



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO
“ELABORACIÓN DE SALCHICHA DE TERNERA UTILIZANDO INULINA
COMO SUSTITUTO DE LA GRASA DE CERDO”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

AUTOR:

VARGAS QUINTANA ROBERTO JAVIER

ASESOR:

DR. MANAYAY SÁNCHEZ DAMIAN

JURADO:

DR. IANNAcone OLIVER JOSE ALBERTO

DRA. ESENARRO VARGAS DORIS

DR. ALCANTARA TRUJILLO MAX CLIVE

LIMA – PERÚ

2018

A DIOS

POR SU PRESENCIA EN MI VIDA

DEDICATORIA

A MIS PADRES

VICTOR Y ANGELICA

QUIENES FORJARON EN MI, EL PRINCIPIO

DE DISCIPLINA Y RESPONSABILIDAD

A QUIENES LES DEBO LO QUE SOY

A MI ESPOSA

MATILDE

POR ESTAR SIEMPRE A MI LADO

BRINDANDOME AMOR Y COMPRESION

A MIS HIJOS

ROBERTO Y GABRIEL

PARA QUE EN UN FUTURO

PROXIMO

SUPEREN A SUS PADRES

AGRADECIMIENTOS

A LA PLANTA PILOTO Y LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD
DE ALIMENTOS DE **MICROBAC LABORATORIOS EIRL**,
POR PERMITIRNOS REALIZAR LAS EVALUACIONES QUIMICO
NUTRICIONALES ASI COMO LOS MICROBIOLOGICOS
Y EL PANEL DE EVALUACION SENSORIAL

RECONOCIMIENTO

A LA DRA. MATILDE TENORIO DOMINGUEZ
POR SU INVALORABLE CONOCIMIENTO Y AMPLIA EXPERIENCIA
EN LA INDUSTRIA CARNICA
QUE ASESORO EXTERNAMENTE ESTE TRABAJO

INDICE

	pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Planteamiento del Problema	6
1.3. Objetivos	6
1.4. Justificación e importancia	7
1.5. Alcances y Limitaciones	9
1.6. Definición de Variables	10
CAPITULO II	
2. MARCO TEORICO	11
2.1. Embutidos Escaldados	11
2.2. Operaciones de Elaboración.	13
2.3. Salchicha de Ternera	14
2.4. Carne de Ternera	15
2.5. Propiedades Nutritivas de la Carne de Ternera	16
2.6. Inulina	16
2.7. Características Físicas y Químicas de la Inulina	17
2.8. Propiedades de la Inulina Como Sustituto de la Grasa	18
2.9. Aspectos Tecnológicos de la Inulina	19
2.10. Marco Conceptual	19
2.11. Hipótesis	21

CAPITULO III

3. METODO	22
3.1. Tipo y nivel de investigación	22
3.1.1. Tipo de investigación	
3.1.2. Nivel de investigación	
3.2. Diseño de la investigación	22
3.3. Estrategia de Prueba de hipótesis	24
3.4. Variables	24
3.5. Población	25
3.6. Muestra	25
3.7. Técnicas de Investigación	25
3.8. Instrumentos de Recolección de Datos	28
3.9. Procesamiento y Análisis de Datos	28

CAPITULO IV

4. RESULTADOS	29
4.1. Análisis de la materia prima e insumos	29
4.2. Características Físico químicas de la Inulina	30
4.3. Formulaciones	31
4.4. Análisis Sensorial	35
4.5. Formulación de la Salchicha de Ternera con la Respuesta Optimizada Global de Gel de Inulina	41
4.6. Resultados en los Parámetros de Procesamiento en Elaboración de la Salchicha de Ternera: Formula Control y Optima.	42
4.7. Resultados del Análisis Químico	42
4.8. Resultados del Análisis Microbiológico	43

CAPITULO V

5. DISCUSION	44
5.1. Calidad de las Materias Primas y los Insumos que Influyen Directamente en la Calidad de la Salchicha.	44
5.2. Formulaciones Modificadas	45
5.3. Análisis sensorial	46
5.4. Formulación de la Salchicha se Ternera con la Respuesta Optimizada Global de Gel de Inulina	48
5.5. Parámetros de Procesamiento en Elaboración de la Salchicha de Ternera: Formula Control y Optima.	48
5.6. Análisis Químico de la Salchicha de Ternera: Formula Control y Óptima	49
5.7. Análisis Microbiológico	50

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES	51
-----------------	----

CAPITULO VII

7. RECOMENDACIONES	52
--------------------	----

CAPITULO VIII

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
-------------------------------	----

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propiedades nutritivas de la carne de ternera	16
Tabla 2. Formato del diseño experimental generado.	23
Tabla 3. Análisis fisicoquímico de la materia prima e insumos	29
Tabla 4. Análisis fisicoquímico de la Inulina lote 130205-01	30
Tabla 5. Formula control de la salchicha de ternera	31
Tabla 6. Fórmula de la salchicha de ternera con porcentaje “A” de gel de inulina	32
Tabla 7. Fórmula de la salchicha de ternera con porcentaje “B” de gel de inulina	33
Tabla 8. Fórmula de la salchicha de ternera con porcentaje “C” de gel de inulina	34
Tabla 9. Resumen de la prueba de aceptabilidad en apariencia, textura y sabor	35
Tabla 10. Resultados del análisis de varianza de la prueba de aceptabilidad en el atributo de: apariencia	36
Tabla 11. Resultado de la respuesta optimizada para apariencia	36
Tabla 12. Resultados del análisis de varianza de la prueba de aceptabilidad en el atributo de: sabor.	37
Tabla 13. Resultado de la respuesta optimizada para sabor	37
Tabla 14. Resultados de la prueba de aceptabilidad en el atributo de: textura	38
Tabla 15. Resultado de la respuesta optimizada para textura	39
Tabla 16. Resultados de la respuesta optimizada global	40

Tabla 17. Formula de la salchicha de ternera con el porcentaje óptimo de gel de inulina	41
Tabla 18. Parámetros de procesamiento (temperatura, pH, tiempo) en las fórmulas: “control” y “optima”	42
Tabla 19. Análisis químico de las formulas: Control y Optima / 100 g de porción comestible.	42
Tabla 20. Análisis químico de las formulas: “control”, y “optima”	43
Tabla 21. Formato del diseño experimental generado.	60
Tabla 22. Análisis de varianza para la apariencia	64
Tabla 23. Resultado del coeficiente de regresión para la apariencia	64
Tabla 24. Análisis de varianza para el sabor	65
Tabla 25. Resultado del coeficiente de regresión para el sabor.	65
Tabla 26. Análisis de varianza para la textura	66
Tabla 27. Resultado del coeficiente de regresión para la textura	66

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura química de la inulina	18
Figura 2. Gráfico de Pareto estandarizado para apariencia	36
Figura 3. Contornos de superficie de la respuesta estimada para la apariencia	37
Figura 4. Gráfico de Pareto estandarizado para sabor	38
Figura 5. Contornos de superficie de respuesta estimada para el Sabor	38

Figura 6. Gráfico de Pareto estandarizado para textura	39
Figura 7. Contornos de superficie de respuesta estimada para la textura	39
Figura 8. Superficie de respuesta global	40
Figura 9. Contorno de Superficie de la respuesta global	40
Figura 10. Superficie de respuesta estimada para la apariencia	67
Figura 11. Superficie de respuesta estimada para el sabor	67
Figura 12. Superficie de respuesta estimada para la textura	67
Figura 13. Fotografía de las materias primas	68
Figura 14. Fotografía de ingredientes	68
Figura 15. Fotografía del trozado de la carne de ternera	69
Figura 16. Fotografía del trozado de la grasa de cerdo	69
Figura 17. Fotografía del molido de la carne de ternera	70
Figura 18. Fotografía del emulsionado de la pasta	70
Figura 19. Fotografía del escaldado de la salchicha	71
Figura 20. Fotografía del enfriado de la salchicha	71
Figura 21. Fotografía de la salchicha de ternera con inulina	72

ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Formato del Diseño Experimental Generado.	60
Anexo 2. Ficha de Evaluación: Aceptabilidad (Apariencia, Textura y Sabor)	61
Anexo 3. Certificado de Análisis de Bioactiva Fos (inulina)	62
Anexo 4. Ficha Técnica de Bioactiva Fos (inulina)	63
Anexo 5. Resultados Análisis de Varianza: Apariencia	64
Anexo 6. Resultados Análisis de Varianza: Sabor	65
Anexo 7. Resultados Análisis de Varianza: Textura	66
Anexo 8. Figuras de Superficie de Respuesta Estimada	67
Anexo 9. Fotos del proceso de elaboración de la salchicha	68

ELABORACION DE SALCHICHA DE TERNERA UTILIZANDO INULINA COMO SUSTITUTO DE LA GRASA DE CERDO

Autor: Roberto Javier Vargas Quintana

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el porcentaje óptimo de inulina en la elaboración de salchicha de ternera. El diseño experimental fue un diseño multifactorial con 2 factores: gel de inulina y proporción de inulina: agua, gel de inulina con tres niveles: 100 g, 150 g, 200 g, y proporción de agua: inulina, con tres niveles: 1:1, 1:2, 1:3, correspondiente a 11 tratamientos. La información se obtuvo de las pruebas experimentales, que se realizó en 5 etapas. Se determinó el porcentaje óptimo de inulina a incorporar en la elaboración de salchicha de ternera, que produjo la mayor aceptabilidad sensorial del producto donde se realizó la optimización de la formulación mediante el método de superficie de respuesta empleando el paquete estadístico Statgraphics Centurión Versión 16. Se determinó los parámetros de procesamiento. La caracterización sensorial y nutricional. Los parámetros microbiológicos. Por el método de superficie de respuesta se determinó, que el porcentaje óptimo de gel inulina a incorporar en la salchicha de ternera fue 15.33%, 136 g, siendo la proporción óptima de agua: inulina 1: 1.6.

Palabras claves: Inulina, gel de inulina, salchicha de ternera

ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the optimal percentage of inulin in the production of veal sausage. The experimental design was a multifactorial design with 2 factors: inulin gel and inulin: water ratio, inulin gel with three levels: 100 g, 150 g, 200 g, and water: inulin ratio, with three levels: 1: 1, 1: 2, 1: 3, corresponding to 11 treatments. The information was obtained from the experimental tests, which was performed in 5 stages. The optimum percentage of inulin to be incorporated in the calf sausage production was determined, which produced the highest sensorial acceptability of the product where the optimization of the formulation was carried out using the response surface method using Statgraphics Centurión Versión 16. Se determined the processing parameters. Sensorial and nutritional characterization. Microbiological parameters. By the surface response method it was determined that the optimum percentage of inulin gel to be incorporated in the veal sausage was 15.33%, 136 g, with the optimal ratio of water: inulin 1: 1.6.

Key words: Inulin, inulin gel, beef sausage

INTRODUCCION

La creciente demanda de productos alimenticios que ofrezcan un alto valor nutricional, ha venido acrecentando en los últimos años, una fuerte tendencia en muchos países industrializados y en vía de desarrollo hacia la formulación de productos saludables con un alto valor nutricional agregado.

Jiménez (1996), refiere que la comprensión de la relación entre la dieta y la salud es cada vez mayor, y como consecuencia se ha generado una gran atención por parte de los consumidores al momento de seleccionar los alimentos, lo que ha provocado cambios en los hábitos alimenticios.

Dentro de estas nuevas tendencias, se ha suscitado un gran interés, especialmente dentro del sector cárnico, hacia el desarrollo de derivados cárnicos bajos en grasa, debido en gran parte a la alta incidencia que ha venido teniendo el consumo de estos productos en el desarrollo de ciertas enfermedades por los altos contenidos de grasa que suelen tener, especialmente de grasa animal. Ozvural (2008) afirma que los altos contenidos de grasa animal en las dietas se han asociado con varios tipos de enfermedades cardiovasculares y coronarias, debido en gran parte al alto contenido de ácidos grasos y colesterol que estas grasas proveen. De igual manera, Weiss *et al.* (2010), señalan que el consumo de carnes y productos cárnicos está siendo visto gradualmente como causa del aumento de enfermedades crónicas como obesidad, cáncer, hipertensión y accidentes cerebrovasculares; de allí que en los últimos años, las demandas de los consumidores por productos cárnicos saludables con niveles reducidos de grasa, colesterol, perfil de ácidos grasos mejorados y la incorporación de ingredientes que mejoren la salud, está incrementándose rápidamente a nivel mundial (Zhang *et al.*, 2010).

Diferentes organizaciones como la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) o la Organización Mundial de la Salud (OMS) promueven la disminución en la ingesta de grasas saturadas y colesterol en la dieta, recomendando un aumento en el consumo de fibra con el fin de prevenir enfermedades cardiovasculares, obesidad y diabetes (Cengiz, 2007).

Diversos estudios ponen de manifiesto la posibilidad de elaborar productos cárnicos bajos en grasa con diferentes alternativas para su sustitución, sin sacrificar la aceptabilidad sensorial. Algunos de estos sustitutos estudiados han sido fructooligosacáridos en salchichas cocidas (Cáceres *et al.*, 2004), fibra dietética en salchichas tipo Viena (Vásquez *et al.*, 2010), fibra de cítrico y proteína de soja en salchichas tipo Frankfurt (Cengiz, 2007); colágeno y fibra de guisante en hamburguesas (Echeverri *et al.*, 2004); inulina y proteínas plasmáticas bovinas en carne picada baja en grasa (Rodríguez *et al.*, 2014).

La inclusión de inulina en alimentos puede generar una variedad de resultados en las características reológicas y sensoriales, por ejemplo: reducción de los niveles de grasa y aporte calórico en productos como mortadelas, hamburguesas y salchichas (García *et al.*, 2009; Cardoso *et al.*, 2008; Piñero *et al.*, 2008), de tal manera, alimentos cárnicos con FD o inulina son una opción de elección para las personas con necesidad de reducir su ingesta calórica, incluso ha sido mencionado que la inulina puede reducir los niveles de nitritos residuales y favorecer el crecimiento de micrococos (Fernández *et al.*, 2008).

La inulina es un ingrediente natural que puede ser utilizado para mimetizar la grasa en derivados cárnicos por las propiedades tecnológicas, como la formación de gel cuando es combinada con agua, gel cremoso debido a la inmovilización de agua por las partículas de gel (Jánváry, 2007). Debido a sus propiedades para enlazar agua y grasa, la inulina también ha sido incorporada con el objeto de incrementar el rendimiento de cocción (Cofrades *et al.*, 2000), (Janvary, 2007).

