

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria



**Sustitución parcial de la grasa por almidón de yuca para la elaboración de
salchicha tipo Frankfurt**

Tesis presentada por la Bachiller:

Corrales Ramos, Andrea

ORCID: 0009-0000-3334-1336

para optar el Título Profesional de Ingeniero de Industria Alimentaria

Asesor:

Mg. García Lazo, Helard Arturo

ORCID: 0000-0002-0205-7938

Arequipa – Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA DE INDUSTRIA ALIMENTARIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 27 de Octubre del 2025

Dictamen: 009944-C-EPIDA-2025

Visto el borrador del expediente 009944, presentado por:

2017205392 - CORRALES RAMOS ANDREA

Titulado:

**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA GRASA POR ALMIDÓN DE YUCA PARA LA ELABORACIÓN DE
SALCHICHA TIPO FRANKFURT**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO DE INDUSTRIA ALIMENTARIA

**29662393 - FLORES AGUILAR EDILBERTO
DICTAMINADOR**



**08766793 - MORI NUÑEZ CARLOS LUIS
DICTAMINADOR**



**29637633 - SALAS CASTRO JORGE ENRIQUE
DICTAMINADOR**



SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA GRASA POR ALMIDÓN DE YUCA PARA LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA TIPO FRANKFURT

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	elportalchelchacinado.com	1 %
Fuente de Internet		
2	repositorio.unprg.edu.pe	1 %
Fuente de Internet		
3	ciencia.lasalle.edu.co	1 %
Fuente de Internet		
4	repositorio.uncp.edu.pe	1 %
Fuente de Internet		
5	wowlic.sookmyung.ac.kr	1 %
Fuente de Internet		
6	repositorio.ug.edu.ec	1 %
Fuente de Internet		
7	repositorio.espe.edu.ec	1 %
Fuente de Internet		
8	repositorio.ucsm.edu.pe	1 %
Fuente de Internet		

es.scribd.com

DEDICATORIA

A mis padres, Sandro y Rocío, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, amor y perseverancia, gracias por su apoyo incondicional, por creer siempre en mí y motivarme a seguir adelante en cada etapa de mi vida; a la memoria de mi querido abuelo Augusto, quien con su sabiduría, bondad y cariño dejó en mí enseñanzas y valores que llevaré siempre en el corazón.



AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a los ingenieros Carlos Mori, Helard García, Hugo Huanca y Jorge Salas, por su valiosa orientación, apoyo y dedicación durante todo el desarrollo de esta investigación. Aprecio el tiempo, paciencia y compromiso que demostraron en cada etapa del proceso.



RESUMEN

La presente investigación, titulada “Sustitución parcial de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt”, se realizó debido a la alta demanda de productos saludables. Como objetivo general se consideró encontrar una formulación de salchicha tipo Frankfurt baja en grasas y manteniendo su calidad sensorial y como objetivos específicos: determinar la proporción adecuada de carne de res y cerdo para la elaboración del producto, el porcentaje adecuado de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca, el método de escaldado óptimo para la salchicha y caracterizar el producto final. Para poder determinar la formulación adecuada de la salchicha se llevaron a cabo tres experimentos. En el caso del primer experimento se buscó determinar el porcentaje óptimo de carne de res y cerdo, donde se hizo un análisis sensorial (color, olor, sabor y textura), y un análisis instrumental de textura. En el segundo experimento se evaluó el porcentaje adecuado de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca, donde se evaluó las propiedades sensoriales, instrumental textura, estabilidad de la emulsión, cantidad de grasa y capacidad de retención de agua por pérdida por cocción. En el tercer experimento se buscó determinar el mejor tratamiento térmico, se realizaron análisis sensorial (color, olor, sabor y textura), curvas de penetración de calor, instrumental de textura, capacidad de retención de agua por pérdida por cocción y rendimiento. Finalmente se realizó la caracterización de producto final, donde se realizaron análisis bromatológicos, microbiológicos y tiempo de vida útil. Con los resultados se concluyó que la salchicha tipo Frankfurt sustituidas con 60% carne de res y 40% carne de cerdo, con 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca y escaldadas al vapor, contienen un bajo contenido graso manteniendo la calidad sensorial y con un tiempo de vida útil de 34 días.

Palabras clave: Sustitución parcial de grasa, almidón de yuca, salchicha tipo Frankfurt.

ABSTRACT

This research, entitled "Partial fat replacement by cassava starch for the production of a Frankfurt-type sausage", was conducted due to the high demand for healthy products. The general objective was to find a low-fat Frankfurt-type sausage formulation while maintaining its sensory quality. The specific objectives were to determine the optimal proportion of beef and pork for the production of the product, the percentage of partial fat replacement by cassava starch, the optimal scalding method for the sausage, and to characterize the final product. Three experiments were conducted to determine the appropriate sausage formulation. In the first experiment, the optimal percentage of beef and pork was determined, where a sensory analysis (color, smell, taste and texture), and an instrumental texture analysis were performed. In the second experiment, the optimal percentage of partial substitution of fat by cassava starch was evaluated, where the sensory properties (color, smell, taste and texture), amount of fat, instrumental texture, emulsion stability and water retention capacity due to cooking loss were evaluated. In the third experiment, the optimal heat treatment was determined, sensory analyses (color, smell, taste and texture), heat penetration curves, instrumental texture, water retention capacity due to cooking loss and yield were performed. Finally, the final product was characterized, including microbiological, bromatological, and shelf-life analyses. The results concluded that the frankfurters, substituted with 60% beef and 40% pork, with 7.5% partial fat replacement with cassava starch, and steam-scalded, contain a low fat content while maintaining sensory quality and have a shelf-life of 34 days.

Keywords: Fat replacement, cassava starch, frankfurter sausage.

PREÁMBULO

El siguiente trabajo buscar formular un embutido bajo en grasas y apetecible para el consumidor, contribuyendo con alternativas innovadoras y saludables para la industria alimentaria. Se determino la mejor formulación por medio de tres experimentos donde se evaluó el porcentaje optimo de dos tipos de carne (res y cerdo), la cantidad de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca (2.5%, 5% y 7.5%) y el tratamiento térmico más eficiente (escaldado en vapor y en agua). Se caracterizo el producto final por medio de análisis microbiológicos, bromatológicos, según lo que dicta las normas técnicas peruanas, también se determinó el tiempo de vida útil por medio de pruebas aceleradas de almacenamiento y se evaluó el etiquetado de octógonos según la ley dictaminada en Perú. Buscando ofrecer de esta manera un producto saludable e inocuo, manteniendo las características sensoriales de una salchicha tipo Frankfurt. La investigación consta de dos capítulos, el primer capítulo es la introducción, donde se ve el planteamiento del problema, la justificación, el estado del arte, bases teóricas de la investigación, los objetivos de la investigaciones y la hipótesis; en el segundo experimento se observa los resultados y discusiones donde se realizan los experimentos de la investigación, en este capítulo podemos encontrar la identificación de materias primas, le evaluación de experimentos y los análisis del producto final, finalizando el segundo capítulo encontramos las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

ÍNDICE

Dedicatoria

Agradecimientos

Resumen

Abstract

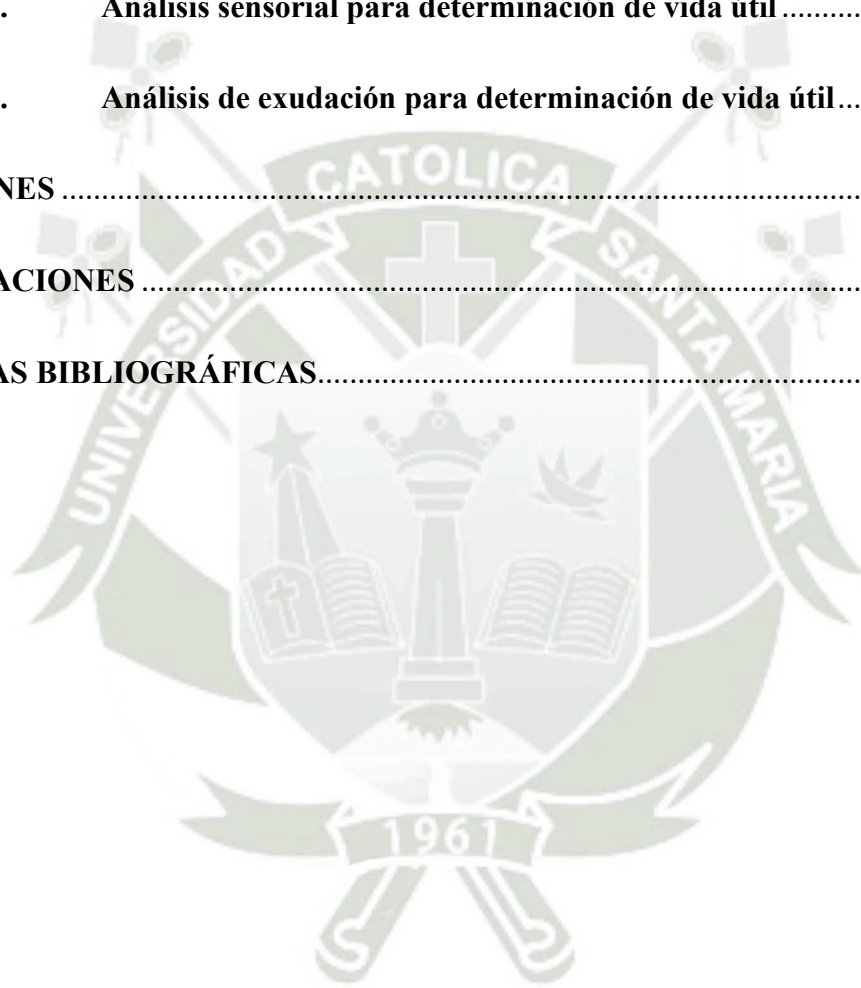
Preámbulo

CAPÍTULO I: INTRODUCCION	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Formulación del problema	2
1.2. Justificación	3
1.3. Estado del arte	3
1.4. Bases teóricas de la investigación	9
1.4.1. Carne de cerdo	9
1.4.2. Carne de res	11
1.4.3. Grasa de cerdo	13
1.4.4. Almidón de yuca	14
1.4.5. Emulsión cárnica	22
1.4.6. Salchicha tipo Frankfurt	23
1.5. Objetivos de la investigación	25
1.5.1. Objetivo General	25
1.5.2. Objetivos Específicos	25

1.6. Hipótesis.....	26
CAPÍTULO II: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	27
2.1. Identificación de las materias primas.....	27
2.1.1. Lugar de ejecución	27
2.1.2. Materias primas y equipos.....	27
2.1.3. Caracterización de materias primas.....	28
2.1.3.1. Carne de cerdo	28
2.1.3.2. Carne de res.....	29
2.1.3.3. Grasa de cerdo.....	31
2.1.3.4. Almidón de yuca.....	32
2.1.4. Diagrama de flujo.....	36
2.1.5. Formulación.....	37
2.2. Evaluación de experimentos.....	37
2.2.1. Experimento 1.....	37
2.2.1.1. Objetivo del primer experimento	38
2.2.1.2. Diseño experimental del primer experimento	39
2.2.1.3. Análisis sensorial del primer experimento	39
2.2.1.4. Análisis instrumental de textura del primer experimento	53
2.2.1.5. Conclusiones del primer experimento.....	57
2.2.2. Experimento 2.....	58

2.2.2.1. Objetivo del experimento 2	58
2.2.2.2. Diseño experimental del segundo experimento	59
2.2.2.3. Análisis sensorial del segundo experimento	59
2.2.2.4. Análisis instrumental de textura del segundo experimento	73
2.2.2.5. Estabilidad de la emulsión del segundo experimento	77
2.2.2.6. Capacidad de retención de agua por pérdida por cocción	82
2.2.2.7. Cantidad de grasa del segundo experimento	86
2.2.2.8. Conclusiones del segundo experimento	89
2.2.3. Experimento 3	90
2.2.3.1. Objetivo del tercer experimento	90
2.2.3.2. Diseño experimental del tercer experimento	91
2.2.3.3. Análisis sensorial del tercer experimento	91
2.2.3.4. Análisis instrumental de textura del tercer experimento	105
2.2.3.5. Capacidad de retención de agua por pérdida por cocción	109
2.2.3.6. Rendimiento del tercer experimento	113
2.2.3.7. Curvas de penetración de calor del tercer experimento	117
2.2.3.8. Conclusiones del tercer experimento	126
2.3. Análisis de producto final	127
2.3.1. Análisis microbiológico de producto final	127
2.3.2. Análisis de metales pesados de producto final	130

2.3.3.	Análisis de composición proximal de producto final	131
2.3.4.	Análisis de grasas totales de producto final	133
2.3.5.	Determinación de etiquetado de octógonos en producto final	134
2.3.6.	Determinación de tiempo de vida útil mediante pruebas aceleradas	135
2.3.6.1.	Análisis sensorial para determinación de vida útil	137
2.3.6.2.	Análisis de exudación para determinación de vida útil.....	151
CONCLUSIONES		158
RECOMENDACIONES		160
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		161



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición de salchicha de Bolonia con sustitución de grasa	4
Tabla 2 Formulaciones de salchicha con adición de almidón resistente	5
Tabla 3 Formulaciones con adición de almidón y harina de ñame en salchichas	7
Tabla 4 Formulaciones de sustitutos de grasa	8
Tabla 5 Composición de la carne de cerdo.....	10
Tabla 6 Contenido de energía y macronutrientes en distintas piezas de carne de res	12
Tabla 7 Contenido de sodio, sal, hierro y zinc en distintas piezas de carne de res	12
Tabla 8 Contenido de lípidos en distintas piezas de carne de res.....	13
Tabla 9 Propiedades de los componentes del almidón de yuca	16
Tabla 10 Propiedades fisicoquímicas del almidón de yuca.....	16
Tabla 11 Requisitos fisicoquímicos del almidón de yuca	17
Tabla 12 Diversidad de cultivares de yuca en la selva nororiental de Perú	20
Tabla 13 Composición nutricional de la yuca	21
Tabla 14 Composición de salchichas tipo Frankfurt	24
Tabla 15 Especificaciones sensoriales carne de cerdo	28
Tabla 16 Composición carne de cerdo	28
Tabla 17 Especificaciones microbiológicas carne de cerdo	29
Tabla 18 Información nutricional de la carne de cerdo	29
Tabla 19 Especificaciones sensoriales carne de res	29
Tabla 20 Composición carne de res	30
Tabla 21 Especificaciones microbiológicas carne de res	30
Tabla 22 Información nutricional de la carne de res	31
Tabla 23 Especificaciones sensoriales grasa de cerdo	31
Tabla 24 Composición grasa de cerdo	31

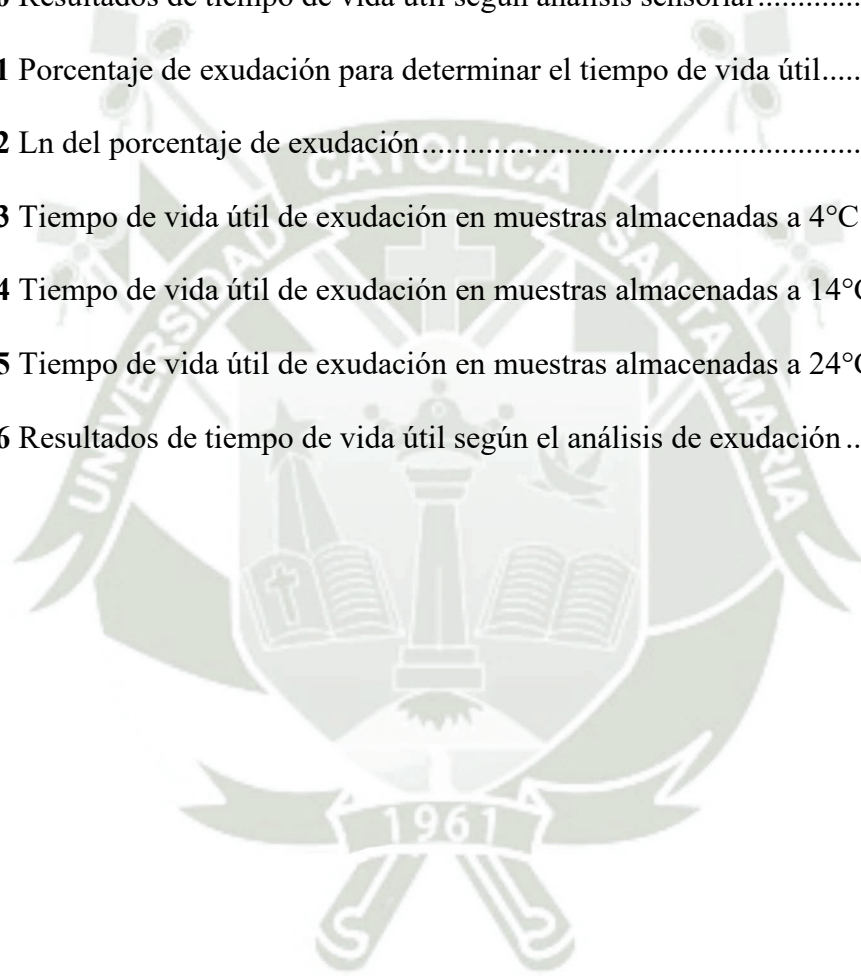
Tabla 25 Especificaciones microbiológicas grasa de cerdo	32
Tabla 26 Análisis sensorial almidón de yuca	33
Tabla 27 Especificaciones fisicoquímicas del almidón de yuca	33
Tabla 28 Especificaciones microbiológicas del almidón de yuca	34
Tabla 29 Especificaciones de metales pesados del almidón de yuca	34
Tabla 30 Información nutricional MERCOSUR 46-03 del almidón de yuca	35
Tabla 31 Información nutricional UE N° 1169/2011	35
Tabla 32 Formulación de salchicha tipo Frankfurt	37
Tabla 33 Experimento 1	39
Tabla 34 Resultados análisis sensorial del primer experimento.....	40
Tabla 35 Resultados del atributo sensorial color del primer experimento	42
Tabla 36 ANOVA con bloques del atributo sensorial color del primer experimento	43
Tabla 37 Tukey para el atributo sensorial color del primer experimento	44
Tabla 38 Resultados del atributo sensorial olor del primer experimento	45
Tabla 39 ANOVA con bloques del atributo sensorial olor del primer experimento.....	46
Tabla 40 Tukey para el atributo sensorial olor del primer experimento	47
Tabla 41 Resultados del atributo sensorial sabor del primer experimento.....	48
Tabla 42 ANOVA con bloques del atributo sensorial sabor del primer experimento	49
Tabla 43 Tukey para el atributo sensorial sabor del primer experimento	50
Tabla 44 Resultados del atributo sensorial textura del primer experimento	51
Tabla 45 ANOVA con bloques del atributo sensorial textura del primer experimento	52
Tabla 46 Tukey del atributo sensorial textura del primer experimento	53
Tabla 47 Resultados del análisis instrumental de textura del primer experimento	54
Tabla 48 ANOVA con bloques del análisis instrumental de textura del primer experimento	56
Tabla 49 Tukey para el análisis instrumental de textura del primer experimento	56

Tabla 50 Experimento 2	59
Tabla 51 Resultados análisis sensorial del segundo experimento	60
Tabla 52 Resultados del atributo sensorial color del segundo experimento	62
Tabla 53 ANOVA con bloques del atributo color del segundo experimento	63
Tabla 54 Tukey para el atributo sensorial color del segundo experimento	64
Tabla 55 Resultados del atributo sensorial olor del segundo experimento	65
Tabla 56 ANOVA con bloques del atributo sensorial olor del segundo experimento	66
Tabla 57 Tukey para el atributo sensorial olor del segundo experimento	67
Tabla 58 Resultados del atributo sensorial sabor del segundo experimento	68
Tabla 59 ANOVA con bloques del atributo sensorial sabor del segundo experimento	69
Tabla 60 Tukey para el atributo sensorial sabor del segundo experimento	70
Tabla 61 Resultados del atributo sensorial textura del segundo experimento	71
Tabla 62 ANOVA con bloques del atributo sensorial textura del segundo experimento	72
Tabla 63 Tukey para el atributo sensorial textura del segundo experimento	73
Tabla 64 Resultados del análisis instrumental de textura del segundo experimento	74
Tabla 65 ANOVA con bloques del análisis instrumental de textura del segundo experimento	76
Tabla 66 Tukey para el análisis instrumental de textura del segundo experimento	77
Tabla 67 Resultados de centrifuga	78
Tabla 68 Resultados de índice de estabilidad de emulsión del segundo experimento	79
Tabla 69 Diseño completamente azar de estabilidad de emulsión del segundo experimento	81
Tabla 70 Tukey para el índice de estabilidad de emulsión del segundo experimento	81
Tabla 71 Pesos iniciales y finales para determinación de CRA	82
Tabla 72 Resultados de CRA por cocción del segundo experimento	83
Tabla 73 Diseño completamente al azar de CRA del segundo experimento	85
Tabla 74 Tukey de capacidad de retención de agua del segundo experimento	86

Tabla 75 Resultados de porcentaje de grasa del segundo experimento	87
Tabla 76 Diseño completamente al azar de cantidad de grasa del segundo experimento	88
Tabla 77 Tukey para cantidad de grasa del segundo experimento	89
Tabla 78 Experimento 3	91
Tabla 79 Resultados análisis sensorial del tercer experimento	92
Tabla 80 Resultados del atributo sensorial color del tercer experimento.....	94
Tabla 81 ANOVA con bloques del atributo sensorial color del tercer experimento	95
Tabla 82 Comparación de medias para el atributo sensorial color del tercer experimento.....	96
Tabla 83 Resultados del atributo sensorial olor del tercer experimento	97
Tabla 84 ANOVA con bloques del atributo sensorial olor del tercer experimento	98
Tabla 85 Comparación de medias para el atributo sensorial olor del tercer experimento	99
Tabla 86 Resultados del atributo sensorial sabor del tercer experimento	100
Tabla 87 ANOVA con bloques del atributo sensorial sabor del tercer experimento	101
Tabla 88 Comparación de medias para el atributo sensorial sabor del tercer experimento	102
Tabla 89 Resultados del atributo sensorial textura del tercer experimento.....	103
Tabla 90 ANOVA con bloques del atributo sensorial textura del tercer experimento.....	104
Tabla 91 Comparación de medias para el atributo sensorial textura del tercer experimento.....	105
Tabla 92 Resultados de análisis instrumental de textura del tercer experimento.....	106
Tabla 93 ANOVA con bloques del análisis instrumental de textura del tercer experimento	108
Tabla 94 Comparación de medias del análisis instrumental de textura del tercer experimento ..	109
Tabla 95 Pesos iniciales y finales para determinación de CRA	110
Tabla 96 Resultados de CRA por pérdida por cocción del tercer experimento	110
Tabla 97 Diseño completamente al azar de CRA del tercer experimento.....	112
Tabla 98 Comparación de medias para CRA del tercer experimento	113
Tabla 99 Pesos iniciales y finales para determinación de rendimiento	114

