepción materia prima: se recibió cerdo 70/30 y el resto de los ingredientes secos. Se realizó una inspección visual, verificando las condiciones de las materias primas, olor característico, ausencia de partículas extrañas, etc. Los productos frescos (carne de cerdo) se derivan

a la refrigeración hasta su uso (4 °C) o congelación (-18°C) y las materias primas secas se almacenaron en un lugar fresco y seco. Además, se procede al control de peso para realizar la producción de longaniza.

2. Molienda: se procedió a la molienda de la carne de cerdo mediante una moledora de carne marca CALVAC, modelo SC-12 (1324). Se utilizó una rejilla de 5 mm.
3. Mezcla y homogenización: en un recipiente de acero inoxidable se mezclaron las materias primas. Primero, se incorporó la carne molida, luego se agregó la sal, sal de cura y el humectante. Posteriormente, se adicionó la fibra Jelucel previamente hidratada para finalmente incorporar el condimento y el antibak, mezcla de lactato de sodio y acetato de sodio. Todos los ingredientes debieron quedar incorporados a la masa homogéneamente.
4. Embutido: la masa obtenida anteriormente, se embutió en una tripa de cerdo de calibre 32-35 en embutidora FRIGAS de acero inoxidable, capacidad 5 kilos.
5. Sumergir en humo líquido: las longanizas se sumergieron en un recipiente con humo líquido por 20 min.
6. Cocción: se llevó el embutido a cocción hasta 80 °C en su centro por 30 min en un recipiente de acero inoxidable. Se realizó control de temperatura durante el proceso de cocción.

4.2.2 Salame cocido

La formulación base fue otorgada por la empresa HELA SPICE LATAM S.A (**Anexo 1**) y mediante pruebas de ensayo y error en el laboratorio de desarrollo de productos de la misma empresa se determinó la fórmula control, manteniendo las concentraciones de aditivos constantes y modificando la cantidad de cerdo, vacuno y tocino a utilizar, hasta conseguir textura y apariencia similares a las de salame comercial.

A continuación, se explica mediante un diagrama de bloques el proceso de elaboración de salame cocido para la formulación control.

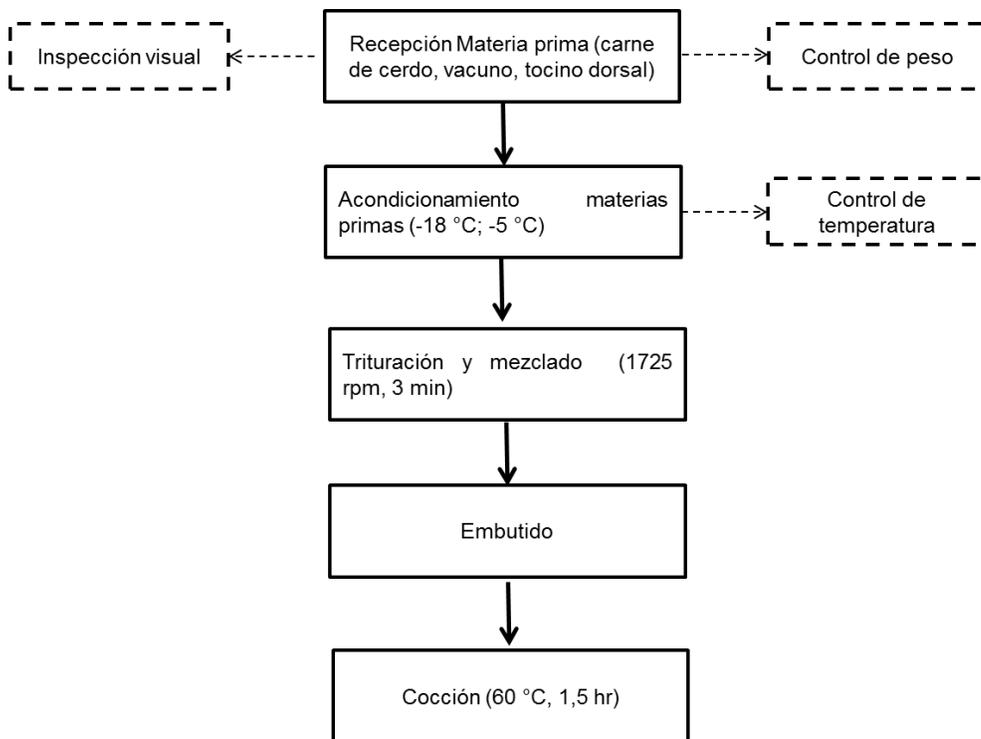


Figura 3: Diagrama de bloques salame cocido, muestra control.

Descripción diagrama de bloques:

1. Recepción materia prima: Se recibió carne de cerdo limpio, vacuno limpio y tocino dorsal y el resto de los ingredientes secos. Se realizó una inspección visual, verificando las condiciones de las materias primas, olor característico, ausencia de partículas extrañas, etc. Los productos frescos se derivaron a la refrigeración hasta su uso (4 °C), y las materias primas secas se almacenaron en un lugar fresco y seco. Además, se procedió al control de peso para realizar la producción de salame.
2. Acondicionamiento materias primas: se debió asegurar que las carnes de vacuno y cerdo estuvieran limpias, para eso se procedió a limpiar las carnes con un cuchillo cocinero. Luego, la carne de cerdo, vacuno y tocino se debió cortar en cuadrados de 2X2 cm. Finalmente, la carne de cerdo y tocino se debió congelar a -18°C, y la carne de vacuno hasta -5°C.
3. Trituración y mezclado: en el cutter modelo 84145 de la marca HOBART, se incorporó la carne de cerdo y vacuno y se trituró a 1725 rpm durante 2 min o hasta llegar al tamaño deseado. Luego, se detuvo el equipo y se añadió sal, sal de cura, madurador y condimento. Nuevamente, se mezcló en el cutter por 2 min hasta que todos los ingredientes quedaron homogenizados en la masa. Finalmente, se añadió el tocino congelado y se trituró en el cutter hasta obtener el tamaño deseado o por 3 min a 1725 rpm.

4. Embutido: la masa obtenida en el cutter, se procedió a embutir en tripa fibrosa permeable en la embutidora FRIGAS de acero inoxidable, capacidad 5 kilos.
5. Cocción: los embutidos se sometieron a un programa de temperatura en el horno ATMOS FOODCO. Se cocinó a vapor durante una hora y media, a 90% de humedad para llegar en el centro del salame a 60°C.

4.3 Diseño experimental

Para determinar la fórmula óptima se realizó un diseño rotacional central compuesto (2^2 +estrella) de 8 corridas con tres puntos centrales. En este estudio, los factores a optimizar fueron la concentración de sustituto de grasa y la concentración de carragenina-alginato. Estos últimos, para dar estabilidad al sustituto de grasa al momento de la cocción de las muestras.

4.3.1 Límites del diseño experimental

Para determinar los límites del diseño se realizaron ensayos previos con respecto a la concentración de carragenina-alginato, y la concentración de sustituto de grasa.

El límite máximo de sustituto de grasa se basó en la cantidad de tocino (salame cocido) o cerdo 70/30 molido (longaniza) que se debe reemplazar en las elaboraciones, tal que los valores de grasas saturadas estén por debajo del máximo permitido por la ley de etiquetado nutricional (4g grasas saturadas/100g producto) (RSA, 2017). Se realizaron 5 y 4 formulaciones para

longaniza y salame cocido, respectivamente, para determinar el límite máximo a utilizar de sustituto de grasa, según su comportamiento en la cocción y las características sensoriales que se pueden ver a simple vista (**Anexo 2** formulaciones). Para el límite mínimo del sustituto de grasa se fijó el valor como cero.

Por otro lado, la proporción de carragenina-alginato se basó en los estudios realizados anteriormente por Montoya et al (2010) en la concentración de alginato en jamones crudo, y en los trabajos de Ramos et al (2004) en la estabilidad de las salchichas con hidrocoloides y emulsificantes. En ese trabajo, los autores establecen que para 100 gramos de producto terminado, se necesitan 0,5% de carragenina y 0,3% de alginato. Con esta información se determinó que para la concentración total de aditivo a utilizar, 62,5% corresponden a carragenina y 37,5% corresponden a alginato. Se usaron las concentraciones indicadas en ese estudio, por lo que se fijó el límite inferior de la cantidad total de aditivo a utilizar como cero y para el límite superior de 4,7 g.

El diseño central rotacional compuesto de 11 puntos usado para ambos productos cárnicos se puede visualizar en la tabla 2.

Tabla 2: Puntos del diseño experimental para la longaniza y salame cocido.

N° experimento	Sustituto de grasa	Aditivo
1	-1	-1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1
5	$-\sqrt{2}$	0
6	$+\sqrt{2}$	0
7	0	$-\alpha$
8	0	$+\alpha$
9	0	0
10	0	0
11	0	0

4.3.2. Respuestas del diseño experimental

Como respuestas se utilizaron los atributos color, apariencia, aroma, textura y sabor; y la dureza instrumental, realizando una optimización conjunta maximizando la calidad sensorial y dureza instrumental.

4.3.2.1 Análisis de dureza instrumental

Se realizó en el equipo de ensayos Universal Lloyd Instruments Limited LR-5K del Laboratorio de Procesos del Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Se aplicó un test de compresión, en el cual, se obtuvieron los resultados de dureza, que se define como fuerza necesaria para lograr una deformación determinada durante el primer ciclo de compresión medida en Newton (N) (Torres, et al, 2015). Las muestras de longaniza y salame cocido fueron cortadas de un espesor de 5 cm para ser comprimidos por un vástago de 30 mm de diámetro para longaniza y de 60 mm de diámetro para salame cocido. Ambos test se realizaron hasta un 50% de deformación. La

velocidad del cabezal utilizada fue de 100 mm/min y una célula de carga de 500N. Cada medición se realizó en duplicado para cada producto cárnico.

4.3.2.2 Análisis sensorial

Preparación panel

Se realizaron los análisis con 11 panelistas, estudiantes de la Universidad de Chile con curso de Evaluación Sensorial aprobado, por lo que se les consideró ya seleccionados. Se usaron las dependencias del Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Se realizó una sesión de familiarización con los productos, en la cual se mostró una presentación con los objetivos de la investigación, las principales características de los productos y sus posibles defectos, y se explicó cada una de las tablas de valoración de calidad ajustadas para cada producto. Se realizó una discusión acerca de los atributos más importantes de longaniza y salame, como intensidad de sabor, aroma, apariencia, intensidad de color, textura y calidad total. Además, para una mejor caracterización de los atributos se les presentó a los jueces la muestra de la formulación control de cada producto cárnico (punto 4.2.).

Test de valoración de calidad

Se realizó un test de valoración de calidad de 9 puntos, considerando 5 atributos para cada muestra (color, forma, olor, sabor y textura). Se utilizó una escala de 1 a 9, con descripción de características para cada uno de los valores por cada atributo, siendo 9 excelente y 1 muy malo. Esta escala se divide en tres

tramos según el grado de calidad; grado 3 con deterioro indeseable, grado 2 con deterioro tolerable y grado 1 con características típicas.

La tabla de valoración posee límites para ciertas características, siendo 4 el límite de comestibilidad; y 5,5 el límite de comercialización, por sobre el cual la muestra es apta para su venta.

Se diseñaron dos tablas de valoración a partir de un test de valoración de productos parrilleros y salame. Ambas tablas se modificaron para los productos de longaniza y salame cocido, según las características que presentaron las formulaciones control que fueron elaboradas previamente (tablas en **Anexo 3**).

La evaluación de calidad se realizó en 5 sesiones, dos sesiones por semana en diferentes días, de las cuales 2 sesiones fueron para las muestras de salame, 2 sesiones para muestras de longaniza, y 1 sesión fue recuperativa, si el panelista hubiera faltado a alguna sesión anterior. A cada juez se le entregó una tabla de valoración de cada producto, hoja de respuesta y medio de neutralización (agua y té). Las muestras se prepararon previamente, para longaniza se calentaron en una parrilla eléctrica hasta alcanzar 80°C en el centro térmico, y se cortaron en trozos de 5 cm de manera uniforme; y para salame se refrigeraron a 5°C y se cortaron en rodajas de 2 cm. A cada panelista se hizo entrega de dos rodajas por muestra para cada producto cárnico, en donde, cada muestra se codificó con 3 números al azar, y el orden de evaluación era aleatorio para cada panelista. En la primera sesión se entregaron 6 muestras y en la segunda sesión 5 para cada producto cárnico.

Análisis estadístico

Los resultados de esta evaluación sensorial se llevaron al programa StatGraphics Centurion XVI.I, a través del cual se analizaron por análisis de varianza multifactorial ANOVA de dos factores, muestras y jueces, con el fin de visualizar si existe diferencias significativas para cada atributo en las 11 corridas del diseño experimental para longaniza y salame cocido. Los atributos con diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre muestras y sin diferencias significativas entre jueces ($p > 0,05$), fueron seleccionados para la optimización.

4.3.3 Optimización del diseño experimental

Para la optimización, cada atributo se analizó por separado en el programa StatGraphics Centurion XVI.I. Se consideraron los modelos en base a las respuestas con un coeficiente de determinación R^2 ajustado mayor o igual a 70%. Por consiguiente, los modelos que no cumplían con lo anterior no fueron considerados en la optimización final.

Aquellos modelos que cumplían con lo descrito anteriormente, se sometieron a una optimización conjunta para determinar el producto óptimo. Se obtuvo una función de deseabilidad en escala de 0 a 1, que maximiza las variables de respuesta, en donde se busca una deseabilidad cercana a 1 para un buen ajuste del modelo.

En caso de que los valores de la optimización para el sustituto de grasa fueran cercanos a cero gramos, se realizó una propuesta en base a la superficie

de optimización conjunta, determinando el máximo reemplazo que mantiene la calidad sensorial sobre puntaje 7 en escala de 9 puntos, para verificar si esa concentración de sustituto de grasa cumple con disminuir el contenido de grasas saturadas en el producto y no obtenga el sello “ALTO EN GRASAS SATURADAS” en el rotulado. Para ello, se analizó esa propuesta mediante análisis proximal, sensorial y perfil de ácidos grasos.

4.4 Análisis del producto terminado

4.4.1. Análisis proximal

Para determinar que las fórmulas óptimas estén sin sellos, se realizó análisis proximal, tanto de las muestras control como las fórmulas óptimas, el que aparece en la Tabla 3. Cada análisis se realizó en duplicado a las muestras optimizadas en el laboratorio de química de los alimentos.

Tabla 3: Análisis proximal realizado a productos terminados de longaniza y salame cocido.

Análisis	Método
Cuantificación de nitrógeno y estimación de proteína bruta	Método Kjeldahl (AOAC, 1990)
Cenizas Totales	Método oficial AOAC (1990). Horno Arquimed NEYO, M-525.Serie II a 550°C.
Humedad	Método oficial AOAC (1990).
Hidratos de carbono	Resta al 100% del contenido de ceniza, humedad, proteína y grasa total.
Contenido de materia grasa	Método oficial AOAC (1990) de extracción Bligh & Dyer
Contenido calórico	Cálculo a partir del análisis proximal, en que 1 g de hidrato de carbono y 1 g de proteína aportan 4 Kcal y 1 g de lípidos aporta Kcal.

4.4.2. Perfil de ácidos grasos

El análisis se realizó mediante el método AOAC 996.06. Se utilizó estándar interno (C23:0) otorgado por el laboratorio de ingeniería de procesos de calidad de los alimentos. La cromatografía de gases se llevó a cabo en el laboratorio de Química de los alimentos en el cromatógrafo de gases 5890 Serie II con la siguiente rampla de temperatura: T° horno: 160 °C; detector: 250°C; Inyector: 250°C.

Para determinar el porcentaje de grasas saturadas, se realizó una sumatoria del porcentaje de éteres metílico de ácidos grasos saturados (ácido mirístico, ácido palmítico y ácido esteárico), llevando a 100 gramos de producto terminado.

4.4.3. Evaluación sensorial

Se realizó un test descriptivo contra control, en donde se compararon las muestras óptimas con las muestras control elaboradas según en el punto 4.2 para cada producto cárnico, usando el panel del punto 4.3.2.2. El test consistió en la evaluación de 6 atributos que se determinaron según las características principales que poseen los productos cárnicos: Intensidad de color, cantidad y distribución de partículas de grasa, intensidad de color y homogeneidad de la pasta, firmeza del producto cárnico, aroma característico, intensidad de sabor característico, intensidad de sabor grasa y sabor residual y firmeza en la boca. El test posee una escala de -5 a +5, en que 0 indica intensidad igual al control,

valores negativos una intensidad inferior al control y valores positivos una intensidad superior al control (hoja de respuestas en **anexo 4**). Los resultados se analizaron a través de intervalos de confianza del 95% con el programa Excel 2010.