Dadas las propiedades mencionadas anteriormente de la inulina y considerando que en el Perú el consumo de productos cárnicos tipo salchicha se ha incrementado en los últimos años debido a su bajo costo de producción y consecuentemente mayores niveles de consumo, es que la presente investigación de tipo cuantitativa experimental estudia el porcentaje óptimo de inulina a incorporar en la elaboración de salchicha de ternera en reemplazo de la grasa de cerdo, considerando los parámetros de procesamiento y evaluación de calidad siguientes: caracterización químico-nutricional, sensorial y microbiológica.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Ruiz (2009), refiere que al evaluar la composición nutricional de dos formulaciones de salchichas de cerdo bajas en grasa tipo Wieners, por medio de la utilización de sustitutos de grasa: 3.5% de inulina y 1.08% de carragenina. Al evaluar la composición nutricional de las salchichas formuladas, se encontró que todas cumplieron con los requisitos químicos de proteínas, grasa, cenizas y humedad, señalados en la Norma (Covenin 412:1995), en tal sentido los resultados arrojaron contenidos de proteína de 13.28% en la salchicha con inulina comparado con 12.02% en el control; en cuanto al contenido de grasa destaca la salchicha con inulina con un bajo porcentaje (4.46%), lo cual la hace atractiva para regímenes de dietas especiales. El análisis del color demostró valores de rojo (a*) más altos en la salchicha con inulina. En la evaluación microbiológica, se apreció la ausencia de *Escherichia coli* y coliformes totales, los psicrotrofos resultaron ser menores al límite inferior señalado por la Norma (Covenin 412:1995). En la evaluación sensorial se destacaron preferencias por la salchicha control y la de inulina.

Los resultados demuestran que es posible obtener alimentos de alto consumo con bajos contenidos de grasa empleando inulina o carragenina como hidrocoloides, manteniendo las características sensoriales.

January (2008), refiere que la inulina es una fibra soluble derivada de la raíz de la achicoria. La fibra es una parte importante de una dieta saludable. Contrario a la fibra insoluble, la inulina se fermenta selectivamente en el colon por las bifidobacterias beneficiosas para promover su crecimiento y reproducción. Este proceso se refiere como un efecto prebiótico. Los prebióticos tienen el mismo objetivo que los mejor conocidos probióticos, en donde las bacterias vivas se añaden al alimento con el fin de aumentar el número de bacterias beneficiosas en el intestino. Su supervivencia se ve afectada por varios factores que pueden ser críticos en algunas aplicaciones.

Los prebióticos por otro lado promueven la flora intestinal natural proporcionando nutrientes para las bacterias benéficas existentes. Las bifidobacterias han demostrado tener un número de efectos positivos en la salud y son por tanto muy importantes para nuestro bienestar.

Licardie (2012), refiere que la demanda de productos cárnicos reducidos en grasa se ha ido incrementando convirtiéndose en una prioridad para la industria cárnica. Con el fin de proporcionar productos cárnicos saludables se elaboró un producto con dos porcentajes de fibra (5 y 10%) en una salchicha frankfurter de pollo reducida en grasa (25% menos). Se adicionó inulina, como fuente de fibra, bajo los lineamientos de la Agencia de Drogas y Alimentos de EE.UU. (FDA, por sus siglas en inglés). Se realizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 12 unidades experimentales y con medidas repetidas en el tiempo los días 1, 14 y 28. Se efectuó un análisis de varianza utilizando separación de medias Tukey con probabilidad de 95% ($P < 0.05$). La adición de inulina al 5% mejoró el rendimiento de cocción en las salchichas. La frankfurter de pollo reducida en grasa presenta mayor suavidad cuando se le adiciona inulina, con menor tonalidad amarilla y la misma tonalidad rojiza que la salchicha normal a los primeros 14 días de almacenamiento. No hubo efecto en el valor luminosidad con la reducción de grasa o la adición de inulina. La adición de inulina no influyó en los conteos microbiológicos en el producto. La reducción de grasa y la adición de inulina no cambian la aceptación de la salchicha frankfurter de pollo en los primeros 14 días de almacenamiento. Más investigación es necesaria para determinar cómo mantener las características del producto hasta los 28 días de almacenamiento.

Muñoz *et al.*, (2012), presenta una revisión bibliográfica sobre las características físicas y químicas de la inulina, su capacidad para la formación de gel y el uso en algunos derivados cárnicos. La inulina ha sido objeto de investigaciones en la ciencia y tecnología de cárnicos, como componente para reemplazar parte de la grasa, también para lograr reducir los valores de densidad energética y como mejorador de las propiedades texturales en derivados cárnicos como salchichas y mortadelas. Su uso en este tipo de derivados ha logrado generar efectos positivos en

las propiedades sensoriales, pero también puede causar reducción de la intensidad de algunas de ellas.

Quino (2014), estudia los efectos causados por la adición de dos porcentajes de inulina (4% y 6%) como fuente de fibra dietaria, en algunas propiedades fisicoquímicas y sensoriales de salchichas tipo Viena cuyo contenido en grasa se ha reducido, elaboradas bajo los requisitos de calidad del Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) y bajo los lineamientos de la Agencia de Drogas y Alimentos de EE.UU. (FDA) para la reducción de grasas. La adición de 4% de inulina no influyó en los valores proteicos, y de ceniza, pero si generó un aumento en la humedad del 1.5% y una disminución hasta del 27% en grasa. La adición de 6% de inulina no influyó en los valores proteicos y de ceniza, pero si generó un aumento en humedad del 3.5% y una disminución hasta del 42% en grasas. La adición de estos dos porcentajes de inulina mantuvo el sabor y olor, pero la textura y color variaron disminuyendo la suavidad y tonalidad rojiza del producto.

Madrigal (2007), refiere que la inulina es un carbohidrato no digerible que está presente en muchos vegetales, frutas y cereales. En la actualidad, a nivel industrial se extrae de la raíz de la achicoria (*Cichorium intybus*) y se utiliza ampliamente como ingrediente en alimentos funcionales. La inulina y sus derivados (oligofructosa, fructooligosacáridos) son generalmente llamados fructanos, que están constituidos básicamente por cadenas lineales de fructosa. En esta revisión se presenta una descripción de la inulina y sus compuestos derivados más comunes, su estructura química, fuentes de obtención, características físicas y químicas, funcionalidad tecnológica, producción industrial, método analítico de determinación, sus beneficios a la salud como prebiótico, aporte de fibra dietética, bajo valor calórico, hipoglucemiante, mejorador de la biodisponibilidad de calcio y magnesio. Se presentan evidencias promisorias de su actuación en la regulación de parámetros lipídicos, reducción del riesgo de cáncer, refuerzo de la respuesta inmune y protección contra desórdenes intestinales. En una amplia variedad de productos alimenticios se usa la inulina y sus derivados como: espesante, emulsificante, gelificante, sustituto de azúcares y de grasas, humectante, depresor

del punto de congelación. Se ha propuesto catalogar a los fructanos como “fibra funcional”, en base a una nueva clasificación de la fibra dietética que considera el efecto fisiológico en el individuo.

1.2. Planteamiento del problema

Luego del análisis de las diversas investigaciones relacionadas con la presente tesis, considero pertinente plantear el problema en los siguientes términos

Problema principal:

¿Cuál es el porcentaje óptimo de inulina en la elaboración de salchicha de ternera?

Problemas secundarios

- ¿Cuáles son los parámetros de procesamiento de la salchicha de ternera elaborada con inulina?
- ¿Cuál es el nivel de calificación sensorial respecto a los atributos de apariencia, sabor y textura de la salchicha de ternera elaborada con inulina?
- ¿Cuál es la composición químico-nutricional de la salchicha de ternera elaborada con inulina?
- ¿Cuál es la carga microbiana (Bacterias aerobios mesofilos, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Salmonella) de la salchicha de ternera elaborada con inulina?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el porcentaje óptimo de Inulina en la elaboración de salchicha de ternera

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros de procesamiento de la salchicha de ternera elaborada con inulina
- Determinar el nivel de calificación sensorial respecto a los atributos de apariencia, sabor y textura de la salchicha de ternera elaborada con inulina
- Determinar la composición químico-nutricional de la salchicha de ternera elaborada con inulina
- Determinar la carga microbiana (Bacterias aerobios mesofilos, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Salmonella) de la salchicha de ternera elaborada con inulina

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación

La demanda del consumidor por productos alimenticios nutricionalmente balanceados ha aumentado constantemente. Los productos cárnicos saludables están estrechamente relacionados con el bajo contenido de grasa. El número de productos reducidos en grasa en el mercado está aumentando constantemente. La inulina, una fibra soluble derivada de la raíz de la achicoria, es un ingrediente comúnmente mencionado en la lista de estos productos. La razón para su uso es su extraordinaria propiedad tecnológica para sustituir grasas.

La propiedad de la inulina para sustituir grasa se basa en la formación de gel en particular con agua bajo fuerza de corte. El gel resultante tiene una textura cremosa, como a grasa, que da la sensación bucal deseada. La inulina tiene sabor neutro y no tiene impacto en las propiedades sensoriales, por lo que la inulina ofrece posibilidades importantes para la producción de productos cárnicos, sobre todo salchichas light saludables las cuales coinciden en estructura y sabor con las salchichas estándar, estos productos saludables también proporcionan beneficios nutricionales interesantes.

La inulina es un ingrediente natural que puede ser utilizado para mimetizar la grasa en derivados cárnicos por las propiedades tecnológicas anteriormente mencionadas, como la formación de gel cuando es combinada con agua, gel cremoso debido a la inmovilización de agua por las partículas de gel (Jánváry, 2007). Debido a sus propiedades para enlazar agua y grasa, la FD también ha sido incorporada con el objeto de incrementar el rendimiento de cocción (Cofrades *et al.*, 2000). Mendoza *et al.*, (2001) prepararon salchichas adicionadas con inulina con contenidos de grasa próximos al 50 y 25% de los tradicionales, así, de acuerdo con los autores, la adición de inulina ofrece un producto bajo en calorías (30% del original) enriquecido con FD (10% aproximadamente). Nowak *et al.*, (2007) reemplazaron la grasa por inulina en forma de gel congelado (3, 6, 9 y 12%) en salchichas tipo Bologna reduciendo el contenido de grasa hasta un 47,5%. Los valores de energía para una salchicha típica estuvieron alrededor de 261 kcal/100 g y para una salchicha con 3 y 12% fue de 237 y 137 kcal/g, respectivamente.

1.4.2. Importancia.

El uso de la inulina en reemplazo de la grasa en los embutidos, determina un consumo bajo de grasas y por lo tanto va impactar directamente en la salud del consumidor, al igual que la inulina presenta beneficios para la salud como es: su función de fibra dietética, disminución de los niveles lipídicos y glucosa en sangre y la acción laxante, la capacidad de la inulina de modular la flora intestinal, esto se debe a su efecto prebiótico.

Estimula la función digestiva que resulta en una mayor frecuencia de evacuaciones. Por su efecto hipoglucemiante, la inulina se recomienda en la dieta de individuos con diabetes, incrementa la absorción de calcio y otros minerales cuando se usa inulina y sus derivados en la dieta, con consecuencias positivas en el contenido y densidad de los huesos. Con respecto al cáncer, se demostró que la administración de prebióticos (inulina y oligofructosa) disminuye el riesgo de cáncer de colon en ratas. La inulina junto con otro carbohidrato no digerible, el galactooligosacárido, logra cumplir una función muy importante en el mejoramiento de las formulaciones alimenticias infantiles.

La inulina posee importantes beneficios tecnológicos, principalmente en las industrias alimenticias y farmacéuticas, en formulaciones de alimento mejora las propiedades organolépticas, además de ser un buen sustituto de grasas sin modificar la textura, mencionando algunos como lácteos fermentados, confites, chocolates, bebidas, postres congelados, cereales, barras energéticas, cárnicos, productos de baja cantidad en grasas o azúcares debido a la baja cantidad de calorías que proporciona, preparaciones de frutas y jarabe de fructuosa (Eurofins, 2013). La fibra aporta integridad estructural, volumen, capacidad de retención de humedad, adhesividad y estabilidad en productos cárnicos emulsionados bajos en grasa (Tokusoglu, 2003). Por lo que supone un perfecto sustituto de la grasa en productos cárnicos tipo salchicha, ya que se conseguiría aumentar la fibra en la dieta, disminuir costes de producción y conseguir una palatabilidad aceptable al consumidor.

1.5. Alcances y limitaciones

1.5.1. Alcance espacial

En la presente investigación se utilizó la inulina una fibra dietética para sustituir la grasa animal en la elaboración de un producto cárnico.

1.5.2. Alcance social

Los productos cárnicos que se elaboraran, serán consumidos por todos los extractos sociales sin distinción alguna.

1.5.3. Alcance temporal

Los primeros estudios de los efectos de inulina en seres humanos sanos aparecieron durante el siglo XIX y a principios del siglo XX, mientras que la no toxicidad de la inulina se demostró dramáticamente algunos años más tarde cuando se inyectó por vía intravenosa 160 g de inulina sin mostrar ninguna anomalía. En particular, durante los últimos 10 años ha habido un aumento significativo en el número de publicaciones relacionadas con los beneficios funcionales y nutricionales de la inulina (Maddalena, 2005). Posteriormente, como la inulina ha cambiado de un

simple interés científico a un producto industrial con muchas aplicaciones, se produjo una gran estimulación de la investigación relacionada con su producción y uso (Hanson, 2009).

1.5.4. Alcance conceptual

Lo que se busco es el reemplazo de la grasa en la formulación de una salchicha por un polisacárido (inulina) extraído de la alcachofa.

1.5.5. Limitación

Debido a la disponibilidad financiera, humana y material es que el trabajo de investigación no presento limitaciones, están disponibles la materia prima, ingredientes, aditivos, técnicas, profesionales, asistentes, maquinarias, equipos, mobiliarios y laboratorios.

1.6. Definición de variables

Variables de Estudio:

Variable Independiente: X = Porcentaje de inulina en la formulación

Variable dependiente: Y = Salchicha de ternera

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Embutidos escaldados

Los embutidos escaldados se elaboran a partir de carne fresca, no completamente madurada. Estos embutidos se someten al proceso de escaldado antes de la comercialización. Este tratamiento de calor se aplica con el fin de disminuir el contenido de microorganismos, de favorecer la conservación y de coagular las proteínas, de manera que se forme una masa consistente. (Weinling, 1973)

El escaldado es el tratamiento suave con agua caliente a 75°C, durante un tiempo que depende del calibre del embutido. Este tratamiento de calor también puede realizarse ahumando el embutido a temperaturas elevadas. La carne que se utiliza en la elaboración de este tipo de embutidos debe tener una elevada capacidad fijadora del agua. (Gerrard, 2010).