Tabla 100 Resultados de rendimiento del tercer experimento	114
Tabla 101 Diseño completamente al azar de rendimiento del tercer experimento.....	116
Tabla 102 Comparación de medias para rendimiento del tercer experimento	117
Tabla 103 Resultados del DataTrace en escaldado en vapor del tercer experimento	118
Tabla 104 Resultados del DataTrace del escaldado en agua del tercer experimento	120
Tabla 105 Comparación de los valores obtenidos del DataTrace	122
Tabla 106 Comparación de modelos matemáticos de las curvas de penetración de calor.....	124
Tabla 107 Resultados microbiológicos	127
Tabla 108 Comparación de los parámetros establecidos según la NTP 201-006:1999	129
Tabla 109 Determinación de metales pesados	130
Tabla 110 Comparación de parámetros establecidos por la EU 2023/915.....	131
Tabla 111 Composición proximal	131
Tabla 112 Grasas totales de producto final	133
Tabla 113 Etiquetado de octógonos del producto según la Ley N°30021	135
Tabla 114 Resultados del análisis sensorial para determinación de tiempo de vida útil.....	137
Tabla 115 Ln del análisis sensorial para las muestras almacenadas a 4°C	138
Tabla 116 Tiempo de vida útil de color en muestras almacenadas a 4°C	140
Tabla 117 Tiempo de vida útil de olor en muestras almacenadas a 4°C.....	141
Tabla 118 Tiempo de vida útil de textura en muestras almacenadas a 4°C	142
Tabla 119 Tiempo de vida útil del análisis sensorial para las muestras almacenadas en 4°C	142
Tabla 120 Ln del análisis sensorial para las muestras almacenadas a 14°C	143
Tabla 121 Tiempo de vida útil de color en muestras almacenadas a 14°C	144
Tabla 122 Tiempo de vida útil de olor en muestras almacenadas a 14°C.....	145
Tabla 123 Tiempo de vida útil de textura en muestras almacenadas a 14°C	146
Tabla 124 Tiempo de vida útil del análisis sensorial para las muestras almacenadas en 14°C ...	146

Tabla 125 Ln del análisis sensorial para las muestras almacenadas a 24°C	147
Tabla 126 Tiempo de vida útil de color en muestras almacenadas a 24°C	148
Tabla 127 Tiempo de vida útil de olor en muestras almacenadas a 24°C	149
Tabla 128 Tiempo de vida útil de textura en muestras almacenadas a 24°C	150
Tabla 129 Tiempo de vida útil del análisis sensorial para las muestras almacenadas en 24°C ...	150
Tabla 130 Resultados de tiempo de vida útil según análisis sensorial	151
Tabla 131 Porcentaje de exudación para determinar el tiempo de vida útil.....	152
Tabla 132 Ln del porcentaje de exudación.....	153
Tabla 133 Tiempo de vida útil de exudación en muestras almacenadas a 4°C.....	154
Tabla 134 Tiempo de vida útil de exudación en muestras almacenadas a 14°C.....	155
Tabla 135 Tiempo de vida útil de exudación en muestras almacenadas a 24°C.....	156
Tabla 136 Resultados de tiempo de vida útil según el análisis de exudación	157



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de la amilosa.....	15
Figura 2 Esquema de la amilopectina	15
Figura 3 Diagrama de flujo para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt	36
Figura 4 Gráfica de barras de los resultados del análisis sensorial del primer experimento	41
Figura 5 Gráfica de barras del análisis instrumental de textura del primer experimento.....	55
Figura 6 Gráfica de barras del análisis sensorial del segundo experimento	61
Figura 7 Gráfica de barras del análisis instrumental de textura del segundo experimento	75
Figura 8 Gráfica de barras del índice de estabilidad de emulsión del segundo experimento	80
Figura 9 Gráfica de barras de CRA del segundo experimento.....	84
Figura 10 Gráfica de barras de cantidad de grasa del segundo experimento	87
Figura 11 Gráfica de barras del análisis sensorial del tercer experimento.....	93
Figura 12 Gráfica de barras del análisis instrumental de textura del tercer experimento	107
Figura 13 Gráfica de barras de CRA del tercer experimento.....	111
Figura 14 Gráfica de barras de rendimiento del tercer experimento	115
Figura 15 Curva de penetración de calor del escaldado en vapor del tercer experimento	119
Figura 16 Curva de penetración de calor del escaldado en agua del tercer experimento	121
Figura 17 Comparación de curvas de penetración de calor del tercer experimento	123
Figura 18 Gráfica de dispersión del atributo color en muestras almacenadas a 4°C	139
Figura 19 Gráfica de dispersión del atributo olor en muestras almacenadas a 4°C	140
Figura 20 Gráfica de dispersión del atributo textura en muestras almacenadas a 4°C	141
Figura 21 Gráfica de dispersión del atributo color en muestras almacenadas a 14°C	143
Figura 22 Gráfica de dispersión del atributo olor en muestras almacenadas a 14°C	144
Figura 23 Gráfica de dispersión del atributo textura en muestras almacenadas a 14°C	145

Figura 24 Gráfica de dispersión del atributo color en muestras almacenadas a 24°C	147
Figura 25 Gráfica de dispersión del atributo olor en muestras almacenadas a 24°C	148
Figura 26 Gráfica de dispersión del atributo textura en muestras almacenadas a 24°C	149
Figura 27 Gráfica de dispersión del análisis exudación en muestras almacenadas a 4°C	153
Figura 28 Gráfica de dispersión del análisis de exudación en muestras almacenadas a 14°C.....	155
Figura 29 Gráfica de dispersión del análisis de exudación en muestras almacenadas a 24°C.....	156



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Transcripción del planteamiento operacional	167
Anexo 2 Artículo científico	169
Anexo 3 Imágenes	182
Anexo 4 Resultados de laboratorio	188
Anexo 5 Información de ficha técnica de carne de res	198
Anexo 6 Información de ficha técnica de carne de cerdo	198
Anexo 7 Información de ficha técnica de almidón de yuca	199



CAPÍTULO I: INTRODUCCION

Con esta investigación se busca encontrar alternativas que reduzcan parcialmente el contenido graso en salchichas. Dentro de estas alternativas, se destaca el uso de almidones, los cuales pueden contribuir en la formulación ya que ayuda a preservar las propiedades sensoriales que podrían verse alterados al disminuir el contenido lipídico, para poder de esta forma obtener un producto agradable y con menor porcentaje graso. Se utiliza carne de cerdo, los cortes magros contienen un bajo contenido graso; grasa de cerdo, la grasa firme es utilizada para la fabricación de embutidos, por sus buenas propiedades de procesamiento y buena estabilidad oxidativa; almidón de yuca, se utiliza en la industria cárnica gracias a su capacidad de fijación de agua y grasa; nitrito de sodio, es un método conocido para poder controlar la oxidación de grasa en los embutidos; los fosfatos ayudan a la absorción de agua, emulsificación de grasas y reducen las pérdidas de proteínas en la cocción y encogimiento del producto final. Gracias a la tendencia creciente en el comportamiento del consumidor, quienes manifiestan un interés prioritario por su salud, exigen alimentos saludables, seguros e inocuos, por lo que se requiere encontrar una formulación adecuada para una salchicha tipo Frankfurt con un bajo contenido graso, evaluando la capacidad del almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa.

1.1. Planteamiento del problema

La demanda de productos con un alto valor nutricional viene creciendo, según el estudio Taste Tomorrow 2021 de Puratos, Perú ocupa el tercer lugar en Latinoamérica que busca consumir productos bajos en grasas y calorías (Andina, 2021).

Gracias a la alta demanda se busca desarrollar nuevas formulaciones para poder obtener productos saludables con un alto valor nutricional agregado, por lo que lleva al sector cárnico a utilizar sustitutos de grasas, la yuca contiene altos niveles de almidón (0.90%)

(Cobana, et al, 2007), este subproducto es una gran materia prima para la sustitución de grasas por su capacidad ligante, ya que retiene la humedad, estabiliza la emulsión y mejora la textura (García, et al, 2021).

Según Banda, (2010) se busca tener la aceptabilidad de las características organolépticas del producto. La adición de ingredientes funcionales como sustitutos de grasas en la producción de cárnicos emulsionados mejoran el valor nutricional del producto final manteniendo las características organolépticas del producto final tales como: color, olor, sabor y textura.

Según Cabezas, et al, (2016) “la grasa es imprescindible dentro de nuestra dieta diaria, pero el consumo excesivo de grasa puede ser un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades como obesidad, hipertensión, alteraciones del colesterol, diabetes y enfermedades cardiovasculares, el colesterol se deriva del consumo de grasas de origen animal; se busca proteger la salud del consumidor con un producto sano por lo que en una alimentación debe existir un equilibrio entre los alimentos que proporcionan distintos nutrientes”

Con lo observado, se busca profundizar la evaluación de nuevas formulaciones de embutidos que cumplan las exigencias sensoriales del consumidor y ofrezcan un perfil nutricional mejorado. Por lo que se evaluara la formulación de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca, proponiendo una opción de un embutido bajo en grasas y que mantenga su calidad sensorial.

1.1.1. Formulación del problema

¿Cuál será el porcentaje de sustitución parcial ideal de grasa por almidón de yuca para la elaboración de salchicha tipo Frankfurt bajando el porcentaje de grasa del producto final y conservando sus propiedades organolépticas?

1.2. Justificación

La presente investigación se justifica por la actual necesidad de poder formular un producto cárnico bajo en grasas, que responda a la alta demanda de productos saludables manteniendo los atributos sensoriales y calidad del producto. Por lo que se optó elaborar una salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca, para poder obtener un producto bajo en grasas, mejorando el perfil nutricional del producto. La sustitución de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt no solamente responde a la alta demanda de los consumidores por productos saludables, también aporta una innovación tecnológica en el sector alimentario, analizando el comportamiento del almidón como sustituto parcial de la grasa y de esta forma ofrecer un producto bajo en grasas, apetecible e inocuo, de esta forma se generar nuevos conocimientos para investigaciones futuras para poder formular producto cárnicos bajos en grasa para poder ampliar el mercado de producto saludables. En el aspecto social el estudio contribuye a promover los hábitos de alimentación saludables, ofreciendo con esta investigación un producto cárnico con bajo contenido graso, lo que puede ayudar a reducir riesgos asociados a enfermedades cardiovasculares y obesidad en la población. El almidón de yuca dentro de la formulación representa una alternativa viable económicamente, la implementación de esta tecnología también contribuye a diversificar las ofertas del sector cárnico, promoviendo la innovación y competitividad de la industria alimentaria.

1.3. Estado del arte

La demanda de productos saludables ha llevado al sector cárnico a utilizar sustitutos de grasas como el almidón. La yuca contiene altos niveles de almidón, por lo tanto, este subproducto es una gran materia prima para la sustitución de grasas. Se busca tener la aceptabilidad de las características organolépticas del producto (Limberger, et al, 2011). La

adición de ingredientes funcionales como sustitutos de grasas en la producción de cárnicos emulsionados mejoran el valor nutricional del producto (Ferrari, et al, 2015).

Según Ferrari, et al, (2015) se evaluaron las formulaciones de salchicha de Bolonia (FC1, FC2, FC3, F1-F10) se prepararon a base de un producto cárnico emulsionado tradicional que contenía 60 g / 100 g de carne de res, 0,25 g / 100 g de polifosfato de sodio, 0,05 g / 100 g de eritorbato de sodio y 150 ppm nitrito de sodio. Se agregaron fructooligosacárido (FOS) (NutraFlora® P95), almidón resistente (Hi-Maize 260), inulina (Orafti® GR) y polidextrosa (Sta-Lite® III) en dos niveles (3 y 6 g / 100 g). Se añadió hielo para alcanzar 100 g / 100 g para la formulación.

Tabla 1

Composición de salchicha de Bolonia con sustitución de grasa

Composición (g/100g)													
	FC1	FC2	FC3	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Grasa	20	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cloruro de sodio	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Almidón de yuca	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FOS	-	-	-	-	3	6	-	-	-	-	-	-	1.5
Inulina	-	-	-	-	-	-	3	6	-	-	-	-	1.5
Almidón resistente	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6	-	-	1.5
Polidextrosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6	1.5
Hielo	12.7	13.7	22.7	23.7	25.7	22.7	25.7	22.7	25.7	22.7	25.7	22.7	22.7

Nota. (Ferrari, et al, 2015).

La estabilidad de las diferentes formulaciones se vio afectada por la reducción del contenido de sodio y grasas, así como por la sustitución del almidón por las fibras prebióticas. Los valores más significativos de pérdida de líquido se observaron en las formulaciones que contenían inulina (F4 y F5) y polidextrosa (F8 y F9), mientras que los

valores más bajos se observaron en las formulaciones de control (FC1, FC2, FC3 y F1) (0,20-1,97 g / 100 g) (Ferrari, et al, 2015).

En el estudio “Efecto de la adición de almidón resistente en embutidos con reducción de grasa sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales” tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de almidón resistente en embutidos con reposición parcial de grasa sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales (Garcia, et al, 2019).

Tabla 2

Formulaciones de salchicha con adición de almidón resistente

Ingredientes (%)	T0	T1	T2
Carne de res	38	38	38
Carne de pollo	27.3	27.3	27.3
Sal curada	0.2	0.2	0.2
Condimentos	1.3	1.3	1.3
Sal refinada	1.4	1.4	1.4
Grasa	15	11.25	7.5
Hielo y agua	15	15.75	19.5
Almidón de yuca	2	1	1
Almidón resistente	0	4	4

Nota. (Garcia, et al, 2019).

Se observó una reducción significativa en el porcentaje de lípidos para T1 (17,6%) y T2 (15,4%) en comparación con T0 (19,5%), mostrando que la reducción de la adición de grasa dorsal en un 25% y 50% para T1 y T2 respectivamente, influyeron en este resultado (Garcia, et al, 2019).

Según Limberger, et al, (2011) la formulación de la salchicha con sustituto de almidón de arroz partido modificado por grasa consistía en 57% de carne, 2,7% sal común, 0,3% de fosfato, 0,6% de pimienta blanca, 0,045% de ajo, Glutamato al 0,06%, agua al 16,4% y condimento de salchicha al 0,54%, 20% de grasa (T20C, control) o 5% de grasa + 2% de almidón de yuca (T5C) o 5% de grasa + 2% de arroz partido extruido (T5E) o 5% de

grasa + 2% almidón de yuca + 2% de arroz partido extruido (T5EC) o 5% de grasa + 2% de arroz partido fosforilado (T5P) o 5% de grasa + 2% de almidón de yuca + 2% de arroz partido fosforilado (T5PC) se agregaron a esta mezcla. Almidón de mandioca, un elemento común en las salchichas formulaciones en Brasil, se utilizó en los grupos de control. El arroz extruido y arroz partido fosforilado se agregaron como pasta de agua (10%). La carne utilizada en la formulación de la salchicha fue mitad ternera y medio cerdo, ambos sin grasa. Las formulaciones se almacenaron a 6 ° C durante 24 horas. Todas las salchichas bajas en grasa (T5C, T5E, T5P, T5EC, T5PC) presentaron reducción de alrededor del 55% en el contenido de grasa en comparación con control (T20C) salchichas enteras. Las salchichas bajas en grasa tenían proteínas significativamente más altas contenido en comparación con las salchichas enteras de control. El alto contenido de proteínas pareció jugar un papel importante en la mayor firmeza de las salchichas bajas en grasa.

Según Paternina, et al, (2018) en el artículo “Efecto de la adición de almidón y harina de ñame sobre las propiedades sensoriales e instrumentales de las salchichas bajas en grasa” se formularon las salchichas de la siguiente manera:

Tabla 3*Formulaciones con adición de almidón y harina de ñame en salchichas*

Formulación (%)					
Ingredientes	0	10	20	30	40
Carne	60	60	60	60	60
Grasa	20	18	16	14	12
Mimético graso	0	2	4	6	8
Hielo	20	20	20	20	20
Sal Curada	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Eritorbato	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Fosfato	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Condimento	1	1	1	1	1
Espicias	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71

Nota. (Paternina, et al, 2018)

Según Paternina, et al, (2018) el almidón de ñame se caracterizó por su alta capacidad para absorber agua y su gran poder de hinchamiento, se utilizan los almidones en la elaboración de embutidos para reemplazar la grasa de cerdo dorsal hasta en un 20%, ya que mejora la textura de los productos disminuyendo la dureza y mejora el color; sensorialmente no presentan diferencias en los atributos de apariencia, color, olor, sabor y textura con respecto a la formulación de control (Paternina, et al, 2018).

En la evaluación de sustituto de grasa en “linguica” (salchicha de cerdo fresca de Brasil) se obtuvieron las siguientes formulaciones con cinco tratamientos distintos:

Tabla 4
Formulaciones de sustitutos de grasa

Ingredientes	Formulaciones				
	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5
Lomo de cerdo (kg)	2500	2500	2500	2500	2500
Grasa (%)	20	-	-	-	-
Carragenina (%)	-	20	-	-	-
Proteína (%)	-	-	12.5	-	-
Almidón de yuca (%)	-	-	-	2	-
Avena (%)	-	-	-	-	3
Sal (%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Curado (%)	1	1	1	1	1
Pimienta (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Ajo (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Anís (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Antioxidante (%)	1	1	1	1	1

Nota. (Rocco, et al, 2003)

Según Rocco et al. (2003) la carragenina presentó los mejores resultados para la grasa total, calorías y ácidos grasos totales, con diferencia a nivel del 1% del tratamiento 1 (control), excepto el total de grasas, que presentaron una diferencia al nivel del 5%. La reducción de los parámetros descritos anteriormente fue de 79, 46 y 53%, respectivamente. Tratamiento 2 (carragenina) mostró una reducción del 28% en el colesterol. Este valor es ligeramente inferior a la obtenida con el mejor tratamiento en este parámetro, aunque representa el mejor rendimiento entre los 5 tratamientos. La carragenina empleada en el proceso fue el tipo “Kappa”, cuyas propiedades pueden sustituir a las de grasa animal, además de su alta capacidad de Gel hidratante y formador firme y termorreversible. Estas características son perfectas para elaborar productos cárnicos.

1.4. Bases teóricas de la investigación

1.4.1. Carne de cerdo

Según Pardo, (1996) taxonómicamente el cerdo es clasificado de la siguiente forma:

Reino: animal

Suborden: Artiodáctilo

Filum: Cordados

Subfilum: Vertebrados

Familia: Suidos

Subfamilia: Suinos

Clase: Mamíferos

Género: Sus

Orden: Ungulados

Especie: Sus scrofa domésticos

Según Moreinas, et al (2013), la carne de cerdo se considera en el grupo de las carnes blancas la cual ofrece diversas propiedades. No contiene tanta grasa como se cree, presenta un bajo contenido graso en sus cortes magros, su bajo contenido de grasas y alto nivel de proteína la convierte en una muy buena opción dentro de una alimentación equilibrada y ayuda a mantener los niveles normales de colesterol sanguíneo.

Tabla 5
Composición de la carne de cerdo

	Chuleta	Lomo	Panceta	Solomillo	Tocino
Energía (kcal)	327	104	469	130	673
Agua (g)	55,1	77,4	40,9	73,9	20,6
Proteína (g)	15,4	20	12,5	21	8,4
Grasa total (g)	29,5	2,65	46,6	5,1	71
AGS (g)	9,52	0,9	15,04	2,05	22,92
AGM (g)	12,33	1,1	19,59	2,37	29,86
AGP (g)	4,51	0,65	7,13	0,44	10,86
Colesterol (mg)	72	58	57	72	57
Hidratos de Carbono (g)	0	0	0	0	0
Sodio (mg)	76	70	680	53	560
Potasio (mg)	370	300	160	420	75
Magnesio (mg)	17	16	13	25	5
Fósforo (mg)	170	170	108	230	177
Hierro (mg)	0,8	1,8	0,9	1,2	0,7
Zinc (mg)	1,6	1,6	1,5	1,6	0,4
Vitamina B₁ (mg)	0,57	0,79	0,32	1	-
Vitamina B₂ (mg)	0,14	0,2	0,12	0,26	-
Vitamina B₃ (mg Eq.)	7,2	4,1	4,2	4,3	1,3
Vitamina B₆ (mg)	0,29	0,39	0,27	0,45	-
Vitamina B₁₂ (µg)	2	2,1	Tr	0,7	Tr
Folato (µg)	3	3,2	1,5	4	Tr

Nota. (Cabrera, et al, 2013)

La carne de cerdo representa el 34% de la producción mundial de carne en 2021, al igual que la de pollo; la producción mundial alcanzó los 357 millones de toneladas, aumento al 53% en comparación al 2000. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2023)

1.4.2. Carne de res

Según Wordpress, (2018) taxonómicamente la res es clasificada de la siguiente forma:

Nombre común: Vaca

Nombre científico: Bos primigenius Taurus

Reino: Animal

Clase: Mamífero

Orden: Artiodáctilo

Suborden: Rumiante

Familia: Bovina

Género: Bos

Especie: Bos Taurus

Fila: Chordata

Según Loayza Carrión, (2011), la carne es un tejido apropiadamente utilizado como alimento, se divide en carnes blancas y rojas dependiendo la concentración de mioglobina; la carne de vacuno, cordero y ternera se encuentran calificadas como carnes rojas. La calidad se distingue por su jugosidad, sabor y color; los factores que se observan en la producción de carne corresponden a las características del animal, como: especie, raza, sexo, peso y edad. Es necesario que el musculo corresponda a la mayor parte del peso de la carne, por lo que es necesario que el animal sufra las transformaciones del postmortem como la instauración del rigor mortis y la maduración. En la carne de res encontramos un alimento con un alto valor proteico, rico en vitaminas del complejo B y fuente importante de hierro; 100 gramos de carne aportan entre 200 a 250 kcal por lo que ofrece un aporte energético importante en la dieta.