5. Resultados y discusiones

5.1 Formulaciones de producto control

5.1.1 Longaniza

Mediante la formulación base explicada en el punto 4.2.1, se determinó la formulación control de la tabla 4.

Tabla 4: Formulación longaniza control

Materias Primas	Porcentaje (%)
Cerdo 70/30 molido rejilla 5mm	78,1
Sal fina 18g/kg de producto final	1,6
Sal de cura Nitrito-nitrato 2 g/Kg masa	0,2
Humectante Crudos 10g/Kg masa	0,9
Agua fría 12°C	15,6
Jelucel 1000 15g/Kg masa	1,4
Condimento Longaniza 10g/Kg masa	0,8
Antibak 15g/kg masa	1,4
Total	100

A partir de esta formulación se reemplazó cerdo 70/30 molido según la cantidad de sustituto de grasa indicada en las corridas del diseño experimental.

5.1.2 Salame cocido

A partir de la formulación base para salame cocido (**Anexo 2**), se obtuvo la siguiente formulación control.

Tabla 5: Formulación salame cocido control

Materias Primas	Porcentaje (%)
Vacuno limpio Refrigerado	32,2
Tocino Dorsal Congelado	32,2
Cerdo Limpio Congelado	32,2
Sal fina 18g/kg de producto final	1,5
Sal de cura Nitrito-nitrato 2 g/Kg masa	0,2
Madurador Salame 10g/Kg masa	0,98
Condimento Salame 10g/kg masa	0,7
Total	100

A partir de esta formulación, se reemplazó tocino dorsal de cerdo según la cantidad de sustituto de grasa que indiquen las corridas del diseño experimental.

5.2 Límites diseño experimental

Para cada producto cárnico se determinaron las concentraciones límite del diseño experimental, de acuerdo a los criterios indicados en 4.3.1.

5.2.1 Longaniza

Según la tabla 5, los límites del diseño experimental de longaniza para sustituto de grasa son 0 g y 50 g, y para concentración de aditivo son 0 y 4,7 g (proporción de 1g de carragenina a 0,6g de alginato). A partir de estos límites, se observa el diseño experimental en la tabla 6.

Tabla 6: Corridas del diseño experimental para longaniza.

N° corrida	Sustituto de grasa	Aditivo	Sustituto de grasa (g)	Aditivos (Carragenina-Alginato) (g)
1	-1	-1	7,5	0,7
2	+1	-1	43	0,7
3	-1	+1	7,5	4
4	+1	+1	43	4
5	$-\sqrt{2}$	0	0	2,35
6	$+\sqrt{2}$	0	50	2,35
7	0	$-\sqrt{2}$	25	0
8	0	$+\sqrt{2}$	25	4,7
9	0	0	25	2,35
10	0	0	25	2,35
11	0	0	25	2,35

5.2.2 Salame cocido

Los límites del diseño de salame cocido para sustituto de grasa son 0 g y 30 g, y para concentración de aditivo son los mismos límites que el diseño de longaniza. En la tabla 7 se observa el diseño experimental.

Tabla 7: Corridas del diseño experimental para salame cocido.

N° corrida	Sustituto de grasa	Aditivo	Sustituto de grasa (g)	Aditivos (Carragenina-Alginato) (g)
1	-1	-1	4	0,7
2	+1	-1	26	0,7
3	-1	+1	4	4
4	+1	+1	26	4
5	-c	0	0	2,35
6	$+\sqrt{2}$	0	30	2,35
7	0	$-\sqrt{2}$	15	0
8	0	$+\sqrt{2}$	15	4,7
9	0	0	15	2,35
10	0	0	15	2,35
11	0	0	15	2,35

5.3 Respuestas del diseño experimental

Mediante la metodología explicada en el punto 4.3.2.2, se aplicó un test de valoración de calidad en 9 puntos con las adaptaciones correspondientes a las características sensoriales de cada producto con sustituto de grasa, en donde se evaluaron las 11 muestras de longaniza y salame cocido (tablas finales para cada producto en **anexos 5 y 6**).

5.3.1 Longaniza

Para la evaluación de calidad sensorial de longaniza solo asistieron 9 jueces al panel, de los 11 que habían sido preparados. En la tabla 8 se observa el resumen de promedios y ANOVA para todas las respuestas (detalles de resultados en **anexo 7**).

Tabla 8: Resultados de calidad sensorial y dureza instrumental para longaniza.

Corridas del diseño	Variables codificadas		Color*	Apariencia*	Aroma*	Sabor*	Textura*	Dureza (N)**
1	-1	-1	7,6	7,3	7,7	7,9	7,8	67,8
2	+1	-1	5,3	5,7	7,1	6,3	4,8	40,4
3	-1	+1	7,4	7,3	7,3	6,8	6,3	43,3
4	+1	+1	5,2	5,4	7,6	6,4	4,7	31,1
5	$-\sqrt{2}$	0	7,6	7,4	7,3	7,3	7,0	57,1
6	$+\sqrt{2}$	0	5,2	5,1	7,0	6,3	4,2	37,7
7	0	$-\sqrt{2}$	6,9	6,7	7,2	7,2	7,1	65,7
8	0	$+\sqrt{2}$	6,6	6,9	7,7	6,8	5,7	32,4
9	0	0	6,7	6,3	7,0	6,6	5,3	21,5
10	0	0	7,2	7,3	7,2	6,9	6,1	31
11	0	0	6,7	6,8	7,1	7,6	5,8	25,4
Nivel de significación jueces			0,1569	0,0591	0,0586	0,0687	0,3951	---
Nivel de significación muestras			0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	---

*Promedios de 9 jueces en escala de 9 puntos, en que 9= excelente y 1= muy malo

**Promedio de dos repeticiones

En base a estos resultados, se puede observar que no hay diferencias significativas entre jueces ($p \leq 0,05$), y sí existen diferencias significativas entre muestras en todos los atributos evaluados, es decir, los jueces estaban suficientemente entrenados y fueron capaces de distinguir las diferencias entre muestras.

Se observa que las corridas 2, 4 y 6 poseen las evaluaciones más bajas con respecto a calidad de los atributos sensoriales y de dureza instrumental, destacando especialmente la baja calidad de textura sensorial, coincidiendo que estas corridas poseen una gran adición de sustituto de grasa en la longaniza.

5.3.2 Salame cocido

En los resultados de salame cocido, se debió eliminar un juez por alta dispersión con respecto al panel, por lo que se evaluaron los resultados de 10 jueces. En la tabla 9 se observa el resumen del promedio y el ANOVA (detalle de resultados en **anexo 8**)

Tabla 9: Resultados de calidad sensorial y dureza instrumental para salame cocido.

Corridas del diseño	Variables codificadas		Color*	Apariencia*	Aroma*	Sabor*	Textura*	Dureza (N) **
1	-1	-1	7,3	7,4	7,2	6,9	7,1	376,2
2	+1	-1	6,6	6,1	7,6	7,0	7,2	454,5
3	-1	+1	7,2	6,8	7,6	6,7	6,0	401,5
4	+1	+1	6,0	5,9	7,6	6,3	6,4	338,9
5	$-\sqrt{2}$	0	7,6	7,0	6,9	5,9	5,7	404,1
6	$+\sqrt{2}$	0	7,0	6,5	7,6	7,2	5,8	381,1
7	0	$-\sqrt{2}$	6,3	6,6	7,73	7,2	7,0	431
8	0	$+\sqrt{2}$	7,6	7,6	7,6	7,1	6,4	321,4
9	0	0	7,6	7,2	7,6	7,4	6,6	387,1
10	0	0	7,4	7,2	7,7	7,6	6,9	373,2
11	0	0	7,2	7,1	7,6	7,2	6,3	338,7
Nivel de significación jueces			0,0860	0,0505	0,1923	0,0650	0,0513	---
Nivel de significación Muestras			0,0000	0,0000	0,0079	0,0000	0,0000	---

*Promedios de 9 jueces en escala de 9 puntos, en que 9= excelente y 1= muy malo

**Promedio de dos repeticiones

Se observa que no hay diferencias significativas entre jueces con una significancia del 5%, y sí existen diferencias significativas entre muestras, es decir, los jueces estaban suficientemente entrenados y fueron capaces de distinguir las diferencias entre muestras.

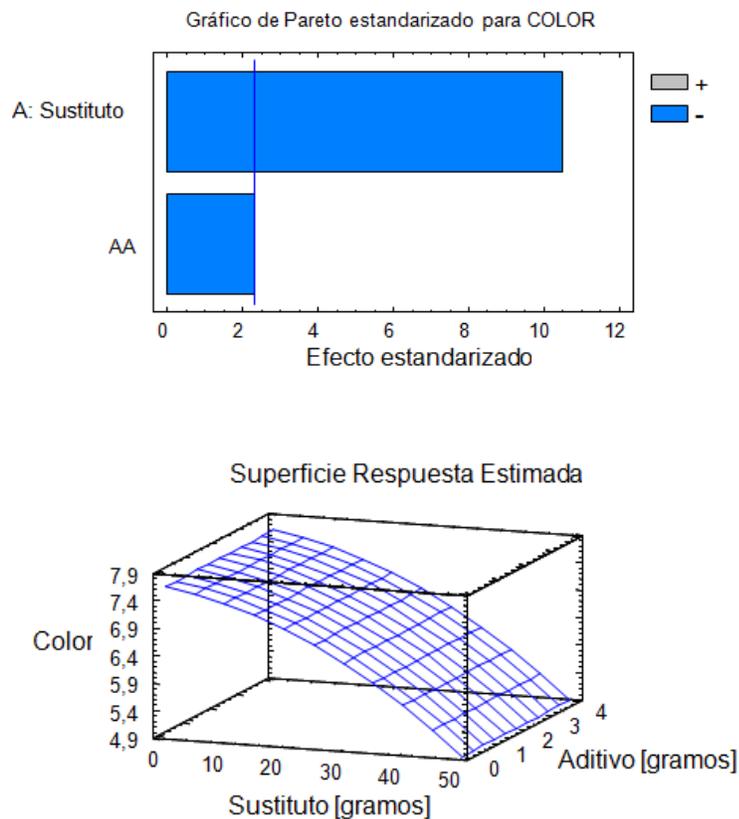
De igual manera que en longaniza, los experimentos evaluados con menor calidad en la mayoría de los atributos fueron las corridas 2, 4 y 6 (experimentos con mayor cantidad de sustituto de grasa).

5.4 Análisis del diseño experimental

5.4.1 Longaniza

Los atributos a los cuales se ajustó satisfactoriamente un modelo de superficie de respuesta fueron calidad de color, calidad de apariencia, calidad de aroma, calidad de textura sensorial y dureza instrumental. Solo el atributo sabor no presentó un ajuste satisfactorio (resultados en **anexo 9**).

En las figuras 4 a 8 se presentan las superficies de respuesta, el diagrama de Pareto, la ecuación del modelo y el coeficiente de determinación R² ajustado de los atributos que obtuvieron un buen ajuste.

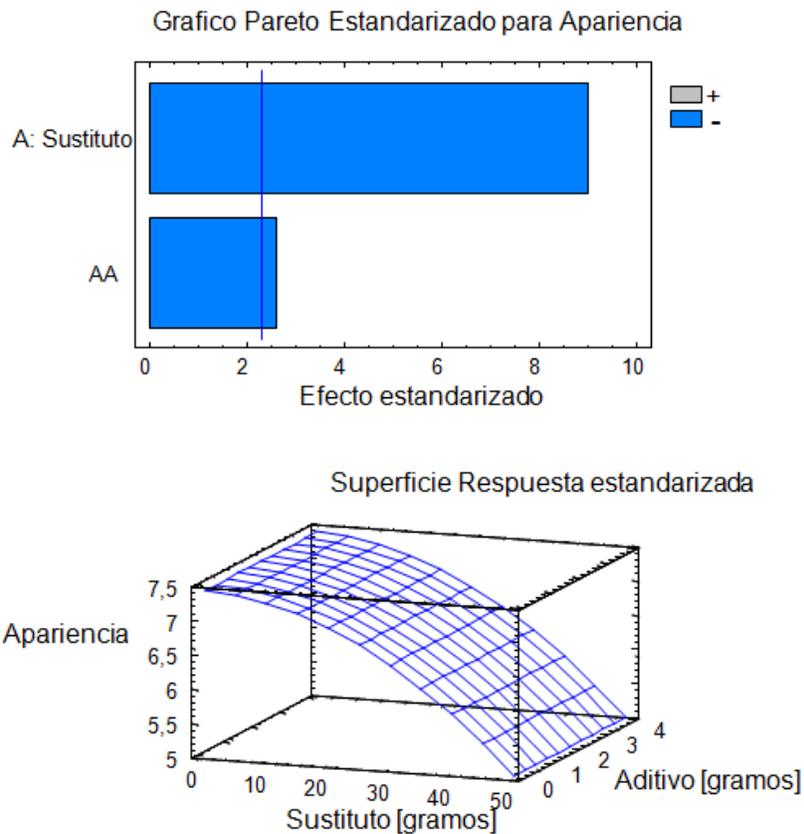


$$\text{Color} = 7,6413 - 0,0157 * \text{Sustituto} - 0,0007 * \text{Sustituto}^2$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 91,8\%$$

Figura 4: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para color, longaniza.

De la figura 4, se puede visualizar que el factor sustituto posee un efecto significativo tanto en su forma lineal como cuadrática ($p \leq 0,05$), y el factor aditivo no es significativo. La disminución del sustituto aumenta la calidad de color.

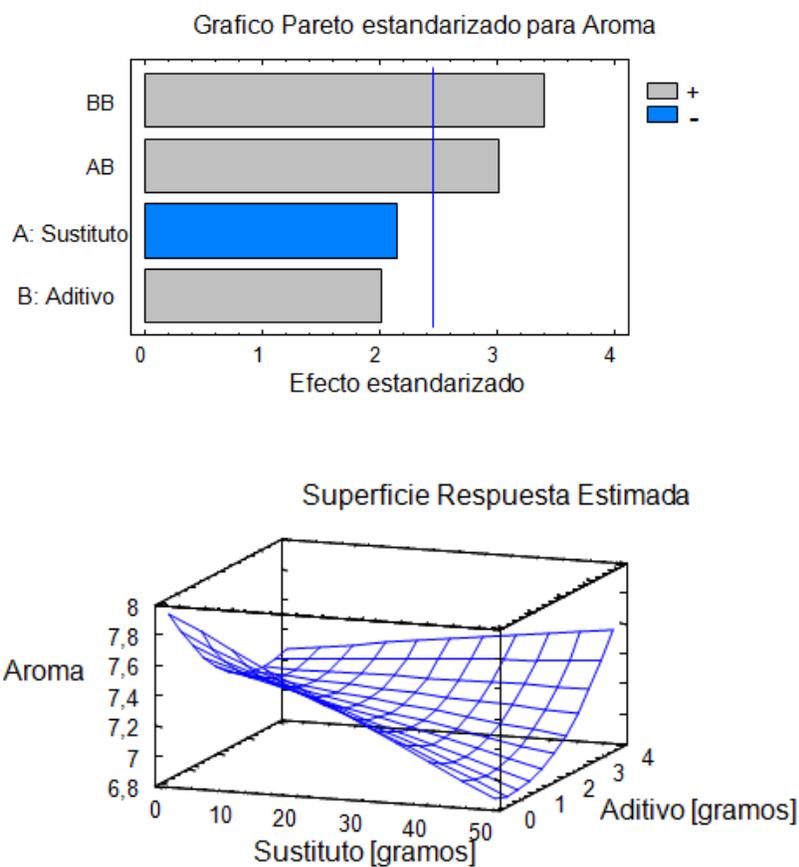


$$\text{Apariencia} = 7,4297 - 0,0034 * \text{Sustituto} - 0,0008 * \text{Sustituto}^2$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 89,5\%$$

Figura 5: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para apariencia, longaniza.