Es preciso emplear carnes de animales jóvenes y magros, recién sacrificados y no completamente maduras. Estas carnes permiten aumentar el poder aglutinante, ya que sus proteínas se desprenden con más facilidad y sirven como sustancia ligante durante el escaldado. Así, se logra una mejor trabazón que resulta en un embutido de textura consistente, no se debe emplear carne congelada de animales viejos, ni carne veteada de grasa. (Bogner, 2010).

La cantidad de sal común que se añade varía de 2 a 3%, dependiendo del tamaño del embutido. Para prevenir la aparición de colores anormales de los embutidos escaldados, se pueden adicionar preservativos como sales del ácido ascórbico y del ácido benzoico..

La calidad final de los embutidos escaldados depende mucho de la utilización de envolturas adecuadas. Éstas deben ser aptas para los cambios en el tamaño del embutido durante el relleno, el escaldado, el ahumado y el enfriamiento. (Drabble, 2008).

El tratamiento por calor se aplica en los embutidos para consolidar la coagulación de la estructura proteica característica del embutido escaldado, para eliminar los

microorganismos, inactivar las enzimas y obtener las características sensoriales deseadas (color, sabor, consistencia). La coagulación de las proteínas miofibrilares y estructurales (solubles en sal) comienza aproximadamente a los 40°C y finaliza aproximadamente a los 60°C. Por el contrario, las proteínas sarcoplasmáticas hidrosolubles a unos 50°C están en gran parte disueltas incluso a 70°C no están totalmente desnaturalizadas. La desnaturalización térmica del pigmento muscular mioglobina comienza también a los 65°C. Con la desnaturalización de la proteína cárnica se construye una trama estable que fija en su maya partículas de grasa y agua. Por lo tanto para la formación de una estructura proteica adecuada se requiere una temperatura de calentamiento de por lo menos 65°C y mejor aún de 70°C. (Bogner, 2010).

La inactivación de las enzimas propias de la carne tiene lugar, salvo algunas pocas excepciones a temperaturas de 60 a 75°C. El calor modifica al producto también en sus características sensoriales y nutritivas. El grado de estas modificaciones depende de diversos factores, por ejemplo, calidad de materia prima, tipo y formato de la tripa o envase, efecto del tratamiento calórico (temperatura, tiempo), y proceso de calentamiento. Finalmente y sobre todo el tratamiento provoca la eliminación de microorganismos; el efecto alcanzado en esta eliminación determina en gran medida la conservabilidad del producto. (Gerrard, 2010)

Los embutidos escaldados deberán cumplir los siguientes requisitos de calidad para el consumidor: organolépticos, químicos y microbiológicos.

Requisitos organolépticos: deberán cumplir con los requisitos especificados en la norma técnica nacional 201.007:

- Aspecto: No deberán tener la superficie húmeda, pegajosa o exudado líquido
- Sabor. Sui generis. No deberán estar rancios en ningún caso
- Olor: Sui generis
- Color: Sui generis. Con una uniformidad característica
- Consistencia y ligazón: Firme al tacto y elástico, salvo que en su norma específica se indique lo contrario.

Requisitos químicos: deberán cumplir con los requisitos especificados en la norma técnica nacional 201.007:

- Reacción de Eber: Negativa. Si fuese positiva se deberá realizar el ensayo del nitrógeno amoniacal, donde se tolerara un máximo de 30 mg de nitrógeno amoniacal, por cada 100 g de producto.
- Nitrato de sodio o potasio: 0,05 % máximo
- Nitrito de sodio o potasio: 0,02 % máximo
- Ácido ascórbico: 0,10 % máximo
- Ácido sórbico: 0,08 % máximo
- Sorbato de potasio: 0,2 % máximo
- Benzoato de sodio: 0,1 % máximo
- Sal (Cloruro de sodio): 4 % máximo
- Glutamato mono sódico: 0,20 % máximo
- Polifosfato: 1 % máximo

Requisitos microbiológicos, según la NTP 201.006:

- Recuento total de microorganismos aerobios y anaerobios facultativos viables < 10^5 /g
- Escherichia coli < 1 /g
- Staphylococcus patógenos < 1/g
- Clostridium perfringens < 10 /g
- Salmonella Ausencia en 25 g de la muestra

2.2. Operaciones de elaboración de los embutidos escaldados.

La base para este tipo de embutidos es una masa finamente triturada a la que se le pueden agregar trocitos de tocino, como en la mortadela, cubitos de grasa y carne molida como el salami cocido. La masa fina se obtiene moliendo la carne y luego reduciendo la carne en una cortadora.

La carne y la grasa se introducen en la máquina picadora en forma refrigerada. Además se adiciona hielo picado y agua fría, para reducir el calentamiento de la masa. Un calentamiento excesivo favorece la coagulación de proteínas. Por consiguiente disminuye la capacidad de humedecerse y de coagularse durante el escaldado del embutido. (Amo, 2008)

La elaboración de embutidos incluye las siguientes operaciones:

- Sacar la carne y el tocino del cuarto de refrigeración.
- Troceado y curación preliminar: la carne se trocea en fragmentos de 5 a 10 cm. La mezcla de curación se adiciona a la carne y se entremezcla.
- Molido y picado
- Mezclado.
- Embutido.
- Atado: el relleno de las salchichas viena y frankfurt debe efectuarse bastante suelto, para que la masa tenga espacio suficiente y no se derrame de la tripa. Los embutidos de grueso calibre como la mortadela, se atan de un extremo de la tripa antes de colocarla en la boquilla. Después del atado los embutidos son amarrados en espetones, las mortadelas y salamis en parejas y las salchichas en cadena sin que se contacten en las perchas. Luego son transportados a las tinas de escaldado o cámaras de ahumado. (Gerrard, 2008)
- Escaldado: Las salchichas se introducen en la tina con agua a 80°C, sumergiendo las piezas para un escaldado uniforme. El tiempo de los escaldados varía de 15 a 20 minutos, de acuerdo con el calibre del embutido. (Ziegler, 2009)
- Cocción- ahumado en la cámara de ahumado: El ahumado caliente provoca un arrugamiento superficial que desaparece al absorberse el agua durante el escaldado. (Price, 2008)
- Enfriado de los embutidos: en agua fría o hielo picado.
- Colgado: luego los embutidos son colgados a los espetones sin que se contacten para que escurran y se sequen. Al final los productos son almacenados bajo refrigeración.

2.3. Salchicha de ternera

Esta clase de embutidos constituyen los verdaderos productos escaldados y se caracterizan por ser productos cuyo diámetro va desde 12 a 25 milímetros, productos delgados, utilizan preferencialmente carnes de ternera joven, recién beneficiados las que dan a la masa un color claro, de textura fina, de un sabor fácilmente corregible (sabor lábil) y de buena absorción de agua, las carnes deben

curarse por 24 horas, en cámaras a temperatura baja, 1° a 5°C, en depósitos adecuados y procurando compactar bien la carne. (Ockerman, 2009)

2.4. Carne de ternera

Carne con la que se conoce al bovino de hasta un año de edad. Debido sobre todo a su tiempo de vida, la ternera se caracteriza principalmente por ser una carne magra con un gran poder nutricional, gracias a que cuenta con proteínas de gran calidad, es rica en agua y destaca por ser una carne blanca. (Grau, 2008). Por ello, es una de las primeras carnes que se pueden introducir en la alimentación de los niños a partir de los seis o siete meses, momento en que su masticación mejora.

2.5. Propiedades nutritivas de la carne de ternera

La carne de ternera es un alimento completo y esencial para una dieta sana y equilibrada, destacando por su elevado contenido proteico. Las proteínas cárnicas son de muy alta digestibilidad y gran valor biológico, ya que aportan aminoácidos esenciales que son necesarios para funciones como el crecimiento y reparación de los tejidos de nuestro organismo. Con sólo 100 gramos de carne de vacuno tenemos cubiertas el 48% de las necesidades diarias de proteínas. (Lawrie, 2009)

Es rica en vitaminas del grupo B: la tiamina y riboflavina son necesarias para un buen funcionamiento del sistema nervioso; la niacina ayuda al mantenimiento del crecimiento orgánico; la B5 y la B12 en la producción de hemáties. (Ziegler, 2009)

En cuanto al aporte de minerales, destaca su alto contenido en fósforo, que estimula el desarrollo intelectual y que junto con el calcio son necesarios en la formación de huesos y dientes. También tiene magnesio que es necesario para el funcionamiento orgánico así como hierro para evitar las anemias.

Tabla 1. Propiedades nutritivas de la carne de ternera

(Valores calculados para 100 gramos de carne de ternera)

Vitaminas	Cantidad (mg)	Aportación a la dieta básica (%)	Minerales	Cantidad (mg)	Aportación a la dieta básica (%)
B1:					
Tiamina	0,12	8	Calcio	12,00	2
B2:					
Riboflavina	0,20	13	Fosforo	210,00	25
B3:					
Niacina	6,80	35	Hierro	2,90	23
B6:					
Piridoxina	0,60	15			
B12:					
Cobalamina	2,20	73			

Fuente: Price, 2008

2.6. Inulina

La inulina es un polisacárido (o varias azúcares simples ligadas juntas) producidas por muchos tipos de plantas. Se concentra o almacenado la el tejido fino de planta, generalmente raíces y rizomas contiene las concentraciones más grandes.

La inulina es un ingrediente alimenticio natural obtenido de la raíz de la achicoria, que también está presente en otros vegetales como ajo, cebolla, porro, alcachofa, trigo e incluso plátano. La inulina ofrece beneficios tecnológicos y nutricionales, y fácilmente puede ser incorporada a una gran gama de productos. La inulina se extrae de la raíz de la achicoria mediante agua caliente, para ser fácilmente añadida en nuestra dieta diaria. La inulina tiene un sabor neutro. Mejora la textura, sensación y estabilidad de una gran variedad de alimentos, como lácteos, productos horneados, cereales, productos cárnicos, entre otros. (Madrigal, 2007)

La inulina, un ingrediente natural, constituye una oportunidad muy interesante de reducir radicalmente el contenido en grasa de las salchichas y los productos cárnicos, sin que pierdan su aroma y estructura característicos. La demanda por parte de los consumidores de productos alimentarios nutricionalmente equilibrados aumenta sin cesar.

En los productos cárnicos, la salud va estrechamente ligada a la reducción del contenido graso. El número de productos bajos en grasa en el mercado aumenta de forma continua. La inulina, una fibra soluble extraída de la raíz de la achicoria, es un ingrediente mencionado con frecuencia en la lista de ingredientes de estos productos. El motivo de usar la inulina en este tipo de productos es por su capacidad de sustituir la grasa. Los productos con un contenido estándar de grasa proporcionan la sensación bucal completa que desean los consumidores. El contenido en grasa puede reducirse simplemente reemplazando los componentes ricos en grasa por carne más magra. Sin embargo, este planteamiento tiene habitualmente un impacto negativo sobre la sensación bucal. La producción de productos “para el bienestar” que guarden todo el sabor y con un contenido graso inferior al 10 %, exige nuevas propuestas. (Devereux, 2009).

2.7. Características físicas y químicas de la inulina.

En la inulina, las cadenas de fructosa tienen la particularidad de terminar en una unidad de glucosa unida por un enlace α -(1-2) (residuo β -D-glucopiranosil) (Stephen *et al.*, 2006), como en la sacarosa (Figura 1A), pero también el monómero terminal de la cadena puede corresponder a un residuo de β -D-fructopiranosil, Figura 1B (Madrigal, 2007). La inulina, la oligofruktosa y los fructooligosacáridos (FOS) en general presentan una estructura polimérica y dispersa, predominantemente lineal. No es sólo una molécula, sino una mezcla de oligo-y/o polisacáridos lineales (Blecker *et al.*, 2002; Ronkart *et al.*, 2007). La oligofruktosa puede ser originada de la hidrólisis enzimática de la inulina y de la acción enzimática de transfructosilación de la sacarosa por la enzima β -fructofuranosidasa para la obtención de los fructooligosacáridos. Los fructanos, por su configuración química no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas del hombre, estos

permanecen sin modificación durante el recorrido por el intestino delgado, pero pueden ser hidrolizados y fermentados en su totalidad en el intestino grueso (Flamm *et al.*, 2001; Slavin, 2003), este proceso se realiza anaeróbicamente por la microflora, exhibiendo una función prebiótica ya que estimula el crecimiento de las bifidobacterias y por consiguiente, pueden ser empleados en formulaciones de alimentos funcionales (Roberfroid,1998). Los fructanos hacen un bajo aporte calórico, 1,5 kcal/g (Roberfroid, 1999) si es comparado con los carbohidratos digeribles (4,0 kcal/g).

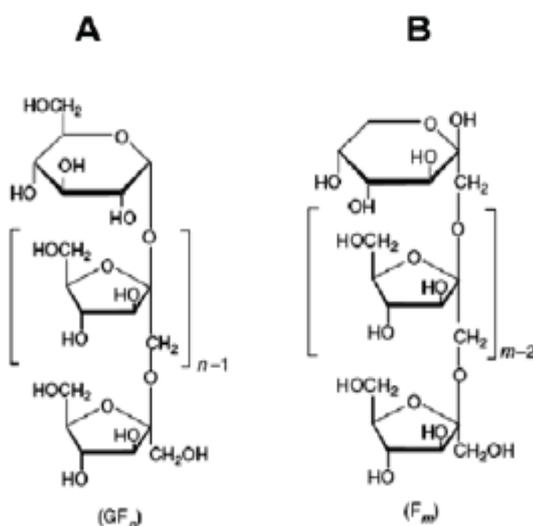


Figura 1. Estructura química de la inulina: con una molécula terminal de glucosa (β -D-glucopiranosil) (A) y con una molécula terminal de fructosa (β -D-fructopiranosil) (B) (Madrigal y Sangronis, 2007).

2.8. Propiedades de la inulina como sustituto de la grasa

La propiedad que posee la inulina de sustituir la grasa se basa en la formación de partículas de gel con agua cuando se somete a una fuerza cortante. El gel resultante presenta una textura similar a la grasa y confiere la sensación bucal deseada. A diferencia de las fibras insolubles, que al tener gran capacidad de absorción de agua afectan la viscosidad, la inulina puede sustituir la grasa immobilizando el agua durante la formación de las partículas del gel. Además, la inulina posee un sabor neutro y no tiene ningún impacto sobre las propiedades sensoriales.