Tabla 6
Contenido de energía y macronutrientes en distintas piezas de carne de res

	Humedad (g)	Cenizas (g)	Energía (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Hidratos de carbono (g)
Lomo	68,5	1	166	20,6	8,8	1,1
Solomillo	72,8	1,1	126	22,2	4,1	Tr
Cadera	70,4	1,1	145	22,7	6	Tr
Contra	72,6	1,2	122	22,6	3,5	Tr
Morcillo	73,8	<1,0	126	21,7	4,4	Tr
Aguja	73,7	1,1	122	21,1	4,2	Tr
Espaldilla	71,5	1	139	21,2	5,8	0,5
Falda	63,3	1	230	18,8	17,2	Tr
Tapa	74,4	1	108	22,5	2	Tr
Aleta	74,7	1,1	116	21,8	3,2	Tr

Nota. (Ávila Torres, et al, 2009)

Tabla 7
Contenido de sodio, sal, hierro y zinc en distintas piezas de carne de res

	Sodio (mg)	Sal (NaCl g)	Hierro (mg)	Zinc (mg)
Lomo	90	0,23	1,5	3,6
Solomillo	100	0,20	2,2	4,2
Cadera	100	0,20	1,7	3,3
Contra	100	0,20	1,4	2,9
Morcillo	100	0,20	2,0	5,7
Aguja	100	0,20	2,4	5,4
Espaldilla	120	0,20	2,1	4,9
Falda	110	0,20	1,7	4,7
Tapa	90	0,23	1,6	3,7
Aleta	100	0,20	1,9	3,3

Nota. (Ávila Torres, et al, 2009)

Tabla 8
Contenido de lípidos en distintas piezas de carne de res

	AGM (m)	AGS (g)	AGP (g)	AGtrans (g)
Lomo	4,13	4,06	0,61	0,38
Solomillo	1,92	1,86	0,32	0,17
Cadera	2,93	2,76	0,31	0,28
Contra	1,78	1,46	0,26	0,11
Morcillo	2,16	2,01	0,23	0,15
Aguja	1,9	2,03	0,27	0,19
Espaldilla	2,71	2,41	0,68	0,02
Falda	8,84	7,65	0,71	0,72
Tapa	1	0,88	0,12	0,07
Aleta	1,62	1,29	0,3	0,10

Nota. (Ávila Torres, et al, 2009)

AGM: Ácidos grasos monoinsaturados; AGS: Ácidos grasos saturados; AGP: Ácidos grasos poliinsaturados

1.4.3. Grasa de cerdo

El tejido graso está compuesto principalmente por triglicéridos, agua y proteínas. Los ácidos grasos presentan se clasifican en tres tipos según su estructura química y al número de enlaces dobles que poseen. Ácidos grasos saturados no contienen enlaces dobles; los ácidos grasos monoinsaturados contienen un doble enlace y los ácidos grasos poliinsaturados contienen dos o más enlaces dobles. La presencia de los ácidos grasos saturados le da a la grasa de cerdo un punto de fusión más alto, lo que ayuda a la firmeza, distinto a lo que sucede con los ácidos grasos insaturados. En la industria cárnica la grasa firme de cerdo es considerada ideal para la fabricación de los embutidos gracias a sus propiedades de procesamiento y buena estabilidad oxidativa. La calidad de la grasa influye de manera importante en las características de los embutidos. Utilizar la grasa más firme y de mayor calidad ayuda a la mejor definición de las partículas de grasa durante el procesamiento de

molienda y mezclado; la calidad de la grasa ayuda a prevenir el “embarrado” o acumulación de grasa durante el procesamiento del embutido, mejorando la apariencia. (El Portal del Chacinado, 2019)

1.4.4. Almidón de yuca

Según Cruz, (2002) uno de los usos de la yuca es la producción de almidón; el proceso comienza con el lavado y macerado de las raíces, luego se separa el almidón junto con el agua, dejando atrás la fibra y proteínas de la raíz y finalmente el almidón obtenido se seca, se empaca y está listo para ser comercializado.

- **Estructura y composición de los almidones**

Según Delpeuch, et al, (1980) el almidón está formado por unidades de glucosa que se organizan en dos componentes principales: amilosa y amilopectina, las macromoléculas se definen por su grado de polimerización o ramificación lo que influye en el comportamiento de los procesos de degradación. Para poder determinar las propiedades físicas, químicas y funcional del almidón es necesario conocer la cantidad de amilosa, grado de polimerización y número total de residuos de anhidroglucosa dividido por el número de terminales reducidos.

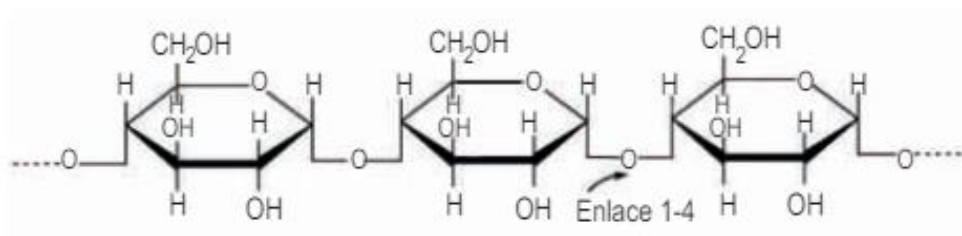
- **Amilosa**

Según Jiménez, et al, (2016) la amilosa es un polímero lineal cuyas moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos α -D-(1-4), que constituyen el 99% de la su estructura, el porcentaje restante está formado por los enlaces α (1-6) y el número de unidades varía según el tipo de almidón; generalmente cada molécula de amilosa contiene 1000 unidades de glucosa con forma de espiral. Son solubles en agua a una temperatura que va entre los 70 a 80 °C. La amilosa posee un grado de polimerización que va entre 324 a 4920 presenta puntos de ramificación que varían entre las 9 a 20 unidades de glucosa; su peso molecular se encuentra desde 1×10^5 a 1×10^6 g/mol. En el extremo de la macromolécula el hidroxilo del carbono anomérico libre se conoce como extremo reductor, mientras que el

hidroxilo anomérico que forma parte del enlace glucosídico se encuentra el extremo opuesto llamado extremo no reductor.

Figura 1

Esquema de la amilosa



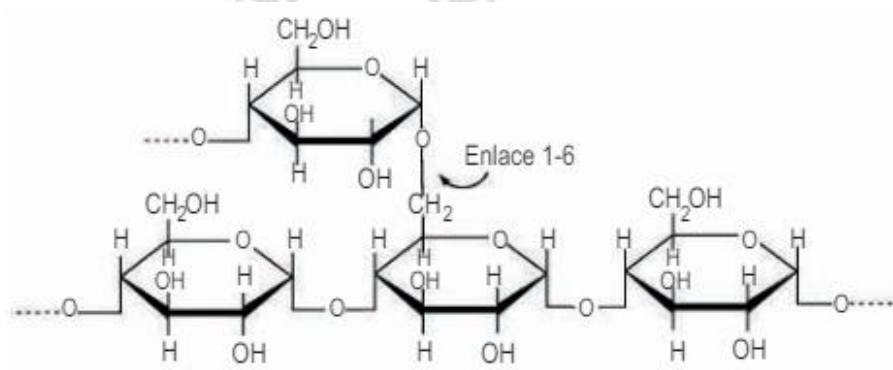
Nota. (Aristizábal, et al., 2007)

- **Amilopectina**

Según Jimenez, et al, (2016) la amilopectina se define como un polímero ramificado compuesta por cadenas lineales conformadas entre 15 a 35 moléculas de glucosa unidas por enlaces α -D-(1-4), estas cadenas se encuentran conectadas entre ellas por enlaces α -D-(1-6) los que originan los puntos de ramificación, una molécula de amilopectina está formada por aproximadamente 100000 moléculas de glucosa. Las ramificaciones se presentan en cada 15 a 25 unidades de glucosa, su peso molecular está entre $7,0 \times 10^7$ a $5,7 \times 10^9$ g/mol.

Figura 2

Esquema de la amilopectina



Nota. (Aristizábal, et al., 2007)

Tabla 9
Propiedades de los componentes del almidón de yuca

Estructura	Lineal	Ramificada
Longitud promedio de la cadena	Aprox. 100	20 a 25
Peso molecular	40000 hasta 106	200000 hasta 106
Grado de polimerización	Aprox. 100	10000 a 100000
En solución	Hélice extendida o enrollada	Esfera irregular
Estabilidad en soluciones acuosas	Retrógrada	Estable
Acomplejamiento	Con facilidad	Con dificultad
Retrogradación	Rápida	Muy lenta
Gel	Firme e irreversible	Suave e irregular
Formación de complejos	Favorable	Desfavorable
Patrón de rayos x	Cristalino	Amorfo
Digestibilidad de la β - amilasa	Casi completa	Cerca de 60%
Reacción con yodo	19 a 20%	5-9%
Color de la solución de yodo	Azul profundo	Violeta
Longitud de onda máxima (nm)	Aprox. 660	530-550

Nota. (Aspinal, 1983)

- **Propiedades fisicoquímicas del almidón**

Tabla 10
Propiedades fisicoquímicas del almidón de yuca

	Almidón de yuca
Tipo	Raíz
Morfología	Ovalado truncado
Diámetro (μ M)	4-35
Contenido de amilosa (%)	17
Temperatura de gelatinización ($^{\circ}$ C)	62-73
Temperatura de gelificación ($^{\circ}$ C)	63
Propiedades de cocción	Claro cohesivo tendencia

Nota. (Taggart, 2004)

- **Requerimientos fisicoquímicos del almidón de yuca**

Según Aristizábal, et al, (2007) la calidad del almidón es el factor más crucial derivado de la raíz de yuca, ya que ayuda a la determinación de la calidad del producto final donde se utilice. El contenido del almidón se ve afectado por la variabilidad genética de la planta, por factores ambientales, condiciones edafoclimáticas (relacionadas con el suelo y el clima y bióticas (relacionadas con los organismos vivos), factores que también pueden influir en la proporción de amilosa y amilopectina.

Tabla 11

Requisitos fisicoquímicos del almidón de yuca

Análisis fisicoquímico	Rango estándar
Almidón (%)	92 – 98
Humedad (%)	10 – 13
Cenizas (%)	< 0,12
Nitrógeno total (%)	< 0,064
pH	4,5 – 5,5
Pulpa (mg)	0,5
Temperatura de gelatinización (°C)	58,5 – 70,0
Viscosidad máxima (UB)	400 – 900
Color	Blanco
Tamaño (% que debe pasar malla 100)	99

Nota. (FAO, 2007)

- **Gelatinización**

Según Jiménez, et al (2016) la gelatinización del almidón es un proceso que ocurre cuando el almidón es expuesto al agua y se calienta, haciendo que pase de un estado ordenado a uno desordenado, transformándose en una solución cuando las moléculas constituyentes (amilosa y amilopectina) son separadas. Los factores cruciales que influyen en la gelatinización y el hinchamiento de gránulos son: la relación de amilosa y amilopectina, grado de polimerización, tamaño de granulo del almidón y contenido de fosforo, dichos

factores son esenciales para poder conseguir geles con buenas propiedades mecánicas, adecuada solubilidad y baja tendencia a la degradación.

- **Gelificación y retrogradación**

Durante el enfriamiento sobresale la gelificación y retrogradación. Durante el proceso de la gelificación las moléculas del almidón se vuelven menos solubles; la retrogradación es la insolubilización y precipitación espontánea de las moléculas de amilosa, por lo que las cadenas lineales se acomodan de paralelamente y reaccionan entre ellas mediante puentes de hidrogeno a través varios hidroxilos, eso ocurre gracias a la concentración y temperatura del sistema. (Jiménez, et al., 2016).

- **Yuca**

Según Morillo, (2009) taxonómicamente la yuca es clasificada de la siguiente forma:

Reino: Plantae

Division: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiaceae

Subfamilia: Crotonoideae

Tribu: Manihoteae

Género: Manihot

Especie: Manihot esculenta

La planta de la yuca que es conocida también como mandioca o casava, se caracteriza por tener tallos que miden entre 2,7 cm de alto y 10 cm de diámetro; hojas lobuladas y raíces que culminan en grandes tuberosidades, el color de la pulpa puede ser blanca o amarilla variando según la especie, sus fibras son rígidas, incluso antes de ser cocinadas, la pulpa es

rica en carbohidratos y azúcares, la yuca posee una cascara leñosa que debe ser retirada antes de su procesamiento (Morillo, 2009)

La capacidad de adaptación de esta especie es muy amplia, las condiciones climáticas ideales para su cultivo pueden ser desde zonas totalmente secas a zonas intertropicales, aunque no pueden resistir a las heladas. La yuca se puede reproducir de dos maneras: por semillas y por esquejes; la propagación por esquejes es la más recomendada por ser un método sencillo y económico, ya que pueden reutilizarse para ser replantados. Tras un año de crecimiento la planta está lista para extraer las raíces comestibles; por lo que si llegan a alcanzar más edad sus raíces se pondrán extremadamente duras y ser incomestibles. (Correa, 2007)

- **Variedades de yuca**

Las variedades de yuca se clasifican basándose en sus características fisiológicas y su capacidad de adaptación al medio donde se encuentran. Son agrupadas según su ciclo vegetativo y tiempo de conservación: muy precoces, semi precoces, semi tardías y tardías, un ejemplo es el cultivar Varilla que puede permanecer en el suelo sin ser cosechada hasta por año y medio; en cambio los cultivares en altura como el Pasquito son menos precoces (6 a 9 meses) y finalmente los cultivares de pisos más bajos (4 a 6 meses) como el Panti, Yuracñahui y Yanañahui. (MINAM (Ministerio del Ambiente, PE), 2013).

En la tabla 12 se puede observar las distintas variedades de cultivares de yuca en la selva nororiental de Perú.

Tabla 12
Diversidad de cultivares de yuca en la selva nororiental de Perú

Variedad	Periodo cosecha (meses)	N° de raíces/plantas	Longitud de raíz (cm)	Diámetro (cm)	Peso/planta (g)
Tresmesinas (chica)	3 – 7*	6	30.4	4.1	1600
Tresmesinas (larga)	3 – 6*	6	33	5 – 0	1100
Tresmesinas (larga)	6 – 8	6	33	5 – 0	1100
Lupuna rumo	6 – 10	3	30	4.5	1100
Tresmesinas (chica)	6 – 12	6	30.4	4.1	1600
Huanano rumo	6 – 12	4	22	6.0	1600
Lamisto	6 – 12	3	23	4.5	900
Piririca tamshiyacu	6 – 12	4	35	6.0	1100
Ricacha	6 – 12	4.5	27.4	4.0	900
San Juan	6 – 12	3	29	6.0	800
Pinsha callo	6 – 12	4	30	7.0	800
Ucucha rumo	6 – 12	3	22.5	5	800
Amarilla	8 – 12	3	40	4.5	1100
Arahuana rumo	8 – 12	4	30	6.0	800
Cogollo morado	8 – 12	3	23	4.5	900
Chaquishca rumo	8 – 12	2.5	26.3	4.2	800
Enano (huarhua rumo)	8 – 12	3	25	4.3	1200
Gusanillo rumo	8 – 12	3	19	4.0	1600
Hoja morada	8 – 12	3.5	28	6.0	900
Motelo rumo	8 – 12	2	20	3.5	100
Palo blanco	8 – 12	5	36	5.0	1700
Paririca	8 – 12	6	35	5.0	1700
Shapaja rumo	8 – 12	3	24.4	5.1	1300
Humisha blanca	8 – 14	3	25.5	4.4	1200
Humisha rumo	8 – 14	3.5	24.4	4.5	1200
Paloma chaqui	8 – 14	3	22	6.0	900
Taricuacha	8 – 14	4	21	5.0	1200
Tortilla	8 – 14	4	30	7.0	800
Paloma rumo	8 – 16	3	30	5.0	800
Arpón rumo	8 – 18	4	20	5.0	1000
Tapullima	8 – 18	4	26	4.0	700
Tello morado	8 – 18	5	28	6.0	900
Colombiana	12 – 18	4	32	5.0	1200

Nota. (Mejía, 2002)

- **Propiedades químicas de la yuca**

Según Elizalde, et al, (2015) la yuca aporta en 100 gramos:

Calorías: 120 kilocalorías.

Proteínas: 3,1 gramos.

Hidratos de carbono: 26,8 gramos.

Grasas: 0,4 gramos.

Vitaminas: vitamina B6 (0,4 mg) y vitamina C (48,2 mg).

Minerales: magnesio (66 g) y potasio (765 mg).

- **Composición nutricional de la yuca**

Según Elizalde, et al, (2015) la yuca es un alimento con un alto contenido de hidratos de carbono que llegan al 85 % de su composición, pobre en grasas y proteínas. Además de ser muy digestible la yuca proporciona cantidades moderadas de vitaminas B (B2, B6), así como vitamina C, magnesio, potasio, calcio y hierro.

Tabla 13

Composición nutricional de la yuca

Componentes	Contenido de 100 g de parte comestible	Valores diarios recomendados (basado en una dieta de 2000 calorías)
Fibra	1 g	25 g
Grasa total	0,40 g	66 g
Proteínas	1 g	
Calcio	40 mg	162 mg
Fósforo	34 mg	125 mg
Hierro	1,40 mg	18 mg
Niacina	0,06 mg	20 mg
Riboflavina	0,04 mg	1,7 mg
Vitamina C	19 mg	60 mg

Nota. (Elizalde, et al, 2015)

1.4.5. Emulsión cárnica

Según Tornberg, et al, (1990) las emulsiones cárnicas se consideran como dispersiones del tipo de grasa en agua compuestas por tejido muscular, tejido adiposo, sales inorgánicas y diversos aditivos.

Las emulsiones son sistemas inestables, en ellas pueden ocurrir fenómenos como el descreme, floculación y coalescencia los cuales provocan la separación de agua y grasa esto puede ser un problema crítico en el proceso de embutidos, por lo que formación y estabilidad de la emulsión es un factor determinante para asegurar la calidad del producto final (Pérez, et al., 2001).

Según Tornberg et, al, (2005) para lograr una emulsión cárnica adecuada es esencial picar la carne de forma muy fina, lo que ayuda a reducir el tamaño de las fibras musculares lo que facilita la incorporación de la sal y la extracción de proteínas miofibrilares, lo cual ayuda a la emulsificación de la grasa; durante el proceso de la emulsión se agrega agua en forma de hielo para poder mantener la temperatura baja y de esta manera se evita que las proteínas se desnaturalicen, se agrega grasa de cerdo a la pasta, normalmente se añaden algunos aditivos como el nitrito de sodio que se utiliza para poder curar y evitar el crecimiento de microorganismos, también se incorporan fosfatos para asegurar que el pH se encuentre por debajo de 5.5 lo que ayuda a evitar la pérdida de la emulsificación de las proteínas. Generalmente los alimentos cárnicos emulsionados son sometidos a un tratamiento térmico, donde las proteínas se gelifican y estabilizan la emulsión.

Según Chen, et, al, (2013) últimamente el consumo de productos cárnicos emulsionados se ha visto reducido debido a la tendencia de alimentación más saludable por lo que se busca productos con menos cantidad de grasa, o sustituir la grasa por aditivos adecuados.

La incorporación de carbohidratos complejos es una alternativa para poder disminuir el aporte de grasa para el producto final. Además de poseer la funcionalidad para reemplazar parcialmente la grasa pueden disminuir la hidrólisis digestiva enzimática de los triglicéridos y la asimilación de ácidos grasos (Hur, et al., 2015).

- **Factores que afectan la estabilidad de las emulsiones**

Según Cardona Medina, (2013) al aumentar el pH del músculo se facilita la extracción de una mayor cantidad de proteína de la carne, la rigidez del tejido de la carne es un factor que afecta directamente a la emulsión, antes de esta rigidez se puede extraer el 50% de proteína soluble salina y poder emulsificar mayor cantidad de grasa. Si la temperatura de la mezcla supera los 15° C durante el proceso del cutterado puede ocurrir la desnaturalización de proteínas solubles lo cual esto se origina por la rotura de la emulsión, por lo que la adición de hielo es imprescindible. En el caso de las emulsiones con un contenido de grasa del 30%, la cantidad de agua deber ser mayor del 16%.

1.4.6. Salchicha tipo Frankfurt

Según Arriaza (2019), las salchichas tipo Frankfurt son consideradas como emulsiones cárnicas, pueden estar compuestas por carne de res, cerdo, pollo o mezcladas, a las cuales se le añade grasa, agua, sal y especias, algunas formulaciones incluyen leche en polvo, almidones, azúcar, proteínas no cárnicas y otros aditivos. Las salchichas se embuten en tripa artificial o natural y sometidas a un proceso de ahumado (se puede utilizar el humo liquido) y finalmente pasan por el tratamiento térmico del escaldado.

Jiménez y Olmedilla (2014), indican que los embutidos cárnicos son productos que aportan proteínas, vitaminas y minerales, pero Mataix, (2019), indica que los embutidos también aportan grasa (mayormente saturada), colesterol y sodio, siendo un producto que no aporta un adecuado contenido de nutrientes, por lo que los consumidores buscan alimentos

bajos en grasas, por estas razones la industria cárnica busca nuevas tecnologías para poder ofrecer productos saludables.

En la siguiente tabla se observa la composición de las salchichas tipo Frankfurt por cada 100 gramos:

- **Composición**

Tabla 14

Composición de salchichas tipo Frankfurt

Producto	Energía (kcal)	Proteína (g)	Grasa	Grasa saturada	Hidratos de carbono	Sal
Salchicha tipo Frankfurt	238	12	20	7.5	2.6	2.5

Nota. (Instituto de Nutrición y Bromatología del CSIC,1994)

Con el consumo de 100 gramos de salchicha tipo Frankfurt, constituiría el 11.9% de calorías en una dieta basada de 2000 calorías. Se puede observar también que las grasas constituyen el 20% de las cuales 7.5% son grasas saturadas. Según Arriaza (2019), mientras mayor sea el consumo de salchichas, también sería mayor la ingesta de grasa, aumentando la probabilidad de padecer de enfermedades cardiovasculares.

- **Sustituciones parciales de grasa**

Según Yuqing, et al. (2022), los embutidos suelen tener entre 20 a 30% de grasa, aunque se ve factible consumir productos bajos en grasas, se debe evaluar la calidad del producto, la reducción de grasa es posible lograrla incorporando sustitutos de grasas en los productos cárnicos mejorando la composición nutricional del embutido y ofreciendo un producto saludable al consumidor.

Yuqing, et al. (2022), investigaron el comportamiento de los geles como sustitución parcial de la grasa para la elaboración de embutidos, utilizando agentes de gel frio a base de polisacáridos, como el alginato de sodio, goma xantana y carragenina, las macromoléculas de estos geles ayudan a la interacción de polímeros para poder formar redes continuas en la

emulsión. La función de dichos geles es de retener agua y grasa y contribuir a la firmeza del producto. Los resultados demostraron que los geles pueden sustituir entre el 30 al 60% de la grasa, reduciendo las calorías y grasa del producto, mejorando la calidad nutricional del producto, pero el problema está el aporte de la oxidación lipídica y cambios en color y sabor del producto.