En la figura 5 se puede observar que el factor sustituto (A) y su efecto cuadrático (AA) son significativos estadísticamente ($p \leq 0,05$), mientras que el aditivo no es significativo en la apariencia. Además, se visualiza que el sustituto posee un efecto negativo, es decir, la disminución conlleva un aumento en la calidad de apariencia.

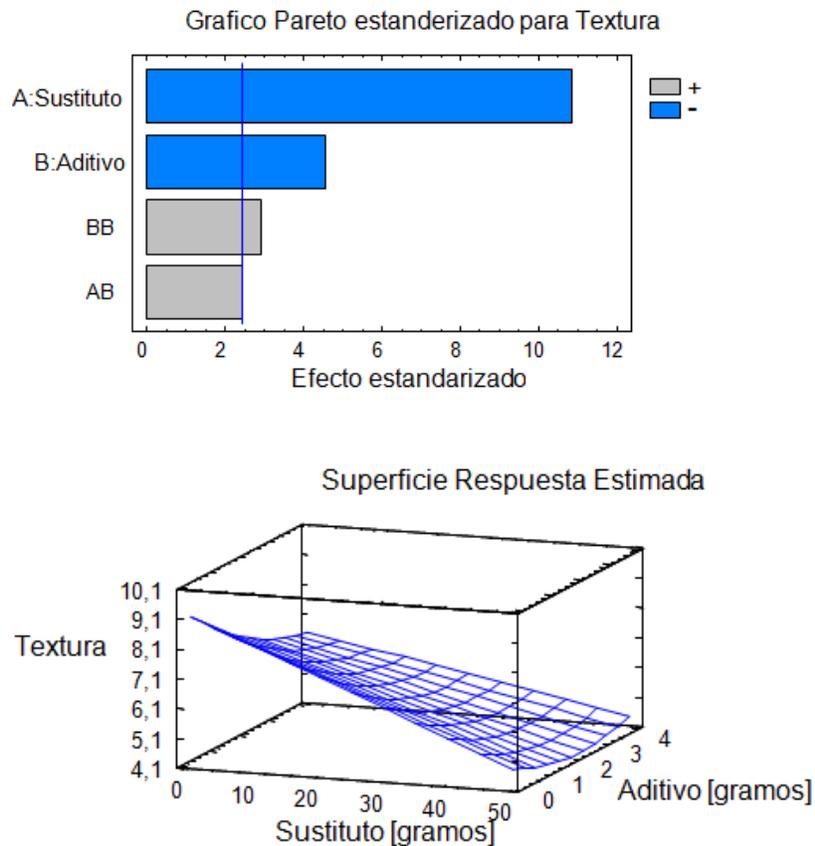


$$\text{Aroma} = 7,9349 - 0,0214 * \text{Sustituto} - 0,4232 * \text{Aditivo} + 0,0067 * \text{Sustituto} * \text{Aditivo} + 0,0658 * \text{Aditivo}^2$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 71,5\%$$

Figura 6: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para aroma, longaniza.

Se puede visualizar que el efecto cuadrático del aditivo (BB) y las interacciones entre aditivo y sustituto (AB) son significativos sobre el aroma ($p \leq 0,05$).



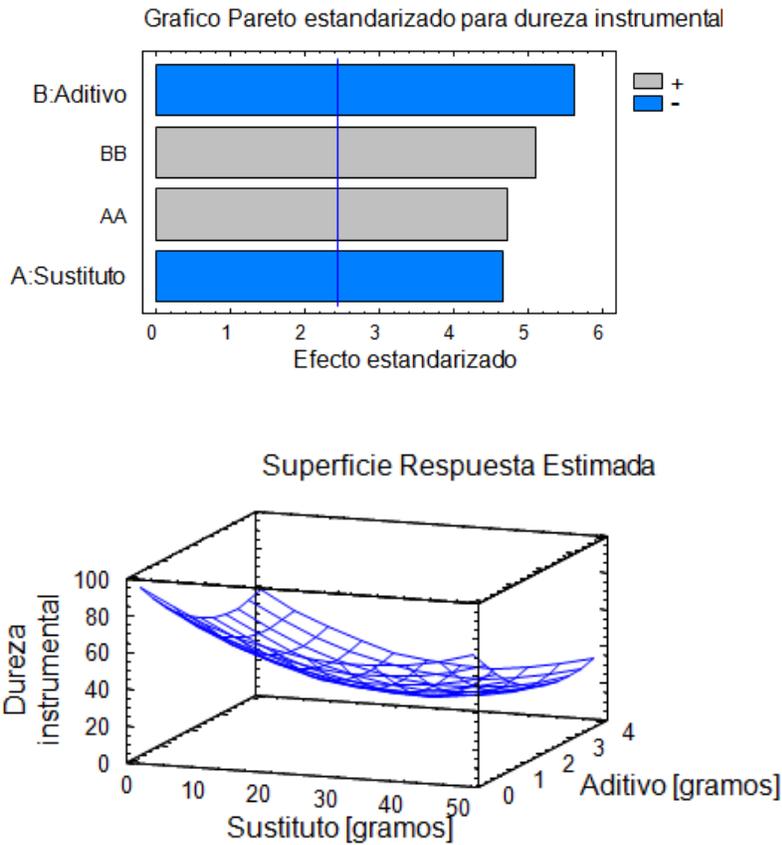
$$\text{Textura} = 9,1583 - 0,0873 * \text{Sustituto} - 1,1218 * \text{Aditivo} + 0,0114 * \text{Sustituto} * \text{Aditivo} + 0,1192 * \text{Aditivo}^2$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 93,6\%$$

Figura 7: Diagrama de Pareto y superficie estimada de respuesta para textura, longaniza.

La figura 7 indica que los factores sustituto (A) y aditivo (B), y el efecto cuadrático del aditivo (BB) son significativos ($p \leq 0,05$). Los efectos simples del

sustituto y el aditivo presentan un efecto negativo principalmente, ya que al disminuir su concentración aumenta la calidad de textura en longaniza.



$$\text{Dureza instrumental} = 94,8223 - 2,0884 * \text{Sustituto} - 24,965 * \text{Aditivo} + 0,0320 * \text{Sustituto}^2 + 4,0072 * \text{Aditivo}^2$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 89,6\%$$

Figura 8: Diagrama de Pareto y superficie estimada de respuesta para dureza instrumental, longaniza.

La figura 8 indica que la dureza instrumental depende tanto del sustituto como del aditivo en forma lineal y en su efecto cuadrático.

En la tabla 10 se muestran a modo de resumen la cantidad de sustituto y aditivo óptima para cada atributo maximizado.

Tabla 10: Valores de los factores para los atributos optimizados.

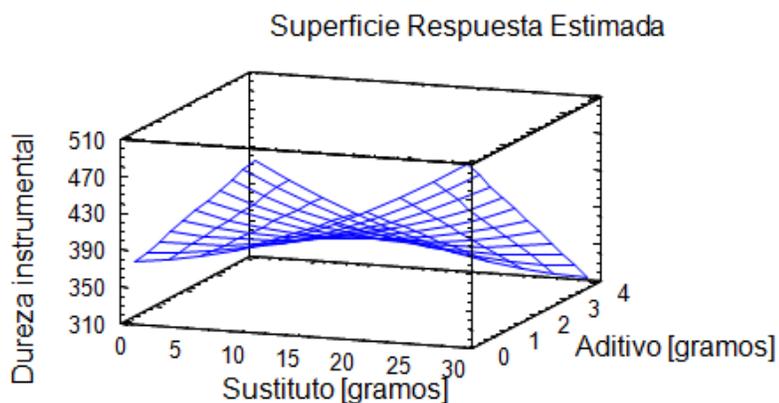
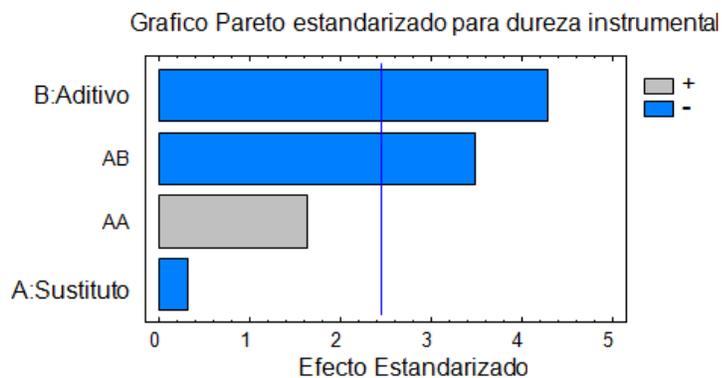
Atributo	Sustituto de grasa (g)	Aditivo (g)	R cuadrado Ajustado (%)	Valor máximo
Apariencia	0,15	2,35	89,5	7,4*
Aroma	50,4	4,68	71,5	7,7*
Color	0,15	2,35	91,8	7,6*
Textura	0,15	0,017	93,6	7,8*
Dureza instrumental	0,15	0,017	89,6	67,8 N

*Escala de calidad sensorial de 9 puntos

5.4.2 Salame cocido

Los atributos que obtuvieron un ajuste satisfactorio de un modelo de superficie de respuesta fueron calidad de aroma y dureza instrumental. Calidad de apariencia, calidad de textura sensorial, calidad de color y calidad de sabor no lograron un ajuste satisfactorio (resultados en **anexos 10 a 13**).

Las figuras 9 y 10 presentan las superficies de respuesta, el diagrama de Pareto, la ecuación del modelo y el coeficiente de determinación ajustado de los atributos que obtuvieron un buen ajuste.

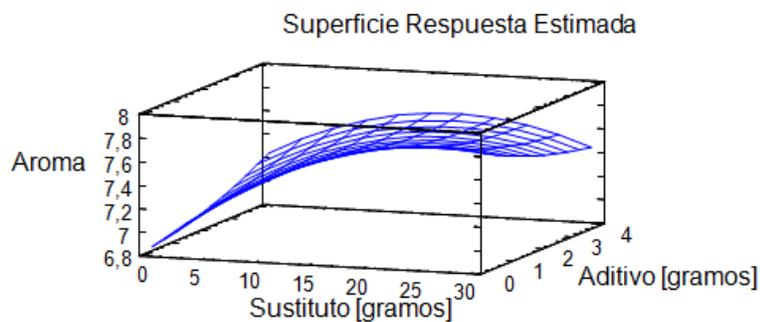
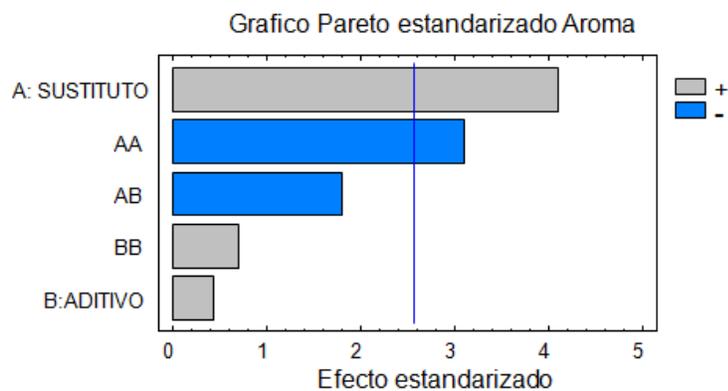


$$\text{Dureza Inst.} = 375,545 + 1,1067 * \text{Sustituto} + 10,5284 * \text{Aditivo} + 0,108763 * \text{Sustituto}^2 - 1,94077 * \text{Sustituto} * \text{Aditivo}$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 74,32\%$$

Figura 9: Diagrama de Pareto y superficie estimada de respuesta para dureza instrumental, salame cocido.

De la figura anterior, se puede observar que para las pruebas de dureza instrumental el factor aditivo (B) y las interacciones entre sustituto y aditivo (AB) poseen un efecto significativo ($p \leq 0,05$).



$$\text{Aroma} = 6,8696 + 0,0733 \cdot \text{Sustituto} + 0,0418 \cdot \text{Aditivo} - 0,0013 \cdot \text{Sustituto}^2 - 0,0063 \cdot \text{Sustituto} \cdot \text{Aditivo} + 0,0137 \cdot \text{Aditivo}^2$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 73,24\%$$

Figura 10: Diagrama de Pareto y superficie estimada de respuesta para aroma, salame cocido.

En la figura 10 se observa que para calidad de aroma, el factor sustituto (A) y su efecto cuadrático (AA) son significativos en el modelo ($p \leq 0,05$). Por otro lado, se visualiza que el sustituto ejerce un mayor efecto sobre el atributo aroma

que el aditivo, con un efecto positivo. Es decir, a mayor cantidad de sustituto que se incorpora, aumenta la calidad de aroma del producto.

En la tabla 11 se muestran la cantidad de sustituto y aditivo óptimos, para la maximización de los valores de dureza instrumental y calidad de aroma sensorial.

Tabla 11: Valores de los factores para los atributos optimizados.

Atributo	Sustituto (g)	Aditivo (g)	R ² Ajustado(%)	Valor máximo
Aroma *	26,5	0,02	73,2	7,7*
Dureza instrumental	30,6	0,02	74,3	454,5 N

* Escala de calidad sensorial de 9 puntos

5.5 Optimización Conjunta

Mediante una optimización conjunta entre los factores con un buen ajuste, se obtuvieron los valores óptimos para el sustituto de grasa y aditivo (carragenina-alginato), maximizando las respuestas sensoriales y de dureza instrumental. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

5.5.1 Longaniza

En la tabla 12 y figura 11 se observan los resultados de la optimización conjunta (los valores de deseabilidad predichos y observados para cada corrida del diseño se encuentran en **anexo 14**).

Tabla 12: Valores óptimos de factores y respuestas del diseño mediante optimización conjunta, longaniza.

Variables	Valor Óptimo
Respuesta	
Aroma*	7,5
Dureza instrumental (N)	69,4
Textura*	7,9
Color*	7,6
Apariencia*	7,4
Factor	
Sustituto (g)	0,52
Aditivo (g)	1,21

*Escala de calidad sensorial de 9 puntos

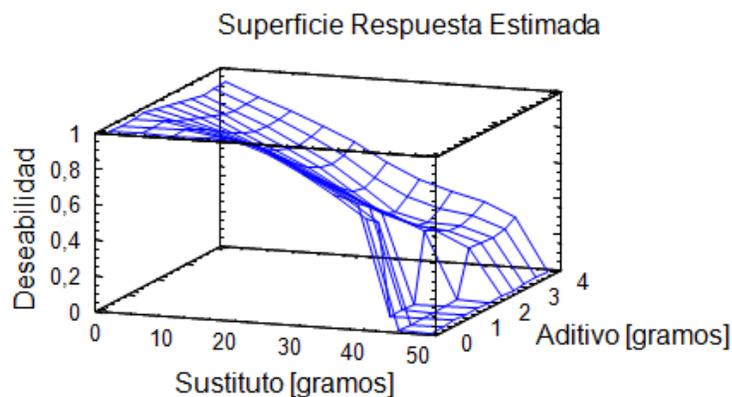


Figura 11: Gráfico de contornos de superficie respuesta para optimización conjunta de longaniza.

En longaniza, los valores óptimos fueron de 0,52 g para el sustituto de grasa y de 1,21 g para el aditivo, por 100g de producto. Estos valores se pueden visualizar en la figura 11, en donde, a medida que la deseabilidad se acerca a 1, los valores para aditivo y sustituto se aproximan a 1g y 0g, respectivamente, alcanzando una deseabilidad de 0,99.

Las bajas concentraciones de sustituto de grasa y de la concentración de aditivo obtenidos en la optimización conjunta, se pueden explicar por el alto contenido de colágeno que posee el sustituto de grasa. Schmidt Hebbel (1984) menciona que en formulaciones pobres de emulsiones cárnicas, es decir, con exceso de grasa, poca cantidad de fibras musculares y alta proporción de colágeno, este último envuelve las partículas grasas, pero al calentar la emulsión el colágeno se transforma en gelatina, liberando la grasa líquida que se separa. En este estudio, las muestras de longaniza fueron sometidas a un tratamiento térmico intenso por un periodo de 30 min de cocción, hasta obtener 80°C en el centro térmico, lo cual provocó la fusión del colágeno aportado por el sustituto de grasa, lo que explicaría que el óptimo se obtuvo sin sustituto.

5.5.2 Salame cocido

. En la tabla 13 y figura 12 se observan los resultados de la optimización conjunta para salame cocido (los valores de deseabilidad predichos y observados para cada corrida del diseño se encuentran en **anexo 15**).