Las notables propiedades de la inulina como sustitutivo de grasa y están siendo utilizadas en numerosos productos en la industria alimentaria y mostrando interesantes posibilidades para la producción de productos cárnicos. La inulina es fácil de manejar y, por tanto, este ingrediente natural posee grandes posibilidades en la producción de salchichas saludables y ligeras, cuya estructura y sabor coinciden con las convencionales. Al utilizar las propiedades tecnológicas de la fibra soluble inulina, podrá desarrollarse una nueva gama llena de sabor y, al mismo tiempo, extremadamente baja en grasa. Estos productos para el bienestar también proporcionan interesantes ventajas nutritivas. (García, 2006)

2.9. Aspectos tecnológicos de la inulina

Los productos cárnicos de segunda generación que incluyen inulina como sustituto de la grasa se caracterizan por un sabor pleno y un bajo contenido en grasa. La inulina se encuentra disponible en diversas formas y grados de pureza. La estructura del producto final puede controlarse seleccionando el tipo adecuado de inulina que diferirá en función de la aplicación. La inulina es fácil de usar y mejora la estructura del producto final. (Mendoza, 2001)

En algunas aplicaciones el empleo de la inulina también puede aumentar la producción. Las demandas del consumidor de productos ligeros y plenos de sabor pueden cubrirse por completo sin tener que modificar los parámetros del proceso.

2.10. Marco conceptual.

- **Embutidos escaldados.** Se elaboran a partir de carne fresca totalmente madurada. El escaldado es un proceso suave con agua caliente a una temperatura de 75- 80 grados centígrados, durante un tiempo que varía dependiendo el calibre del embutido.
- **Salchicha.-** Embutido escaldado que se elabora a partir de diferentes tipos de carnes (ternera, cerdo, pollo, etc.)

- **Carne de ternera.-** Se llama carne de ternera a la carne de las vacas que se han criado por lo menos seis meses de edad hasta el momento de sacrificio. Estas reses pesan 135 kg de promedio.
- **Grasas saturadas.-** Formadas mayoritariamente por ácidos grasos saturados. Aparecen por ejemplo en el tocino, en el sebo, en las mantecas de cacao o de cacahuete, etc. Este tipo de grasas es sólida a temperatura ambiente. Ejemplos: sebos y mantecas.
- **Grasas insaturadas:** Formadas principalmente por ácidos grasos insaturados como el oleico o el palmitoléico. Son líquidas a temperatura ambiente y comúnmente se les conoce como aceites.
- **Inulina.-** Es el nombre con el que se designa a una familia de glúcidos complejos (polisacáridos), compuestos de cadenas moleculares de fructosa. Es, por lo tanto, un fructosano o fructano, que se encuentran generalmente en las raíces, tubérculos y rizomas de ciertas plantas fanerógamas (Bardana, achicoria, diente de león, yacón, etc.) como sustancia de reserva.
- **Polisacárido.-** Son biomoléculas formadas por la unión de una gran cantidad de monosacáridos. Se encuentran entre los glúcidos, y cumplen funciones diversas, sobre todo de reservas energéticas y estructurales.
- **Fibra soluble.-** Es aquel tipo de fibra que se disuelve en el agua. Al disolverse forma una especie de gel o gelatina en el intestino.
- **Prebiótico.-** Son una clase de alimentos funcionales, definidos como: Ingredientes no digeribles que benefician al organismo, mediante el crecimiento y/o actividad de varias bacterias en el colon, mejorando la salud.
- **Bifidobacterias.-** son una colonia de bacterias que se asientan en los intestinos. Pertenecen a un grupo de bacterias llamadas bacterias ácido lácticas.
- **Fibra dietaria.-** Es la parte del alimento que no es afectada por el proceso digestivo en el cuerpo. Sólo una pequeña cantidad de fibra es metabolizada en el estómago y el intestino; el resto pasa a través del tracto gastrointestinal y hace parte de las heces.
- **Oligofructosa.-** Es un prebiótico que presenta niveles de dulzura entre el 30 y el 50 por ciento del azúcar en jarabes preparados comercialmente.

- **Fructooligosacaridos.-** Es un oligosacárido lineal formado por entre 10 y 20 monómeros de fructosa, unidos por enlaces β (1 \rightarrow 2) y que pueden contener una molécula inicial de glucosa.

2.11. Hipótesis

Hipótesis general

El porcentaje óptimo de inulina que sustituya a la grasa en la elaboración de salchicha de ternera se encuentra entre el 10 al 20%

Hipótesis secundarias

- La salchicha de ternera elaborada con inulina, tiene parámetros de procesamiento (temperatura, tiempo, pH)
- La salchicha de ternera elaborada con inulina, tiene una caracterización sensorial (apariencia, sabor y textura)
- La salchicha de ternera elaborada con inulina, tiene una caracterización química-nutricional (proteínas, grasa, humedad, carbohidratos)
- La salchicha de ternera elaborada con inulina, tiene una caracterización microbiológica (Aerobios mesofilos, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Salmonella).

CAPITULO III:

3. MÉTODO

De acuerdo al trabajo de investigación es Cuantitativo experimental con fundamento en el método hipotético-deductivo, por cuanto las respuestas de las hipótesis que se han planteado, tienen como finalidad central, aportar con nuevos experimentos científicos a la teoría de las formulaciones saludables de salchichas de carne y una innovación a la tecnología de producción industrial de productos cárnicos.

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación.

La presente investigación de acuerdo al objetivo que persigue es aplicada y de acuerdo a la técnica de contrastación es experimental.

Nivel de investigación.

Corresponde al nivel de investigación aplicada

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es el “Diseño Experimental”. En este diseño, la variable independiente (causa) es manipulable, mediante la experimentación para observar si la variable dependiente (efecto) varía o no. Es decir, la variable independiente (Porcentaje óptimo de inulina), se manipula, y la variable dependiente (Salchicha de ternera), se controla.

El diseño experimental es un diseño multifactorial, con 02 factores:

Gel de inulina y proporción inulina : agua

Gel de inulina, con tres niveles: 100 g, 150 g, 200g, y

Proporción de agua: inulina con tres niveles: 1: 1, 1:2, 1:3 (Tabla 2).

El diseño multifactorial se presenta de la siguiente manera:

$3^2 = 9$ tratamientos, más 2 puntos centrales

Por lo tanto hay 11 tratamientos.

Dónde:

Niveles: 3

Factores: 2

Tabla 2. Formato del diseño experimental generado.

Tratamiento	Factores (Variables Independientes)	
	Relación (Agua-Inulina)	Gel de Inulina
1	1: 2.00	150
2	1: 1.00	100
3	1: 2.00	100
4	1: 3.00	100
5	1: 1.00	150
6	1: 2.00	150
7	1: 3.00	150
8	1: 1.00	200
9	1: 2.00	200
10	1: 3.00	200
11	1: 2.00	150

3.3. Estrategia de prueba de hipótesis

La información se obtiene de las pruebas experimentales, que se realizaron en cinco etapas:

1. Determinar el porcentaje óptimo de inulina a incorporar en la elaboración de salchicha de ternera, que produce la mayor aceptabilidad sensorial del producto donde se realizará la optimización de la formulación mediante el método de superficie de respuesta empleando el paquete estadístico Statgraphics Centurión Versión 16.
2. Determinar los parámetros de procesamiento de la salchicha de ternera elaborada con inulina.
3. Determinar la caracterización sensorial (apariencia, sabor, textura) de la salchicha de ternera elaborada con inulina.
4. Determinar la caracterización química (proteínas, grasa, humedad, carbohidratos) de la salchicha de ternera elaborada con inulina.
5. Determinar la caracterización microbiológica (Aerobios Mesofilos, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Salmonella).

3.4. Variables

Variabes de Estudio:

Variable Independiente: X Porcentaje de inulina en la formulación

Variable dependiente: Y Salchicha de ternera

Variable Independiente: X

Porcentaje de inulina en la formulación

Dimensiones de la variable independiente

X_I = Formula %_A de gel inulina

X_{II} = Formula %_B de gel inulina

X_{III} = Formula %_C de gel inulina

X_{IV} = Formula Control

Indicadores de la variable independiente

X₁ = Parámetro temperatura

X₂ = Parámetro tiempo

X₃ = Parámetro pH

Variable dependiente: Y

Salchicha de Ternera

Dimensiones de la variable dependiente

Y_I = Calificación sensorial

Y_{II} = Caracterización química

Y_{III} = Caracterización microbiológica

Indicadores de la variable dependiente

Y₁ = Apariencia, sabor y textura

Y₂ = Proteína, grasa, humedad, carbohidratos y kilocalorías

Y₃ = Aerobios mesofilos, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Salmonella

3.5. Población

Durante el proceso de elaboración de la salchicha se compró 5 kilogramos de carne de ternera y un kilogramo de inulina,

3.6. Muestra

Se utilizó 350 g de carne de ternera y 100 g de gel de inulina, por cada formulación

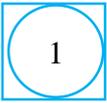
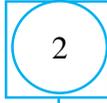
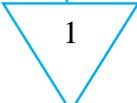
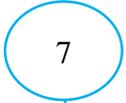
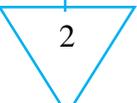
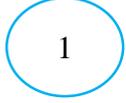
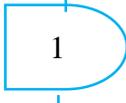
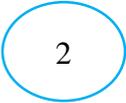
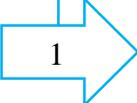
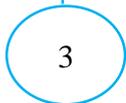
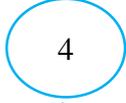
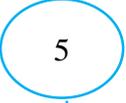
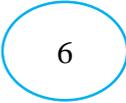
3.7. Técnicas de Investigación

Técnicas

La técnica utilizada en la presente investigación es experimental. La producción de salchichas de ternera con inulina, se obtuvo aplicando el siguiente diagrama de proceso de flujo.

DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO DE SALCHICHA DE TERNERA CON INULINA

CONCEPTO DIAGRAMADO: SALCHICHA DE TERNERA **DIAGRAMA DE MÉTODO:** ACTUAL
DIAGRAMA N° : 1 **FECHA** : 16/05/2017
DIAGRAMA COMIENZA : INSPECCION DE CARNE **DIAGRAMA TERMINA** : COMERCIALIZACION
DIAGRAMADO POR : ROBERTO JAVIER VARGAS QUINTANA

TIEMPO UNITARIO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	TIEMPO UNITARIO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
2 min		Inspección de la carne de ternera.	5 min		Se hace un control calidad del producto terminado.
1,440 min		Se congela la carne de ternera a -3° C por 24 horas.	10 min		Se empaca las salchichas en bolsas de polietileno.
10 min		Se pesa la carne, gel de inulina e insumos en una balanza electrónica.	1,440 min		Se refrigera a 4°C.
10 min		Trozado de la carne de ternera y gel de inulina, con un cuchillo de acero inoxidable.	60 min		Se espera para continuar el siguiente proceso.
3 min		Se muele la carne de ternera en un molino de carne.	10 min		Se procede a la comercialización.
8 min		Emulsionado, se agrega la materia prima e insumos, según formulación, al procesador de alimentos			
15 min		Se embute la pasta en una embudidora hidráulica.			
30 min		Se hace el escaldado durante 30min/80°C, T interna = 72 °C.	RESUMEN		
5 min		Se deja enfriar en agua durante 5 min/a 5°C.	TIEMPO(min)	NUMERO	EVENTOS
			81	7	Operación
			10	1	Inspección
			7	2	Actividad combinada
			10	1	Transporte
			2,880	2	Almacenamiento
			60	1	Retraso

Materiales, equipos e insumos

Materiales

- Fundas de celulosa
- Bolsas plásticas
- Olla de 50 litros de acero inoxidable
- 05 lavadores de plástico de 10 litros

Equipos

- Molino de carne: Marca Moulinex HV6.
- Procesador de alimentos: Marca Oster
- Embutidora: Marca Servifabri. Manual de acero inoxidable. Industria Nacional
- Refrigeradora. Marca Samsun. Procedencia Coreana
- Termómetro de mercurio Rango: -10°C a 110°C.
- Termómetro de penetración. Marca: BOECO Germany. Rango: -10°C a 150°C.
- Cronometro digital. Marca: Lonix.
- Potenciómetro Marca: PEN TYPE. Rango: 0.00 - 14.00 pH 0°C a 55°C.
- Balanza analítica electrónica. Marca: HENKEL. Rango: 1000g / 0.01g.
- Balanza. Marca: TH – 500. Rango: 500g x 0.1g.
- Cocina semi industrial: Marca Sole a gas natural.

Insumos

- Carne de ternera
- Inulina
- Grasa de cerdo
- Hielo
- Fosfato
- Sal de cura
- Sal

- Pimienta
- Comino
- Nuez moscada
- Ajos
- Extracto de humo
- Glutamato monosódico.
- Saborizante hot dog.
- Conservador: Sorbato de potasio.

3.8. Instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación el instrumento de medición de la información es la observación y el experimento. La observación se realiza por medio de los sentidos para la evaluación sensorial de las tres muestras de salchicha de ternera con diferentes porcentajes de inulina y un control. . El experimento con el auxilio de instrumentos como el termómetro y el potenciómetro

3.9. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó el software Statgraphics Centurión Versión 16, para determinar el porcentaje óptimo de inulina a incorporar en la elaboración de salchicha de ternera, que ocasiona la mayor aceptabilidad sensorial del producto, optimizando la formulación mediante el método de superficie de respuesta.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

Los resultados de la presente investigación con su correspondiente análisis e interpretación, se muestran a continuación:

4.1 Análisis de la materia prima e insumos

Tabla 3. Análisis fisicoquímico de la materia prima e insumos

Materias primas	Resultados
Temperatura de la carne de ternera	-3°C
Temperatura de la grasa de cerdo	- 3°C
pH carne de ternera	6,4
pH de la grasa de cerdo	6,2
Temperatura emulsión de pellejo	-3°C
pH emulsión de pellejo	6,3

Para los embutidos escaldados y los cocidos, no se necesita que la carne este madura, se usa carnes sin maduración, es decir de un día de conservación a temperatura de congelamiento.