Mohammadi y Oghabi (2012) demostraron la sustitución parcial de grasa por el almidón de maíz, variando los porcentajes de sustitución se pudo observar que se logró reducir hasta el 57.4% con una reducción calórica del 34.9%, demostrando la eficacia de la sustitución parcial de grasa por almidón de maíz modificado. Se indica que el almidón de maíz modificado tiene grupos funcionales (acetato, fosfato y hidroxipropilo), los cuales aumentan las fases lipídicas, lo que permite interactuar con las proteínas y la grasa estabilizando la emulsión cárnica. Durante el escaldado, el almidón ayuda a gelatinizar la masa, ayudando a la capacidad de retención de agua.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la sustitución parcial de la grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt manteniendo las características sensoriales propias de la salchicha ofreciendo un producto con menor porcentaje de grasa y aceptable sensorialmente.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la proporción óptima de carne de res y cerdo para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt.
- Determinar el porcentaje de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca.
- Determinar el método de escaldado óptimo para la salchicha.
- Caracterizar el producto final.

1.6. Hipótesis

Las salchichas tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca permitirá obtener un producto con una reducción significativa del contenido graso, manteniendo las características propias del producto, de esta manera se ofrece un producto saludable y apetecible para el consumidor, con esta investigación se aporta una alternativa tecnológica en el sector cárnico.



CAPÍTULO II: RESULTADOS Y DISCUSIONES

2.1. Identificación de las materias primas

2.1.1. Lugar de ejecución

El proyecto se ejecutó en el módulo de cárnicos de la sede del “Parque Industrial” de la Universidad Católica de Santa María.

2.1.2. Materias primas y equipos

- Equipos
 - Balanza analítica
 - Cúter
 - Molino de carne
 - Embutidora
 - Ollas de cocción
- Materia prima
 - Carne de cerdo
 - Carne de res
 - Grasa de cerdo
 - Almidón de yuca
 - Colorante
 - Conservante
 - Condimentos
 - Sal
 - Hielo
 - Tripa de colágeno

2.1.3. Caracterización de materias primas

2.1.3.1. Carne de cerdo

Tabla 15

Especificaciones sensoriales carne de cerdo

Atributo	Descripción
Color	Rosa pálido
Olor	Característico, libre de malos olores
Sabor	Característico
Textura	Consistente

Según el código F66 de las Tablas peruanas de composición de alimentos, (2017) la composición en 100 g de carne de cerdo es la siguiente:

Tabla 16

Composición carne de cerdo

Composición carne de cerdo	Cantidades
Energía (kcal)	143
Energía (kJ)	598
Agua (g)	72.2
Proteínas (g)	21.4
Grasa total	5.7
Carbohidratos totales (g)	0.0
Carbohidratos disponibles (g)	0.0
Fibra dietaria (g)	0.0
Cenizas (g)	1.1
Calcio (mg)	17
Fosforo (mg)	211
Zinc (mg)	1.84
Hierro (mg)	0.48
β caroteno equivalentes totales (μ g)	*
Vitamina A equivalentes totales (μ g)	2
Tiamina (mg)	0.99
Riboflavina (mg)	0.27
Niacina (mg)	4.91
Vitamina C (mg)	1.00
Ácido fólico (μ g)	0
Sodio (mg)	5
Potasio (mg)	389

Nota. (Tablas Peruanas de los alimentos, 2017)

Según la norma técnica peruana NTP 201:003 indica lo siguiente:

Tabla 17

Especificaciones microbiológicas carne de cerdo

Especificaciones microbiológicas de la carne de cerdo	
Aerobios mesófilos	10 ⁵
Salmonella sp.	Ausencia / 25 g

Nota. Inacal (2012)

Se utilizó la carne de cerdo de Rico Alimentos donde en la ficha técnica de la materia prima se determinó lo siguiente en base a una composición de 100 gramos:

Tabla 18

Información nutricional de la carne de cerdo

Especificación	Cantidad (100g)
Calorías	200 kcal
Calorías de grasa	120 kcal
Grasa total	13 g
Carbohidrato total	0 g
Proteína	21 g

Nota. Ficha técnica Rico Alimentos

2.1.3.2. Carne de res

Tabla 19

Especificaciones sensoriales carne de res

Atributo	Descripción
Color	Rojo brillante
Olor	Característico, libre de malos olores
Sabor	Característico
Textura	Consistente

Según el código F35 de las Tablas peruanas de composición de alimentos, (2017) la composición en 100 g de carne de res es la siguiente:

Tabla 20
Composición carne de res

Composición carne de res	Cantidades
Energía (kcal)	105
Energía (kJ)	439
Agua (g)	75.9
Proteínas (g)	21.3
Grasa total	1.6
Carbohidratos totales (g)	0.0
Carbohidratos disponibles (g)	0.0
Fibra dietaria (g)	0.0
Cenizas (g)	1.1
Calcio (mg)	16
Fosforo (mg)	208
Zinc (mg)	4.32
Hierro (mg)	3.40
β caroteno equivalentes totales (μg)	*
Vitamina A equivalentes totales (μg)	0
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.13
Niacina (mg)	6.82
Vitamina C (mg)	0.0
Ácido fólico (μg)	*
Sodio (mg)	*
Potasio (mg)	*

Nota. (Tablas Peruanas de los alimentos, 2017)

Según la norma técnica peruana NTP 201:055 indica lo siguiente:

Tabla 21
Especificaciones microbiológicas carne de res

Especificaciones microbiológicas de la carne de res	
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos	Menor a 10^6 ufc/g
Detección de Salmonella	Ausencia en 25 g
Recuento de Escherichia coli	Menor a 10^2 ufc/g
Numeración de bacterias psicrófilas	Menor a 10^5 NMP/g
Recuento de coliformes totales	Menor a 10^2 ufc/g
Numeración de Staphylococcus aureus	Menor a 10^2 NMP/g

Nota. (Inacal, 2008)

Se utilizó la carne de res de Oregon Foods donde en la ficha técnica de la materia prima se determinó lo siguiente en base a una composición de 100 gramos:

Tabla 22
Información nutricional de la carne de res

Especificación	Cantidad (100 g)
Energía	122 kcal
Hidratos de carbono	0 g
Grasa total	4.5 g
Grasa saturada	2.5 g
Proteínas	20 g

Nota. Ficha técnica Oregon Foods

2.1.3.3.Grasa de cerdo

Tabla 23
Especificaciones sensoriales grasa de cerdo

Atributo	Descripción
Color	Blanco rosáceo
Olor	Característico, libre de malos olores
Sabor	Característico
Textura	Suave

Según el código D17 de las Tablas peruanas de composición de alimentos, (2017) la composición en 100 g de grasa de cerdo es la siguiente:

Tabla 24
Composición grasa de cerdo

Composición grasa de cerdo	Cantidades
Energía (kcal)	880
Energía (kJ)	3699
Agua (g)	0.1
Proteínas (g)	0.0
Grasa total	99.5
Carbohidratos totales (g)	0.0
Carbohidratos disponibles (g)	0.0
Fibra dietaria (g)	0.0
Cenizas (g)	0.4
Calcio (mg)	0
Fosforo (mg)	0
Zinc (mg)	0.0
Hierro (mg)	0.0
β caroteno equivalentes totales (μg)	*

Vitamina A equivalentes totales (µg)	0
Tiamina (mg)	0.00
Riboflavina (mg)	0.00
Niacina (mg)	0.00
Vitamina C (mg)	0.00
Ácido fólico (µg)	*
Sodio (mg)	*
Potasio (mg)	*

Nota. (Tablas Peruanas de los alimentos, 2017)

Según la norma técnica peruana NTP 201:003 indica lo siguiente:

Tabla 25

Especificaciones microbiológicas grasa de cerdo

Especificaciones microbiológicas de la grasa de cerdo	
Aerobios mesófilos	10 ⁵
Salmonella sp.	Ausencia / 25 g

Nota. (Inacal, 2012)

2.1.3.4. Almidón de yuca

Se obtuvo el almidón de yuca de la empresa Pochteca Perú SAC, donde se solicitó la ficha técnica.

- **Datos del producto**

Nombre del producto: Almidón Nativo de Mandioca

- **Descripción del producto**

Almidón extraído de la raíz de la mandioca por proceso de molienda húmeda, lavado y secado en condiciones determinadas que permiten mantener sus propiedades naturales, no posee ninguna modificación química y está totalmente libre de aditivos. Se emplea en una gran cantidad de aplicaciones alimenticias e industriales.

Tabla 26
Análisis sensorial almidón de yuca

Atributo	Descripción
Color	Blanco
Olor	Característico, libre de malos olores
Sabor	Característico
Textura	Polvo fino

Tabla 27
Especificaciones fisicoquímicas del almidón de yuca

Requisito	Especificación
Contenido de almidón (%) en base húmeda	Mínimo 84%
Humedad (%)	Máximo 14%
Cenizas (%)	Máximo 0.2%
pH	Mínimo 5 Máximo 7
Fibra o pulpa en %	Máximo 0.5%
Puntos negros unidad/50g	Máximo 80
Temperatura de gelificación (°C)	Mínimo 54 °C máximo 70°C
Factor ácido (ml NaOH 0.1 N)	Máximo 3.5
Acidez (ml NaOH 0.1 N)	Máximo 1
Granulometría	Máximo 99%
Dióxido de azufre (ppm)	Máximo 10
Viscosidad (Brookfield, cP)	Mínimo 1538 cP Máximo 3800 cP

Nota. (Ficha técnica almidón de mandioca)

Tabla 28
Especificaciones microbiológicas del almidón de yuca

Requisitos	Especificación
Bacterias aerobias mesófilas (UFC/g)	Máximo 50.000
Mohos/Levaduras (UFC/g)	Máximo 1000
Coliformes Totales (UFC/g)	Máximo 100
E. coli (UFC/g)	≤ 10
Staph. Aureus (UFC/g)	Máximo 100
Salmonella/25 g	Ausente

Nota. (Ficha técnica almidón de mandioca)

Tabla 29
Especificaciones de metales pesados del almidón de yuca

Requisito	Especificación
Cadmio	< 0.1 mg/kg
Plomo	< 0.1 mg/kg
Mercurio	< 0.1 mg/kg
Arsénico	< 0.33 mg/kg

Nota. (Ficha técnica almidón de mandioca)

Tabla 30
Información nutricional MERCOSUR 46-03 del almidón de yuca

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Cantidad por porción 20g (1 cucharada de sopa)		%VD (*)
Valor energético	69 kcal = 289 kJ	4%
Carbohidratos	16.9 g	6%
Proteínas	0.28 g	0%
Fibra alimentaria	0.38 g	2%
No aporta cantidades significativas de: grasas totales, grasas saturadas, grasas trans y sodio		
(*) %VD: Valores diarios con base a una dieta de 2000kcal u 8400Kj. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas.		
Ingredientes: Almidón de mandioca		

Nota. (Ficha técnica almidón de mandioca)

Tabla 31
Información nutricional UE N° 1169/2011

INFORMACIÓN NUTRICIONAL (100g)	
Cantidad por 100 g	
Valor energético	345 kcal = 1445 Kj
Grasas	0 g
Grasas saturadas	0 g
Hidratos de carbono/carbohidrato	84 g
Azúcares	0 g
Proteínas	1 g
Sal	0 g
Ingredientes: Almidón de Mandioca	

Nota. (Ficha técnica almidón de mandioca)

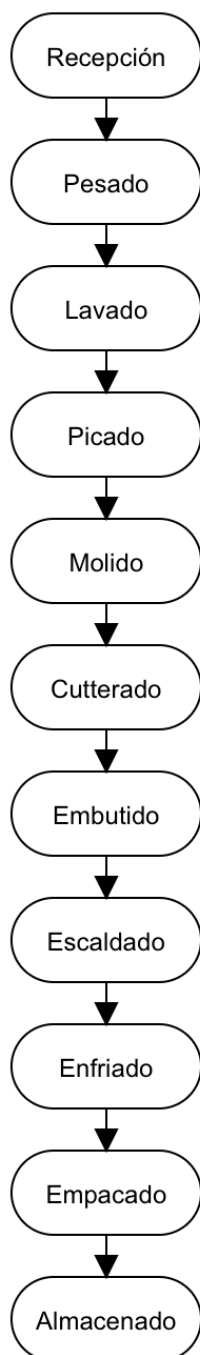
- Vida útil**

Duración: 24 meses almacenado en lugar seco y fresco

2.1.4. Diagrama de flujo

Figura 3

Diagrama de flujo para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt



2.1.5. Formulación

Tabla 32

Formulación de salchicha tipo Frankfurt

Materia prima, insumo, aditivo	Salchicha Frankfurt
Carne de cerdo	26 %
Carne de res	27.08 %
Grasa de cerdo	15 %
Hielo	23 %
Sorbato de potasio	0.16 %
Nuez Moscada	0.09%
Azúcar	0.07%
Pimienta molida	0.19%
Comino	0.2 %
Eritorbato	0.12 %
Ajo en polvo	0.15 %
Sal	2.9 %
Harina de trigo	4.5 %
Sal curada	0.13 %
Fosfatos	0.33 %
Saborizante	0.2 %
Humo líquido	2.1 ml
Colorante	2 ml

2.2. Evaluación de experimentos

En este proyecto se busca determinar la mejor formulación para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca por lo que se realizarán los siguientes experimentos:

2.2.1. Experimento 1

En el siguiente experimento se busca evaluar la cantidad de porcentaje de carne de res y cerdo. La formulación comprende F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo; F2: 40%

carne de res y 60% carne de cerdo; F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo; F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo; F5 70% carne de res y 30% carne de cerdo. Se utilizó la sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 5%. Los análisis ejecutados fueron: análisis sensorial y textura. En el análisis sensorial se encuestó a 18 panelistas y el análisis de textura se realizó por medio de un texturómetro midiendo la firmeza del producto en Newtons cada muestra con 5 repeticiones.

2.2.1.1.Objetivo del primer experimento

Plantear distintas formulaciones de materia prima: carne de res y cerdo (F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo; F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo; F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo; F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo; 70% carne de res y 30% carne de cerdo) para poder determinar la formulación adecuada evaluando las propiedades sensoriales y textura con ayuda del texturómetro.

2.2.1.2.Diseño experimental del primer experimento

Tabla 33

Experimento 1

Ítem	Detalle
Nº de formulaciones	F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo F5: 70% carne de res y 30% carne de cerdo
Variables independientes	Proporción de carne
Variables dependientes	Análisis sensoriales (color, olor, sabor y textura) Análisis instrumental de textura

2.2.1.3.Análisis sensorial del primer experimento

El análisis sensorial contempla una ficha bilateral no estructurada donde se utilizó una línea horizontal de 9 cm, donde el panelista evaluó las muestras desde me desagrada mucho (0) hasta me agrada mucho (9). Se realizó la encuesta a 18 panelistas semi entrenados en el campus del parque industrial de la Universidad Católica de Santa María. Fueron 5 muestras donde se evaluó color, olor, sabor y textura, las muestras fueron las siguientes:

- F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo
- F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo
- F3: 50% carne de res y 50 % carne de cerdo
- F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo

- F5: 70% carne de res y 30% carne de cerdo

Los códigos utilizados en las encuestas son aleatorios, los que empiezan con 1 son de la formulación 1 (F1), los que empiezan con 2 de la formulación 2 (F2), los que empiezan 3 de la formulación 3 (F3), los que empiezan con 4 de la formulación 4 (F4) y los que empiezan con 5 de la formulación 5 (F5).

Tabla 34

Resultados análisis sensorial del primer experimento

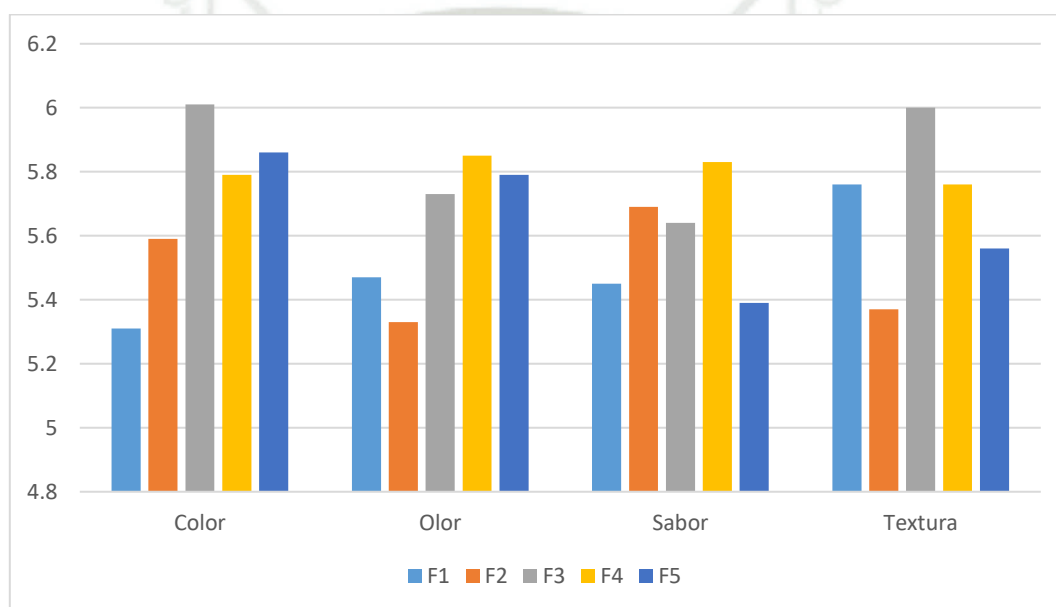
	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
F1 (30% res, 70% cerdo)	5.31	5.47	5.45	5.76	5.50
F2 (40% res, 60% cerdo)	5.59	5.33	5.69	5.37	5.50
F3 (50% res, 50% cerdo)	6.01	5.73	5.64	6	5.85
F4 (60% res, 40% cerdo)	5.79	5.85	5.83	5.76	5.81
F5 (70% res, 30% cerdo)	5.86	5.79	5.39	5.56	5.65

En los resultados del análisis sensorial se evaluaron 4 atributos: color, olor, sabor y textura para 5 distintas formulaciones (F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo; F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo; F3: 50% carne de res y 50 % carne de cerdo; F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo; F5: 70% carne de res y 30% carne de cerdo). Al observar la tabla de resultados del análisis sensorial que fue evaluada por 18 panelistas se puede observar una evidente preferencia por F3 y F4 con puntajes promedio de 5.85 y 5.81 respectivamente. En cambio, F1 y F2 obtuvieron los puntajes en promedio más bajos de 5.50, F5 obtuvo un puntaje de 5.65, lo que sugiere que una cantidad excesiva de carne de res no alcanza la agradabilidad necesaria del consumidor. En el caso del color destaca F3 (50% carne de res y 50% carne de cerdo) al tener una proporción igual de ambas carnes; el color de las salchichas influye por la mioglobina que se encuentra en las carnes. Según Yin et. al. (2011) la mioglobina se localiza en el sarcoplasma la cual es responsable de la tonalidad roja de la carne, el músculo capta oxígeno y lo entrega a la mitocondria, la mioglobina es una hemoproteína monomérica formada por 153 aminoácidos, los doble enlaces conjugados por

el grupo hemo son los que poseen capacidad de absorber luz y cumplir la función de pigmento. En el caso del olor el mayor puntaje lo obtuvo F4 con 5.85, igualmente en el sabor F4 con 5.83 y textura F3 con 6. Se puede concluir que el porcentaje de carne en las distintas formulaciones evaluadas encuentran un balance de agradabilidad entre las formulaciones F3 y F4.

Figura 4

Gráfica de barras de los resultados del análisis sensorial del primer experimento



Con la gráfica podemos identificar la percepción de los panelistas según los atributos evaluados para cada formulación. En color se puede observar que F3 y F5 alcanzan las barras más altas, sugiriendo que una proporción igual de ambas carnes aporta un color más agradable para la salchicha. En el caso de olor encabezan los puntajes para F4 y F5, demostrando un perfil aromático agradable para los consumidores, sugiriendo que la carne de res aporta en dicho atributo. En el atributo sabor se puede observar una clara preferencia por F4, siendo este el atributo más valorado en un alimento. En el caso de textura se puede observar que encabeza F3, seguido de F1 y F3 con los mismos puntajes. Sugiriendo que F3 y F4 lideran los puntajes del análisis sensorial.

Color

Tabla 35

Resultados del atributo sensorial color del primer experimento

Panelista	F1	F2	F3	F4	F5	
1	7.5	7.5	7.5	7	5.8	
2	4.4	4.1	5.9	8	6.5	
3	7.5	7.3	7.4	6.9	7.2	
4	3.6	4.6	6.3	5.7	6.4	
5	5	4.5	4.2	3.2	5.9	
6	7	6	6.8	6.5	6.7	
7	3.4	3.5	3	3.6	3	
8	6.1	6.2	6.6	6.5	6.2	
9	7	5.8	6.7	6.4	3.9	
10	2.7	6.3	5.8	5.9	6.5	
11	3.6	4.2	5.5	5.5	6.2	
12	3	3.5	3.9	3.3	4.2	
13	6.8	7.1	6.9	7	6.5	
14	4.4	4.7	4.3	4.3	5	
15	5.5	6.1	6	5.2	5.9	
16	6.7	6.5	6.7	6.5	6.8	
17	2.9	4.1	6.3	4.7	4.7	
18	8.5	8.7	8.4	8.1	8.1	
Promedio	5.31	5.59	6.01	5.79	5.86	

Se obtuvieron distintas percepciones para el atributo color; la formulación 3 (F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo) con un promedio de 6.01, fue la que obtuvo el mayor puntaje, considerándose como la formulación con el color más agradable entre los 18 panelistas. Continúa con la formulación 5 (F5: 70% carne de res y 30% carne de cerdo) con un promedio de 5.86 demostrando una aceptación moderada. En cambio, las formulaciones 1, 2 y 4 (F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo; F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo; F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo) con promedios de 5.31, 5.59 y 5.79 respectivamente, demostraron promedios inferiores, lo que quiere decir que según la percepción de los 18 panelistas encontraron estas formulaciones como menos atractivas en comparación con las formulaciones 3 y 5.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 36

ANOVA con bloques del atributo sensorial color del primer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Color					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	154,281 ^a	21	7,347	10,654	0,000
Intersección	2938,939	1	2938,939	4262,057	0,000
Panelista	149,007	17	8,765	12,711	0,000
Formulación	5,274	4	1,318	1,912	0,118
Error	46,890	68	0,690		
Total	3140,110	90			
Total corregido	201,171	89			

a. R al cuadrado = 0,767 (R al cuadrado ajustada = 0,695)

La tabla presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) con bloques aplicado a la característica sensorial “color” de las formulaciones, donde se observa que tanto la variabilidad atribuible a los panelistas ($F = 12,711$; $p = 0,000$) como la intersección ($F = 4262,057$; $p = 0,000$) resultan estadísticamente significativas, lo que indica que existen diferencias notorias en las percepciones individuales y en la media general. Sin embargo, el efecto de la variable “formulación” no es significativo ($F = 1,912$; $p = 0,118$), lo que sugiere que las distintas formulaciones no generan diferencias perceptibles en el color desde el punto de vista de los 18 panelistas. Además, el modelo explica un 76,7% de la variabilidad total ($R^2 = 0,767$), lo cual representa un buen ajuste.