Tabla 13: Valores óptimos de factores y respuestas del diseño mediante optimización conjunta, salame cocido.

Variables	Valor Óptimo
Respuesta	
Aroma*	7,8
Dureza instrumental (N)	464,1
Factor	
Sustituto (g)	24,2
Aditivo (g)	0,06

*Escala de calidad sensorial de 9 puntos

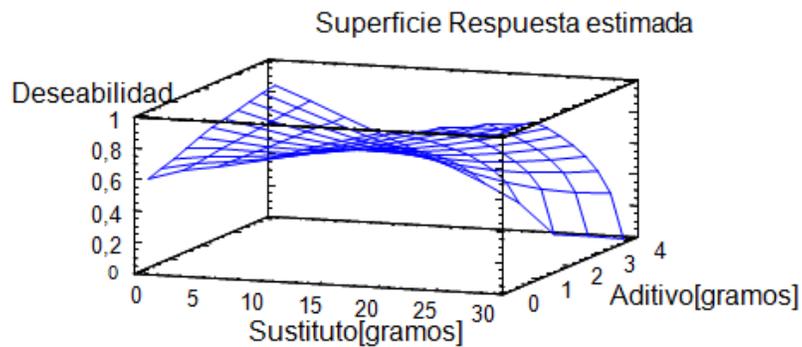


Figura 12: Gráfico de contornos de superficie respuesta para optimización conjunta de salame cocido.

La cantidad de aditivo óptimo es 0,06 g y de sustituto es de 24,2 g por 100g de producto, correspondiendo a un 75,2% de reemplazo de tocino. Estos valores se pueden visualizar en la figura 12, en que se logra una deseabilidad de 0,98, con valores de 0g para aditivo y 24,6g para sustituto.

El salame cocido tuvo mejor comportamiento que la longaniza con el sustituto de grasa, debido a que su cocción fue de manera lenta de 1,5 h y la

temperatura en el centro térmico alcanzó 60°C, temperatura a la cual la proteína fraccionada de cerdo aportada por el sustituto de grasa no se vio afectada.

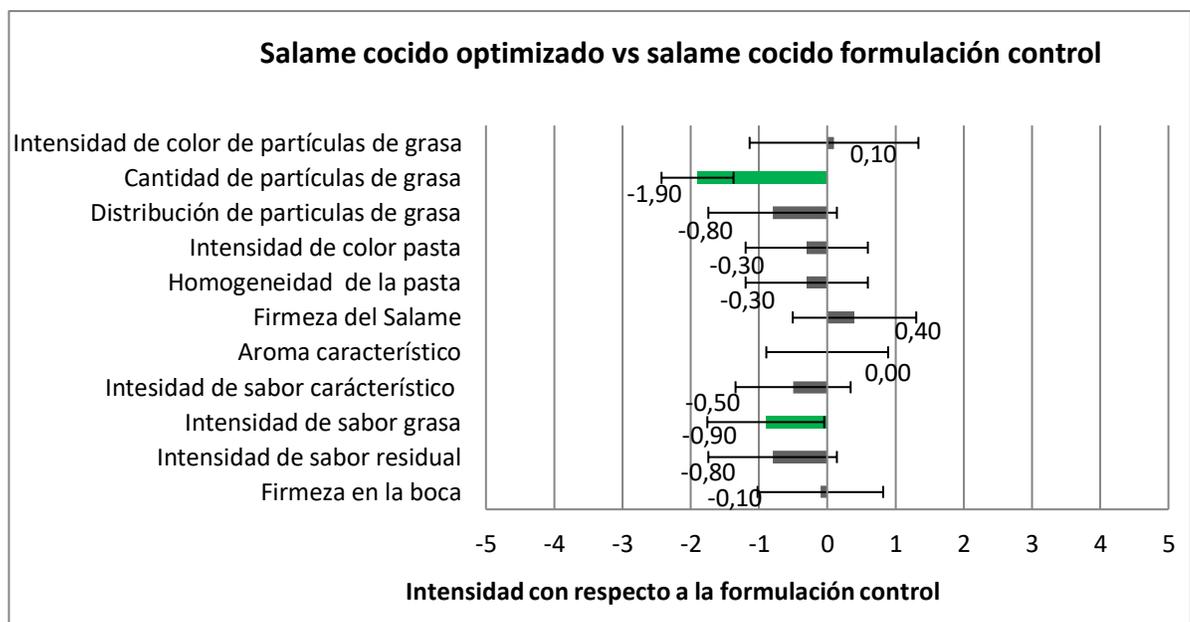
5.5.3 Discusión de resultados de ambas optimizaciones

En la tabla 11 para longaniza y 12 para salame cocido, se observa que la cantidad de aditivo óptima es cercana a 0g, por lo que se puede inferir que los aditivos usados no son adecuados para estos tipos de productos cárnicos, o la proporción entre carragenina y alginato no fue la apropiada. Se podrían realizar ensayos a futuro con diversos aditivos para la estabilización de emulsiones cárnicas. En el estudio de Guerra y Cepero (2006) se utilizó la combinación de fécula de yuca y alginato de sodio en albóndigas de res bajas en grasas, en donde el aditivo otorgó mejoras en cuanto a la jugosidad, suavidad y rendimiento en cocción, sin aumentar la retención de grasa o afectar el sabor a carne de res. En el mismo estudio se señala la utilización de gomas o hidrocoloides, ya sean naturales y sintéticos, destacando los estudios de carragenatos con proteínas de aislados de soya en salchichas y la combinación de alginato de sodio y carbonato de calcio dando lugar a productos con características texturales de cohesividad satisfactorias.

5.6 Análisis producto terminado salame cocido

5.6.1 Perfil sensorial con respecto a control

Se realizó un test descriptivo contra control para el salame cocido explicado en el punto 4.4.3, usando como control la formulación base. Detalles en anexo 16.



*Color verde: diferencias significativas con respecto a la formulación base (el valor 0 se encuentra fuera del intervalo de confianza del 95%)

Figura 13: Gráfico perfil descriptivo contra control de salame cocido.

A partir de la figura 13, se puede observar que la muestra óptima presentó menor intensidad en cantidad de partículas de grasa y menor intensidad de sabor a grasa que la muestra control. Esto se puede explicar por el alto porcentaje de sustitución de tocino dorsal de cerdo en el salame cocido, es decir, al poseer menor contenido de grasa afecta las propiedades organolépticas que otorga la

grasa al producto terminado, según Valenzuela et al, (2008). Esto afecta la apariencia, ya que notoriamente se distinguió la diferencia entre partículas de grasa y partículas de sustituto.

5.6.2 Análisis proximal

Mediante las metodologías explicadas en el punto 4.4.1, se realizó en duplicado un análisis proximal a las muestras control y muestras con la formulación óptima de salame cocido, cuyos resultados aparecen en la tabla 14 (detalles en Anexo 17).

Tabla 14: “Composición proximal (%) producto terminado de salame cocido”.

Muestras	Energía (Kcal)	Proteínas (%)	Materia grasa (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Carbohidratos
Muestra control	268,33±9,2	17,41±0,01	17,00±2,42	51,68±0,7	2,498±0,004	11,40±3,2
Muestra óptima	155,86±5,5	17,24±0,20	6,63±1,28	66,87±0,2	2,46±0,020	6,81±1,3

De la tabla 14, se puede visualizar que la muestra óptima de salame cocido tiene menor contenido de energía, materia grasa y carbohidratos con respecto a la muestra control sin sustitución.

La humedad en salame aumentó un 15,2% en la muestra óptima, esto se puede justificar por la adición de proteína fraccionada y su alto contenido de colágeno, que posee la facilidad de formar geles cuando aumenta la temperatura (Belitz, et al, 1997).

Con respecto a la energía aportada, tanto el salame óptimo como la muestra control no poseen el sello “ALTO EN CALORÍAS”, puesto que los valores

están por debajo del límite de 275 kcal/100g (MINSAL, 2016). La disminución calórica es de un 42% en la muestra óptima con respecto al control, y se debe a la reducción de alrededor de un 60% de la materia grasa en la formulación.

5.7 Perfil de ácidos grasos

En la Tabla 15 se observan los resultados del análisis lipídico para la formulación control y la muestra óptima, mediante el método explicado en el punto 4.4.2. (Resultados detallados en **Anexo 18**).

Tabla 15: “Porcentaje de éteres metílicos (E.M) para salame cocido en muestra control y óptima”.

Ácidos grasos	% Promedio Control (E.M)	% Promedio Óptimo (E.M)
Ac. Mirístico	2,14±0,58	2,17±0,40
Ac. Palmítico	26,66±2,77	23,95±1,58
Ac. Palmitoleico	2,94±0,35	2,72±0,19
Ac. Esteárico	11,72±0,84	9,18±0,70
Ac. Oleico	43,70±2,35	49,85±0,74
Ac. Vaccénico	3,33±0,24	2,84±0,10
Ac. Linoleico	9,50±0,27	9,30±0,64
Grasa total g/100g	17	6,64
Grasa saturada g/100 g	6,88	2,34

A partir de la tabla 15, se puede observar el contenido de grasa total y grasa saturada en 100 gramos de salame cocido, en donde se redujo alrededor de un 61% de grasa total y por ende de grasa saturada en un 66%.

En la misma tabla 15, se puede visualizar que los ácidos grasos que están presentes en mayor cantidad son ácido oleico, ácido palmítico, esteárico y linoleico, en orden decreciente para ambas formulaciones. Este orden de

abundancia y los porcentajes obtenidos en estos ácidos grasos se aproximan a lo estipulado en la tabla de composición de ácidos grasos de manteca de cerdo de Masson et al, (1985) (anexo 20), o en los trabajos realizados por González et al, (2013) en chorizos.

Pese a que los valores son cercanos a los de la bibliografía, el ácido linoleico en salame cocido posee 9,5%, valor mayor a 8,1% E.M, mencionado en Masson et al, (1985) en la tabla de composición de ácidos grasos de materias grasas de origen animal . Esto se debe a que en su composición no es solo carne de cerdo, además contiene carne de vacuno, la cual posee solo un 4,2% de ácidos grasos de ácido linoleico, causa que también indican los trabajos de González et al. (2013), en la diferencia entre los diferentes chorizos evaluados. Por otro lado, los valores son variados debido a la heterogeneidad de las muestras, ya explicado en el punto anterior.

5.8 Propuesta longaniza baja en grasas saturadas.

Ya que la cantidad óptima de sustituto de grasa en longaniza es muy baja, cercana a cero, se realizó un análisis de la superficie de optimización conjunta para determinar la cantidad de sustituto de grasa que se debe utilizar para no obtener el sello alto en grasas saturadas y comprobar la efectividad de la sustitución. En la figura 14, se puede visualizar que la deseabilidad igual a 1, se encuentra entre un rango de 0 a 22 gramos de sustituto de grasa y en el rango de 0 a 1 g para aditivo (color rojo en el gráfico).

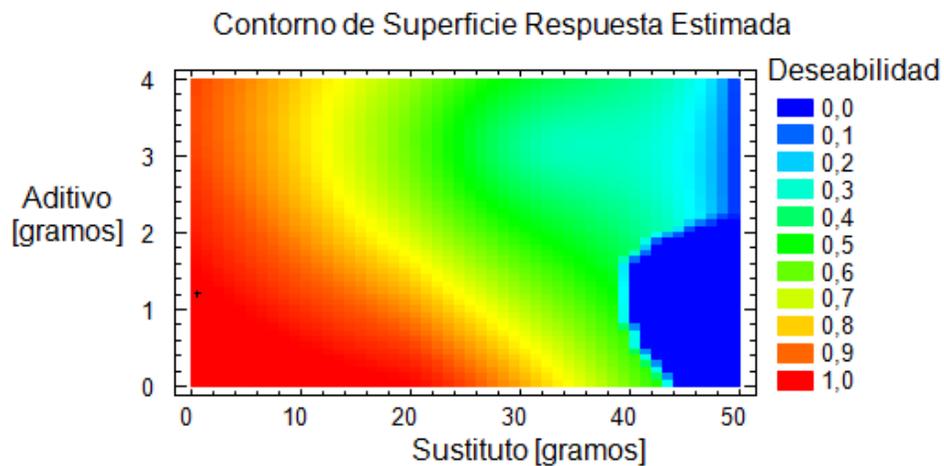


Figura 14: Gráfico superficie de respuesta estimada de contorno para longaniza.

En la siguiente tabla 16, se puede observar cómo afectan distintas concentraciones de sustituto en longaniza a cada respuesta del diseño según los modelos de superficie de respuesta obtenidos en el punto 5.4.

Tabla 16: Valores de las respuestas del diseño para 18, 20 y 22 gramos de sustituto de grasa, en comparación al óptimo de longaniza.

Atributo	Uso de 0,52 g de sustituto	Uso de 18 g de sustituto	Uso de 20 g de sustituto	Uso de 22 g de sustituto
	Reemplazo de 0,67% *	Reemplazo de 23%*	Reemplazo de 26%*	Reemplazo de 28%*
Color **	7,6	7,1	7,0	6,9
Apariencia **	7,4	7,1	7,0	6,9
Aroma **	7,5	7,5	7,5	7,5
Textura **	7,9	7,6	7,4	7,2
Dureza instrumental (N)	69,4	67,6	65,9	64,4

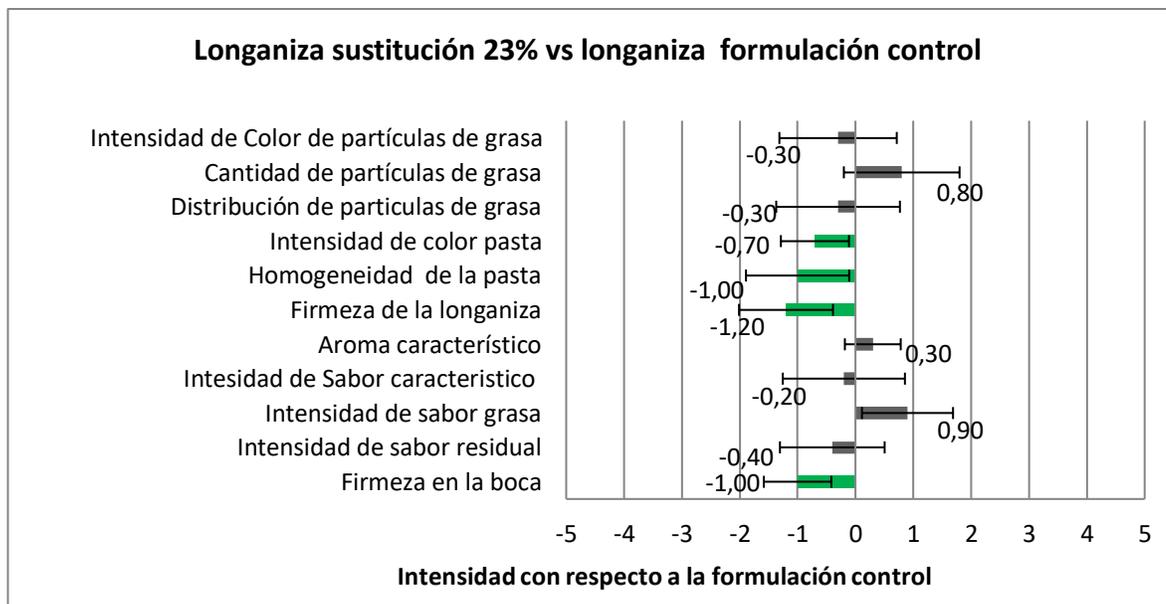
* Porcentaje de reemplazo de cerdo 70/30 molido por sustituto de grasa en longaniza.

** Atributos medidos en escala de 1 a 9.

En la tabla 16, se observa que al utilizar mayor cantidad de sustituto de grasa, la calidad de los atributos sensoriales y la dureza instrumental van

disminuyendo con respecto a la muestra óptima. La sustitución de 28% de cerdo 70/30 muestra una disminución de calidad en los atributos color y apariencia, clasificándose con un deterioro tolerable de acuerdo a la escala usada. En cambio, con las sustituciones de 23 % y 26% de cerdo molido 70/30, poseen una calidad aún aceptable. Sin embargo, la sustitución del 23% posee un valor levemente mayor a la de 26% en los atributos color, apariencia, textura y dureza instrumental, con valores de 7,1; 7,1 7,6 y 67,6N, respectivamente, por lo que se determinó utilizar este reemplazo para realizar el análisis sensorial y análisis proximal, explicado en el punto 4.4.