En la tabla 3 podemos observar que la temperatura de la carne de ternera y grasa de cerdo fue de -3°C . El pH de la carne de ternera fue de 6,4, ya que este valor de pH puede variar entre 5,8 a 6,9; estos rangos de variación dependen de la composición de la carne, condiciones de beneficio de los animales y estado de conservación de la carne. Tan pronto se beneficia al animal a las pocas horas desciende el pH de la carne. (Téllez, 1992). El pH de la grasa de cerdo fue de 6,2 ya que este valor de pH puede variar de 6,0 a 6,5 (Téllez, 1992)

4.2. Características físico químicas de la inulina

Tabla 4. Análisis fisicoquímico de la inulina lote 130205-01

Análisis	Unidad	Especificaciones	Resultado	Método
Apariencia	---	Polvo	cumple	visual
Color	---	blanco o crema	cumple	visual
Humedad	%	máximo 5	3,35	PT-038
pH gel	6,2			
agua : inulina	1 : 1			potenciometrico
agua : inulina	1 : 2			potenciometrico
agua : inulina	1 : 3			potenciometrico

Especificaciones técnicas de la inulina lote 130205 – 01

Apariencia:	Polvo blanco o de color crema
Total de carbohidratos (materia seca)	mayor 99,5 %
Humedad	mínimo 5%
Inulina / FOS (materia seca)	90,0 +/- 3 %
Libre de azúcar (Sucrosa, glucosa, fructosa)	menor 10 %
Cenizas	menor 0,5 %

4.3 Formulaciones.

4.3.1. Formulación control

En la tabla 5 se muestra la formulación control que se caracteriza por mostrar dentro de los ingredientes la grasa de cerdo, que tradicionalmente es de uso en la actualidad, (Téllez, 1992).

Tabla 5. Formula control de la salchicha de ternera

Ingredientes	Gramos	Porcentaje (%)
Carne de ternera	350,00	38,83
Grasa de cerdo	150,00	16,64
Hielo	250,00	27,74
Emulsión de pellejo	75,00	8,32
Maicena	50,00	5,55
Fosfato	2,50	0,28
Sal de cura	2,00	0,22
Sal	14,5	1,61
Ajos	2,00	0,22
Pimienta	1,20	0,13
Comino	1,20	0,13
Glutamato monosódico	1,50	0,17
Nuez moscada	0,40	0,04
Saborizante hot dog	1,00	0,11
Colorante rojo fresa	0,0001	0,00001
TOTAL	901,3001	100,00

4.3.2. Formulaciones modificadas

Se elaboraron once formulaciones (tablas 6, 7 y 8) en base a la formula control, reemplazando la grasa de cerdo con diferentes porcentajes de inulina y agua en forma de gel. (Martínez, 2014).

El diseño experimental fue un diseño multifactorial, con 2 factores: gel de inulina y proporción agua: inulina, gel de inulina con tres niveles: 100g, 150 g, 200g y proporción de agua: inulina con tres niveles 1:1, 1:2, 1:3, correspondientes a 11 tratamientos. (Anexo 1)

Tabla 6. Fórmula de la salchicha de ternera con porcentaje “A” de gel de inulina

Ingredientes	Gramos	Porcentaje (%)
Carne de ternera	350,00	41,11
Gel de inulina*	100,00	11,75
Hielo	250,00	29,37
Emulsión de pellejo	75,00	8,81
Maicena	50,00	5,87
Fosfato	2,50	0,29
Sal de cura	2,00	0,23
Sal	14,5	1,70
Ajos	2,00	0,23
Pimienta	1,20	0,14
Comino	1,20	0,14
Glutamato monosódico	1,50	0,18
Nuez moscada	0,40	0,05
Saborizante hot dog	1,00	0,12
Colorante rojo fresa	0,0001	0,00001
TOTAL	851,3001	100,00

Agua: Inulina

1 1

*Gel de Inulina = 1 2

1 3

La inulina se disuelve en agua a 40°C para formar un gel, en las proporciones de 1 de agua y 1, 2 y 3 de inulina. Luego se lleva a refrigeración 2°C por 1 hora

Tabla 7. Fórmula de la salchicha de ternera con porcentaje “B” de gel de inulina

Ingredientes	Gramos	Porcentaje (%)
Carne de ternera	350,00	38,83
Gel de inulina*	150,00	16,64
Hielo	250,00	27,74
Emulsión de pellejo	75,00	8,32
Maicena	50,00	5,55
Fosfato	2,50	0,28
Sal de cura	2,00	0,22
Sal	14,5	1,61
Ajos	2,00	0,20
Pimienta	1,20	0,13
Comino	1,20	0,13
Glutamato monosódico	1,50	0,17
Nuez moscada	0,40	0,04
Saborizante hot dog	1,00	0,11
Colorante rojo fresa	0,0001	0,00001
TOTAL	901,3001	100,00

Agua: Inulina

1 1

*Gel de Inulina = 1 2

1 3

La inulina se disuelve en agua a 40°C para formar un gel, en las proporciones de 1 de agua y 1,2 y 3 de inulina. Luego se lleva a refrigeración 2°C por 1 hora

Tabla 8. Fórmula de la salchicha de ternera con porcentaje “C” de gel de inulina

Ingredientes	Gramos	Porcentaje (%)
Carne de ternera	350,00	36,79
Gel de inulina*	200,00	21,02
Hielo	250,00	26,28
Emulsión de pellejo	75,00	7,88
Maicena	50,00	5,26
Fosfato	2,50	0,26
Sal de cura	2,00	0,21
Sal	14,50	1,52
Ajos	2,00	0,21
Pimienta	1,20	0,13
Comino	1,20	0,13
Glutamato monosódico	1,50	0,16
Nuez moscada	0,40	0,04
Saborizante hot dog	1,00	0,10
Colorante rojo fresa	0,0001	0,00001
TOTAL	951,3001	100,00

Agua: Inulina

1 1

*Gel de Inulina = 1 2

1 3

La inulina se disuelve en agua a 40°C para formar un gel, en las proporciones de 1 de agua y 1,2 y 3 de inulina. Luego se lleva a refrigeración 2°C por 1 hora

4.4. Análisis sensorial

Tabla 9. Resumen de la prueba de aceptabilidad en apariencia, textura y sabor

Tratamiento	Factores (variables independientes)		Variables dependientes		
	Relación (Agua-Inulina)	Gel de inulina	Apariencia	Textura	Sabor
1	1: 2,00	150	294,7	293,5	297,5
2	1: 1,00	100	241,7	251,8	253,6
3	1: 2,00	100	251,8	256,9	258,2
4	1: 3,00	100	222,5	222,0	211,3
5	1: 1,00	150	235,1	244,0	241,6
6	1: 2,00	150	293,4	295,5	295,3
7	1: 3,00	150	214,3	212,7	205,2
8	1: 1,00	200	216,1	219,7	221,7
9	1: 2,00	200	208,5	205,4	190,5
10	1: 3,00	200	181,7	174,0	167,1
11	1: 2,00	150	294,9	292,4	296,8

4.4.1. Análisis sensorial: atributo apariencia

Tabla 10. Resultados del análisis de varianza de la prueba de aceptabilidad en el atributo de: apariencia

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F- Ratio	P-valor
A:Agua Inulina	922.56	1	922.56	2.36	0.1853
B:Gel Inulina	2005.68	1	2005.68	5.13	0.0730
AA	4195.36	1	4195.36	10.72	0.0221
AB	57.76	1	57.76	0.15	0.7166
BB	3146.89	1	3146.89	8.04	0.0364
Error Total	1956.7	5	391.34		

Tabla 11. Resultado de la respuesta optimizada para apariencia

Respuesta optimizada

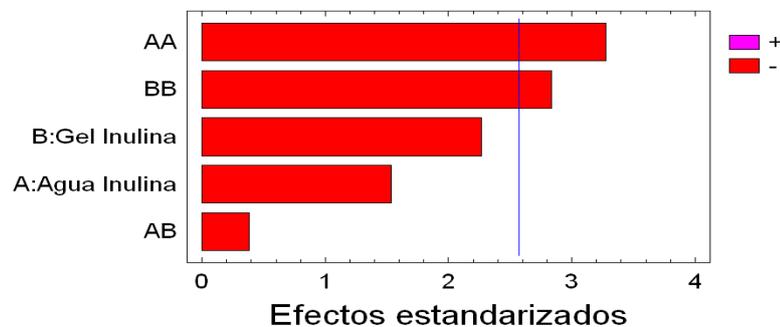


Figura2. Gráfico de Pareto estandarizado para apariencia

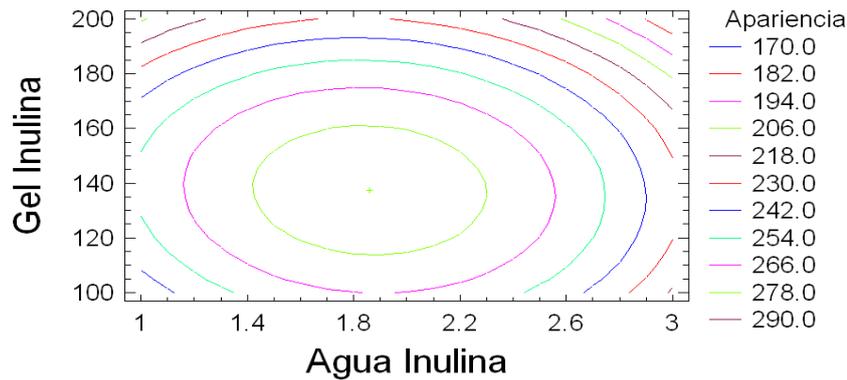


Figura 3. Contorno de superficie de la respuesta estimada para la apariencia

4.4.2. Análisis sensorial: atributo sabor

Tabla 12. Resultados del análisis de varianza de la prueba de aceptabilidad en el atributo de: sabor.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F- Ratio	P-valor
A: Agua Inulina	2961.48	1	2961.48	5.31	0.0694
B: Gel Inulina	3446.41	1	3446.41	6.18	0.0554
AA	4133.19	1	4133.19	7.41	0.0416
AB	37.8225	1	37.8225	0.07	0.8049
BB	3941.06	1	3941.06	7.07	0.0450
Error Total	2788.1	5	557.62		

Tabla 13. Resultado de la respuesta optimizada para sabor

Factor	Inferior	Mayor	Optimo	Respuesta optimizada
Meta: maximizar Sabor				
Valor Optimo = 289.885				
Agua Inulina	1.0	3.0	1.73615	
Gel Inulina	100.0	200.0	135.312	

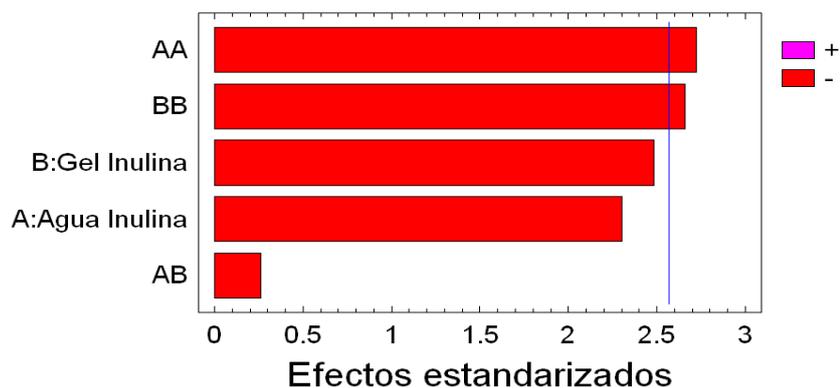


Figura 4. Gráfico de Pareto estandarizado para sabor

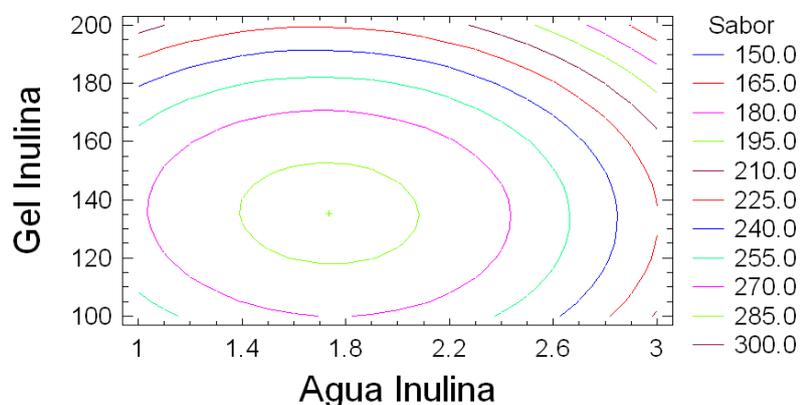


Figura 5. Contorno de superficie de la respuesta estimada para sabor

4.4.3. Análisis sensorial: atributo textura

Tabla 14. Resultados de la prueba de aceptabilidad en el atributo de: textura

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F- Ratio	P-valor
A:Agua Inulina	1901.04	1	1901.04	5.54	0.0653
B:Gel Inulina	2886.43	1	2886.43	8.41	0.0338
AA	3758.11	1	3758.11	10.95	0.0213
AB	63.2025	1	63.2025	0.18	0.6857
BB	3231.56	1	3231.56	9.41	0.0278
Error Total	1716.54	5	343.308		

Tabla 15. Resultado de la respuesta optimizada para textura

Respuesta optimizada

Meta: maximizar Textura
 Valor Optimo = 288.183

Factor	Inferior	Mayor	Optimo
Agua Inulina	1.0	3.0	1.78424
Gel Inulina	100.0	200.0	135.243

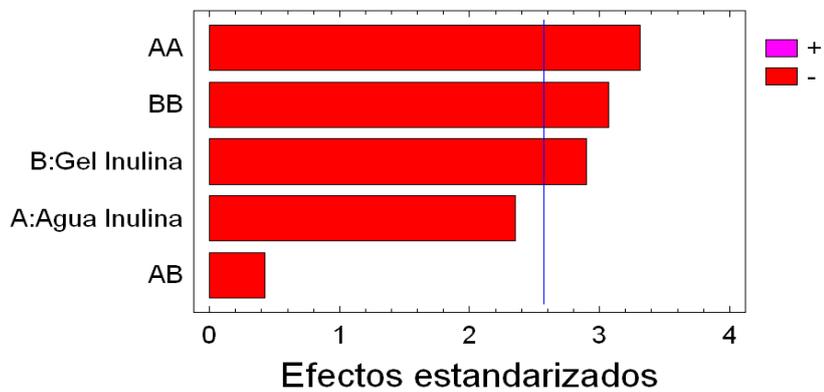


Figura 6. Gráfico de Pareto estandarizado para textura

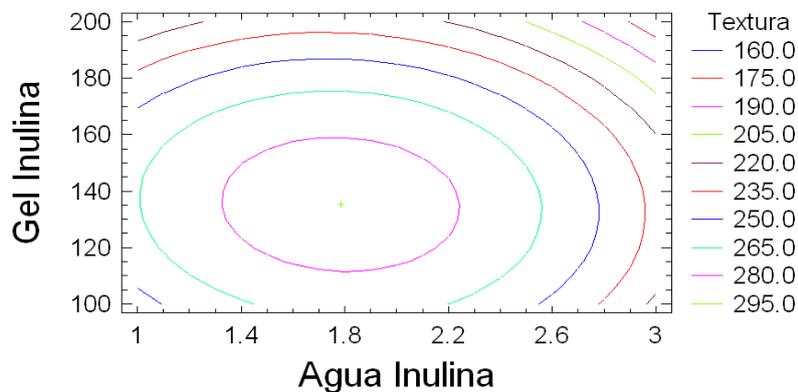


Figura 7. Contorno de superficie de la respuesta estimada para la textura

4.4.4. Análisis sensorial: respuesta global

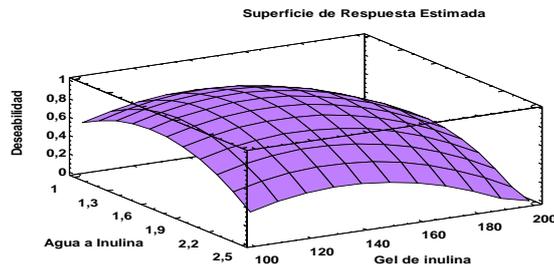


Figura 8. Superficie de respuesta global

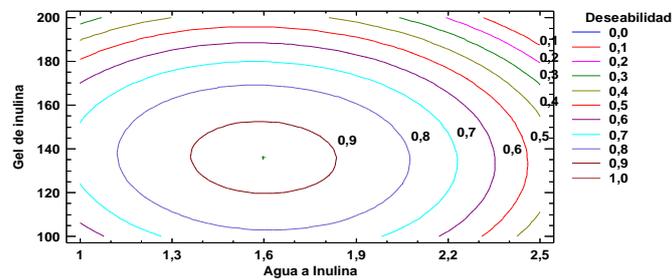


Figura 9. Contorno de superficie de la respuesta global

Tabla 16. Resultados de la respuesta optimizada global

Optimizar deseabilidad

Valor óptimo = 0,932981

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Agua Inulina	1,0	2,5	1,59777
Gel de inulina	100,0	200,0	136,038