Tabla 37
Tukey para el atributo sensorial color del primer experimento

Color		
HSD Tukey		
Formulación	N	Subconjunto
		1
F1 (30% res 70% cerdo)	18	5,3111
F2 (40% res 60% cerdo)	18	5,5944
F4 (60% res 40% cerdo)	18	5,7944
F5 (70% res 30% cerdo)	18	5,8611
F3 (50% res 50% cerdo)	18	6,0111
Sig.		0,096

La tabla presenta los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey HSD para la variable “color”, evidenciando que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones ($p = 0,096$), ya que todas pertenecen a un mismo subconjunto homogéneo. Sin embargo, al ordenar las medias de mayor a menor, se observa que la formulación F3 (50% res, 50% cerdo) ocupa el primer lugar con la puntuación promedio más alta (6,0111), seguida de F5 (70% res, 30% cerdo) en segundo lugar con una media de 5,8611. Aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas, indican una tendencia favorable hacia estas formulaciones en la percepción del color por parte del panel sensorial.

- **Olor**

Tabla 38
Resultados del atributo sensorial olor del primer experimento

Panelista	F1	F2	F3	F4	F5
1	7.3	7.6	7.4	7	6.8
2	3.4	3.6	5.9	8.2	6.7
3	8.1	7.5	7.3	6.8	7.5
4	4.3	3.6	6.2	5.6	6.3
5	4.7	4.1	4.8	4.3	5.1
6	6.3	5.7	5.9	6.6	6.1
7	3.8	3.8	3.2	3.6	2.8
8	6.5	7.8	6.7	6.7	7.1
9	7	4	5.9	5.3	5.4
10	5.7	6.4	4.7	7.1	8
11	4.2	4.3	6	6.5	6.9
12	2.2	2.8	3.4	3.3	3.6
13	5.1	4.8	4.4	5	6.5
14	4.3	4.2	4.4	4.2	4.1
15	5.3	5.7	6.2	6.5	6.2
16	5.8	5.6	5.8	6.8	4.6
17	5.7	5.8	6	3.6	2.4
18	8.8	8.7	8.9	8.2	8.1
Promedio	5.47	5.33	5.73	5.85	5.79

Se pueden observar diferentes percepciones olfativas según cada panelista, la formulación 4 (F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo) con un promedio de 5.85 y la formulación 5 (F5: 70% carne de res y 30% carne de cerdo) con un promedio de 5.79, resultaron ser las más agradables en promedio para los 18 panelistas; seguida de la formulación 3 (F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo) con un promedio de 5.73; después se encuentra la formulación 1 (F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo) con un promedio de 5.47 y finalmente la formulación 2 (F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo) con un promedio de 5.33.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 39

ANOVA con bloques del atributo sensorial olor del primer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Olor					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	166,819 ^a	21	7,944	9,167	0,000
Intersección	2857,227	1	2857,227	3297,335	0,000
Panelista	163,291	17	9,605	11,085	0,000
Formulación	3,528	4	0,882	1,018	0,404
Error	58,924	68	0,867		
Total	3082,970	90			
Total corregido	225,743	89			

a. R al cuadrado = 0,739 (R al cuadrado ajustada = 0,658)

Se muestran los resultados del ANOVA con bloques aplicado a la característica sensorial “olor” de las formulaciones, donde se evidencia que tanto la intersección ($F = 3297,335$; $p = 0,000$) como el efecto de los panelistas ($F = 11,085$; $p = 0,000$) son altamente significativos, lo que indica que existen diferencias sistemáticas en la percepción del olor entre los panelistas y una media general relevante en el modelo. En contraste, la variable “formulación” no presenta un efecto significativo ($F = 1,018$; $p = 0,404$), lo cual sugiere que los distintos porcentajes de carne de res y cerdo empleados no influyeron significativamente en la percepción del olor de los productos evaluados. Además, el modelo muestra un nivel de ajuste aceptable con un R^2 de 0,739.

Tabla 40
Tukey para el atributo sensorial olor del primer experimento

Olor		
HSD Tukey^{a,b}		
Formulación	N	Subconjunto
		1
F2 (40% res 60% cerdo)	18	5,3333
F1 (30% res 70% cerdo)	18	5,4722
F3 (50% res 50% cerdo)	18	5,7278
F5 (70% res 30% cerdo)	18	5,7889
F4 (60% res 40% cerdo)	18	5,8500
Sig.		0,462

La tabla muestra los resultados del análisis de comparaciones múltiples mediante la prueba de Tukey HSD para la variable “olor”, revelando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones ($p = 0,462$), ya que todas se agrupan en un único subconjunto homogéneo. No obstante, al ordenar las medias de mayor a menor, se observa que la formulación F4 (60% res, 40% cerdo) ocupa el primer lugar con una puntuación promedio de 5,8500, seguida de cerca por F5 (70% res, 30% cerdo) en segundo lugar con una media de 5,7889. Aunque estas diferencias no son significativas, sugieren una ligera preferencia del panel sensorial hacia estas formulaciones en cuanto a olor.

- Sabor

Tabla 41
Resultados del atributo sensorial sabor del primer experimento

Panelista	F1	F2	F3	F4	F5
1	7.4	7.5	6.6	6.4	6
2	4.7	5.5	5	8.1	6.9
3	8.1	7.5	7.3	6.9	7.4
4	5.1	5.1	5.7	5.6	6.3
5	4.9	5.4	5.2	5.7	4
6	6.7	6.6	6.7	6.1	6.4
7	3.5	5.3	3.1	3.4	2.6
8	7	6.4	7.2	7.2	7.4
9	2.6	3.4	6.9	5.5	5.3
10	6.4	6.5	5.6	3.1	2
11	3.8	3.9	4.6	7.4	6.1
12	1.3	3.5	2.9	3.6	4.2
13	4.9	4.5	4.7	4.9	3.2
14	5.8	5.2	6	5.3	5.6
15	6.4	7.1	6.6	7.2	6.4
16	6.7	6.7	6.6	7.5	8.6
17	3.9	4.4	2.6	6.1	5.6
18	8.9	8	8.2	5	3.1
Promedio	5.45	5.69	5.64	5.83	5.39

En el atributo sabor según los 18 panelistas encuestados se puede observar distintas preferencias; en este caso se puede distinguir que la formulación 4 (F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo) con un promedio de 5.83 fue la más agradable cuanto al atributo sabor según la evaluación de todos los panelistas, continua la formulación 2 (F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo) con un promedio de 5.69 y la formulación 3 (F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo) con un promedio de 5.64, demostrando que estas formulaciones tuvieron una aceptabilidad moderada, finalmente se encontraron la formulación 1 (F1: 40% carne de res y 60% carne de cerdo) con un promedio de 5.45 y la formulación 5 (F5: 70% carne de res y 30% carne de cerdo) con un promedio de 5.39 como las menos aceptables según el atributo sabor.

Estadística

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 42

ANOVA con bloques del atributo sensorial sabor del primer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Sabor					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	140,964 ^a	21	6,713	4,677	0,000
Intersección	2824,640	1	2824,640	1968,086	0,000
Panelista	138,632	17	8,155	5,682	0,000
Formulación	2,333	4	0,583	0,406	0,803
Error	97,595	68	1,435		
Total	3063,200	90			
Total corregido	238,560	89			

a. R al cuadrado = 0,591 (R al cuadrado ajustada = 0,465)

La tabla presenta los resultados del ANOVA con bloques aplicado a la característica sensorial “sabor” de las formulaciones, donde se observa que tanto la intersección ($F = 1968,086$; $p = 0,000$) como el efecto de los panelistas ($F = 5,682$; $p = 0,000$) son estadísticamente significativos, lo que indica diferencias consistentes en las valoraciones generales y entre los evaluadores respecto al sabor. Sin embargo, la variable “formulación” no mostró un efecto significativo ($F = 0,406$; $p = 0,803$), lo cual sugiere que las diferentes proporciones de carne de res y cerdo no generaron cambios perceptibles en el sabor según la percepción del panel sensorial. El modelo presenta un coeficiente de determinación (R^2) de 0,591, lo que indica que aproximadamente el 59,1% de la variabilidad del sabor puede explicarse por los factores incluidos en el análisis.

Tabla 43
Tukey para el atributo sensorial sabor del primer experimento

Sabor		
HSD Tukey^{a,b}		
Formulación	N	Subconjunto
		1
F5 (70% res 30% cerdo)	18	5,3944
F1 (30% res 70% cerdo)	18	5,4500
F3 (50% res 50% cerdo)	18	5,6389
F2 (40% res 60% cerdo)	18	5,6944
F4 (60% res 40% cerdo)	18	5,8333
Sig.		0,806

En los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey HSD para la variable “sabor”, donde se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones ($p = 0,806$), ya que todas se agrupan dentro de un mismo subconjunto homogéneo. A pesar de ello, al ordenar las medias de mayor a menor, se identifica que la formulación F4 (60% res, 40% cerdo) ocupa el primer lugar con una media de 5,8333, seguida por F2 (40% res, 60% cerdo) en segundo lugar con un puntaje promedio de 5,6944. Estas formulaciones mostraron una ligera preferencia sensorial en cuanto al sabor, aunque las diferencias no resultaron ser significativas desde el punto de vista estadístico.

- **Textura**

Tabla 44

Resultados del atributo sensorial textura del primer experimento

Panelista	F1	F2	F3	F4	F5
1	7.6	7.6	7	6.5	6.6
2	4.6	5.7	4.7	8	7
3	8.1	7.6	7.3	6.2	7.3
4	5.4	4.1	6	6	6.4
5	5.6	4.7	6.1	5.9	3.3
6	6.3	4.8	6.8	6.4	5.5
7	3.8	5.1	2.4	4.1	2.2
8	7.1	6	6.9	6.1	7.3
9	2.9	4.2	5.7	5.5	5.4
10	6.6	1.2	6.4	5.2	4.8
11	5.3	4.9	5.8	7.6	4.3
12	4.1	4.2	3.5	3.9	5.5
13	6.5	3.5	5	3.3	4.8
14	5.2	5	5	5.2	5.5
15	2.8	6.3	6.9	7.5	7.8
16	8.4	7.8	8.4	8.4	8.2
17	4.5	6.1	6	2.8	5.1
18	8.8	7.9	8.1	5	3.1
Promedio	5.76	5.37	6	5.76	5.56

En la evaluación sensorial del atributo textura se puede observar que el promedio más alto es de la formulación 3 (F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo) con un promedio de 6; continúan las formulaciones 1 y 4 (F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo; F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo) ambas con el mismo promedio de 5.76, después se encuentra la formulación 5 (F5: 70% carne de res y 30% carne de cerdo) con un promedio de 5.56 y finalmente la formulación 2 (F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo) con un promedio de 5.37, como el promedio más bajo en el atributo de textura, demostrando que fue la menos aceptada por los 18 panelistas.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 45

ANOVA con bloques del atributo sensorial textura del primer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Textura					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	124,262 ^a	21	5,917	3,542	0,000
Intersección	2912,711	1	2912,711	1743,419	0,000
Panelista	120,261	17	7,074	4,234	0,000
Formulación	4,001	4	1,000	0,599	0,665
Error	113,607	68	1,671		
Total	3150,580	90			
Total corregido	237,869	89			

a. R al cuadrado = 0,522 (R al cuadrado ajustada = 0,375)

La tabla muestra los resultados del ANOVA con bloques aplicado a la característica sensorial “textura” de las formulaciones, donde se evidencia que tanto la intersección ($F = 1743,419$; $p = 0,000$) como el efecto de los panelistas ($F = 4,234$; $p = 0,000$) son estadísticamente significativos, lo que indica diferencias importantes en la percepción general y entre evaluadores. En contraste, el efecto de la variable “formulación” no fue significativo ($F = 0,599$; $p = 0,665$), lo que sugiere que las distintas proporciones de carne de res y cerdo no influyeron de manera apreciable en la textura percibida por los 18 panelistas.

Tabla 46
Tukey del atributo sensorial textura del primer experimento

Textura		
HSD Tukey^{a,b}		
Formulación	N	Subconjunto
		1
F2 (40% res 60% cerdo)	18	5,3722
F5 (70% res 30% cerdo)	18	5,5611
F1 (30% res 70% cerdo)	18	5,7556
F4 (60% res 40% cerdo)	18	5,7556
F3 (50% res 50% cerdo)	18	6,0000
Sig.		0,593

Se presentan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey HSD para la variable “textura”, donde se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones ($p = 0,593$), ya que todas pertenecen al mismo subconjunto homogéneo. A pesar de ello, al ordenar las medias de mayor a menor, se identifica que la formulación F3 (50% res, 50% cerdo) ocupa el primer lugar con una puntuación promedio de 6,0000, seguida por F1 (30% res, 70% cerdo) y F4 (60% res, 40% cerdo), ambas en segundo lugar con una media igual de 5,7556. Aunque estas diferencias no son significativas desde el punto de vista estadístico, indican una leve tendencia de preferencia del panel sensorial por estas formulaciones en cuanto a textura.

2.2.1.4. Análisis instrumental de textura del primer experimento

Se realizó la prueba del texturómetro para para cada formulación (F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo; F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo; F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo; F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo; F5 70% carne de res y 30% carne de cerdo) con 5 repeticiones, con la ayuda del texturómetro se mide la firmeza del producto, los resultados se midieron en Newton.

Tabla 47
Resultados del análisis instrumental de textura del primer experimento

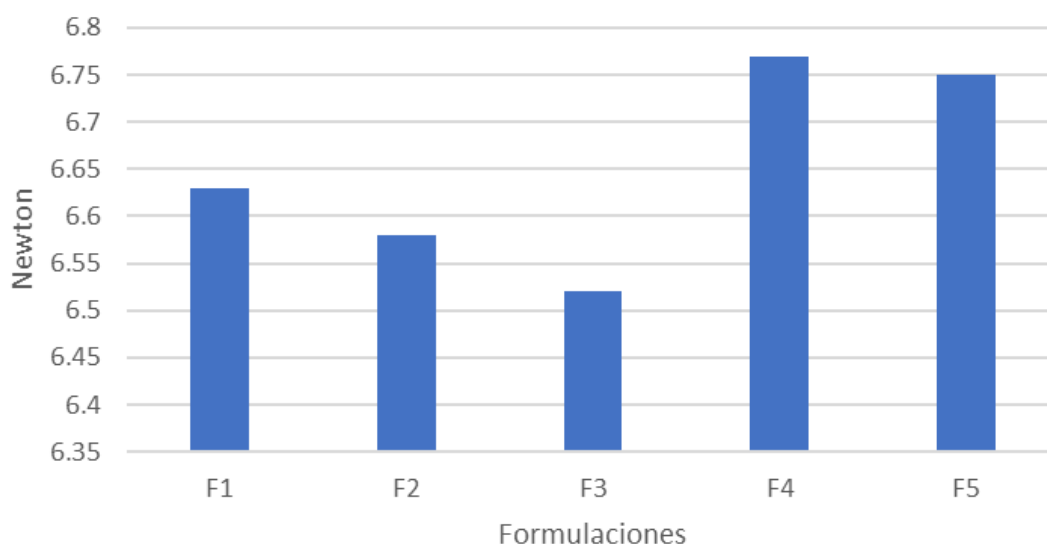
Formulación	Repeticiones	Firmeza (Newton)	Promedio
F1	Repetición 1	6.6	6.63
	Repetición 2	6.8	
	Repetición 3	6.6	
	Repetición 4	6.75	
	Repetición 5	6.4	
F2	Repetición 1	6.6	6.58
	Repetición 2	6.55	
	Repetición 3	6.95	
	Repetición 4	6.3	
	Repetición 5	6.5	
F3	Repetición 1	6.65	6.52
	Repetición 2	6.35	
	Repetición 3	6.2	
	Repetición 4	6.65	
	Repetición 5	6.75	
F4	Repetición 1	6.95	6.77
	Repetición 2	6.85	
	Repetición 3	6.8	
	Repetición 4	6.75	
	Repetición 5	6.5	
F5	Repetición 1	7	6.75
	Repetición 2	6.65	
	Repetición 3	6.85	
	Repetición 4	6.6	
	Repetición 5	6.65	

Mediante la prueba del texturómetro medimos la firmeza de la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca. Se sacaron promedios y los resultados fueron los siguientes: F1: 6.63 N; F2: 6.58 N; F3: 6.52 N; F4: 6.77 N; F5: 6.75 N. Con los promedios obtenidos de las 5 repeticiones de cada formulación se observa que la formulación 4 (F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo) presenta mayor firmeza con 6.77 N, después sigue la formulación 5 (F5: 30% carne de res y 70% carne de cerdo) con 6.75 N, luego la formulación 1 (F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo) con 6.63 N, después la formulación 2 (F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo) y finalmente la formulación 3

(F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo) con la menor firmeza de las muestras con 6.52 N. En el caso del atributo textura tanto en el análisis sensorial como en la prueba del texturómetro se determinó que la formulación 4 (F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo) resulta ser la más firme. Este valor de 6.77 se encuentra dentro del rango aceptable sensorialmente, Salejda, et al, 2022 indican que los productos cárnicos con sustituciones parciales de grasa con alimentos alternativos presentan una dureza entre 5 a 12 N manteniendo la calidad sensorial del producto.

Figura 5

Gráfica de barras del análisis instrumental de textura del primer experimento



Al analizar la distribución de las barras de la gráfica se distingue variabilidad en las formulaciones de la proporción de carne de res y cerdo. La formulación 4 (F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo) encabeza la gráfica con una firmeza promedio de 6.77 N, demostrando firmeza en el producto, continua la formulación 5 (F5: 70% carne de res y 30% carne de cerdo), demostrando correlación que al incrementar carne de res se obtiene mayor firmeza en el producto. Se puede observar que la formulación 3 (F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo) es la salchicha con menos firmeza con una firmeza promedio de 6.52 N; por otro lado, con valores intermedios encontramos a las formulaciones 1 y 2 (F1: 30% carne de

res y 70% carne de cerdo; 40% carne de res y 60% carne de cerdo) con 6.63 y 6.58 N respectivamente. Se puede concluir que la formulación de la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca con proporción de 60% carne de res y 40% carne de cerdo es la óptima en la firmeza del producto final.

• Estadística

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 48

ANOVA con bloques del análisis instrumental de textura del primer experimento

Prueba ANOVA instrumental textura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,233	4	0,058	1,519	0,235
Dentro de grupos	0,767	20	0,038		
Total	1,000	24			

Se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas en la textura (firmeza) entre las cinco muestras analizadas, ya que el valor de significancia obtenido fue de 0.235, superior al nivel crítico de 0.05. Por tanto, cualquier diferencia observada en las medias puede atribuirse al azar o a variabilidad natural, no al efecto de la formulación.

Tabla 49

Tukey para el análisis instrumental de textura del primer experimento

Instrumental textura			
HSD Tukey ^a			
Formulaciones	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
F 3	5		6,5200
F 2	5		6,5800
F 1	5		6,6300
F 5	5		6,7500
F 4	5		6,7700
Sig.			0,293

La tabla muestra los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para las medias de textura obtenidas mediante texturómetro entre cinco muestras, donde se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($p = 0,293$), ya que todas se agrupan en un único subconjunto homogéneo. A pesar de esta homogeneidad estadística, al ordenar las medias, se identifica que la Muestra 4 obtuvo el mayor valor promedio de textura (6,7700), seguida muy de cerca por la Muestra 5 (6,7500) y la Muestra 1 (6,6300), lo que sugiere que estas muestras presentaron una textura ligeramente más firme o consistente desde el punto de vista instrumental, aunque sin diferencias relevantes desde el punto de vista estadístico.

2.2.1.5. Conclusiones del primer experimento

Considerando los resultados obtenidos y las comparaciones de medias para las características sensoriales y en análisis instrumental de textura la mejor opción es la formulación 4 (60% carne de res y 40% carne de cerdo) por las siguientes razones:

- Sensorial sabor: F4 obtuvo el primer lugar con la puntuación promedio más alta (5.83), lo cual es relevante por lo que dicho atributo es de mayor peso en la preferencia del consumidor en un producto final.
- Sensorial olor: F4 ocupó el segundo lugar con una media alta (5.85)
- Sensorial textura: F4 se posicionó en el segundo lugar (5.76) mostrando una buena aceptación.
- Instrumental textura: Se encontró que la formulación 4 tuvo mejor firmeza en el producto con el mejor promedio (6.77).

En conclusión, F4 destacó con posiciones altas y consistente en los atributos más valorados por los comensales, liderando en el atributo sabor y mostrando un rendimiento sólido tanto sensorial como instrumentalmente.

2.2.2. Experimento 2

En el siguiente experimento se busca evaluar la sustitución parcial de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt. Los tratamientos comprenden T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca; T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca y T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca. Los análisis ejecutados fueron: análisis sensorial, porcentaje de grasa, análisis de textura, estabilidad de la emulsión y pérdida de grasa por cocción. En el análisis sensorial se encuestó a 18 panelistas, en el porcentaje de grasa se realizó un análisis en el laboratorio “Bhios”, el análisis de textura se determinó con el texturómetro a 5 repeticiones cada muestra, la estabilidad de emulsión se determinó con ayuda de la centrifuga a 6000 RPM y finalmente la pérdida por cocción determinado por el peso del embutido crudo y cocido.

2.2.2.1. Objetivo del experimento 2

Formular distintos tipos de tratamientos variando la humedad y cantidad de almidón de yuca (T1: 2.5% almidón de yuca y 12.5% grasa; T2: 5% almidón de yuca y 10% grasa; T3: 7.5% almidón de yuca y 7.5% grasa) para poder determinar la formulación adecuada evaluando las propiedades sensoriales, cantidad de grasas, textura, estabilidad de la emulsión y capacidad de retención de agua (CRA) por pérdida por cocción.