5.8.1 Perfil sensorial



* color verde: diferencias significativas con respecto a la formulación base (el valor 0 se encuentra fuera del intervalo de confianza del 95%).

Figura 15: Gráfico perfil descriptivo contra control de longaniza.

De la figura 15, se puede observar que la muestra con una sustitución de cerdo 70/30 molido del 23%, presentó una menor intensidad de color y homogeneidad de la pasta, menor firmeza al realizar el corte en el producto y menor firmeza en la boca, que la formulación base usada como control.

El sustituto de grasa de cuero de cerdo posee una textura blanda y elástica, por lo que la mezcla manual afectó la distribución de los ingredientes en la tripa natural de cerdo, influyendo en los atributos de color y homogeneidad de la pasta.

El bajo valor en la firmeza al realizar el corte en el producto, así como la firmeza en la boca de la longaniza propuesta se puede atribuir a la textura de la grasa empleada y al proceso de elaboración. Según Schmidt Hebbel (1984), la firmeza del embutido se condiciona por el contenido de grasa, y en esta investigación no sólo se reemplazó grasa, sino que también carne (cerdo 70/30 molido), lo que a su vez explica el color más claro de la pasta con respecto a la muestra control. Por otro lado, la diferencia de firmeza de la muestra propuesta con respecto al control, se puede deber a las propiedades del colágeno, proteína principal del sustituto de grasa empleado, explicado anteriormente en el punto 5.3, ya que el calentamiento de colágeno produce una destrucción de su estructura para dar la formación de gelatina soluble (Belitz, et al, 1997), afectando la firmeza del producto.

5.8.2 Análisis proximal

Se realizó mediante la metodología explicada en el punto 4.4.1 Resultados en la tabla 17 y detalles en anexo 19.

Tabla 17: "Composición proximal (%) muestra con 23% de sustitución y muestra control de longaniza.

Muestras	Energía (Kcal)	Proteínas (%)	Materia grasa (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Carbohidratos
Muestra control	270,52±20,1	17,83±0,25	18,56±2,28	52,43±2,2	3,13±0,050	8,05±0,2
Muestra 23% sustitución	233,24±13,7	16,15±0,62	11,07±2,77	52,75±0,2	2,79±0,170	17,25±2,2

La tabla 17 indica una disminución de energía y de materia grasa, y un aumento de carbohidratos para la muestra con 23% de sustitución, con respecto a su control.

La humedad en longaniza es algo superior a los datos mencionados en los estudios realizados por González et al, (2013) en chorizos y Schmidt-Hebbel et al, (1990). Esto se debe a que las longanizas habitualmente entran en un proceso de ahumado y secado, disminuyendo su porcentaje de humedad, lo que justifica su alto porcentaje de lípidos totales. En cambio, la muestra control no presenta procesos de secado y ahumado, sin embargo, la muestra control es similar a lo que informan las marcas comerciales (Llanquihue, La Crianza, San Jorge), en su etiquetado nutricional de calorías, lípidos y proteínas.

La longaniza con un reemplazo de 23% disminuyó en un 13,7% la energía aportada con respecto a su control, lo que concuerda con la disminución de

contenido grasa. Además, no posee el sello “ALTO EN CALORÍAS” tanto la muestra control como la propuesta, puesto que los valores están por debajo del límite de 275 kcal/100g (MINSAL, 2016).

5.8.3 Perfil ácidos grasos

En la Tabla 18 se observa los resultados del análisis lipídico para control y sustitución de 23% mediante el método explicado en el punto 4.4.2. (Resultados detallados en **Anexo 18**).

Tabla 18: “Porcentaje de éteres metílicos (E.M) para longaniza en muestra 23% sustitución y óptima”.

Ácidos grasos	% Promedio Control (E.M)	% Promedio 23% sustitución(E.M)
Ac. Mirístico	1,72 ±0,33	1,78±0,30
Ac. Palmítico	27,65±4,63	25,12±1,86
Ac. Palmitoleico	2,35±0,38	2,33±0,17
Ac. Esteárico	14,71±1,74	11,09±0,55
Ac. Oleico	41,65±5,30	42,60±1,32
Ac. Vaccénico	2,91±0,36	2,49±0,09
Ac. Linoleico	19,66±2,30	14,59±0,37
Grasa total g/100g	18,56	11,08
Grasa saturada g/100 g	8,18	4,2

La muestra de longaniza disminuyó en un 40% de grasa saturada. Sin embargo, posee el sello “ALTO EN GRASAS SATURADAS”, puesto que el límite es 4g de grasas saturadas/100g de producto (MINSAL, 2016). Ver **anexo 21**.

Por lo tanto, con 23% de sustitución de cerdo 70/30 molido en longaniza no se consiguió eliminar el sello. Por cálculo, usando un 26% de sustitución, no se sobrepasan los límites establecidos por la ley 20606, sustitución que aún

mantiene al producto en el rango de deseabilidad 1 según la figura 14, y también mantiene una calidad aceptable según la tabla 16.

5.9 Formulaciones finales

En la tabla 19 y 20 se visualizan las formulaciones finales para cada producto cárnico después de la sustitución.

Tabla 19: Formulación final con 26% de sustitución de cerdo 70/30 molido en longaniza.

Materias Primas	Porcentaje (%)
Cerdo 70/30 molido rejilla 5mm	58,1
Sustituto de cerdo (Scangel A-95)	20
Sal fina 18g/kg de producto final	1,6
Sal de cura Nitrito-nitrato 2 g/Kg masa	0,2
Humectante Crudos 10g/Kg masa	0,9
Agua fría 12°C	15,6
Jelucel 1000 15g/Kg masa	1,4
Condimento Longaniza 10g/Kg masa	0,8
Antibak 15g/kg masa	1,4
Total	100

Tabla 20: Formulación final con 75,2% de sustitución de tocino de cerdo en salame cocido.

Materias Primas	Porcentaje (%)
Vacuno limpio Refrigerado	32,2
Tocino Dorsal Congelado	8
Sustituto de cerdo (Scangel A-95)	24,2
Cerdo Limpio Congelado	32,2
Sal fina 18g/kg de producto final	1,5
Sal de cura Nitrito-nitrato 2 g/Kg masa	0,2
Madurador Salame 10g/Kg masa	0,98
Condimento Salame 10g/kg masa	0,7
Total	100

6. Conclusiones

- Se realizaron los ensayos preliminares para obtener el sustituto de grasa a partir de la proteína fraccionada Scangel A-95, y para determinar la formulación control para longaniza y salame cocido a partir de una formulación base.
- Se diseñó y aplicó un diseño experimental rotacional central compuesto para determinar el nivel de aditivo y sustituto de grasa que se debió añadir a las muestras de salame y longaniza. Los límites del diseño experimental para sustituto de grasa fueron de 0 g y 50 g para longaniza y de 0 g y 30 g para salame cocido; y para concentración de aditivo (proporción de 1g de carragenina a 0,6g de alginato) fueron 0 y 4,7 g para ambos productos cárnicos.
- Se realizó una optimización mediante el método de superficie de respuesta, obteniendo buen ajuste para las respuestas de aroma y dureza instrumental en salame cocido; y para las respuestas aroma, apariencia, color, textura sensorial y dureza instrumental en longaniza. En la optimización conjunta se determinó un óptimo para salame de 24,2 g de sustituto, correspondiente a 75,5% de sustitución de tocino de cerdo, y 0,06 g de aditivo; y un óptimo para longaniza de 0,52 g de sustituto, correspondiente a 0,67% de sustitución de cerdo 70/30 molido, y 1,22 g de aditivo; en ambos casos para 100 g de producto.

- Se comparó la formulación óptima con la formulación control en un perfil sensorial contra control para salame cocido, obteniendo menor cantidad de partículas de grasa visibles y menor intensidad de sabor a grasa.
- En los análisis a la muestra óptima de salame cocido, se obtuvo una disminución de un 42% en la cantidad de calorías y una disminución de 61% de materia grasa, con respecto al control; y se redujo alrededor de un 66% de grasa saturada en salame cocido, por lo que no tendría el sello “ALTO EN GRASAS SATURADAS”.
- Se realizó un análisis teórico de la optimización conjunta en longaniza para determinar la cantidad de sustituto de grasa que aún logra mantener una calidad aceptable, determinando que con 20 g de sustituto grasa en 100 g de producto, correspondiente a un 26% de sustitución de cerdo 70/30 molido, el producto no tendría el sello “alto en grasas saturadas”, manteniendo la calidad sobre puntaje 7 para los atributos sensoriales, y una dureza instrumental en 65,9 N. Finalmente, se puede concluir que la adición de proteína fraccionada de piel de cerdo permite sustituir grasa en longaniza y salame cocido, disminuyendo el contenido de lípidos y manteniendo las características sensoriales de los productos, permitiendo la eliminación del sello “alto en grasas saturadas”.

7. Bibliografía

- Amerling, C. Universidad Estatal a Distancia (Costa Rica). (2001). Tecnología de la carne: antología. San José, Costa Rica: UNED.
- Arnau, J. Arce, C., Ato, M., et al. 1996. Métodos y técnicas avanzadas de análisis de datos en ciencias del comportamiento. Barcelona, España. 47-50p.
- Avendaño, G; López, A; Palou, E. 2013. Propiedades de alginato y aplicaciones en alimentos. Temas selectos de Ingeniería de alimentos 7 (1): 87-96.
- AOAC. 2002. Official Method 996.06 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods.
- Backes, Â. M., Terra, N. N., Milani, L. I. G., Rezer, A. P. D. S., Lüdtke, F. L., Cavalheiro, C. P., & Fries, L. L. M. (2013). Características físico-químicas e aceitação sensorial de salame tipo Italiano com adição de óleo de canola. Semina: Ciências Agrárias, 34(6Supl2), 3709. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl2p3709>.
- Badui S., Cejudo H., Quintanar E. 2006. Química de los alimentos. Cuarta edición México. Editorial Pearson Educación. 248p.
- Belitz H.D, Grosch W. 1997. Química de los Alimentos. Segunda edición. Madrid, Acribia. 603-664p.
- Castro, E., & de Hombre Morgado, R. (2007). PARÁMETROS MECÁNICOS Y TEXTURA DE LOS ALIMENTOS. Universidad de Chile.

- Decreto Supremo N° 977, Ley N° 20.606. Chile. 2015. Composición Nutricional de los Alimentos y su Publicidad. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile BCN, Santiago, Chile.
- Di Luccia, A., la Gatta, B., Rutigliano, M., Rusco, G., Gagliardi, R., Picariello, G. 2017. Protein Modifications in Cooked Pork Products. *Proteomics in Food Science*. (12): 199-214.
- Espinel, Nancy. 2010. Establecimiento de las condiciones de elaboración de pellet de piel de cerdo destinado para snack. Título de Ingeniería Agroindustrial. Quito, Escuela Politécnica Nacional. 34p.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1993. Manual de Técnicas para Laboratorio de nutrición de Peces y Crustáceos. México, D.F.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2006. Fichas técnicas: Procesados de carnes.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018. Noticias, FAO en Chile: “Día Mundial de la Alimentación: Chile es el segundo país OCDE con la tasa más alta de obesidad”.
- Garrido, E. 2006. Efecto de las proteínas de la piel de cerdo sobre la textura de salchichas. Memoria a Ingeniero Agroindustrial. Estado de Hidalgo, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 15p-20p.

- González-Tenorio, R., Totosaus, A., Caro, I., & Mateo, J. (2013). Caracterización de Propiedades Químicas y Físicoquímicas de Chorizos Comercializados en la Zona Centro de México. *Información Tecnológica*, 24(2), 3-14. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000200002>
- Guerra M. y Cepero Y. 2006. Utilización de almidones y gomas en productos cárnicos. *Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos* 16 (3): 69-77.
- Hernandez-Dominguez, M., Nava-Martinez, M., Rojas-Cruz, L. 2016. Análisis de perfil de textura y caracterización de carrageninas para uso en productos cárnicos. *Revista Ciencias de la Salud*, 3(7): 1-5.
- HOBART. Ficha técnica cortadora picadora 84145. [En línea]. <http://www.hobart.com.mx/producto-detalle.php?fam=3&cat=6&id_equipo=20&subc=0>[Consultado: 13/01/2018]
- INE. Instituto Nacional de Estadísticas. 2014. Producción Pecuaria. Santiago, Chile.
- Masson Salaué, L. y Mella Rojas, M. (1985). *Materias Grasas de Consumo Habitual y Potencial en Chile: Composición en ácidos grasos*.
- Montoya, L.; Restrepo, D.; Suárez, H. 2010. Influencia del Alginato de Sodio Sobre la Sinéresis en Jamón Cocido. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 63(1): 5409-5415.
- MINSAL. Ministerio de Salud. 2017. *Obesidad un Problema País: Evaluación de la Ley sobre Composición Nutricional de los Alimentos y su Publicidad*. Santiago, Chile.

- Norma Chilena 2776: 2019. Longaniza, chorizo y choricillo – Requisitos y antecedentes técnicos proporcionados por el comité. Ospina, M., Restrepo, D. A., & López, J. (2011). Derivados cárnicos como alimentos funcionales. 8(2).
- Pacheco, W. A., Restrepo, D. A., & Sepúlveda, J. U. (2011). Revisión: Uso de Ingredientes no Cárnicos como Reemplazantes de Grasa en Derivados Cárnicos. 64(2).
- Pagano T., Fernández E. 2010. Lípidos: aspectos tecnológicos y abordaje nutricional en la salud y en la enfermedad. Centro de Posgrado Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de la Republica. 102-103p.
- Pelegrine, D. HG, Gasparetto, C.A. 2005. Whey proteins solubility as function of temperature and pH. LWT - Food Science and Technology 71(1): 77-80.
- Pennacchiotti, I. 1998. Las proteínas: generalidades y su importancia en nutrición y en la industria de alimentos. Santiago, Chile. 34p.
- Potter N, Ph D. 1973. La ciencia de los alimentos. Primera edición. México DF, México. 432 p.
- Primo Yúfera, E. (1987). Química agrícola. 3, Alimentos. Madrid: Alhambra.
- Ramos, N. A. G., Farias, M. E., Almada, C., & Crivaro, N. (2004). Estabilidad de Salchichas con Hidrocoloides y Emulsificantes. Información Tecnológica, 15(4). <https://doi.org/10.4067/S0718-07642004000400013>

- Rocha, C., Yamashita, F., Youssef, E., Prudencio, S., Shimokomaki, M. 2013. Effect of carrageenan addition on the yield and functional properties of charqui (Jerked Beef). *Braz. arch. biol. technol.* 56 (2).
- Rojas, C., Tripaldi, P., Pérez, A., Quinteros, P. 2012. Diseño experimental y métodos de decisión de multicriterio para optimizar la composición del helado mantecado. *Scientia Agropecuaria*: 51 – 60.
- Roller, S., & Jones, S. A. (Eds.). (1996). *Handbook of fat replacers*. Boca Raton, Fla: CRC Press.
- RSA. Reglamento Sanitario de los Alimentos DTO. N°977/96. 18 de enero 2017. Santiago, Chile.
- Sampaio, G. R., Castellucci, C. M. N., Pinto e Silva, M. E. M., & Torres, E. A. F. S. (2004). Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17(3-4), 469-474.
- Schmidt Hebbel, H. (1984). *CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS SU TECNOLOGIA Y ANALISIS (Primera)*. Santiago, Chile: Universitaria.
- Shmidt-Hebbel, H., Pennacchiotti, I., Masson, L., & Mella, M. (1990). *Tabla de composicion quimica de alimentos chilenos (Octava)*. Santiago, Chile.
- Talbot, G. (2011). Saturated fats in foods and strategies for their replacement: an introduction. En *Reducing Saturated Fats in Foods* (pp. 3-28). <https://doi.org/10.1533/9780857092472.1.3>

- Torres, J. D., Gonzalez-Morelo, K., & Acevedo Correa, D. (2015). Análisis del Perfil de Textura en Frutas, Productos Cárnicos y Quesos. Revista ReCiTeIA 14(2): 63-75.
- Valenzuela B, A., & Sanhueza C, J. (2008). ESTRUCTURACIÓN DE LIPIDOS Y SUSTITUTOS DE GRASAS, ¿LIPIDOS DEL FUTURO? Revista Chilena de Nutrición, 35(4). <https://doi.org/10.4067/S0717-75182008000500001>
- Valero, T., Ruiz, E., del Pozo, S., Ávila, J., & Varela, G. (2010). GUÍA NUTRICIONAL DE LA CARNE FEDECARNE. España.
- Yang H., Shu Z. 2014. The extraction of collagen protein from pigskin. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 6(2):683-687.
- Yu, P., Yin Low, M., Zhou, W. 2018. Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: A review. Trends in food Science & technology. 71: 202-215.