Respuesta	Óptimo
Apariencia	285,74
Textura	288,167
Sabor	289,725

4.5. Formulación de la salchicha de ternera con la respuesta optimizada global de gel de inulina

Tabla 17. Formula de la salchicha de ternera con el porcentaje óptimo de gel de inulina

Ingredientes	Gramos	Porcentaje (%)
Carne de ternera	350,00	39,45
Gel de inulina*	136,00	15,33
Hielo	250,00	28,18
Emulsión de pellejo	75,00	8,45
Maicena	50,00	5,64
Fosfato	2,50	0,28
Sal de cura	2,00	0,23
Sal	14,5	1,63
Ajos	2,00	0,22
Pimienta	1,20	0,13
Comino	1,20	0,13
Glutamato monosodico	1,50	0,17
Nuez moscada	0,40	0,04
Saborizante hot dog	1,00	0,11
Colorante rojo fresa	0,0001	0,00001
Total	887,3001	100,00

*Gel de inulina= 1 : 1.6

Agua : inulina

4.6. Resultados en los parámetros de procesamiento en elaboración de la salchicha de ternera: formula control y óptima.

En la tabla 18 se presentan los resultados de los parámetros de procesamiento de la formula control y formula optima de la salchicha de ternera.

Tabla 18. Parámetros de procesamiento (temperatura, pH, tiempo) en las fórmulas: “control” y “optima”

Parámetros de procesamiento	Formula control	Formula optima
Temperatura emulsionado: pasta	7°C	7°C
pH emulsionado: pasta	6,1	6,1
Temperatura de escaldado: salchicha/ temperatura interna	80 °C /72 °C	75 °C /72 °C
Tiempo de escaldado	30 min	25 min
Temperatura de enfriado : salchicha	2-4 ° C	2-4 ° C
Tiempo de enfriado : salchicha	2min	2min

4.7. Resultados del análisis químico

En la Tabla 19 se presenta el análisis químico de la formula control y formula optima de la salchicha de ternera

Tabla 19. Análisis químico de las formulas: control y optima / 100 g de porción comestible

Parámetros	Formula control	Formula “optima”
Proteínas (g)	12,01± 0,07	13,18 ±0,02
Grasa (g)	18,32±0,04	4,20 ± 0,01
Humedad (g)	55,91±0,47	68,40 ±0,16
Carbohidratos(g)	9,25±0,06	11,07±0,04
Energía (Kcal)	249,92	134,80
Tiamina (mg)	0,03	0,03 mg
Riboflavina (mg)	0,07	0,07 mg
Ácido ascórbico (mg)	1,70	1,70 mg

4.8 Resultados del análisis microbiológico

En la Tabla 20 se presenta el análisis microbiológico de la formula control y formula optima de la salchicha de ternera

Tabla 20. Análisis microbiológico de las formulas: “control”, y “optima”

Parámetros	Formula control	Formula “optima”	Referencia (*)
Recuento total	1,350	1,200	<10,000 ufc
Coliformes termotolerantes	0	0	0
Staphylococcus	<1	<1	<100 ufc /g
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia 25 g
Escherichia coli	0	0	0
Mohos y levaduras	<1	<1	<100 ufc /g

(*) Límite máximo permisible

ufc = Unidades formadoras de colonia

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

5.1. Calidad de las materias primas y los insumos que influyen directamente en la calidad de la salchicha.

Las características de las materias primas según Tabla 3, son de gran importancia en cuanto a que condicionan los procesos de elaboración y la calidad del producto final. Uno de los principales factores que determina la aptitud de la carne para ser transformada en este tipo de productos es el pH, es decir, el grado de acidez, que influye en las propiedades funcionales de la carne, tales como capacidad de retención de agua, solubilización de proteínas, etc.; en el color, y la susceptibilidad de la carne al ataque microbiano. El pH final va a depender de numerosos factores, tales como especie, tratamientos antemortem, temperatura, etc. Para productos escaldados, especialmente a base de emulsiones, se ha descrito que la carne, antes de alcanzar el estado de «rigor mortis», con pH 6,2 - 6,8 da lugar a embutidos de mayor calidad como consecuencia de su elevada capacidad de retención de agua y mejores propiedades emulsionantes (Jiménez, 1996)

Por lo general la carne de animales más jóvenes, como son los terneros poseen una mayor capacidad de fijación de la proteína cárnica que los animales más viejos, como son los toros, vacas. La carne de animales jóvenes posee también menos pigmentos (mioglobina) por tanto es la más adecuada para obtener un deseado color básico rosado en las salchichas, los cuartos delanteros de los animales jóvenes (especialmente la carne de pescuezo, paletilla y aguja) son empleados para elaboración de salchichas, esta carne es relativamente magra. Tan importante como la carne son los materiales grasos empleados, como tocino y panceta, entre otros, que contribuyen a las características sensoriales del embutido. (Jiménez, 1989). Estas características son: 1) Apariencia, como color y uniformidad en la superficie; 2) Textura, parámetros como viscosidad, elasticidad y dureza; y 3) Sabor, como la intensidad y realce del sabor (Tokusoglu, 2003).

5.2. Formulaciones modificadas

La fórmula control (Tabla 5), tuvo ingredientes tradicionales como carne de ternera y grasa de cerdo, y en las 11 formulaciones modificadas (Tablas 6,7 y 8), se reemplazó la grasa de cerdo por inulina, ya que numerosas investigaciones han venido desarrollándose con el propósito de poder establecer alternativas que permitan reducir parcial o totalmente los contenidos de grasa en las formulaciones cárnicas, principalmente la grasa de cerdo (Ayo *et al.*, 2007; Choi *et al.*, 2010; C; Del Nobile *et al.*, 2009; Jiménez *et al.*, 2010; Muguerza *et al.*, 2003; Muguerza *et al.*, 2001; Severini *et al.*, 2003; Tan *et al.*, 2007).

Además diversos estudios ponen de manifiesto la posibilidad de elaborar productos cárnicos bajos en grasa con diferentes alternativas para su sustitución, sin sacrificar la aceptabilidad sensorial. Algunos de estos sustitutos estudiados han sido fructooligosacáridos en salchichas cocidas (Cáceres *et al.*, 2004), fibra dietética en salchichas tipo Viena (Vásquez *et al.*, 2010), fibra de cítrico y proteína de soja en salchichas tipo Frankfurt (Cengiz, 2007); colágeno y fibra de guisante en hamburguesas (Echeverri *et al.*, 2004); inulina y proteínas plasmáticas bovinas en carne picada baja en grasa (Rodríguez *et al.*, 2014).

El reemplazo de la grasa por inulina en la dieta puede jugar un papel muy importante no solo a nivel tecnológico sino también a nivel nutricional. La inulina aporta integridad estructural, volumen, capacidad de retención de humedad, adhesividad y estabilidad en productos cárnicos emulsionados bajos en grasa (Tokusoglu, 2003). Por lo que supone un perfecto sustituto de la grasa en productos cárnicos tipo salchicha, ya que se conseguiría aumentar la fibra en la dieta, y conseguir una palatabilidad aceptable por el consumidor.

5.3. Análisis sensorial

En la Tabla 9 se observa el resumen de la prueba de aceptabilidad, de la salchicha de ternera con Gel de inulina: 100 g, 150 g, y 200 g, en la proporción, Inulina: agua de: 1:1, 1:2 y 1:3, por parte de 30 jueces (consumidores potenciales de embutidos), (Anexo N° 2), con lo que se determinó el porcentaje óptimo de inulina a incorporar en la elaboración de salchicha de ternera, que produce la mayor aceptabilidad sensorial del producto. Se realizó la optimización de la formulación mediante el método de superficie de respuesta empleando el paquete estadístico Statgraphics Centurión Versión 16.

5.3.1. Análisis sensorial: atributo apariencia.

En la Tabla 10, se presentan los resultados estadísticos de la prueba de aceptabilidad en el atributo: Apariencia por parte de 30 jueces (consumidores potenciales de embutidos). Del análisis estadístico se puede decir que la relación agua inulina AA y Gel de Inulina BB por presentar resultados de P-valor de 0,0221 y 0,0364 respectivamente es decir $P < 0.05$ tienen influencia significativa en la apariencia de la salchicha de ternera, al 95% de nivel de confianza.

Según la Tabla 11 del resultado de la respuesta optimizada, la fórmula óptima en cuanto al atributo apariencia para la relación agua: inulina es 1: 1,85936 y para Gel de Inulina es 137,422 g. Esta tabla muestra la combinación de niveles de factores que maximizan la apariencia por encima de la región indicada. Se utilizó el cuadro de diálogo de opciones del análisis para indicar la región en la que se realizara la optimización. Puede determinar el valor de uno o más factores para una constante fijando los límites inferior y superior en ese valor.

5.3.2. Análisis sensorial: atributo sabor.

En la Tabla 12, se presentan los resultados estadísticos de la prueba de aceptabilidad en el atributo: Sabor por parte de 30 jueces (consumidores potenciales de embutidos). Del análisis estadístico se puede decir que la relación agua inulina

AA y gel de inulina BB por presentar resultados de P-valor de 0,0416 y 0,0450 respectivamente es decir $P < 0.05$ tienen influencia significativa en el sabor de la salchicha de ternera al 95% de nivel de confianza.

Según la Tabla 13 del resultado de la respuesta optimizada la fórmula óptima en cuanto al atributo sabor para la relación agua: inulina es 1: 1,73615 y para Gel de Inulina es 135,312 g. Esta tabla muestra la combinación de niveles de factores que maximizan el sabor por encima de la región indicada. Se utilizó el cuadro de diálogo de opciones del análisis para indicar la región en la que se realizara la optimización. Puede determinar el valor de uno o más factores para una constante fijando los límites inferior y superior en ese valor.

5.3.3. Análisis sensorial: atributo textura.

En la Tabla 14. Se presentan los resultados estadísticos de la prueba de aceptabilidad en el atributo: Textura por parte de 30 jueces (consumidores potenciales de embutidos). Del análisis estadístico se puede decir que la relación agua inulina AA y gel de inulina BB por presentar resultados de P-valor de 0,0213 y 0,0278 respectivamente es decir $P < 0.05$ tienen influencia significativa en la textura de la salchicha de ternera al 95% de nivel de confianza.

Según la Tabla 15 del resultado de la respuesta la fórmula óptima en cuanto al atributo textura para la relación agua: inulina es 1: 1,78 424 y para gel de inulina es 135,243 g. Esta tabla muestra la combinación de niveles de factores que maximizan la textura por encima de la región indicada. Se utilizó el cuadro de diálogo de opciones del análisis para indicar la región en la que se realizara la optimización. Puede determinar el valor de uno o más factores para una constante fijando los límites inferior y superior en ese valor

5.3.4. Análisis sensorial: respuesta global

En la Tabla 16, muestra la combinación de niveles de factores que maximiza la función de 'deseabilidad' en la región indicada. También muestra la combinación de factores a la cual se alcanzó el óptimo:

Relación agua-inulina: 1 a 1,6

Gel de inulina: 136

5.4. Formulación de la salchicha se ternera con la respuesta optimizada global de gel de inulina

Es decir la formula optima (Tabla 17), en cuanto a la aceptabilidad de la salchicha de ternera con inulina en los atributos: apariencia, sabor y textura para la relación agua: inulina 1: a 1,6 y para gel de inulina es 136 g

5.5. Parámetros de procesamiento en elaboración de la salchicha de ternera: formula control y óptima.

En la Tabla 18 se presentan los resultados de los parámetros de procesamiento de la formula control y formula optima de la salchicha de ternera. El pH de la carne de ternera en el proceso de emulsionado se observa que subió de 5,8 a 6,1, debido a que en esta etapa se incorpora a la pasta “Fosfato”. Este valor alcanzado esta dentro del rango especificado (6,0 a 6.3) en emulsiones por (Téllez, 1992) ya que las carnes calientes que tienen mayores valores de pH, si bien absorben mayor porcentaje de agua, los productos elaborados con estas carnes no son de muy buen aroma, ni sabor, pues no habido cambios enzimáticos y bacterianos positivos, que mejoran la calidad de la carne.

En cuanto a la temperatura de emulsionado de la pasta una buena emulsión se logra al extraer la mayor cantidad de proteína (miosina) y la integración de las partículas de ternera, grasa /inulina y agua, la temperatura para lograr esto es de 7°C, en el proceso de mezcla total, puede llegar 10 a 12 °C ya que por encima de esta temperatura puede dar lugar al quemado de la carne, es decir, a la coagulación de las proteínas. En tal caso la carne ya no es capaz de recibir y fijar más agua (Téllez, 1992).