2.2.2.2. Diseño experimental del segundo experimento

Tabla 50

Experimento 2

Ítem	Detalle
Nº de formulaciones	T1: Sustitución de grasa por almidón de yuca al 2.5% T2: Sustitución de grasa por almidón de yuca al 5% T3: Sustitución de grasa por almidón de yuca al 7.5%
Variables independientes	Porcentaje de sustitución de grasa
Variables dependientes	Análisis sensoriales (color, olor, sabor y textura) Contenido de grasa Análisis instrumental de textura Estabilidad de emulsión Capacidad de retención de agua por pérdida por cocción

2.2.2.3. Análisis sensorial del segundo experimento

El análisis sensorial contempla una ficha bilateral no estructurada donde se utilizó una línea horizontal de 9 cm, donde el panelista evaluó las muestras desde me desagrada mucho (0) hasta me agrada mucho (9). Se realizó la encuesta a 18 panelistas semi entrenados en el campus del parque industrial de la Universidad Católica de Santa María. Fueron 3 muestras donde se evaluó color, olor, sabor y textura, en este experimento se evaluaron las propiedades sensoriales de la sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 2.5%, 5% y 7.5%

- T1: 2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca
- T2: 5% de sustitución de grasa por almidón de yuca
- T3: 7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca

Los códigos utilizados en las encuestas son aleatorios, los que empiezan con 1 son de la formulación 1 (T1), los que empiezan con 2 de la formulación 2 (T2) y los que empiezan 3 de la formulación 3 (T3).

Tabla 51

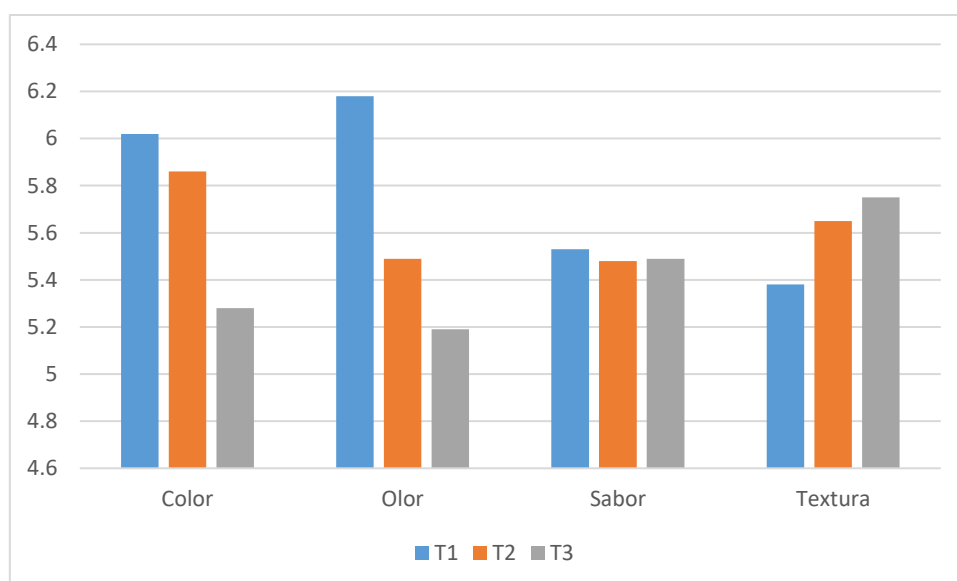
Resultados análisis sensorial del segundo experimento

	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
T1 (2.5% sustitución)	6.02	6.18	5.53	5.38	5.78
T2 (5% sustitución)	5.86	5.49	5.48	5.65	5.62
T3 (7.5% sustitución)	5.28	5.19	5.49	5.75	5.43

En la gráfica se puede demostrar el impacto en los panelistas de la adición del almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa en una salchicha tipo Frankfurt. En el caso de T1 se obtuvo el promedio general más alto de 5.78, seguido de T2 con un promedio de 5.62 y finalmente T3 con 5.43. Evaluando los atributos, se puede observar una clara preferencia por el tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) para color y olor con 6.02 y 6.18 respectivamente; en el caso de sabor se encuentran puntajes muy similares para los 3 tratamientos, encabezando T1 con 5.53, seguido de T3 con 5.49 y finalmente T2 con 5.48; para el atributo textura se encuentran unos resultados totalmente distintos, encabeza T3 con 5.75, seguido de T2 con 5.65 y finalmente T1 con 5.38, lo cual indica que a mayor sustitución de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt mejora la textura del producto, según Naranjo y Pazmiño (2010) una de las características del almidón es su capacidad gelificante por su contenido de amilosa y amilopectina, lo cual aporta firmeza a la textura del producto final.

Figura 6

Gráfica de barras del análisis sensorial del segundo experimento



La gráfica demuestra la tendencia de aceptación por los panelistas al adicionar almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa en una salchicha tipo Frankfurt, En color la barra de T1 es la más alta, seguida de T2 y finalmente T3, demostrando que menor cantidad de sustitución de almidón de yuca la salchicha es visualmente más atractiva. En olor se puede distinguir la misma tendencia. Para el caso del sabor, se obtuvieron puntajes muy similares. Finalmente, en textura se puede observar que T3 tiene mayor puntaje que T2 y T1, sugiriendo que a mayor adición del almidón como sustituto de la grasa en una salchicha influye notablemente en la textura del producto.

- **Color**

Tabla 52

Resultados del atributo sensorial color del segundo experimento

Panelista	T1	T2	T3
1	8.8	7.3	6.6
2	8.8	2.6	4.6
3	6	4.5	4.3
4	4.1	3.4	2.1
5	7.7	5	7.8
6	4.7	6.1	4.6
7	5.4	5.5	5
8	3.5	5.6	2.5
9	7.9	8.4	8.4
10	5.5	6.3	4.1
11	3.4	4	4.3
12	6.6	7.8	6.8
13	3.9	6.8	3.6
14	8.5	8	7.6
15	6.6	7.2	7.2
16	6.1	5.8	3.2
17	4.7	5.4	6.2
18	6.2	5.8	6.2
Promedio	6.02	5.86	5.28

Los resultados obtenidos del análisis sensorial demuestran que en el caso del atributo color los 18 panelistas percibieron visualmente la adición del almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa ya que en dicho análisis se evaluaron 3 tratamientos distintos: T1: 2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca; T2: 5% de sustitución de grasa por almidón de yuca; T3: 7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca. Los promedios demuestran la preferencia de los panelistas por el tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) con un promedio de 6.02; continúa el tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) con un promedio de 5.86 y finalmente el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) con un promedio de 5.28. Dichos

resultados suponen que a mayor adición de sustitución de grasa por almidón de yuca influye visualmente al producto final.

- **Estadística**

Tabla 53

ANOVA con bloques del atributo color del segundo experimento

Pruebas de efectos intersujetos						
Variable dependiente: Color						
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Modelo corregido	7.154 ^a	3	2.385	0.766	0.518	
Intersección	361.129	1	361.129	116.015	0	
Panelista	1.72	17	1.72	0.553	0.461	
Tratamientos	5.434	2	2.717	0.873	0.424	
Error	155.639	50	3.113			
Total	1930.96	54				
Total corregido	162.793	53				

a. R al cuadrado = 0.044 (R al cuadrado ajustada = -0.013)

En relación con la variable sensorial color, los resultados del análisis de varianza (ANOVA) muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p = 0.424$), lo que indica que los diferentes niveles de sustitución de grasa por almidón de yuca no influyeron de manera significativa en la percepción del color del producto por parte de los panelistas. Esta conclusión se refuerza con un valor F bajo ($F = 0.873$) y un coeficiente de determinación ajustado negativo (R^2 ajustado = -0.013), lo cual sugiere que el modelo no explica adecuadamente la variabilidad observada en esta característica sensorial.

Tabla 54
Tukey para el atributo sensorial color del segundo experimento

Color		
HSD Tukey^{a,b}		
Tratamientos	N	Subconjunto
		1
T1 (7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca)	18	5.2833
T2 (5% de sustitución de grasa por almidón de yuca)	18	5.8611
T3 (2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca)	18	6.0222
Sig.		0.423

Al observar los promedios obtenidos en la prueba post hoc de Tukey, se aprecia una tendencia favorable hacia la formulación con 2.5% de sustitución de grasa, que alcanzó la media más alta (6.0222), seguida por la de 5% (5.8611) y finalmente la de 7.5% (5.2833). Aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas, podría considerarse que una menor sustitución de grasa favorece ligeramente la aceptabilidad del color desde una perspectiva visual. Aunque no se encontraron diferencias significativas en la percepción del color, la formulación con 2.5% de sustitución obtuvo la mejor valoración media, lo cual puede ser considerado como una ventaja relativa en contextos donde el aspecto visual del producto influye en la decisión del consumidor.

- **Olor**

Tabla 55
Resultados del atributo sensorial olor del segundo experimento

Panelista	T1	T2	T3
1	8.6	6	7.5
2	8.8	2.5	4.5
3	6	3.9	3.5
4	5.4	5.3	5.4
5	8.2	7.7	6.3
6	8.5	4.6	4.1
7	5.6	6.3	5.3
8	4	3.9	3.1
9	6.7	6.5	7.8
10	6.7	6	4.5
11	3.2	3.5	4.8
12	4.4	4	4.4
13	3	8.4	5.6
14	8.6	8.2	7.2
15	5.9	5.8	6.2
16	6	5.4	3.8
17	4.6	6	4.8
18	7.1	4.9	4.6
Promedio	6.18	5.49	5.19

Las distintas concentraciones de los tratamientos influyen en el agrado de los panelistas por el producto final. El tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) tuvo mayor aceptabilidad con un promedio de 6.18, seguido del tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) con un promedio de 5.49 y finalmente el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) con un promedio de 5.19. Demostrando la aceptabilidad olfativa de T1 con el promedio más alto, seguidas de T2 y T3 con promedios considerablemente más bajos, de igual forma que en el atributo color se puede demostrar que en el atributo olor los panelistas perciben que a mayor cantidad de sustitución de grasa por almidón de yuca existe menor aceptabilidad entre los panelistas.

Estadística
Tabla 56

ANOVA con bloques del atributo sensorial olor del segundo experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Olor					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10.086 ^a	3	3.362	1.245	0.303
Intersección	422.696	1	422.696	156.522	0
Panelista	0.745	17	0.745	0.276	0.602
Tratamientos	9.341	2	4.671	1.729	0.188
Error	135.028	50	2.701		
Total	1852.02	54			
Total corregido	145.113	53			

a. R al cuadrado = 0.070 (R al cuadrado ajustada = 0.014)

Respecto a la variable Olor, el análisis de varianza (ANOVA) mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p = 0.188$), lo cual indica que los distintos niveles de sustitución de grasa por almidón de yuca no tuvieron un efecto significativo sobre la percepción del olor del producto por parte de los panelistas. El valor F obtenido fue de 1.729 y el coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado = 0.014) fue muy bajo, lo que sugiere que el modelo explica apenas una pequeña parte de la variabilidad observada en esta característica sensorial.

Tabla 57
Tukey para el atributo sensorial olor del segundo experimento

Olor			
HSD Tukey^{a,b}			
Tratamientos	N	Subconjunto	
			1
7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	18		5.1889
5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	18		5.4944
2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	18		6.1833
Sig.			0.171

Al revisar los resultados de la prueba post hoc de Tukey, se observa que la formulación con 2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca obtuvo la media más alta en la evaluación sensorial del olor (6.1833), seguida por la de 5% (5.4944) y finalmente la de 7.5% (5.1889). Aunque estas diferencias no son significativas desde el punto de vista estadístico, se puede identificar una tendencia favorable hacia la formulación con menor nivel de sustitución, que fue mejor valorada por los evaluadores en cuanto al atributo olfativo. Si bien las diferencias no alcanzaron significación estadística, la formulación con 2.5% de sustitución se posiciona como la mejor evaluada en términos de olor, lo que podría influir positivamente en la aceptación global del producto, considerando que el olor es un componente clave en la experiencia sensorial del consumidor.

- Sabor

Tabla 58

Resultados del atributo sensorial sabor del segundo experimento

Panelista	T1	T2	T3
1	7.4	4.7	7.7
2	8.8	2.5	4.5
3	6.1	2.3	3.3
4	6.3	4.5	2
5	4.2	4.8	6.7
6	4.7	6.4	3.6
7	5	6.8	4.4
8	3.1	5.9	3.6
9	7.8	6.9	8
10	4.8	6.9	5.8
11	4	3.9	4.7
12	6.7	4	6.9
13	7.1	8.1	5.9
14	6	7.7	8.2
15	5.2	6.2	7.6
16	3.9	7.8	5.6
17	3.7	4.1	6
18	4.7	5.2	4.4
Promedio	5.53	5.48	5.49

En los resultados del atributo sabor se puede observar que el tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) obtuvo el mejor promedio de todos los tratamientos con 5.53, demostrando una ligera preferencia por dicho tratamiento, continúa el tratamiento 3 (T3: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) con 5.49 y finalmente con un promedio muy cercano el tratamiento 2 (T2: 5% sustitución parcial de grasa por almidón de yuca). Las pequeñas diferencias en los promedios obtenidos demuestran que la adición del almidón de yuca como sustituto de la grasa no tuvo un impacto drástico en cuanto al atributo sabor.

- Estadística

Tabla 59

ANOVA con bloques del atributo sensorial sabor del segundo experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Sabor					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2.492 ^a	3	0.831	0.282	0.838
Intersección	323.934	1	323.934	109.869	0
Panelista	2.473	17	2.473	0.839	0.364
Tratamientos	0.019	2	0.01	0.003	0.997
Error	147.418	50	2.948		
Total	1784.51	54			
Total corregido	149.91	53			

a. R al cuadrado = 0.017 (R al cuadrado ajustada = 0.042)

En cuanto al atributo sensorial Sabor, los resultados del análisis de varianza (ANOVA) indican que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres formulaciones evaluadas ($p = 0.997$). El valor F fue muy bajo ($F = 0.003$), lo que demuestra que los distintos porcentajes de sustitución de grasa por almidón de yuca no influyeron en la percepción del sabor del producto. Además, el coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado = 0.042) es bajo, lo que sugiere que el modelo estadístico aplicado no explica de forma adecuada la variabilidad observada en esta variable.

Tabla 60
Tukey para el atributo sensorial sabor del segundo experimento

Sabor			
HSD Tukey^{a,b}			
Tratamientos	N	Subconjunto	1
5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	18		5.4833
7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	18		5.4944
2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	18		5.5278
Sig.			0.997

La prueba de comparaciones múltiples HSD de Tukey muestra que todas las formulaciones se agrupan en un mismo subconjunto homogéneo, confirmando que no existen diferencias significativas entre ellas. Sin embargo, se observa que la formulación con 2.5% de sustitución de grasa alcanzó la mayor puntuación promedio (5.5278), seguida muy de cerca por la de 7.5% (5.4944) y 5% (5.4833). Aunque estas diferencias no son estadísticamente relevantes, podría considerarse una ligera preferencia sensorial hacia la formulación con menor nivel de sustitución. El sabor fue valorado de manera similar en todas las formulaciones, y aunque no se detectaron diferencias significativas, la formulación con 2.5% de sustitución obtuvo el promedio más alto, lo cual podría interpretarse como un indicio de mejor aceptación, aunque sin soporte estadístico concluyente.

- **Textura**

Tabla 61

Resultados del atributo sensorial textura del segundo experimento

Panelista	T1	T2	T3
1	6.2	5.7	7.5
2	8.7	2.5	6.1
3	6.1	1.8	3.5
4	5	5.7	2.7
5	7.4	7.6	8.1
6	2.6	6	4.3
7	6.7	6.8	6.3
8	4.8	6.4	4.4
9	7	6	8.1
10	3.9	7.8	6.1
11	4.4	3.5	4.8
12	6.7	6.6	6.5
13	3.6	6.8	2.4
14	8.4	8.9	8.7
15	2.8	2.4	5.7
16	1.8	7.9	5.6
17	4.7	3.6	7.4
18	6.2	5.7	5.3
Promedio	5.39	5.65	5.75

Con los resultados obtenidos del análisis sensorial al momento de evaluar los distintos tratamientos (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón; T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón; T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón), demuestran que existe una tendencia que a mayor cantidad de almidón como sustituto parcial de grasa se tiene mayor aceptabilidad en la textura de la salchicha. Con el promedio más alto de 5.75, se encuentra el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón), seguido del tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón) con un promedio de 5.65 y finalmente el tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón) con el promedio más bajo de 5.39.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 62

ANOVA con bloques del atributo sensorial textura del segundo experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Textura					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1.357 ^a	3	0.452	0.115	0.951
Intersección	399.854	1	399.854	101.805	0
Panelista	0.106	17	0.106	0.027	0.87
Tratamientos	1.251	2	0.626	0.159	0.853
Error	196.382	50	3.928		
Total	1888.94	54			
Total corregido	197.739	53			

a. R al cuadrado = 0.007 (R al cuadrado ajustada = -0.053)

Respecto al atributo sensorial Textura, los resultados revelan que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones evaluadas ($p = 0.853$). El valor F fue muy bajo ($F = 0.159$), lo que indica que los diferentes porcentajes de sustitución de grasa por almidón de yuca no influyeron de forma relevante en la percepción de la textura del producto por parte de los panelistas. Asimismo, el valor de R^2 ajustado fue negativo (R^2 ajustado = -0.053), lo que sugiere que el modelo estadístico aplicado no logra explicar la variabilidad observada en esta característica sensorial.

Tabla 63
Tukey para el atributo sensorial textura del segundo experimento

Textura			
HSD Tukey^{a,b}			
Tratamientos	N	Subconjunto	1
2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	18		5.3889
5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	18		5.65
7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	18		5.75
Sig.			0.846

En la prueba de Tukey, todas las formulaciones fueron agrupadas dentro del mismo subconjunto homogéneo, lo cual confirma estadísticamente que no existen diferencias significativas en la percepción de la textura. Sin embargo, se observa que la formulación con 7.5% de sustitución de grasa obtuvo la mayor puntuación promedio (5.75), seguida por la de 5% (5.65) y, finalmente, la de 2.5% (5.3889). Si bien estas diferencias no son relevantes desde el punto de vista estadístico, podrían indicar una leve preferencia hacia las formulaciones con mayor nivel de sustitución en cuanto a la sensación de textura. La textura fue valorada de forma similar entre los tratamientos, sin diferencias significativas. No obstante, la formulación con mayor sustitución (7.5%) obtuvo la puntuación promedio más alta, lo cual podría ser interpretado como una ligera ventaja sensorial en términos de firmeza o consistencia, aunque sin respaldo estadístico concluyente.

2.2.2.4. Análisis instrumental de textura del segundo experimento

Se realizó la prueba del texturómetro para cada tratamiento (T1: 2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca; T2: 5% de sustitución de grasa por almidón de yuca; T3: 7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) con 5 repeticiones, con ayuda del texturómetro se midió la firmeza del producto, los resultados se midieron en Newton.

Tabla 64
Resultados del análisis instrumental de textura del segundo experimento

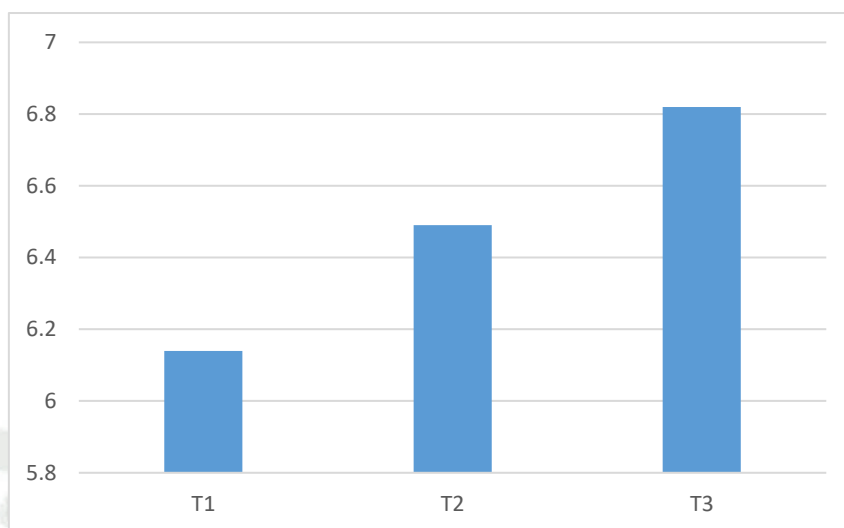
Formulación	Repeticiones	Firmeza (Newton)	Promedio
T1	Repetición 1	6.35	6.14
	Repetición 2	6.2	
	Repetición 3	6.05	
	Repetición 4	6	
	Repetición 5	6.1	
T2	Repetición 1	6.6	6.49
	Repetición 2	6.5	
	Repetición 3	6.45	
	Repetición 4	6.4	
	Repetición 5	6.5	
T3	Repetición 1	6.75	6.82
	Repetición 2	6.7	
	Repetición 3	7	
	Repetición 4	6.8	
	Repetición 5	6.85	

Mediante la prueba del texturómetro medimos la firmeza de la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca. Se sacó promedios y los resultados fueron los siguientes: T1: 6.14; T2: 6.49 y T3: 6.82

Se puede observar en la tabla de resultados que el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) con 6.82 Newtons, seguido del tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) con un promedio de 6.49 Newtons y finalmente el tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) con un promedio de 6.14 Newtons. Lo que indica que a mayor cantidad de almidón de yuca existe mayor firmeza en la salchicha, lo cual percibieron también los panelistas evaluados en el análisis sensorial.

Figura 7

Gráfica de barras del análisis instrumental de textura del segundo experimento



La gráfica demuestra la tendencia ascendente de la firmeza de las salchichas al adicionar el almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa contribuyendo a un producto con una estructura más firme. Según Aristizábal y Sánchez, (2007), el almidón de yuca depende de la relación amilosa/amilopectina y dicho almidón tiene la propiedad de otorgar consistencia y resistencia al corte a los productos que utilizan este aditivo, por lo que se puede observar que en nuestros resultados de textura demuestran que la adición del almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa para la elaboración de una salchicha aporta firmeza en nuestro producto final.

- Estadística

Tabla 65

ANOVA con bloques del análisis instrumental de textura del segundo experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Newton					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1.173 ^a	3	0.391	31.694	0
Intersección	117.126	1	117.126	9496.698	0
Repeticiones	0.016	4	0.016	1.324	0.274
Formulación	1.156	2	0.578	46.878	0
Error	0.136	11	0.012		
Total	631.813	15			
Total corregido	1.308	14			
a. R al cuadrado = 0.896 (R al cuadrado ajustada = 0.868)					

En cuanto al análisis instrumental de la textura, evaluado mediante el texturómetro por la fuerza de compresión en Newtons, los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones ($p = 0.000$). Esto indica que los distintos niveles de sustitución de grasa por almidón de yuca sí influyeron significativamente en la firmeza del producto, tal como lo evidencian también el alto valor F ($F = 46.878$) y el coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado = 0.868), el cual refleja que el modelo explica un alto porcentaje de la variabilidad observada en esta variable instrumental.