8. Anexos

Anexo 1: Formulaciones bases para longaniza y salame cocido.

Longaniza: “Formulación longaniza, formulación base”.

Materias Primas	%
Cerdo 90/10 molida rejilla 5mm	39,06
Cerdo 50/50 molida rejilla 5mm	39,06
Sal fina 18g/kg de producto final	1,641
Sal de cura Nitrito-nitrato 2 g/Kg masa	0,182
Humectante Crudos 10g/Kg masa	0,91
Agua fría 12°C	15,625
Jelucel 1000 15g/Kg masa	1,367
Condimento Longaniza 10g/Kg masa	0,781
Antibak 15g/kg masa	1,367
Total	100%

Formulación base proveniente de HELA SPICE LATAM S.A

Salame cocido: “Formulación salame cocido, formulación base.”

Materias Primas	%
Vacuno limpio Refrigerado	35
Tocino Dorsal Congelado	30
Cerdo Limpio Congelado	35
Sal fina 18g/kg de producto final	1,465
Sal de cura Nitrito-nitrato 2 g/Kg masa	0,195
Madurador Salame 10g/Kg masa	0,98
Condimento Salame 10g/kg masa	0,684
Total	100

Formulación proveniente de HELA SPICE LATAM S.A y de ensayos preliminares en el laboratorio de dicha empresa.

Anexo 2: Determinación de cantidad de sustituto de grasa para los límites del diseño

Longaniza.

Cantidad de grasas saturadas que se desean en producto final	Cantidad de sustituto de grasa para 100g producto(%)
1g grasas saturadas/100 g producto.	68,2
3g grasas saturadas/100 g producto.	48,3
5g grasas saturadas/100 g producto.	28,4
6g grasas saturadas/100 g producto.	18,5
7g grasas saturadas/100 g producto.	8,5

*Reemplazo en cerdo 70/30 molido cerdo 70/30 molido.

Salame cocido

Cantidad de grasas saturadas que se desean en producto final	Cantidad de sustituto de grasa para 100g de producto (%)
3g grasas saturadas/100 g producto.	23,4
5g grasas saturadas/100 g producto.	17,6
7g grasas saturadas/100 g producto.	10,5
9g grasas saturadas/100 g producto.	5,86

*Reemplazo en tocino dorsal de cerdo.

Anexo 3: Tabla de valoración de calidad sensorial base para productos parrilleros y salame.

Tabla de valoración productos parrilleros

TABLA DE VALORACIÓN DE CALIDAD DE PARRILLEROS

Características	Calidad Grado 1: Características Típicas			Calidad Grado 2: Deterioro Tolerable			Calidad Grado 3: Deterioro Indeseable			
	Excelente 8	Muy Buena 7	Buena 6	Satisfactoria 5	Regular 4	Insuficiente 3	Defectuosa 2	Mala 1	Muy Mala 0	
Color	Muy natural, muy típico. Excepcionalmente bueno. Rojo típico. Brillante, homogéneo. Trozos de muy buen color, muy parejo.	Brillante, típico, natural. Parejo. Rojo típico. Homogéneo. Trozos de buen color, parejo.	Natural, típico. No tan brillante. Levemente claro u oscuro. Trozos de color levemente desuniforme, levemente disparatejo.	Ligeramente alterado. Algo pálido. Algo oscuro. Aún típico. Trozos de color algo desuniforme. Leve presencia de grasa.	Algo alterado, pálido u oscuro, poco uniforme. Trozos de color desuniforme. Presencia de grasa.	Alterado. Muy desuniforme. Color alterado. Trozos de color muy desuniforme. Mucha presencia de grasa.	Intensas coloraciones blancas, zonas transparentes. Trozos de color atípico. Mucha presencia de grasa.	Atípico. Deteriorado. No recuerda al producto. Producto excesivo en grasa.	Completamente deteriorado, muy atípico. Grasa en extremo.	
Apariencia Forma	Completamente bien conservada. Puntas bien definidas. Trozos pequeños de carne uniformemente distribuidos.	Muy bien conservada. Trozos de carne pequeños y bien distribuidos. Compacto	Bien cosechada. Trozos bien distribuidos levemente medianos de tamaño.	Trozos medianamente bien distribuidos de mediano tamaño. Leve presencia de grasa.	Trozos medianamente bien distribuidos de trozos medianamente grandes. Algo disgregado. Poco compacto. Presencia de grasa	Trozos de distribución muy desuniforme. Disgregado. Con trozos grandes de carne y presencia de grasa.	Alterada. Zonas gelatinosas marcadas. Completamente disgregado. Presencia de grasa	Muy heterogénea. Atípica. Muy alterada. Mucha Grasa, y gelatina	Completamente alterada. Exceso de grasa y gelatina.	
Olor	Muy específico. Excepcionalmente típico. Condimentación muy equilibrada.	Específico. Típico. Condimentación equilibrada.	Específico. Bueno. Poco intenso. Condimentación aún equilibrada.	Levemente perjudicado, algo desequilibrado. Condimentación tenue o muy intensa. Leve olor a grasa.	Algo perjudicado, disminuido. Condimentación desequilibrada. Olor a grasa.	Perjudicado, atípico. Ligero olor ácido, extraño. Condimentación muy desequilibrada. Olor grasoso intenso.	Alterado. Extraño, ácido, deteriorado, a moho. Condimentación completamente desequilibrada. Olor grasoso muy intenso.	Muy deteriorado, alterado. Rancio. Olor a sebo. Húmedo, a moho fuerte. Olor grasoso muy intenso.	Completamente deteriorado, alterado. Olor grasoso extremo.	
Sabor	Muy específico. Excepcionalmente típico, intenso. Condimentación muy bien equilibrada.	Específico. Muy típico. Condimentación bien equilibrada.	Específico. Poco intenso. Condimentación aún equilibrada.	Levemente perjudicado, poco intenso. Condimentación tenue o muy intensa. Algo salado. Sabor leve a grasa.	Algo perjudicado. Disminuido. Condimentación desequilibrada. Salado. Sabor a grasa.	Perjudicado, atípico. Algo ácido, extraño. Muy salado. Sabores extraños. Condimentación muy desequilibrada. Sabor grasoso intenso.	Alterado. Acido, deteriorado, a moho. Condimentación completamente desequilibrada. Extremadamente salado. Sabor grasoso intenso.	Muy deteriorado, salado. Muy ácido. Sabor a grasa muy intenso.	Completamente deteriorado, alterado. Sabor a grasa extrema.	
Textura	Excepcionalmente buena. Firme. Secca. Muy típica. Excelente ligazón y consistencia. Trozos de buena firmeza	Muy típica. Muy buena, firme. Buena ligazón y consistencia. Trozos de buena firmeza. Secca.	Típica, buena. Algo muy firme o levemente blanda. Trozos levemente blandos o duros.	Levemente secca, algo dura, algo blanda. Leve presencia de tendones, cartilagos. Trozos algo blandos o duros. Pequeños trozos de grasa	Algo secca, dura, blanda, heterogénea. Grasosa. Algunos tendones, cartilagos. Trozos blandos o duros. Trozos de grasa.	Alterada. Secca, húmeda. Blanda o dura. Desuniforme. Granulosa. Abundantes tendones, cartilagos. Trozos muy blandos o muy duros. Muchos trozos de grasa.	Muy desuniforme, muy alterada. Muy blanda, o muy dura. Muy secca. Muy granulosa. Trozos de grasa abundantes.	Completamente alterada. Atípica. Grandes trozos de grasa.	Extremadamente alterada. Grandes y abundantes trozos de grasa.	

Tabla de valoración productos salame

TABLA DE VALORACIÓN DE CALIDAD DE SALAME

Características	Calidad Grado 1: Características Típicas			Calidad Grado 2: Deterioro Tolerable			Calidad Grado 3: Deterioro Indeseable		
	Excelente 9	Muy Buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy Mala 1
Color	Muy natural, muy típico. Excepcionalmente bueno. Rojo típico. Brillante homogéneo. Trozos de muy buen color, muy parejo.	Brillante, típico, natural. Parejo. Homogéneo. Trozos de buen color, parejo.	Natural, típico. No tan brillante. Levemente claro u oscuro. Trozos de color levemente desuniforme, levemente discreto.	Ligeramente alterado. Algo pálido. Algo oscuro. Aún típico. Algunas bolsas de grasa. Trozos de color desuniforme.	Algo alterado, pálido u oscuro, poco uniforme. Bolsas de grasa. Trozos de color desuniforme.	Alterado. Muy desuniforme. Color alterado. Abundantes bolsas de grasa. Trozos de color muy desuniforme.	Intensas coloraciones grises, verdosas. Abundantes zonas blancas, zonas transparentes. Trozos de color atípico.	Atípico. Deteriorado. No recuerda al producto.	Completamente deteriorado, muy atípico.
Forma	Completamente bien conservada. Bordes lisos. Trozos uniformemente distribuidos.	Muy bien conservada. Bordes lisos. Trozos bien distribuidos.	Bien conservada. Bordes lisos. Trozos bien distribuidos.	Hoyos más grandes. Trozos de distribución levemente desuniforme. Poco compacto.	Hoyos grandes e irregulares. Trozos de distribución desuniforme. Algo disgregado.	Bordes irregulares. Tajada incompleta, disgregada. Trozos de distribución muy desuniforme. Disgregado.	Alterada. Hoyos abundantes, grifetas, zonas gelatinosas marcadas. Completamente disgregado.	Muy heterogénea. Atípica. Muy alterada.	Completamente alterada.
Olor	Muy específico. Excepcionalmente típico. Condimentación muy equilibrada.	Específico. Típico. Condimentación equilibrada.	Específico. Bueno. Poco intenso. Condimentación aún equilibrada.	Levemente perjudicado, algo desequilibrado. Condimentación tenue o muy intensa.	Algo perjudicado, disminuido. Condimentación desequilibrada.	Perjudicado, atípico. Ligero olor ácido, extraño. Condimentación muy desequilibrada.	Alterado. Extraño, ácido, deteriorado, a moho. Condimentación completamente desequilibrada.	Muy deteriorado, alterado. Rancio. Olor a sebo. Húmedo, a moho fuerte.	Completamente deteriorado, alterado.
Sabor	Muy específico. Excepcionalmente típico. Intenso. Condimentación muy bien equilibrada.	Específico. Muy típico. Condimentación bien equilibrada.	Específico. Poco intenso. Condimentación aún equilibrada.	Levemente perjudicado, poco intenso. Condimentación tenue o muy intensa. Algo salado.	Algo perjudicado. Disminuido. Condimentación desequilibrada. Salado.	Perjudicado, atípico. Algo ácido, extraño. Muy salado. Sabores extraños. Condimentación muy desequilibrada.	Alterado. Acido, deteriorado, a moho. Condimentación completamente desequilibrada. Extremadamente salado.	Muy deteriorado, alterado. Rancio. A sebo. Húmedo, a moho fuerte.	Completamente deteriorado, alterado.
Textura	Excepcionalmente buena. Firme. Seca. Muy típica. Excelente ligazón y consistencia. Trozos de buena firmeza. Trozos de buena firmeza.	Muy típica. Muy buena, firme. Buena ligazón y consistencia. Trozos de buena firmeza. Seca.	Típica, buena. Algo muy firme o levemente blanda. Trozos levemente blandos o duros.	Levemente seca, algo dura, algo blanda. Algo grasosa. Leve presencia de tendones, cartilagos. Trozos algo blandos o duros.	Algo seca, dura, blanda, heterogénea. Grasosa. Algunos tendones, cartilagos. Trozos blandos o duros.	Alterada. Seca, húmeda. Blanda o dura. Desuniforme. Granulosa. Abundantes tendones, cartilagos. Trozos muy blandos o muy duros.	Muy desuniforme, muy alterada. Muy blanda, o muy dura. Muy seca. Muy granulosa.	Completamente alterada. Atípica.	Extremadamente alterada.

Anexo 4: Hoja de respuesta de test descriptivo contra control

TEST DE DIFERENCIAS CONTRA CONTROL –

Nombre:..... Fecha:.....

Instrucciones:

- Evalúe el control primero que la muestra codificada.
- Para la muestra, califique GRADO Y DIRECCIÓN de diferencia con el control en cada atributo.

MUESTRA.....CON RESPECTO AL CONTROL:

Primero mire la muestra, compárela con el control y evalúe lo siguiente:

Intensidad de COLOR DE PARTICULAS DE GRASA:

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho menos claro			Algo menos claro		Igual al control		Algo más oscuro			Mucho más oscuro

Cantidad de PARTICULAS DE GRASA:

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho menos partículas			Algo menos partículas		Igual al control		Algo más de partículas			Mucho más partículas

Distribución de PARTICULAS DE GRASA:

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho menos distribuidas			Algo menos distribuidas		Igual al control		Algo más distribuidas			Mucho más distribuidas

Intensidad de COLOR PASTA:

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho más claro			Algo más claro		Igual al control		Algo más oscuro			Mucho más oscuro

Homogeneidad de la PASTA:

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho menos homogéneas			Algo menos homogéneas		Igual al control		Algo más homogéneas			Mucho más homogéneas

Firmeza del PRODUCTO: cortar con cuchillo un pequeño trozo del producto.

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho menos firme			Algo menos firme		Igual al control		Algo más firme			Mucho más firme

AROMA CARACTERISTICO:

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho menos característico			Algo menos característico		Igual al control		Algo más característico			Mucho más característico

Ahora por favor pruebe primero el control y luego la muestra:

FIRMEZA EN LA BOCA: cortar con un cuchillo un pequeño trozo y ejercer

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho menos firme			Algo menos firme		Igual al control		Algo más firme			Mucho más firme

Intensidad de **SABOR CARACTERISTICO:**

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho menos intenso			Algo menos intenso		Igual al control		Algo más intenso			Mucho más intenso

Intensidad de **SABOR a GRASA:**

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho menos intenso			Algo menos intenso		Igual al control		Algo más intenso			Mucho más intenso

Intensidad de **SABOR RESIDUAL:**

-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Mucho menos intenso			Algo menos intenso		Igual al control		Algo más intenso			Mucho más intenso

¡Muchas Gracias!

Anexo 5: Tabla de valoración de calidad sensorial de longaniza con sustituto de grasa.