La temperatura de escaldado de la salchicha control es de 80°C, en cambio la temperatura de escaldado de la salchicha elaborada con inulina es de 75°C, es decir el utilizar “Inulina” en la formulación hace que se necesite menos temperatura 5°C menos para obtener 72°C de temperatura interna de la salchicha, lo cual nos permite

ahorrar combustible ó energía eléctrica en el proceso de escaldado. Igualmente se necesita menos tiempo de escaldado, 5 minutos menos en la salchicha que se elabora con inulina. La fibra (inulina) es utilizada en productos cárnicos escaldados y cocidos para mejorar el rendimiento de cocción y textura debido a sus propiedades de ligar agua (Fernández *et al.*, 2008).

5.6. Análisis químico de la salchicha de ternera: formula control y optima

En la Tabla 19 se presenta el resultado del análisis químico de la formula control y de la salchicha de ternera

En cuanto al contenido de proteína los resultados no tuvieron diferencia significativa en la salchicha con inulina y la formula control, obteniéndose valores de 13,18 g y 12,01 g respectivamente. Investigadores fabricaron salchichas fermentadas secas bajas en grasa utilizando inulina, al evaluar la composición química de las mismas, se encontró un contenido de proteína de 12,40 g en las que tenían 6% de inulina, valor que es muy similar al de 13,18 g encontrado en las salchichas con inulina del presente trabajo. (Mendoza *et al.*, 2001)

En lo que respecta a contenido de grasa si hubo diferencia significativa en los resultados ya que la salchicha con inulina tuvo mucho menor contenido de grasa con respecto a la salchicha control, siendo los resultados: 18,32 g y 4,20 g respectivamente. Nowak *et al.*, (2007) reemplazaron la grasa por inulina en forma de gel congelado (3, 6, 9 y 12%) en salchichas tipo Bologna reduciendo el contenido de grasa hasta un 47,5% . Archer *et al.* (2004) reemplazaron la grasa en salchichas con inulina, reduciendo el porcentaje de grasa hasta un 37% y con 17% menor densidad energética que la original.

Con respecto al contenido de humedad, se apreció que las muestras con inulina fueron las de mayor porcentaje de humedad con un 68,40 g, por el contrario la formula control presento un contenido de humedad de 55,91 g. La norma Covenin (1995) señala como requisito químico para salchichas escaldadas un porcentaje máximo de humedad más grasa de 87%, en tal sentido, si se toma en consideración el contenido de humedad obtenido en esta investigación 68,40 g, el cual corresponde a la formulación con inulina y se le suma a su respectivo contenido de grasa 4,2 g,

resulta en un valor de humedad más grasa de 72,6 g que cumple con los parámetros de dicha norma.

En lo que se refiere al contenido de carbohidratos y energía (Kcal) la salchicha con inulina aporta mayor contenido en carbohidratos y menor contenido de energía 11,07 g y 134,8 Kcal respectivamente, en comparación con la salchicha control que aporta 9,25 g de carbohidratos y 249,92 Kcal, ya que el maíz, almacena energía en forma de almidón, polisacárido de reserva cuya unidad numérica es la glucosa. Al ser consumida la maicena, las enzimas que hay en el estómago degradan ese almidón y lo convierten en energía, por lo tanto aporta calorías. Sin embargo, existen algunas plantas de tubérculos, cuyo polisacárido de reserva es la inulina, y su unidad numérica la fructosa (azúcar de las frutas). El cuerpo humano no tiene enzimas propias para degradar la inulina, y hacer que ésta continúe su trayecto por el tracto intestinal, hasta llegar a la flora intestinal, generando el crecimiento de bacterias benéficas que a la vez representan beneficio para la salud.(January,2008). La inulina tiene un aporte calórico reducido (máximo de 1,5 Kcal / g), atribuibles a la resistencia a la digestión y posterior hidrolisis y fermentación por la flora intestinal selectiva del intestino grueso, (Roberfroid, 1999).

Nowak *et al.*, (2007) reemplazaron la grasa por inulina en forma de gel congelado (3, 6, 9 y 12%) en salchichas tipo Bologna, los valores de energía para una salchicha típica estuvieron alrededor de 261 kcal/100 g y para una salchicha con 3 y 12% fue de 237 y 137 kcal/g.

En lo que se refiere al contenido de tiamina, riboflavina y ácido ascórbico la salchicha control y la óptima presentaron valores similares ya que en ambas formulaciones no se varió el porcentaje de carne de ternera.

5.7. Análisis microbiológico

En la Tabla 20 se presenta el análisis microbiológico de la formula control y formula optima de la salchicha de ternera, del análisis microbiológico podemos decir que todas las muestras de salchicha con inulina se encuentran aptas para el

consumo humano ya que de acuerdo a los resultados de los análisis estos representan resultados cero o menor a la referencia (*)

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES

El porcentaje óptimo de gel de inulina a incorporar en la salchicha de ternera fue de 15.33%, (136 g), equivalente a la proporción óptima de agua: inulina 1: 1.6. siendo sus parámetros de procesamiento y evaluación de calidad siguientes:

- a.- Los parámetros de procesamiento de la salchicha de ternera “formula optima” son: temperatura de emulsionado de la pasta: 7°C, temperatura de escaldado: 75°C, tiempo de escaldado: 25 min, temperatura de enfriado: 2-4 °C, tiempo de enfriado: 2min.
- b.- En cuanto a la evaluación sensorial, la formula óptima en cuanto al atributo apariencia para la relación agua: inulina es 1: 1.85936 y para gel de inulina es 137.422 g, en cuanto al atributo sabor para la relación agua: inulina es 1: 1.73615 y para gel de inulina es 135.312 g, en cuanto al atributo textura para la relación agua: inulina es 1: 1.78 424 y para gel de inulina es 135.243 g.
- c.- El análisis químico de la salchicha de ternera “formula óptima” fue: proteínas: 13,18 g, grasa: 4,2 g, humedad: 68,40 g, carbohidratos: 11,07 g, energía: 134.80 Kcal, tiamina: 0,03 mg, riboflavina: 0,07 mg, ácido ascórbico: 1.70 mg.
- d.- El análisis microbiológicos de la salchicha de ternera “formula óptima” fue: recuento total: 1,200 ufc /g, coliformes termotolerantes: 0, Staphylococcus: <1 ufc /g, Salmonella: ausencia, Escherichia coli: 0, mohos y levaduras: <1 ufc /g.

CAPITULO VII

7. RECOMENDACIONES

- 1.- Utilizar la inulina como reemplazante de la grasa, para elaborar otros tipos de embutidos tales como jamonada, mortadela, chorizo, salame, otros.
- 2.- Por tener la inulina un sabor neutro, mejorar la textura, sensación y estabilidad de un alimento y ser reemplazante de la grasa, es conveniente difundir su utilización no solo en la industria cárnica, sino también en la industria láctea y de panificación.

CAPITULO VIII

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amo, V. A. (2008). *Industria de la carne*. España.

Archer, B., Jhonson, H., Devereux, A. y Baxter, A. (2004). *Effect of fat replacement by inulin or lupin-kernel fibre on sausage patty acceptability, post-meal perceptions of satiety and food intake in ment*. *British Journal of Nutrition*. 91(4): 591-599.

Ayo, J., Carballo, J., Serrano, B., Olmedilla, C., Ruiz, F. y Jiménez, A. (2007). *Efect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters*. *Meat Science*. 77(2): 173-181.

Blecker, C., Fougnyes, C., Van Herck, J., Chevalier, J. y Paquot. M. (2002). *Kinetic study of the acid hydrolysis of various oligofructose samples*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(6): 1602-1607.

Bogner, H. (2010). *Tecnología de la carne*. España.

Cáceres, E., García, M. L., Toro, J. y Selgas, M. D. (2004). *The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages*. *Meat Science*, 68(1), 87–96.

Cardoso, C., Medes, R. y Nunes, M. (2008). *Development of a healthy low-fat fish sausage containing dietary fibre*. *International Journal Food Science and Technology* 43: 276-283.

Cengiz, E. y Gokoglu, N. (2007). *Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausages*. *International Journal of Food Science and Technology*, 42(3), 366–372.

Cofrades, S., Guerra, M., Carballo, J., Fernández, F. y Jiménez, A. (2000). *Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level*. *Journal of Food Science* 65(2): 281-287.

- Choi, Y., Choi, J., Han, D., Kim, H., Lee, M., Kim, H., Lee, J., Chung, H. y Kim, C. (2010). *Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems*. Meat Science 84(1): 212-218.
- Hanson, H., Kim, M., Lee, H., Kim, J. y Jeong, C. (2009). *Characteristics of low fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber*. Meat Science 82(2): 266-271.
- Devereux, H.M. y Jones, G.P. (2009). *Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose*. Journal of Food Science.
- Del Nobile, M., Conte, A., Incoronato, A., Panza, O., Sevi, A. y Marino, R. (2009). *New strategies for reducing the pork back-fat content in typical Italian salami*. Meat Science 81(1): 263-269.
- Drabble, J. (2008). *Textbook of meat inspection*. Australia.
- Echeverri, L., Rincon, M., López, S. y Restrepo J. (2004). *Un acercamiento al diseño de los productos cárnicos bajos en grasa*. Parte I. Productos de picado grueso.
- Eurofins, A. (2013). *Carbohydrates testing*. Dietary fibers.
- Fernández, J., Sendra, E., Navarro, C., Pérez, J. y Sayas, E. (2008). *Physico-chemical and microbiological profiles of "salchichón" (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber*. Meat Science 80(2): 410-417.
- Flamm, G., Glinemann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L. y Roberfroid, M. (2001). *Inulin and oligofructose as dietary fiber, a review of the evidence*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 41(5): 353-362.

- García, M., Cáceres, E. y Selgas, M. (2006). *Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product*. *International Journal of Food Science and Technology* 41(10): 1207-1215.
- García, M., Domínguez, R., Gálvez, M. y Casas, C. (2009). *Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages*. *Meat Science*.
- Gerrard, F. (2008). *Sausage and small goods production*
- Gerrard, F. (2010). *Meat technology*. Londres.
- Grau, R. (2008). *Carne y productos cárnicos*. España.
- Hanson, L. (2007). *The role of breastfeeding in prevention of neonatal infection*". *Pediatr Clin North Am*. 13, sp.
- January, L. (2008). *Inulina: una fibra soluble como sustituto de grasa*.
- Jánváry, L. (2007). *Inulin, a soluble fibre as fat substitute in meat products*. *Wellness Foods Europe* 2: 26-28.
- Jiménez, C. y Carballo, S. (1989). *Principios básicos de elaboración de embutidos*. Núm. 4/ 89 HD.
- Jiménez, F., Herrero, A., Pintado, T., Solas, M. y Ruiz, C. (2010). *Influence of emulsified olive oil stabilizing system used for pork backfat replacement in frankfurters*. *Food Research International* 43(8): 2068-2076.
- Jiménez, F. (1996). *Technologies for developing low-fat meat products*. *Trends in Food Science and Technology* 7(2): 41-47.
- Lawrie, R. (2009). *Ciencia de la carne*. España.

- Licardie, M. K. (2012). *Efecto de dos porcentajes de inulina, como fuente de fibra, en las propiedades físicas, microbiológicas y sensoriales en una salchicha frankfurter de pollo reducida en grasa*. Zamorano, Honduras.
- Madrigal, L. y Sangronis, E. (2007). *La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 57(4): 387-396.
- Maddalena, R., (2005). *Fermentation of Fructooligosaccharides and Inulin by Bifidobacteria a Comparative Study of Pure and Fecal Cultures Applied and Environmental Microbiology*. vol 71, p. 8-17.
- Martínez, M. y Edison, O. (2014). *Elaboración de salchicha tipo vienesa con sustitución parcial de grasa de cerdo por fibra dietética (inulina)*.
- Mendoza, E., García, M., Casas, C. y Selgas, M. (2001). *Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages*. Meat Science 57(4): 387-393.
- Muguerza, E., Ansorena, D. y Astiasarán, I. (2003). *Improvement of nutritional properties of chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil*. Meat Science 65(4): 1361-1367.
- Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J. y Astiasarán, I. (2001). *Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona a traditional Spanish fermented sausage*. Meat Science 59(3): 251-255.
- Muñoz, S.A., Restrepo, D.A. y J Sepúlveda, J.U. (2012). *Revisión: inulina en algunos derivados cárnicos*. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín vol.65 no.2 Medellín June/Dec

- Nowak, B., Von-Mueffling, T., Grotheer, J., Kein, G. y Watkinson, B. (2007). *Energy content, sensory properties and microbiological shelf life of German Bologna-Type sausage produced with citrate of phosphate and with inulin as fat replacer*. *Journal of Science* 72(9): 629-638.
- Ockerman, H.W. (2009). *Sausage and processed meat formulations*. Van Nostrand reinhold, New York.
- Ozvural, E. y Vural, H. (2008). *Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters*. *Meat Science* 78(3): 211-216.
- Pietro, A., Luceri, C., Dolara, P., Giannini, A., Biggeri, A., Salvadori, M., Clune, Y., Collins, K., Paglienari, M. y Caderni, G. (2002). *Antitumorigenic activity of the prbiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the probiotics Lactobacillus rhamnosus and Bifidobacterium lactis on azoxymethane-induced colon carcinogénesis in rats*. *Carcinogenesis*
- Piñero, M., Parra, K., Huerta, N., Arenas, L., Ferrer, M., Araujo, S. y Barboza, Y. (2008). *Effect of oat´s soluble fibre (b-glucan) as fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties*. *Meat Science* 80(3): 675-680.
- Price, J. (2008). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. España.
- Quino, J. y Alvarado, A. (2014). *Physicochemical and sensorial effects of the use of dietary fiber in sausages of the vienna type of low fat content*. *Rev. Bol. Quim* v.31 n.2 La Paz dic

- Roberfroid, M. y Delzenne, N. (1998). *Dietary fructans*. Annual Review of Nutrition 18(1): 117-143.
- Roberfroid, M. (1999). *Caloric value of inulin and oligofructose*. J Nutr. 129:1436-1437.
- Rodríguez, L. T., Padilla, A. P. y Campderrós, M. E. (2014). *Development of reduced fat minced meats using inulin and bovine plasma proteins as fat replacers*. Meat Science, 96(1), 762–768.
- Rodriguez, R., Jiménez, A., Fernandez, J., Guillén, R. y Heredia, A. (2006). *Dietary fiber from vegetable products as source of functional ingredients*. Trends Food Sci Technol
- Ronkart, S., Deroanne, C., Paquot, M., Fougnyes, C., Lambrechts, J. y Blecker, C. (2007). *Characterization of the physical state of spray-dried inulin*. Food Biophysics 2(2-3): 83-92.
- Ruiz, D. E. (2009). *Utilización de inulina y carragenina en la elaboración de salchichas de carne bajas en grasa*
- Severini, C., De Pilli, T. y Baiano, A. (2003). *Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in 'salami' products: effects on chemical, physical and sensorial quality*. Meat Science 64(3): 323-331.
- Slavin, J. (2003). *Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrient data bases*. Journal Food Composition Analysis 16(3): 287-291.
- Steenblock, R., Sebranek, J., Olson, D. y Love, J. (2009). *The effects of oat fiber on the properties of light bologna and fat-free frankfurters*. Journal of food Science 66 (9): 1409-1414.