Tabla 66
Tukey para el análisis instrumental de textura del segundo experimento

Instrumental de textura				
HSD Tukey^{a,b}				
Formulación	N	Subconjunto		
		1	2	3
2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	5	6.14		
5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	5		6.49	
7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	5			6.82
Sig.		1	1	1

La prueba de comparaciones múltiples HSD de Tukey agrupó cada formulación en subconjuntos distintos, confirmando que las tres formulaciones difieren significativamente entre sí. La formulación con 7.5% de sustitución de grasa presentó la mayor fuerza promedio (6.82 N), seguida por la de 5% (6.49 N) y finalmente la de 2.5% (6.14 N). Estos resultados indican que, a mayor nivel de sustitución de grasa por almidón, mayor fue la firmeza o resistencia mecánica del producto, lo que puede relacionarse con una textura más compacta o consistente desde el punto de vista instrumental. En síntesis, el análisis instrumental evidenció una influencia significativa del porcentaje de sustitución sobre la textura. La formulación con 7.5% de almidón de yuca fue la más firme, lo cual puede ser considerado favorable según las preferencias del consumidor final y las características deseadas del producto.

2.2.2.5. Estabilidad de la emulsión del segundo experimento

La estabilidad de la emulsión fue determinada por el método de Karakaya et al. (1997). Se utilizaron muestras de cada tratamiento, con ayuda de una espátula se colocaron en los tubos falcón, se colocaron en la centrífuga durante 5 minutos a 1000 RPM para que la emulsión quede en el fondo de los tubos falcón, luego se colocaron las muestras en baño María hasta llegar a una temperatura interna de 72°C por 30 segundos, posteriormente se

centrifugó durante 15 minutos a 6000 RPM. Al terminar la centrifugación se procedió a medir la cantidad del líquido del volumen separado de cada tubo falcón.

Tabla 67

Resultados de centrifuga

Tratamiento	Volumen muestra (ml)	Volumen de grasa (ml)	Volumen de líquido separado (ml)
T1	64.9	9.01	2.07
T2	65.1	9.28	1.53
T3	62.7	9.15	0.92

En el caso del tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) se utilizaron 64.9 ml de muestra con un volumen de grasa de 9.01 ml y el volumen de líquido separado después del proceso de centrifugación es de 2.07 ml. En el tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) fueron 65.1 ml de muestra donde se tuvo 9.28 ml de grasa y de líquido separado después de la centrifuga un volumen de 1.53 ml. En el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) se utilizaron 62.7 ml de muestra con un volumen de grasa de 9.15 ml y luego de pasar por la centrifuga se obtuvieron 0.92 ml de líquido separado.

Se determina el índice de la estabilidad de la emulsión por medio de la ecuación (Pearce y Kinsella,1978).

$$IEE = 1 - \frac{\text{Volumen separado de la emulsión}}{\text{Volumen de grasa de la emulsión}}$$

Según Pearce y Kinsella (1978), los valores del índice de la estabilidad de la emulsión tienen un rango entre 0 a 1, donde 0 representa pobre estabilidad de emulsión y 1 alta estabilidad.

Con los datos obtenidos se obtuvieron los siguientes resultados:

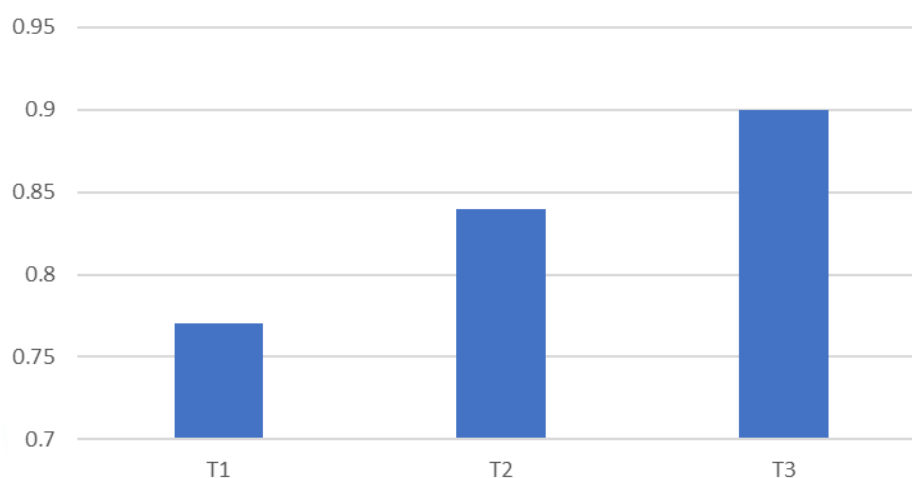
Tabla 68*Resultados de índice de estabilidad de emulsión del segundo experimento*

Tratamiento	IEE
T1	0.77
T2	0.84
T3	0.9

Según Pearce y Kinsella (1978) consideran que los valores con un índice de estabilidad de la emulsión cercanos a 1 tienen alta estabilidad de la emulsión y los valores cercanos a 0 indican tener pobre estabilidad. Se puede observar en la tabla que a mayor adición del almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa existe mayor estabilidad de la emulsión. El tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) es el tratamiento con menor estabilidad con un valor de 0.77, le sigue el tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) con un índice de 0.84 y finalmente el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) con un valor 0.9 con la mayor estabilidad de emulsión. Se utilizó 15% de grasa en la formulación de salchichas tipo Frankfurt y se realizó la sustitución parcial de la grasa al 2.5%, 5% y 7.5% por almidón de yuca, lo que indica que el tratamiento 3 tiene menor cantidad de grasa y mayor porcentaje de sustitución parcial del almidón de yuca, lo que demuestra que a menor cantidad de grasa y mayor sustitución del almidón existe un mayor índice de la estabilidad de la emulsión.

Figura 8

Gráfica de barras del índice de estabilidad de emulsión del segundo experimento



Se puede observar una clara tendencia, al adicionar almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa para una salchicha tipo Frankfurt se obtiene un mayor índice de estabilidad de la emulsión cárnica, en el tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) se obtuvo un índice de 0.77, en el caso del tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) 0.84 y finalmente en el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) se obtuvo 0.9, siendo T3 el tratamiento con un índice de estabilidad de la emulsión más cercano a 1, demostrando ser el tratamiento más óptimo para dicho experimento.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 69
Diseño completamente azar de estabilidad de emulsión del segundo experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
IEE	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.026	2	0.013	3.581	0.095
Dentro de grupos	0.021	6	0.004		
Total	0.047	8			

En el análisis de la variable instrumental Estabilidad de la Emulsión (IEE), el resultado indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres formulaciones evaluadas ($p = 0.095$), aunque el valor se aproxima al umbral de significancia ($\alpha = 0.05$). El valor F obtenido fue de 3.581, lo que sugiere una posible tendencia a la diferencia, pero no suficiente como para afirmar con certeza que el nivel de sustitución de grasa influye significativamente en la estabilidad de la emulsión del producto.

Tabla 70
Tukey para el índice de estabilidad de emulsión del segundo experimento

IEE				
HSD Tukey^a	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamiento		1	2	3
7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	3	0.9		
5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	3		0.84	
2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	3			0.77
Sig.		1	1	1

La prueba de comparaciones múltiples HSD de Tukey clasificó cada tratamiento en un subconjunto diferente, lo que indica que existen diferencias en los valores medios, aunque no sean estadísticamente significativas. La formulación con 7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca presentó el mayor valor promedio de estabilidad (0.90), seguida por la de

5% (0.84) y finalmente la de 2.5% (0.77). Estos resultados sugieren que, a mayor nivel de sustitución de grasa por almidón de yuca, mayor es la estabilidad de la emulsión, lo cual es deseable desde un punto de vista tecnológico, ya que implica una mejor retención de la fase grasa y menor separación de líquidos durante el almacenamiento o la cocción. Aunque las diferencias entre formulaciones no alcanzaron significación estadística, se observa una tendencia favorable en la estabilidad de la emulsión con mayor porcentaje de sustitución de grasa por almidón, siendo la formulación 3 con 7.5% la que mostró mejor desempeño tecnológico en este aspecto.

2.2.2.6.Capacidad de retención de agua por pérdida por cocción

Se utilizaron 5 muestras de salchicha de cada tratamiento, se pesó cada muestra en crudo y se procedió a escaldarlas hasta llegar a una temperatura de 72°C por 30 segundos, una vez finalizado el escaldado se enfriaron las salchichas hasta llegar a los 20°C, se pesaron cada muestra y anotamos los pesos iniciales y finales de cada uno.

En la siguiente tabla se observan los resultados del peso inicial y final de cada muestra para los tres tratamientos:

Tabla 71

Pesos iniciales y finales para determinación de CRA

Tratamiento	Peso	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio
T1	Inicial	26.52	32.69	36.99	37.8	40.84	34.968
	Final	25.25	31.48	35.47	35.57	39.15	33.384
T2	Inicial	29.56	25.16	36.43	31.51	29.78	30.488
	Final	28.53	24.61	35.35	30.49	28.74	29.544
T3	Inicial	31.08	31.4	33.3	35.9	34.97	33.33
	Final	30.31	30.72	32.66	34.97	33.83	32.498

Durante el proceso de escaldado se puede observar que hubo pérdida de peso al observar los pesos iniciales y finales de cada muestra, en el tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) se puede observar que en promedio se

obtuvo un peso inicial de 34.97 g y después del escaldado el peso descendió a 33.38, en el caso del tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) se obtuvo un promedio de las muestras de peso inicial de 30.49 g y en promedio del peso final en promedio 29.54 g y finalmente en el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) se obtuvo en promedio del peso inicial 33.33 g y final 32.50 g.

Se determina la capacidad de retención de agua (CRA) por pérdida por cocción con la ecuación propuesta por Mansilla, (2000):

$$CRA = \frac{(\text{Peso del embutido crudo} - \text{Peso del embutido cocido})}{\text{Peso del embutido crudo}} \times 100$$

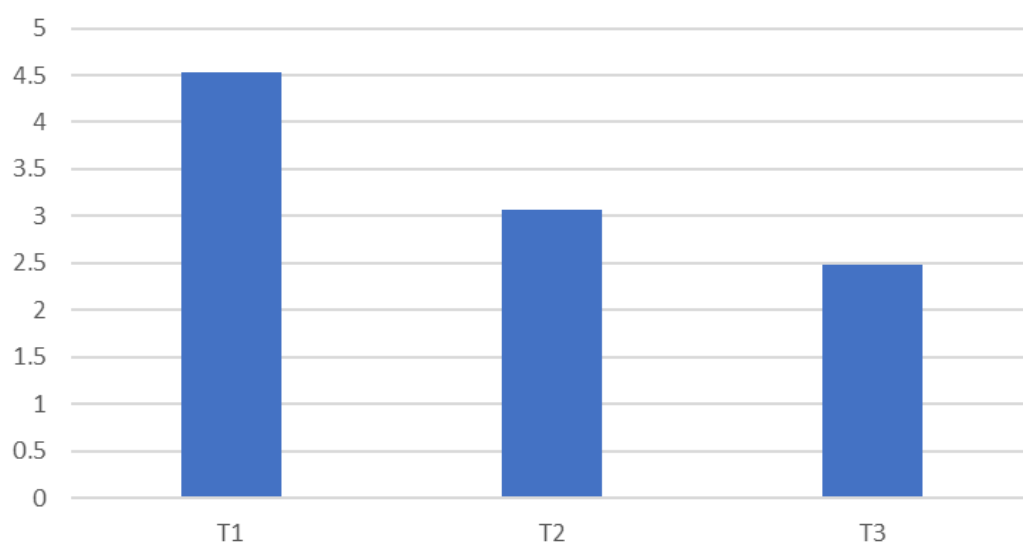
Utilizando la ecuación los resultados fueron los siguientes:

Tabla 72

Resultados de CRA por cocción del segundo experimento

Tratamiento	Rep.1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Promedio
T1	4.79	3.7	4.11	5.9	4.14	4.53
T2	3.48	2.19	2.96	3.24	3.49	3.07
T3	2.48	2.17	1.92	2.59	3.26	2.48

Según Mitchell y Ledwars (1986) indican que cuando el valor de CRA es menor, existe menor pérdida de agua por cocción. En el tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) el CRA es 4.53 demostrando tener mayor pérdida de agua por cocción, continua el tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) con un CRA de 3.07 y finalmente el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) con 2.48, demostrando que a mayor adición de almidón de yuca existe mayor capacidad de retención de agua por pérdida de cocción. Según Naranjo y Pazmiño (2010) encuentran entre las propiedades más importantes del almidón de yuca la solubilidad y capacidad de retención de agua por su contenido de amilosa y amilopectina, las cuales ayudan a formar una red tridimensional más robusta y densa, que ayudan a la retención de las moléculas de agua.

Figura 9*Gráfica de barras de CRA del segundo experimento*

Teniendo en cuenta existe menor pérdida de agua por cocción con un menor valor de CRA, se demuestra que a mayor adición del almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa se obtiene una mejor capacidad de retención de agua por pérdida por cocción. Como se observa en la gráfica, el tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) tiene la barra más alta, demostrando mayor pérdida de agua por cocción con un CRA de 4.53, seguido de la barra del tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) con 3.07 y finalmente el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca) con 2.48, demostrando ser T3 el tratamiento más óptimo en la capacidad de retención de agua por pérdida por cocción.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 73

Diseño completamente al azar de CRA del segundo experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: CRA					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	11.593 ^a	3	3.864	9.177	0.002
Intersección	23.998	1	23.998	56.992	0
Repeticiones	0.52	4	0.52	1.235	0.29
Tratamiento	11.073	2	5.536	13.148	0.001
Error	4.632	11	0.421		
Total	185.703	15			
Total corregido	16.225	14			

a. R al cuadrado = 0.715 (R al cuadrado ajustada = 0.637)

En cuanto a la capacidad de retención de agua (CRA), evaluada mediante la pérdida por cocción, los resultados muestran que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones ($p = 0.001$). El valor F obtenido para el factor “Tratamiento” fue de 13.148, lo cual indica que el nivel de sustitución de grasa por almidón de yuca afectó significativamente la capacidad del producto para retener agua durante el proceso térmico. Además, el coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado = 0.637) revela que el modelo explica una porción considerable de la variabilidad observada en esta variable instrumental.

Tabla 74
Tukey de capacidad de retención de agua del segundo experimento

CRA		
HSD Tukey ^{a,b}		
Tratamiento	N	Subconjunto
7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	5	2.484
5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	5	3.072
2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	5	4.528
Sig.		0.363

La prueba de Tukey HSD clasificó las formulaciones en dos subconjuntos homogéneos, confirmando que al menos una de ellas difiere significativamente de las otras. La formulación con 2.5% de sustitución de grasa presentó la mayor capacidad de retención de agua (4.528), lo que indica una mayor pérdida por cocción, seguida por la de 5% (3.072), mientras que la formulación con 7.5% registró el valor más bajo (2.484). Esto sugiere que una mayor proporción de almidón en la formulación favorece la retención de agua, lo cual es deseable desde el punto de vista tecnológico. Los resultados muestran que el porcentaje de sustitución de grasa influye significativamente en la CRA, siendo la formulación con 7.5% de sustitución la que ofrece un mejor desempeño tecnológico, con menor pérdida de agua por cocción.

2.2.2.7. Cantidad de grasa del segundo experimento

El estudio se realizó en el laboratorio “Bhios por medio del siguiente método: “AOAC Official Method 690.39 Chapter 39 Subchapter 1.39.1.05 Fat (Crude) or Ether Extract in Meat. 22nd Ed. 2023”. Se entregaron 500 gramos de cada muestra para dicho análisis.

Los resultados obtenidos por el laboratorio fueron los siguientes:

Tabla 75

Resultados de porcentaje de grasa del segundo experimento

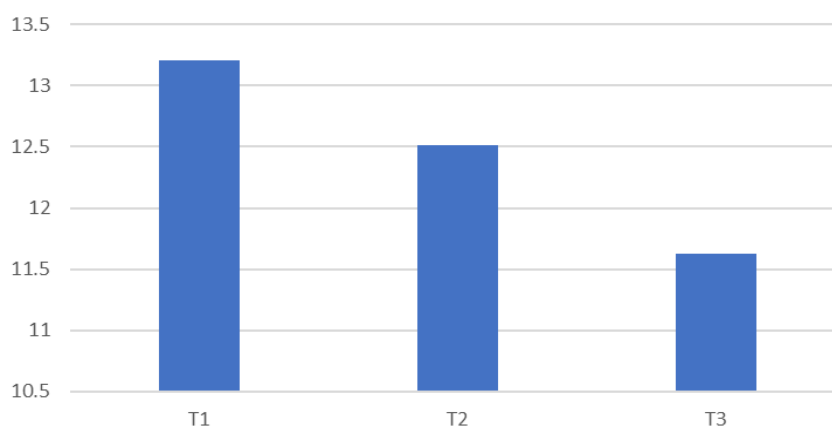
Tratamiento	% grasa
T1	13.21
T2	12.51
T3	11.63

Nota. (Resultados de laboratorio Bhios Arequipa)

Se puede observar una notable descendencia del porcentaje de grasa en las muestras al adicionar el almidón de yuca como sustituto parcial de grasa. En el caso del tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón) se obtuvo el porcentaje más alto de grasa con 13.21%, en el tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón) y finalmente el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón) con el menor porcentaje de grasa al 11.63%. Lo cual demuestra la efectividad de la sustitución parcial del almidón de yuca. La salchicha Frankfurt que ofrecen en el mercado aporta entre 20 a 30% de grasa, lo cual esta muy por arriba del porcentaje de grasa evaluado con la sustitución parcial de almidón de yuca.

Figura 10

Gráfica de barras de cantidad de grasa del segundo experimento



En la gráfica se demuestra la efectividad de la sustitución parcial de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt en los distintos tratamiento, siendo la barra más alta el tratamiento 1 (T1: 2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca), seguida del tratamiento 2 (T2: 5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) y finalmente el tratamiento 3 (T3: 2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) demostrando ser T3 el tratamiento con menor porcentaje de grasa en el producto final.

• Estadística

Se realizó un análisis estadístico completamente al azar por el programa estadístico SPSS.

Tabla 76

Diseño completamente al azar de cantidad de grasa del segundo experimento

% grasa	% grasa					Sig.
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F		
Entre grupos	3.761	2	1.88	18804		0
Dentro de grupos	0.001	6	0			
Total	3.761	8				

En el análisis de la variable % de grasa, los resultados muestran diferencias altamente significativas entre las formulaciones ($p = 0.000$). El valor F es extremadamente elevado ($F = 18,804$), lo que indica que el nivel de sustitución de grasa por almidón de yuca tuvo un efecto estadísticamente muy significativo sobre el contenido graso final del producto. Este resultado es consistente con lo esperado, a mayor porcentaje de sustitución de grasa, menor debería ser el contenido graso residual.

Tabla 77
Tukey para cantidad de grasa del segundo experimento

% grasa				
HSD Tukey ^a				
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	3	11.63		
5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	3		12.51	
2.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca	3			13.21
Sig.		1	1	1

La prueba de comparaciones múltiples HSD de Tukey confirmó que cada formulación pertenece a un subconjunto diferente, lo cual demuestra que todas las formulaciones difieren significativamente entre sí en cuanto a su contenido graso. Específicamente, la formulación con 2.5% de sustitución de grasa presentó el valor más alto de grasa (13.21%), seguida por la de 5% (12.51%) y finalmente la de 7.5%, que tuvo el valor más bajo (11.63%). Estos resultados son coherentes con el incremento progresivo del almidón como sustituto graso. El análisis evidencia que el contenido de grasa disminuye de forma significativa conforme aumenta el nivel de sustitución de grasa por almidón de yuca, siendo la formulación con menor sustitución (2.5%) la que conserva mayor cantidad de grasa y, potencialmente, una mayor sensación de jugosidad y sabor, mientras que la de 7.5% muestra el contenido graso más reducido.

2.2.2.8. Conclusiones del segundo experimento

Considerando los resultados obtenidos y las medias comparativas de las características sensoriales (color, olor, sabor y textura) y las pruebas instrumentales (textura, estabilidad de la emulsión, capacidad de retención de agua por pérdida por cocción y cantidad de grasa) se concluye que el mejor tratamiento es el tratamiento 3 (T3: 7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) por las siguientes razones:

- Sensorial (color, olor, sabor y textura): No se encontraron diferencias significativas.
- Instrumental textura: T3 obtuvo el mayor puntaje (6.82 N) demostrando firmeza en el producto final.
- Estabilidad de la emulsión: T3 obtuvo el mejor índice en la estabilidad de la emulsión (0.9).
- Capacidad de retención de agua por pérdida por cocción: T3 demostró tener mejor capacidad de retención de agua (2.48)
- Cantidad de grasa: T3 obtuvo el resultado con menor cantidad de grasa en el producto final (11.63%)

El tratamiento 3 (7.5% de sustitución de grasa por almidón de yuca) resultó ser la mejor opción para la sustitución parcial de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt, ya que demostró bajar el contenido graso del producto, aumentando su capacidad de retención de agua y estabilidad de la emulsión conservando sus atributos sensoriales.

2.2.3. Experimento 3

En el siguiente experimento se desarrolla con la finalidad de poder encontrar el tratamiento térmico óptimo para la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5%. Se analizaron dos tipos de escaldados: E1: escaldado en vapor y E2: Escaldado en agua. Se desarrollarán los siguientes análisis: Sensorial (color, olor, sabor y textura), análisis instrumental de textura, capacidad de retención de agua por perdida por cocción, rendimiento y curvas de penetración de calor.

2.2.3.1. Objetivo del tercer experimento

Determinar el mejor método de escaldado para la elaboración de salchicha tipo Frankfurt utilizando dos tipos de escaldado: en agua y en vapor (E1: escaldado en agua; E2: escaldado en vapor).

2.2.3.2. Diseño experimental del tercer experimento

Tabla 78

Experimento 3

Ítem	Detalle
N° de formulaciones	E1: escaldado en vapor E2: escaldado en agua
Variables independientes	Tipo de escaldado
Variables dependientes	Análisis sensorial (color, olor, sabor y textura) Curvas de penetración de calor Análisis instrumental de textura Capacidad de retención de agua por pérdida por cocción Rendimiento

2.2.3.3. Análisis sensorial del tercer experimento

El análisis sensorial contempla una ficha bilateral no estructurada donde se utilizó una línea horizontal de 9 cm, donde el panelista evaluó las muestras desde me desagrada mucho (0) hasta me agrada mucho (9). Se realizó la encuesta a 18 panelistas semi entrenados en el campus del parque industrial de la Universidad Católica de Santa María. Fueron 2 muestras donde se evaluó color, olor, sabor y textura, en este experimento se evaluaron las propiedades sensoriales del escaldado en vapor y en agua.