TABLA DE VALORACIÓN DE CALIDAD DE LONGANIZA CON SUSTITUTO DE GRASA

Características	Calidad Grado 1: Características Típicas			Calidad Grado 2: Deterioro Tolerable			Calidad Grado 3: Deterioro Indeseable		
	Exceiente 9	Muy Buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy Mala 1
Color Interno	Muy natural, muy típico. Rojo típico. Homogéneo. Trozos de muy buen color, muy parejo.	Típico, natural. Parejo. Rojo típico. Homogéneo. Trozos de buen color, parejo.	Natural, típico. Levemente claro. Trozos de color levemente desuniforme, levemente disparejo.	Ligeramente alterado. Algo pálido. Aún típico. Trozos de color algo desuniforme. Leve presencia de grasa.	Algo alterado, pálido. Poco uniforme. Trozos de color muy desuniforme. Presencia de grasa.	Alterado. Muy desuniforme. Color alterado. Trozos de color muy desuniforme. Mucha presencia de grasa.	Intensas coloraciones grises, verdosas. Abundantes zonas blancas, zonas transparentes. Trozos de color atípico. Mucha presencia de grasa.	Atípico. Deteriorado. No recuerda al producto. Producto excesivo en grasa.	Completamente deteriorado, muy atípico. Grasa en extremo.
Apariencia/ Forma	Completamente bien conservada. Trozos pequeños de carne uniformemente distribuidos.	Muy bien conservada. Trozos de carne pequeños y bien distribuidos. Compacto.	Bien conservada. Trozos bien distribuidos levemente medianos de tamaño.	Trozos medianamente bien distribuidos de mediano tamaño. Leve presencia de grasa.	Trozos medianamente bien distribuidos de trozos medianamente grandes. Algo disgregado. Poco compacto. Presencia de grasa	Trozos de distribución muy desuniforme. Disgregado. Con trozos grandes de carne y presencia de grasa.	Alterada. Zonas gelatinosas marcadas. Completamente disgregado. Presencia de grasa	Muy heterogénea. Atípica. Muy alterada. Mucha Grasa, y gelatina	Completamente alterada. Exceso de grasa y gelatina.
Olor	Muy típico. Condimentación muy equilibrada. Aroma típico ahumado.	Específico. Típico. Condimentación equilibrada. Aroma típico ahumado.	Específico. Bueno. Poco intenso. Condimentación aún equilibrada. Aun con aroma ahumado.	Levemente perjudicado, algo desequilibrado. Condimentación tenue o muy intensa. Leve olor a grasa. Leve aroma ahumado.	Algo perjudicado, disminuido. Condimentación desequilibrada. Olor a grasa.	Perjudicado, atípico. Ligero olor ácido, extrafo. Condimentación muy desequilibrada. Olor graso intenso.	Alterado. Extrafo, ácido, deteriorado, a moho. Condimentación completamente desequilibrada. Olor graso muy intenso.	Muy deteriorado, alterado. Rancio. Olor a sebo. Húmedo, a moho fuerte. Olor graso muy intenso.	Completamente deteriorado, alterado. Olor graso extremo.
Sabor	Muy específico. Excepcionalmente típico. Intenso. Condimentación muy bien equilibrada.	Específico. Muy típico. Condimentación bien equilibrada.	Específico. Poco intenso. Condimentación aún equilibrada.	Levemente perjudicado, poco intenso. Condimentación tenue o muy intensa. Algo salado. Sabor leve a grasa.	Algo perjudicado. Disminuido. Condimentación desequilibrada. Salado. Sabor a grasa.	Perjudicado, atípico. Algo ácido, extrafo. Muy salado. Sabores extrafos. Condimentación muy desequilibrada. Sabor graso intenso.	Alterado. Acido, deteriorado, a moho. Condimentación completamente desequilibrada. Extremadamente salado. Sabor graso intenso.	Muy deteriorado, salado. Muy ácido. Sabor a grasa muy intenso.	Completamente deteriorado, alterado. Sabor a grasa extrema.
Textura	Excepcionalmente buena. Firme. Muy típica. Excelente ligazón y consistencia. Trozos de buena firmeza.	Muy típica. Muy buena, firme. Buena ligazón y consistencia. Trozos de buena firmeza.	Típica, buena. Algo muy firme o levemente blanda. Trozos levemente blandos o duros.	Algo blanda. Leve presencia de tendones, cartilagos. Trozos algo blandos o duros. Pequeños trozos de grasa. Levemente granulosa.	Algo blanda, heterogénea. Grasosa. Algunos tendones, cartilagos. Trozos blandos o duros. Trozos de grasa. Granulosa.	Alterada. Húmeda. Blanda. Desuniforme. Muy granulosa. Abundantes tendones, cartilagos. Trozos muy blandos o muy duros. Muchos trozos de grasa.	Muy desuniforme, muy alterada. Muy blanda. Muy granulosa. Trozos de grasa abundantes.	Completamente alterada. Atípica. Grandes trozos de grasa.	Extremadamente alterada. Grandes y abundantes trozos de grasa.

Anexo 6: Tabla de valoración de calidad sensorial de salame cocido con sustituto de grasa.

TABLA DE VALORACIÓN DE CALIDAD DE SALAME COCIDO CON SUSTITUTO DE GRASA

Características	Calidad Grado 1: Características Típicas			Calidad Grado 2: Deterioro Tolerable			Calidad Grado 3: Deterioro Indeseable		
	Excelente 9	Muy Buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Malta 2	Muy Mala 1
Color Interno	Muy natural, muy típico. Rojo típico. Homogéneo. Trozos de muy buen color, muy parejo.	Típico, natural. Parejo. Rojo típico. Homogéneo. Trozos de buen color, parejo.	Natural, típico. Levemente claro u oscuro. Trozos de color levemente desuniforme, levemente disperejo.	Ligeramente alterado. Aún típico. Trozos de color algo desuniforme.	Algo alterado, poco uniforme. Trozos de color desuniforme.	Alterado. Muy desuniforme. Color alterado. Trozos de color muy desuniforme.	Intensas coloraciones grises, verdosas. Abundantes zonas blancas, zonas transparentes. Trozos de color atípico.	Atípico. Deteriorado. No recuerda al producto.	Completamente deteriorado, muy atípico.
Apariencia /Forma	Completamente bien conservada. Trozos uniformemente distribuidos. Trozos muy bien definidos.	Muy bien conservada. Bordes lisos. Trozos bien distribuidos. Trozos bien definidos.	Bien conservada. Bordes lisos. Trozos de distribución levemente desuniforme de grasa. Trozos aún bien definidos.	Aun conservada. Trozos de distribución levemente desuniforme. Poco compacto. Trozos poco definidos.	Trozos de distribución levemente desuniforme de grasa. Algo disgregado. Trozos muy poco definidos.	Poco conservada. Trozos de distribución muy desuniforme. Disgregado. Sin definición de trozos.	Alterada, zonas gelatinosas marcadas. Apariencia pastosa.	Muy homogénea. Atípica. Muy alterada.	Completamente alterada.
Olor	Muy específico. Excepcionalmente típico. Condimentación muy equilibrada.	Específico. Típico. Condimentación equilibrada.	Específico. Bueno. Poco intenso. Condimentación aún equilibrada.	Algo desequilibrado. Condimentación tenue o muy intensa.	Algo perjudicado, disminuido. Condimentación desequilibrada.	Perjudicado, atípico. Ligero olor ácido, extraño. Condimentación muy desequilibrada.	Alterado. Extraño, ácido, deteriorado, a moño. Condimentación completamente desequilibrada.	Muy deteriorado. Rancio. Olor a sebo. Húmedo, a moño fuerte.	Completamente deteriorado, alterado.
Sabor	Excepcionalmente típico. Intenso. Condimentación muy bien equilibrada.	Muy típico. Condimentación bien equilibrada.	Específico. Poco intenso. Condimentación aún equilibrada.	Levemente perjudicado, poco intenso. Condimentación tenue o muy intensa. Algo salado.	Algo perjudicado. Disminuido. Condimentación desequilibrada. Salado.	Perjudicado, atípico. Algo ácido, extraño. Muy salado. Sabores extraños. Condimentación muy desequilibrada.	Alterado. Ácido, deteriorado, a moño. Condimentación completamente desequilibrada. Extremadamente salado.	Muy deteriorado, alterado. Rancio. A sebo. Húmedo, a moño fuerte.	Completamente deteriorado, alterado.
Textura	Firme. Muy típica. Excelente ligazón y consistencia. Trozos de buena firmeza. Grasitud típica.	Muy típica. Muy buena, firme. Buena ligazón y consistencia. Trozos de buena firmeza. Grasitud aún típica.	Típica, buena. Algo muy firme o levemente blanda. Trozos levemente blandos o duros. Grasitud leve.	Algo dura, algo blanda. Algo grasosa. Trozos algo blandos o duros.	Algo dura, blanda, heterogénea. Grasosa. Algunos tendones, cartilagos. Trozos blandos o duros.	Alterada. Seca, húmeda. Blanda o dura. Desuniforme. Granulosa. Abundantes tendones, cartilagos. Trozos muy blandos o muy duros.	Muy desuniforme, muy alterada. Muy blanda, o muy dura. Muy seca. Muy granulosa.	Completamente alterada. Atípica.	Extremadamente alterada.

Anexo 7: Análisis de varianza multifactorial ANOVA para longaniza

Analysis of Variance for Apariencia - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Jueces	3,27273	8	0,409091	1,98	0,0591
B:Muestras	62,404	10	6,2404	30,25	0,0000
RESIDUAL	16,5051	80	0,206313		
TOTAL (CORRECTED)	82,1818	98			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Analysis of Variance for Aroma - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Jueces	2,50505	8	0,313131	1,99	0,0586
B:Muestras	5,39394	10	0,539394	3,42	0,0009

RESIDUAL	12,6061	80	0,157576		
TOTAL (CORRECTED)	20,5051	98			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Analysis of Variance for Color - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Jueces	2,72727	8	0,340909	1,54	0,1569
B:Muestras	75,7374	10	7,57374	34,20	0,0000
RESIDUAL	17,7172	80	0,221465		
TOTAL (CORRECTED)	96,1818	98			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Analysis of Variance for Sabor - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Jueces	3,71717	8	0,464646	1,92	0,0687
B:Muestras	24,2424	10	2,42424	10,00	0,0000
RESIDUAL	19,3939	80	0,242424		
TOTAL (CORRECTED)	47,3535	98			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Analysis of Variance for Textura - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Jueces	2,50505	8	0,313131	1,07	0,3951
B:Muestras	111,778	10	11,1778	38,06	0,0000
RESIDUAL	23,4949	80	0,293687		
TOTAL (CORRECTED)	137,778	98			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Anexo 8: Análisis de varianza multifactorial ANOVA para salame cocido.

Analysis of Variance for Apariencia - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Jueces	5,49091	9	0,610101	1,98	0,0505
B:Muestras	28,4727	10	2,84727	9,25	0,0000
RESIDUAL	27,7091	90	0,307879		
TOTAL (CORRECTED)	61,6727	109			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Analysis of Variance for Sabor - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Jueces	6,40909	9	0,712121	1,88	0,0650
B:Muestras	24,2727	10	2,42727	6,41	0,0000
RESIDUAL	34,0909	90	0,378788		
TOTAL (CORRECTED)	64,7727	109			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Analysis of Variance for Aroma - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Jueces	2,91818	9	0,324242	1,42	0,1923

B:Muestras	5,96364	10	0,596364	2,61	0,0079
RESIDUAL	20,5818	90	0,228687		
TOTAL (CORRECTED)	29,4636	109			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Analysis of Variance for Color - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Jueces	3,64545	9	0,405051	1,76	0,0860
B:Muestras	30,2545	10	3,02545	13,18	0,0000
RESIDUAL	20,6545	90	0,229495		
TOTAL (CORRECTED)	54,5545	109			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

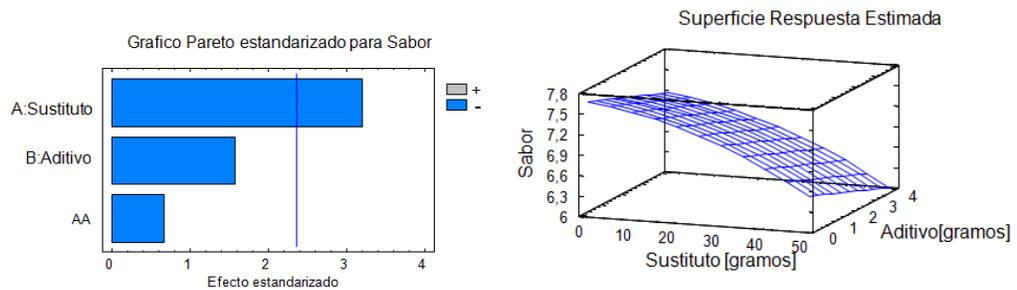
Analysis of Variance for Textura - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Jueces	3,64545	9	0,405051	1,98	0,0513
B:Muestras	27,3636	10	2,73636	13,34	0,0000
RESIDUAL	18,4545	90	0,205051		
TOTAL (CORRECTED)	49,4636	109			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Anexo 9: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para sabor,

Longaniza.

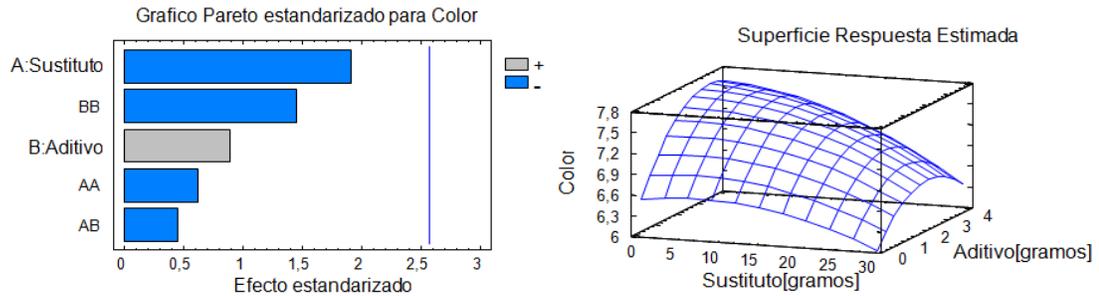


Analysis of Variance for Sabor

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Sustituto	1,373	1	1,373	10,16	0,0153
B:Aditivo	0,328964	1	0,328964	2,43	0,1627
AA	0,056832	1	0,056832	0,42	0,5374
Total error	0,946094	7	0,135156		
Total (corr.)	2,70489	10			

R-squared = 65,0228 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 50,0326 percent
Standard Error of Est. = 0,367636
Mean absolute error = 0,238557
Durbin-Watson statistic = 1,81157 (P=0,4022)
Lag 1 residual autocorrelation = -0,154516

Anexo 10: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para color, Salame cocido.

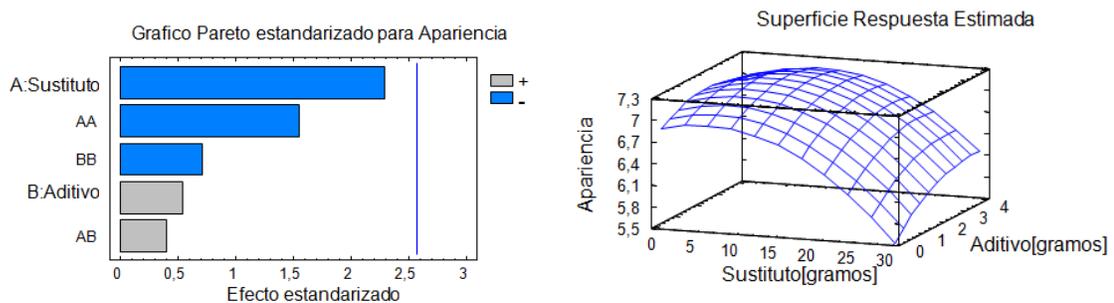


Analysis of Variance for Color

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Sustituto	0,983574	1	0,983574	3,61	0,1158
B:Aditivo	0,210428	1	0,210428	0,77	0,4197
AA	0,100708	1	0,100708	0,37	0,5697
AB	0,0529	1	0,0529	0,19	0,6778
BB	0,564043	1	0,564043	2,07	0,2097
Total error	1,36193	5	0,272385		
Total (corr.)	3,18305	10			

R-squared = 57,2133 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 14,4265 percent
Standard Error of Est. = 0,521905
Mean absolute error = 0,280077
Durbin-Watson statistic = 1,71771 (P=0,2907)
Lag 1 residual autocorrelation = 0,100976

Anexo 11: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para apariencia, salame cocido.



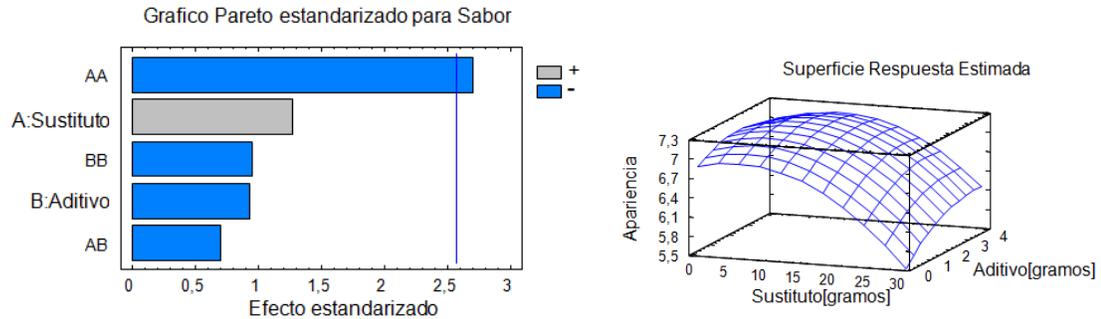
Analysis of Variance for Apariencia

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Sustituto	1,09359	1	1,09359	5,18	0,0719
B:Aditivo	0,0602413	1	0,0602413	0,29	0,6160
AA	0,501907	1	0,501907	2,38	0,1837
AB	0,0324	1	0,0324	0,15	0,7113
BB	0,103873	1	0,103873	0,49	0,5142

R-squared = 61,7356 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 23,4712 percent
Standard Error of Est. = 0,459376
Mean absolute error = 0,236081
Durbin-Watson statistic = 1,94306 (P=0,4345)
Lag 1 residual autocorrelation = -0,00798705

Total error	1,05513	5	0,211026		
Total (corr.)	2,75747	10			

Anexo 12: Diagrama de Pareto y superficie de respuesta para sabor, salame cocido.