- Stephen, A., Phillips, G. y Williams, P. (2006). *Food Polysaccharides and their applications*. Second edition. CRC Taylor and Francis, New York. 733 p.
- Tan, F., Liao, F., Jhan, Y. y Liu, D. (2007). *Effect of replacing pork backfat with yams (*Dioscorea alata*) on quality characteristics of Chinese sausage*. Journal of Food Engineering 79(3): 858-863.
- Téllez, V. J. (1992). *Manual de tecnología de carnes*. Sexta Edición. Tomo II.
- Tokusoglu, Ö. y Ünal, M.K. (2003). *Fat replacers in meat products*. Pakistan Journal of nutrition 2 (3): 196-203.
- Vásquez, C. E., Soto, S. y Villalobos, L. H. (2010). *Efecto de la fibra dietética sobre la textura de salchichas tipo Viena*. Nacameh, 4, 37-43.
- Weinling, H. (1973). *Tecnología práctica de la carne*. España.
- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V. y Salminen, H. (2010). *Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products*. Meat Science 86(1): 196-213.
- Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. y Ahn., D. (2010). *Improving functional value of meat products*. Meat Science 86(1): 15-31.
- Ziegler. (2009). *The meat we eat*. U.S.A.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 21. Formato del diseño experimental generado.

Tratamiento	Factores (variables independientes)		Variables dependientes		
	Relación (agua-inulina)	Gel de inulina	Apariencia	Textura	Sabor
1	1: 2.00	150			
2	1: 1.00	100			
3	1: 2.00	100			
4	1: 3.00	100			
5	1: 1.00	150			
6	1: 2.00	150			
7	1: 3.00	150			
8	1: 1.00	200			
9	1: 2.00	200			
10	1: 3.00	200			
11	1: 2.00	150			

Anexo 2

Ficha de evaluación: aceptabilidad (apariciencia, textura y sabor)

Formato de aceptabilidad

Ficha de evaluación

Nombre: _____

Fecha:

--	--	--

Edad: _____ Sexo: (M) (F)

Hora: _____

Por favor deguste la salchicha que se le ofrece, y marque con un aspa "X" sobre la línea según su apreciación en cuanto a:

APARIENCIA

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me desagrada mucho Ni me agrada ni me desagrada Me agrada mucho

TEXTURA

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me desagrada mucho Ni me agrada ni me desagrada Me agrada mucho

SABOR

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me desagrada mucho Ni me agrada ni me desagrada Me agrada mucho

OBSERVACIONES: _____

Gracias por su colaboración



Anexo 3

Certificado de análisis de Bioactiva Fos (inulina)

Nutrición y Biotecnología para la Salud

GRANOTEC

CERTIFICADO DE ANALISIS

Bioactiva FOS

Fecha actual : 27/11/15
N° Certificado : 1727
Lote N° : 151125-03
Fecha de producción : 25/11/15
Fecha de vencimiento : 25/11/17
Presentación : Bolsas

ANÁLISIS	UNID.	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
Apariencia	—	Polvo	Cumple
Color	—	Bianco o crema	Cumple
Humedad	%	Máx. 5	3.15
Microbiológico			
Recuento total	ufc/g	Máx. 1000	10
Mohos y Levaduras	ufc /g	Máx. 20	<10
Salmonella	/25g	Ausencia	Ausencia

Si necesita mayor información, por favor contactarse al correo: labanalisis@granotec.com.pe

GRANOTEC PERÚ S.A.
Gerente General
Gerente Técnico

Granotec Perú S.A.
Av. José Pardo 160, 112
Lfo. Torib. Pardo 11 Pisco, Areca 5

81 111 71 348-1780
www.granotec.com

Transgénicos
Termostables
Cepesporina

Innovación
Investigación
y Desarrollo

Nutrición e
Ingredientes
Fisiológicos

Garantía
Cultural y
Comercial

Comprova
CALIDAD

Anexo 4 Ficha técnica de Bioactiva Fos (inulina)

Microbiología y Biotecnología para la Salud

FICHA TECNICA



Bioactiva FOS

DESCRIPCIÓN: Fibra Prebiótica. (C₂H₃O₂)_n

ESPECIFICACIONES: **Físico Químicas**

Aspecto	Polvo higroscópico
Color	Bianco a crema*
Humedad	Máx. 5%
Cenizas	Máx. 0.5%
Carbohidratos Totales	Mín. 90.5%
Inulina(FOS)	90% ± 1.5%
Libre de azúcar (Sacarosa, Glucosa y Fructosa)	Máx. 10 %

Microbiología

Mohos y Levaduras	Máx. 20 ufc/g
Recuento Total	Máx. 1000 ufc/g
Salmonella	Ausente/25g

APLICACION: En la Industria de alimentos en general como fuente de fibra soluble y/o prebióticos.

DOSIFICACION: Según aplicación.

ENVASE: Doble bolsa de polietileno grueso conteniendo 25 Kg de producto.

DURACIÓN: 24 meses desde fecha de fabricación, en empaques originales sin abrir, almacenados en lugares frescos y secos.

UV 1404

1. Granotec Perú garantiza la calidad de sus productos en el cumplimiento de las especificaciones indicadas en sus fichas técnicas.
2. Cualquier información aquí contenida, y/o proporcionada por Granotec Perú, son sugerencias realizadas en base a pruebas de laboratorio y a la experiencia de Granotec Perú. En ningún caso estas informaciones reemplazan la necesidad del cliente de realizar sus propias pruebas para validar resultados y hacer los ajustes que garanticen las características deseadas en su producto final antes de cualquier aplicación comercial industrial.
3. El cliente es el responsable del adecuado almacenamiento, manipulación, dosificación, uso, aplicación, proceso productivo, etc. de los productos adquiridos, por lo tanto Granotec Perú no puede ser responsable del cumplimiento de las especificaciones en un producto final del cliente.



Granotec Perú S.A.
Av. La Esperanza No. 112
Lima, Perú | Perú | T+51 1 249 0158



Tel: 011 21 249 0158
www.granotec.com

Transferencia
Tecnológica
Capacitación

Innovación
Investigación
y Desarrollo

Nutrientes e
Ingredientes
Productos

Garantía
Calidad y
Compromiso



Anexo 5

Resultados análisis de varianza: apariencia

Tabla 22. Análisis de varianza para la apariencia

Total (corr.)	14933.2	10
---------------	---------	----

R-cuadrado = 86.897 por ciento
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 73.7941 por ciento
Error Estándar de Est. = 19.7823
Error absoluto de la media = 12.6278
Estadístico Durbin-Watson = 2.9523 (P=0.0608)
Autocorrelación residual Lag 1 = -0.550268

En la Tabla 22 se muestra el estadístico R- cuadrado indica que el modelo así ajustado explica el 86.897% de la variabilidad en apariencia. El estadístico R-cuadrado ajustado, el cual es el más adecuado para la comparación de números diferentes de variables independientes, es 73.7941%. El error estándar de la estimación muestra la desviación normal de los residuos para ser 19,7823. El error absoluto de la media (MAE) de 12, 6278 es el promedio del valor de los residuos. El estadístico Durbín – Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo.

Tabla 23. Resultado del coeficiente de regresión para la apariencia

constante	= -140.374
A:Agua Inulina	= 161.779
B:Gel Inulina	= 4.0157
AA	= -40.6947
AB	= -0.076
BB	= -0.0140979

Coefficiente de regresión para la apariencia

Esta ventana muestra la ecuación de regresión que se ajusta a los datos. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Apariencia: } -140,374 + 161,779 * \text{Agua Inulina} + 4,0157 * \text{Gel Inulina} - 40,6947 * \text{Agua Inulina}^2 - 0,076 * \text{Agua Inulina} * \text{Gel Inulina} - 0,0140979 * \text{Gel Inulina}^2$$

Anexo 6

Resultados análisis de varianza: sabor

Tabla 24. Análisis de varianza para el sabor

Total (corr.)	20243.5	10
---------------	---------	----

R-cuadrado = 86.2272 por ciento
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 72.4543 por ciento
Error Estándar de Est. = 23.614
Error absoluto de la media = 14.2871
Estadístico Durbin-Watson = 2.93817 (P=0.0638)
Autocorrelación residual Lag 1 = -0.536579

En la Tabla 24 se muestra el estadístico R- cuadrado indica que el modelo así ajustado explica el 86,2272% de la variabilidad en sabor. El estadístico R- cuadrado ajustado, el cual es el más adecuado para la comparación de números diferentes de variables independientes, es 72,4543%. El error estándar de la estimación muestra la desviación normal de los residuos para ser 23,614. El error absoluto de la media (MAE) de 14,2871 es el promedio del valor de los residuos. El estadístico Durbín – Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo.

Tabla 25. Resultado del coeficiente de regresión para el sabor.

Coeficiente de regresión para el sabor	
constante	= -135.227
A:Agua Inulina	= 148.577
B:Gel Inulina	= 4.37672
AA	= -40.3921
AB	= -0.0615
BB	= -0.0157768

Esta ventana muestra la ecuación de regresión que se ajusta a los datos. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Sabor: } -135,227 + 148,577 * \text{Agua Inulina} + 4,37672 * \text{Gel Inulina} - 40,3921 * \text{Agua Inulina}^2 - 0,0615 * \text{Agua Inulina} * \text{Gel Inulina} - 0,0157768 * \text{Gel Inulina}^2$$

Anexo 7

Resultados análisis de varianza: textura

Tabla 26. Análisis de varianza para la textura

Total (corr.)	16092.9	10
---------------	---------	----

R-cuadrado = 89.3336 por ciento
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 78.6671 por ciento
Error Estándar de Est. = 18.5286
Error absoluto de la media = 11.7531
Estadístico Durbin-Watson = 3.10073 (P=0.0348)
Autocorrelación residual Lag 1 = -0.60791

En la Tabla 26 se muestra el estadístico R- cuadrado indica que el modelo así ajustado explica el 89,3336% de la variabilidad en textura. El estadístico R-cuadrado ajustado, el cual es el más adecuado para la comparación de números diferentes de variables independientes, es 78,6671%. El error estándar de la estimación muestra la desviación normal de los residuos para ser 18,5286. El error absoluto de la media (MAE) de 11,7531 es el promedio del valor de los residuos. El estadístico Durbín – Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo

Tabla 27. Resultado del coeficiente de regresión para la textura

Coeficiente de regresión para la textura	
-------------------------------------------------	--

constante	= -114.929
A:Agua Inulina	= 148.188
B:Gel Inulina	= 4.00623
AA	= -38.5158
AB	= -0.0795
BB	= -0.0142863

Esta ventana muestra la ecuación de regresión que se ajusta a los datos. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Textura: } -140,929 + 148,188 * \text{Agua Inulina} + 4,00623 * \text{Gel Inulina} - 38,5158 * \text{Agua Inulina}^2 - 0,0795 * \text{Agua Inulina} * \text{Gel Inulina} - 0,0142863 * \text{Gel Inulina}^2$$

Anexo 8

Figuras superficie de respuesta estimada para la apariencia, sabor y textura

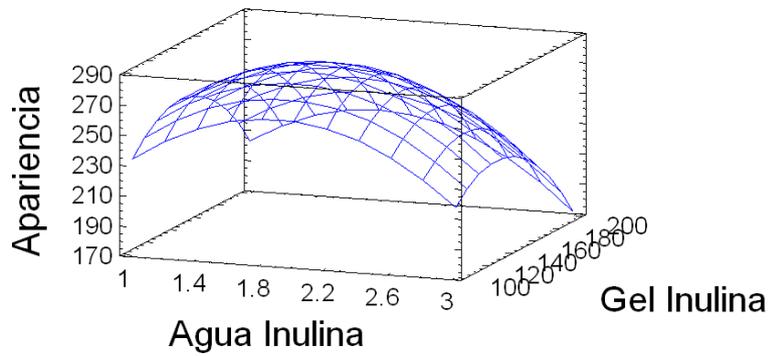


Figura 10. Superficie de respuesta estimada para la apariencia

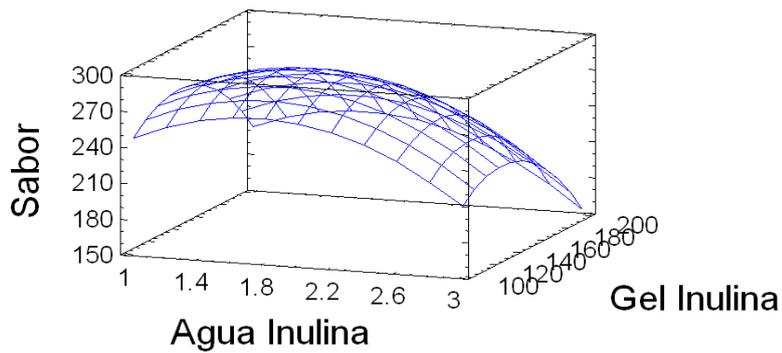


Figura 11 Superficie de respuesta estimada para el sabor

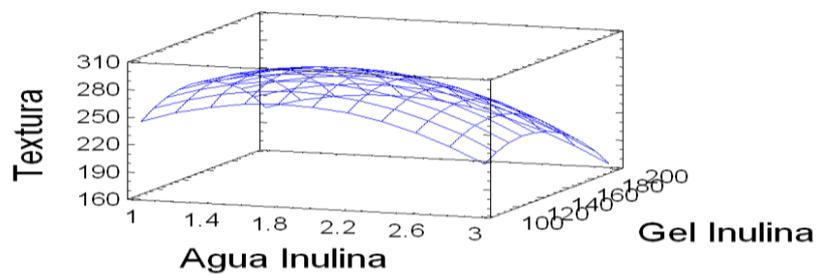


Figura 12. Superficie de respuesta estimada para la textura

Anexo 9

Fotos del proceso de elaboración de la salchicha



Figura 13. Fotografía de las materias primas



Figura 14. Fotografía de ingredientes



Figura 15. Fotografía del trozado de la carne de ternera



Figura 16. Fotografía del trozado de la grasa de cerdo



Figura 17. Fotografía del molido de la carne de ternera



Figura 18. Fotografía del emulsionado de la pasta



Figura 19. Fotografía del escaldado de la salchicha



Figura 20. Fotografía del enfriado de la salchicha



Figura 21. Fotografía de la salchicha de ternera con inulina