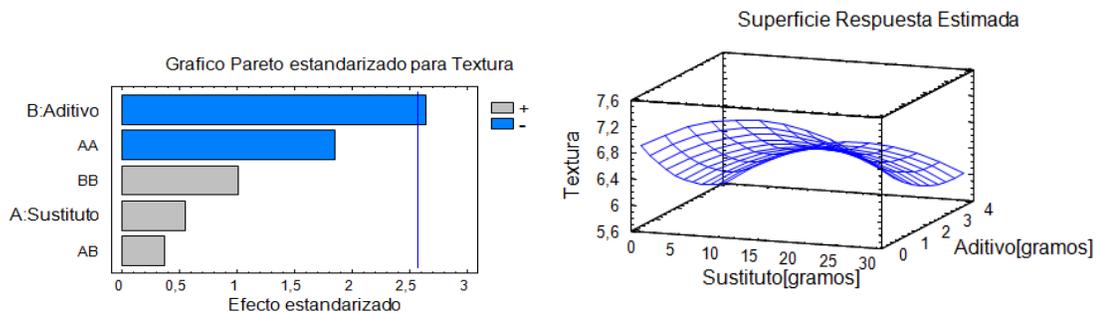


Analysis of Variance for Sabor

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Sustituto	0,254199	1	0,254199	1,60	0,2620
B:Aditivo	0,134494	1	0,134494	0,84	0,4001
AA	1,15521	1	1,15521	7,26	0,0431
AB	0,075625	1	0,075625	0,48	0,5213
BB	0,139712	1	0,139712	0,88	0,3918
Total error	0,795828	5	0,159166		
Total (corr.)	2,419	10			

R-squared = 67,1009 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 34,2019 percent
Standard Error of Est. = 0,398956
Mean absolute error = 0,238082
Durbin-Watson statistic = 2,50361 (P=0,7894)
Lag 1 residual autocorrelation = -0,341695

Anexo 13: Diagrama de Pareto y superficie estimada de respuesta para textura, salame cocido.



Analysis of Variance for Textura

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Sustituto	0,0416558	1	0,0416558	0,29	0,6125
B:Aditivo	0,990595	1	0,990595	6,93	0,0464

R-squared = 72,7515 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 45,503 percent
Standard Error of Est. = 0,378131
Mean absolute error = 0,21697
Durbin-Watson statistic = 1,25755 (P=0,0836)
Lag 1 residual autocorrelation = 0,242392

AA	0,485896	1	0,485896	3,40	0,1246
AB	0,018225	1	0,018225	0,13	0,7357
BB	0,143063	1	0,143063	1,00	0,3631
Total error	0,714916	5	0,142983		
Total (corr.)	2,62369	10			

Anexo 14: Valores de deseabilidad predichos y observados, longaniza.

	<i>Desirability</i>	<i>Desirability</i>
<i>Response</i>	<i>Low</i>	<i>High</i>
Aroma	7,0	7,0
Textura 2	21,0	67,0
Dureza instrumental	4,0	7,0
Color	5,0	7,0
Apariencia	5,0	7,0

Row	Aroma	Dureza instrumental	Textura	Color	Apariencia	<i>Predicted Desirability</i>	<i>Observed Desirability</i>
1	7,67	67,79	7,78	7,56	7,33	0,993155	1,0
2	7,11	40,43	4,78	5,33	5,67	0,0	0,360283
3	7,33	43,3	6,33	7,44	7,33	0,831629	0,822539
4	7,56	31,11	4,67	5,22	5,44	0,326226	0,259987
5	7,33	57,14	7,0	7,56	7,44	0,957268	0,952897
6	7,0	37,67	4,22	5,22	5,11	0,0	0,17428
7	7,22	65,72	7,11	6,89	6,67	0,926133	0,948358
8	7,67	32,4	5,67	6,56	6,89	0,651393	0,633073
9	7,0	21,51	5,33	6,67	6,33	0,540712	0,307051
10	7,22	31,0	6,11	7,22	7,33	0,540712	0,68688
11	7,11	25,35	5,78	6,67	6,78	0,540712	0,529689

Anexo 15: Valores de deseabilidad predichos y observados, salame cocido.

	<i>Desirability</i>	<i>Desirability</i>
<i>Response</i>	<i>Low</i>	<i>High</i>
Aroma	6,0	7,0
Dureza instrumental	321,0	454,0

Row	Aroma	Dureza instrumental	<i>Predicted Desirability</i>	<i>Observed Desirability</i>
1	7,18	376,2	0,686321	0,644234
2	7,64	454,5	0,984433	1,0
3	7,55	401,5	0,734609	0,777987
4	7,55	338,9	0,0	0,36686
5	6,91	404,1	0,781565	0,754042

6	7,64	381,1	0,752405	0,67222
7	7,73	431,0	0,846532	0,909433
8	7,64	321,4	0,254052	0,0548408
9	7,55	387,1	0,624963	0,704977
10	7,73	373,2	0,624963	0,626483
11	7,55	338,7	0,624963	0,364805

Anexo 16: Valores test descriptivo contra control

Tabla Promedio Salame

Juez	Intensidad de Color de partículas de grasa	cantidad de partículas de grasa	Distribución de partículas de grasa	Intensidad de color pasta	Homogeneidad de la pasta	Firmeza del Salame	Aroma característico	Intensidad de Sabor característico	Intensidad de sabor a grasa	Intensidad de sabor residual	Firmeza en la boca
Leyla S.	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	-1	1	0	-1
Gabriela H.	2	-2	0	-1	0	1	2	1	-2	-2	2
Javiera Y.	1	-2	-2	1	-2	-2	0	-1	-2	-2	-1
Paola M.	2	-2	1	1	1	1	0	1	-1	-1	1
Rafael B.	1	-1	-1	-1	2	0	0	0	0	0	-1
Juan Jose	-3	-2	0	-2	0	2	-1	-1	-2	0	-2
Daniel G.	1	-1	1	1	0	-1	0	-1	-1	-1	0
Ezequiel C.	1	-1	-1	-2	0	0	-2	-2	-1	-2	1
Jorge P.	-1	-3	-3	1	-1	1	-1	1	1	2	1
María José O.	-2	-3	-2	0	-2	2	2	-2	-2	-2	-1
Promedio	0,10	-1,90	-0,80	-0,30	-0,30	0,40	0,00	-0,50	-0,90	-0,80	-0,10
Desviación estándar	1,73	0,74	1,32	1,25	1,25	1,26	1,25	1,18	1,20	1,32	1,29

Tabla promedio Longaniza

Juez	Intensidad de Color de partículas de grasa	cantidad de partículas de grasa	Distribución de partículas de grasa	Intensidad de color pasta	Homogeneidad de la pasta	Firmeza del longaniza	Aroma característico	Intensidad de Sabor característico	Intensidad de sabor a grasa	Intensidad de sabor residual	Firmeza en la boca
Leyla S.	1	1	0	0	-1	-1	0	-1	1	0	-1
Gabriela H.	0	1	0	-1	-1	0	0	1	2	1	1
Javiera Y.	-1	2	-3	-1	-2	-2	1	-1	-2	-2	-1
Paola M.	2	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1
Rafael B.	1	1	-1	-2	-1	-1	0	-1	1	0	-1
Juan José	-3	3	-2	0	-3	-3	0	-1	2	-2	-2
Daniel G.	-1	2	2	-1	1	-2	0	-1	1	0	-1
Ezequiel C.	-1	-1	1	-1	-1	1	1	0	1	-1	-1
Jorge P.	-1	-1	-1	1	-1	-2	1	3	1	1	-1
María José O.	0	1	0	-1	-2	-1	-1	-2	1	-2	-2
Promedio	-0,30	0,80	-0,30	-0,70	-1,00	-1,20	0,30	-0,20	0,90	-0,40	-1,00
Desviación estándar	1,42	1,40	1,49	0,82	1,25	1,14	0,67	1,48	1,10	1,26	0,82

Anexo 17: Resultados Análisis proximal de salame cocido de la muestra control y muestra óptima.

	Análisis Proximal Salame Cocido							
	Control 1	Control 2	Promedio Control	Desviación estándar	Muestra óptima 1	Muestra óptima 2	Promedio Muestra	Desviación estándar
Energía (Kcal)	261,83	274,83	268,33	9,195287	163,62	148,10	155,86	5,487856
Proteínas(g)	17,4	17,42	17,41	0,01414	16,96	17,52	17,24	0,19799
Materia grasa (g)	15,29	18,72	17,01	2,423976	8,44	4,82	6,63	1,278024
Humedad (%)	51,16	52,2	51,68	0,73539	67,21	66,52	66,87	0,24395
Cenizas (g)	13,64	9,16	11,40	3,169266	4,959	8,652	6,8052	1,305602
Carbohidratos (g)	21,29	18,52	19,91	1,95727	9,18	11,06	10,12	0,66658

Anexo 18: Resultados análisis lipídico en porcentaje de éteres metílicos.

Resultados Longaniza

Ácidos grasos	Control 1 (% éter metílico)	Control 2 (% éter metílico)	Promedio (% éter metílico)	Desviación estándar	Sustitución 23% 1 (% éter metílico)	Sustitución 23% 2 (% éter metílico)	Promedio (% éter metílico)	Desviación estándar
C 14:0 +13:1	1,4799	1,9513	1,7156	0,3332	1,5693	1,9930	1,7811	0,2996
C 16:0	24,3773	30,9277	27,6525	4,6318	23,8066	26,4426	25,1246	1,8639
C 16:1 c 9c	2,0743	2,6171	2,3457	0,3838	2,2052	2,4465	2,3259	0,1706
C 18:0	13,4803	15,9419	14,7111	1,7406	11,4760	10,6949	11,0854	0,5522
C 18:1 9c oleico	37,8962	45,3947	41,6454	5,3022	43,5334	41,6664	42,5999	1,3201
C 18:1 11c vacc	2,6533	3,1670	2,9101	0,3632	2,5556	2,428	2,4922	0,0895
C 18:2 9c 12c	18,0385	21,2844	19,6614	2,2951	14,8536	14,3272	14,5904	0,3722

Resultados Salame cocido

Ácidos grasos	Control 1 (% éter metílico)	Control 2 (% éter metílico)	Promedio (% éter metílico)	Desviación estándar	Optimo 1 (% éter metílico)	Optimo 2 (% éter metílico)	Promedio (% éter metílico)	Desviación estándar
C 14:0 +13:1	1,7269	2,5436	2,1352	0,5775	1,8837	2,4511	2,1674	0,4012
C 16:0	24,7062	28,6207	26,6635	2,7680	22,8270	25,0657	23,9464	1,5830
C 16:1 c 9c	2,6935	3,1946	2,94410	0,3543	2,5804	2,8498	2,7151	0,1904
C 18:0	12,3121	11,1283	11,7202	0,8370	9,6763	8,6855	9,1809	0,7006
C 18:1 9c oleico	45,3610	42,0381	43,6995	2,3496	50,3715	49,3313	49,8514	0,7355
C 18:1 11c vacc	3,5037	3,1657	3,3347	0,2390	2,9088	2,7688	2,8388	0,0989
C 18:2 9c 12c	9,6963	9,30861	9,5024	0,2741	9,7519	8,8474	9,2997	0,6395

Anexo 19: Resultados análisis proximal de longaniza de la formulación control y formulación de la sustitución 23%.

Análisis Proximal Longaniza								
	Control 1	Control 2	Promedio Control	Desviación estándar	Muestra sustitución 23% 1	Muestra sustitución 23% 2	Promedio Muestra	Desviación estándar
Energía (Kcal)	256,31	284,76	270,54	20,1228	242,93	223,55	233,24	13,7030
Proteínas (%)	18,01	17,65	17,83	0,25455	15,71	16,58	16,15	0,6151
Materia grasa (%)	16,94	20,17	18,56	2,27943	13,03	9,11	11,07	2,77059
Humedad (%)	54,01	50,85	52,43	2,23445	52,89	52,6	52,75	0,20506
Cenizas (%)	3,09	3,17	3,13	0,05303	2,67	2,91	2,79	0,16758
Carbohidratos (%)	7,94	8,16	8,05	0,15655	15,70	18,80	17,25	2,19288

Anexo 20: Tabla composición de ácidos grasos de materias grasas de origen animal.

TABLA III
COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS DE MATERIAS GRASAS DE ORIGEN ANIMAL
(% de ésteres metílicos)

ACIDOS GRASOS	ACEITE DE	Grasa de ovino (24)	Mantecilla o Grasa de leche (24)	Grasa de vacuno (24)	Grasa de Caballo (24)	Manteca de Cerdo (23)	Acete de Yema de Huevo (11)	Grasa de Leche materna (25)	Grasa de pollo dieta maíz (40)
C 4:0 Ac. Butírico		—	3,8	—	—	—	—	—	—
C 6:0 Ac. Capríico		—	2,3	—	—	—	—	0,6	—
C 8:0 Ac. Caprílico		—	1,3	—	—	—	—	1,1	—
C10:0 Ac. Cáprico		—	2,8	—	—	—	—	3,3	—
C12:0 Ac. Láurico		0,3	3,1	0,1	—	—	trazas	8,1	—
C14:0 Ac. Mirístico		3,2	10,3	3,4	4,0	2,4	—	7,9	0,9
C15:0 Ac. Pentadecanoico		0,2	1,0	0,8	—	—	—	—	—
C16:0 Ac. Palmítico		22,0	28,0	25,1	22,1	24,9	30,9	20,9	21,0
C17:0 Ac. Heptadecanoico		1,4	0,8	1,7	—	—	—	—	0,3
C18:0 Ac. Estéarico		30,0	10,6	22,6	5,2	14,0	20,4	6,1	8,2
C20:0 Ac. Eicosanoico		0,4	—	trazas	—	1,0	—	—	—
C22:0 Ac. Docosanoico		—	—	—	—	—	—	—	—
Total Saturados		57,5	64,0	53,7	31,3	42,3	51,3	48,0	30,4
C10:1 Ac. Decenoico		—	0,3	—	—	—	—	—	—
C14:1 Ac. Miristoleico		0,5	2,0	1,6	0,1	—	—	—	—
C16:1 Ac. Palmistoleico		1,0	3,0	3,2	5,9	3,5	—	3,7	6,6
C18:1 Ac. Oleico		36,2	24,8	36,8	35,7	46,1	31,9	29,5	40,5
C20:1 Ac. Eicosenoico		—	—	—	—	—	—	—	0,4
Total Monoinsaturados		37,7	30,1	41,6	41,7	49,6	31,9	33,2	47,5
C18:2 Ac. Linoleico n-6		2,4	3,5	4,2	7,3	8,1	13,4	15,0	21,0
C18:3 Ac. Linoleico n-3		—	2,2	trazas	18,6	—	—	1,1	0,8
Total Poliinsaturados		2,4	5,7	4,2	25,9	8,1	13,4	16,1	21,8
Relación Saturados: Monoinsaturados: Poliinsaturados		1 : 0,7 : 0,04	1 : 0,5 : 0,09	1 : 0,8 : 0,08	1 : 1,3 : 0,8	1 : 1,2 : 0,2	1 : 0,6 : 0,3	1 : 6,9 : 0,3	1 : 1,6 : 0,7
Indice de Poliinsaturación		0,04	0,09	0,08	0,8	0,2	0,3	0,3	0,7

Anexo 21: Ley 20606, Límites de alimentos sólidos

Tabla N° 1 LÍMITES ALIMENTOS SÓLIDOS			
Nutriente ó Energía	ETAPA 1 Fecha de entrada en vigencia junio de 2016	ETAPA 2 24 meses después de entrada en vigencia	ETAPA 3 36 meses después de entrada en vigencia
Energía kcal/100 g	350	300	275
Sodio mg/100 g	800	500	400
Azúcares totales g/100 g	22,5	15	10
Grasas saturadas g/ 100 g	6	5	4

Minsal, (2016).