- E1: escaldado en vapor
- E2: escaldado en agua

Los códigos utilizados en las encuestas son aleatorios, los que empiezan con 1 son del escaldado 1 (E1), los que empiezan con 2 del escaldado 2 (E2).

- **Resultados análisis sensorial**

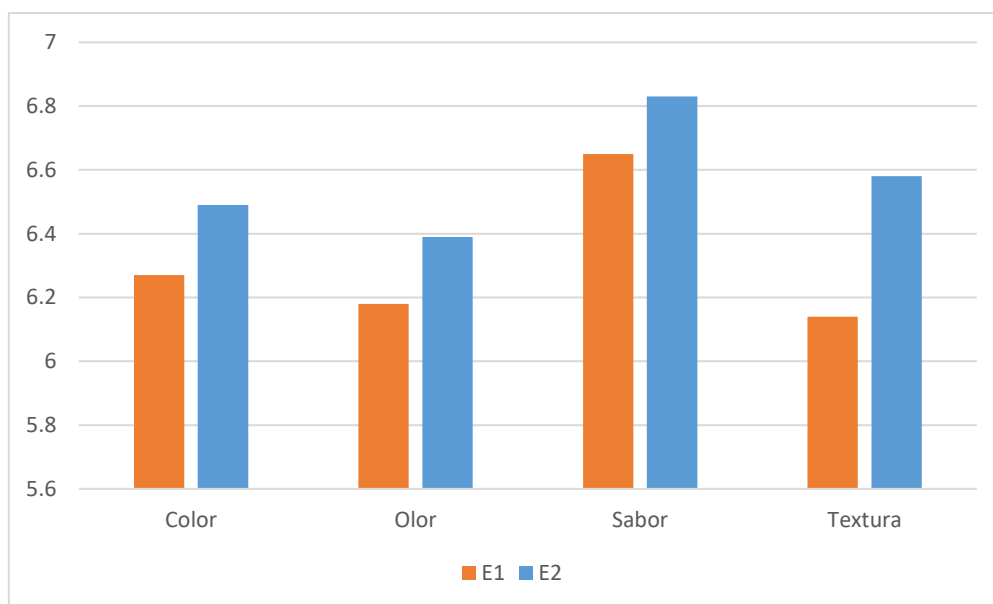
Tabla 79*Resultados análisis sensorial del tercer experimento*

	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
Escaldado en vapor (E1)	6.27	6.18	6.65	6.14	6.31
Escaldado en agua (E2)	6.49	6.39	6.83	6.58	6.57

Al analizar los resultados de la tabla, se observa que en E1 (escaldado en vapor) los puntajes oscilan entre 6.14 y 6.65, demostrando efectividad en sus características sensoriales, el atributo sabor es el más fuerte para este tratamiento con un puntaje de 6.65 demostrando un sabor agradable para los panelistas, en el caso de color se obtuvo 6.27, en olor 6.18 y textura 6.14, dichos valores reflejan buena aceptabilidad de los panelistas evaluados con un promedio general de 6.31. En el caso del escaldado en agua (E2) demostró puntajes superiores a E1, en el atributo sabor se obtuvo el mayor puntaje de 6.83 sobresaliendo dicho atributo con el puntaje más alto de toda la tabla, siguiendo la textura con 6.58 puntos, color con 6.49 y olor con 6.39, en promedio general se obtuvieron 6.57 puntos; demostrando que los panelistas encontraron al escaldado en agua más agradable según los atributos evaluados.

Figura 11

Gráfica de barras del análisis sensorial del tercer experimento



En la gráfica podemos observar el eje x los atributos sensoriales evaluados: color, olor, sabor y textura y en el eje y la puntuación obtenida, las barras de color naranja representan a E1: escaldado en vapor y las barras azules representan a E2: escaldado en agua. Se puede distinguir una clara preferencia por E2 en todos los atributos, también se observa la preferencia por el atributo sabor en ambos escaldados, con los puntajes más altos de todos los atributos evaluados.

- **Color**

Tabla 80

Resultados del atributo sensorial color del tercer experimento

Panelista	E1	E2
1	6.2	7.6
2	6.6	6.4
3	7.3	7.5
4	4	8
5	4.9	3.4
6	6.3	7.6
7	8	7.1
8	6.7	6.1
9	6.3	5.6
10	6.5	6
11	6.9	6
12	7.2	6.8
13	2.4	2.9
14	6.7	6.5
15	4.6	7.7
16	7.8	7.3
17	7.2	6.9
18	7.2	7.4
Promedio	6.27	6.49

Con los resultados obtenidos en el análisis sensorial para el atributo color, se puede observar un promedio ligeramente superior para el escaldado 2 (E2: escaldado en agua) con un promedio de 6.49, en comparación del escaldado 1 (E1: escaldado en vapor) con un promedio inferior de 6.27, lo que demuestra que los 18 panelistas encontraron visualmente más atractivas las salchichas escaldadas en agua.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 81

ANOVA con bloques del atributo sensorial color del tercer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Color					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0.516 ^a	2	0.258	0.125	0.883
Intersección	327.873	1	327.873	159.427	0.000
Panelista	0.071	17	0.071	0.035	0.854
Tratamientos	0.444	1	0.444	0.216	0.645
Error	67.867	33	2.057		
Total	1532.720	36			
Total corregido	68.382	35			

a. R al cuadrado = 0.008 (R al cuadrado ajustada = -0.053)

Los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA) para el atributo color indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de escaldado (vapor y agua), ya que el valor de significancia (Sig.) para el efecto de los tratamientos es 0.645, mayor que el umbral convencional de 0.05. Esto sugiere que los panelistas no percibieron diferencias significativas en el color de las salchichas tratadas con escaldado en vapor (E1) frente a las tratadas con escaldado en agua (E2). Asimismo, el efecto del panelista también resultó no significativo (Sig. = 0.854), lo cual indica que no hubo variabilidad considerable entre las evaluaciones individuales de los 18 panelistas respecto al color. El modelo tiene un R^2 ajustado negativo (-0.053), lo cual sugiere que el modelo no explica bien la variación en los datos y que las variables incluidas (tratamiento y panelista) no tienen capacidad predictiva sobre la variabilidad del color percibido.

Tabla 82
Comparación de medias para el atributo sensorial color del tercer experimento

Estadísticos descriptivos				
Variable dependiente: Color				
Tratamientos		Media	Desviación	N
Escaldado en vapor	en	6.2667	1.42911	18
Escaldado en agua	en	6.4889	1.39785	18
Total		6.3778	1.39778	36

Los estadísticos descriptivos del atributo color muestran que las salchichas escaldadas en vapor obtuvieron una media de 6.27 y aquellas en agua una media ligeramente superior de 6.49, con desviaciones estándar similares (1.43 y 1.40, respectivamente). Esto indica que no hubo diferencias notables en la percepción del color entre los tratamientos. La dispersión fue moderada y, al complementarse con el análisis ANOVA (Sig. = 0.645), se concluye que el tipo de escaldado no influyó significativamente en la percepción visual del color.

- **Olor**

Tabla 83

Resultados del atributo sensorial olor del tercer experimento

Panelista	E1	E2
1	6.8	7.5
2	6.6	6.9
3	8.3	6.8
4	5.2	8
5	4.5	5.9
6	7.3	8.1
7	4.9	4.1
8	7.5	5.5
9	4.9	7
10	6.4	6.3
11	7.7	6.3
12	6	6.8
13	3.5	4.5
14	7.6	5.2
15	5.1	5.1
16	6.8	6.7
17	7.1	7.5
18	5.1	6.9
Promedio	6.18	6.39

En el caso del atributo olor del análisis sensorial de la salchicha con dos tipos de escaldados se puede observar mayor aceptación por el escaldado 2 (E2: escaldado en agua) con un promedio superior de 6.39, a diferencia del escaldado 1 (E1: escaldado en vapor) con un promedio inferior de 6.18, lo que sugiere que existe mayor gusto olfativo por la salchicha escaldada en agua.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 84

ANOVA con bloques del atributo sensorial olor del tercer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Olor					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2.213 ^a	2	1.106	0.720	0.494
Intersección	371.216	1	371.216	241.607	0.000
Panelista	1.812	17	1.812	1.179	0.285
Tratamientos	.401	1	0.401	0.261	0.613
Error	50.703	33	1.536		
Total	1476.720	36			
Total corregido	52.916	35			
a. R al cuadrado = 0.042 (R al cuadrado ajustada = -0.016)					

El análisis de varianza (ANOVA) para el atributo olor muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de escaldado (E1: vapor y E2: agua). Esto se evidencia en el valor de significancia (Sig.) para el factor Tratamientos, que es 0.613, muy superior al valor crítico de 0.05. Por lo tanto, se concluye que el tipo de escaldado no influye significativamente en la percepción del olor de las salchichas tipo Frankfurt. Asimismo, el factor panelista tampoco mostró un efecto significativo (Sig. = 0.285), indicando que las diferencias individuales entre los evaluadores tampoco fueron relevantes al momento de juzgar el olor de las muestras. El coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado = -0.016) indica que el modelo no explica la variabilidad total del atributo olor, por

lo que las variables consideradas no tienen un impacto significativo en esta característica sensorial.

Tabla 85

Comparación de medias para el atributo sensorial olor del tercer experimento

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: Olor			
Tratamientos	Media	Desviación	N
Escaldado en vapor	6.1833	1.33428	18
Escaldado en agua	6.3944	1.14402	18
Total	6.2889	1.22958	36

Los estadísticos descriptivos del atributo olor revelan que las salchichas escaldadas en vapor obtuvieron una media de 6.18, mientras que las tratadas con agua alcanzaron una media de 6.39, con desviaciones estándar de 1.33 y 1.14, respectivamente. Estas cifras reflejan una ligera preferencia por el olor del tratamiento con agua, aunque la diferencia es mínima. La variabilidad fue moderada en ambos casos y, considerando el ANOVA (Sig. = 0.613), se concluye que no hubo diferencias significativas en la percepción del olor entre los tratamientos.

- Sabor

Tabla 86

Resultados del atributo sensorial sabor del tercer experimento

Panelista	E1	E2
1	8	7.9
2	6.3	6.5
3	7.8	7.8
4	7.7	6.6
5	4.2	6
6	8.4	8.6
7	7.7	8
8	6.2	7.1
9	3.1	5.2
10	6	5.4
11	7.7	7
12	7.6	7.6
13	4.8	5.7
14	6.7	5.2
15	7.5	6.3
16	6.8	6.7
17	7.5	8.2
18	5.7	7.2
Promedio	6.65	6.83

Se puede observar una ligera ventaja por el escaldado 2 (E2: escaldado en agua) con un promedio superior de 6.83, ligeramente por debajo con un promedio de 6.65 se encuentra el escaldado 1 (E1: escaldado en vapor), sugiriendo que los panelistas encontraron en promedio a E1 con mejor sabor, pero se puede distinguir las variaciones de puntajes por cada panelista.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 87

ANOVA con bloques del atributo sensorial sabor del tercer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Sabor					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1.416 ^a	2	0.708	0.436	0.650
Intersección	412.655	1	412.655	254.386	0.000
Panelista	1.114	17	1.114	0.687	0.413
Tratamientos	0.302	1	0.302	0.186	0.669
Error	53.531	33	1.622		
Total	1691.150	36			
Total corregido	54.948	35			
a. R al cuadrado = 0.026 (R al cuadrado ajustada = -0.033)					

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el atributo sabor revela que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados (E1: escaldado en vapor y E2: escaldado en agua). El valor de significancia (Sig.) para el efecto Tratamientos es 0.669, muy superior al umbral de 0.05, lo que indica que el tipo de escaldado no influye significativamente en la percepción del sabor de las salchichas tipo Frankfurt. Por otro lado, el efecto del panelista también es no significativo (Sig. = 0.413), lo que significa que no hubo diferencias importantes entre las evaluaciones individuales de los 18 panelistas

en cuanto al sabor. Además, el valor de R^2 ajustado es -0.033, lo cual señala que el modelo no logra explicar la variabilidad observada en la percepción del sabor. En otras palabras, las variables incluidas no tienen capacidad explicativa y predictiva sobre este atributo sensorial.

Tabla 88

Comparación de medias para el atributo sensorial sabor del tercer experimento

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: Sabor			
Tratamientos	Media	Desviación	N
Escaldado en vapor	6.6500	1.44640	18
Escaldado en agua	6.8333	1.05941	18
Total	6.7417	1.25297	36

Los estadísticos descriptivos del atributo sabor indican que las salchichas escaldadas en vapor obtuvieron una media de 6.65, mientras que las tratadas con agua alcanzaron una media de 6.83. Las desviaciones estándar fueron de 1.45 y 1.06, respectivamente, lo que refleja una menor dispersión en las valoraciones del tratamiento con agua. Aunque se observa una ligera preferencia por este último, el análisis ANOVA (Sig. = 0.669) confirma que no existe una diferencia estadísticamente significativa en la percepción del sabor entre ambos tratamientos.

- **Textura**

Tabla 89
Resultados del atributo sensorial textura del tercer experimento

Panelista	E1	E2
1	5.4	4.9
2	5.4	3.6
3	6.6	7.0
4	5.2	7.9
5	5.8	5.8
6	6.3	8.1
7	8.3	8
8	5.6	7.4
9	3.2	7
10	6.4	6.4
11	6.8	7.7
12	7.8	7.4
13	3.6	4.9
14	8.8	5.1
15	5.5	6.7
16	6.8	6.8
17	8.1	7.1
18	5	6.6
Promedio	6.14	6.58

Los resultados demuestran preferencia por el escaldado 2 (E2: escaldado en agua) con un promedio de 6.58, en el caso del escaldado 1 (E1: escaldado en vapor) el promedio desciende a 6.14.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 90

ANOVA con bloques del atributo sensorial textura del tercer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Textura					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3.607 ^a	2	1.804	0.937	0.402
Intersección	291.664	1	291.664	151.577	0.000
Panelista	1.917	17	1.917	0.996	0.325
Tratamientos	1.690	1	1.690	0.878	0.355
Error	63.499	33	1.924		
Total	1523.800	36			
Total corregido	67.106	35			

a. R al cuadrado = .054 (R al cuadrado ajustada = -.004)

En el análisis de varianza (ANOVA) aplicado al atributo textura, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de escaldado (E1: vapor y E2: agua). Esto se refleja en el valor de significancia (Sig. = 0.355) correspondiente al efecto de Tratamientos, el cual es considerablemente mayor a 0.05, indicando que el tipo de escaldado no tuvo un efecto perceptible en la textura del producto final según los panelistas. Asimismo, el efecto del panelista tampoco es significativo (Sig. = 0.325), lo cual sugiere que no hubo variabilidad importante entre los participantes en su evaluación de la textura de las salchichas. El coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado = -0.004)

indica que el modelo no logra explicar la variación observada en los datos, ya que la variabilidad en la percepción de la textura no puede atribuirse ni al tipo de escaldado ni a las diferencias entre evaluadores.

Tabla 91

Comparación de medias para el atributo sensorial textura del tercer experimento

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: Textura			
Tratamientos	Media	Desviación	N
Escaldado en vapor	6.1444	1.50888	18
Escaldado en agua	6.5778	1.25349	18
Total	6.3611	1.38467	36

Los estadísticos descriptivos del atributo textura muestran que las salchichas escaldadas en vapor obtuvieron una media de 6.14, mientras que las tratadas con agua alcanzaron una media de 6.58. Las desviaciones estándar fueron de 1.51 y 1.25, lo que indica una mayor dispersión en las valoraciones del grupo tratado con vapor. Aunque existe una leve diferencia a favor del escaldado en agua, el análisis ANOVA (Sig. = 0.355) demuestra que esta diferencia no es estadísticamente significativa.

2.2.3.4. Análisis instrumental de textura del tercer experimento

Se realizó la prueba del texturómetro para cada escaldado (E1: escaldado en vapor; E2: escaldado en agua) con 5 repeticiones, con este análisis se puede medir la firmeza del producto, los resultados se midieron en Newton.

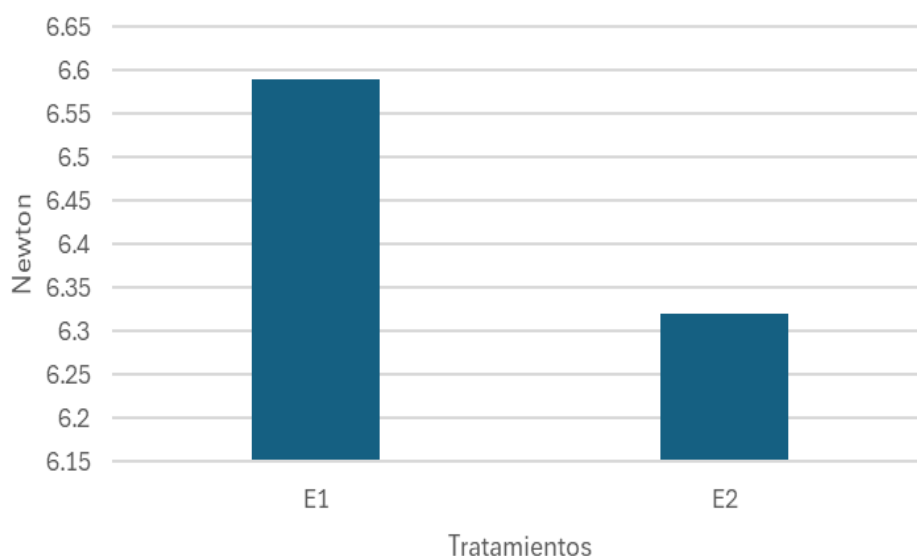
Tabla 92*Resultados de análisis instrumental de textura del tercer experimento*

Formulación	Repeticiones	Firmeza (Newton)	Promedio
E1	Repetición 1	6.8	6.59
	Repetición 2	6.5	
	Repetición 3	6.75	
	Repetición 4	6.35	
	Repetición 5	6.55	
E2	Repetición 1	6.3	6.32
	Repetición 2	6	
	Repetición 3	5.95	
	Repetición 4	6.65	
	Repetición 5	6.7	

Mediante la prueba instrumental de textura con ayuda del texturómetro medimos la firmeza de la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% escaldadas en vapor y agua. Se sacaron promedios y los resultados fueron los siguientes: E1: 6.59 N y E2: 6.32 N. Se puede observar en la tabla de resultados que el mayor promedio lo obtuvo el escaldado 1 (E1: escaldado en vapor) con 6.59 N, seguido del segundo escaldado (E2: escaldado en agua) con 6.32 N. Lo que indica que el escaldado en vapor ayuda a la textura del producto final.

Figura 12

Gráfica de barras del análisis instrumental de textura del tercer experimento



En la gráfica tenemos como eje x E1: escaldado en vapor y E2: escaldado en agua; en el eje y se encuentran los Newton que es la medición de fuerza. Las barras representan los promedios de las cinco repeticiones que se obtuvieron del análisis instrumental de textura. Como resultado se observa mayor firmeza en E2 (escaldado en agua) con un promedio de 6.59 N, E1 obtuvo un promedio de 6.32 N con una diferencia de 0.27 N. El análisis instrumental de textura demuestra que el escaldado en agua aporta una mayor firmeza en la salchicha, respaldando el resultado del análisis sensorial.

- **Estadística**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA con bloques por el programa estadístico SPSS.

Tabla 93

ANOVA con bloques del análisis instrumental de textura del tercer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Newton					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0.368 ^a	5	0.074	0.664	0.672
Intersección	47.060	1	47.060	423.960	0.000
Formulación	0.182	1	0.182	1.642	0.269
Repeticiones	0.186	4	0.047	0.419	0.790
Error	0.444	4	0.111		
Total	417.483	10			
Total corregido	0.812	9			

a. R al cuadrado = 0.453 (R al cuadrado ajustada = -.230)

El análisis de varianza (ANOVA) realizado sobre la textura instrumental de las salchichas tipo Frankfurt, medida en Newtons, muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas atribuibles a la variable formulación, es decir, al tipo de escaldado aplicado (vapor o agua). El valor de significancia para el efecto de Formulación es 0.269, mayor al umbral convencional de 0.05, lo cual indica que el tipo de escaldado no tuvo un efecto relevante sobre la fuerza de corte medida instrumentalmente. Asimismo, el efecto de las repeticiones tampoco resultó significativo (Sig. = 0.790), sugiriendo que las

variaciones entre las repeticiones no influyeron de manera importante en los resultados.

Aunque el coeficiente de determinación R^2 es moderado (0.453), el R^2 ajustado fue negativo (-0.230), lo que sugiere que el modelo no logra explicar adecuadamente la variabilidad observada en la textura instrumental, posiblemente debido al tamaño reducido de la muestra o a la similitud entre los tratamientos.

Tabla 94

Comparación de medias del análisis instrumental de textura del tercer experimento

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente:	Newton		
Tratamientos	Media	Desviación	N
Escaldado en vapor	6.5900	0.18507	5
Escaldado en agua	6.3200	0.35107	5
Total	6.4550	0.30042	10

Los estadísticos descriptivos de la variable instrumental de textura, medida en Newton, indican que las salchichas escaldadas en vapor presentaron una media de 6.59 con una desviación estándar de 0.19, mientras que las tratadas con agua mostraron una media de 6.32 y una desviación estándar de 0.35. Aunque se observa una mayor firmeza en el tratamiento con vapor, el análisis ANOVA (Sig. = 0.269) evidencia que esta diferencia no es estadísticamente significativa, por lo que no se atribuye al tipo de escaldado.

2.2.3.5. Capacidad de retención de agua por pérdida por cocción

Se utilizaron 5 muestras de salchicha de cada tratamiento, se pesó cada muestra en crudo y se procedió a escaldarlas en vapor y en agua hasta que las salchichas alcancen una temperatura interna de 72°C durante 30 segundos, una vez finalizado los escaldados se enfriaron las salchichas hasta llegar a 20°C, se pesaron cada muestra y anotamos los pesos iniciales y finales de cada uno.

En la siguiente tabla se observan los resultados del peso inicial y final de cada muestra para los dos escaldados:

Tabla 95

Pesos iniciales y finales para determinación de CRA

Tratamiento	Peso	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Promedio
E1	Inicial	120.3	117.1	104.9	66.9	103	102.44
	Final	117.2	114.2	103.1	64.8	100.3	99.92
E2	Inicial	117.7	76.8	112.6	129.1	112	109.64
	Final	114.3	74.3	109.6	125.3	109.6	106.62

Se determina la capacidad de retención de agua (CRA) por pérdida por cocción con la ecuación propuesta por Mancilla, (2000):

$$CRA = \frac{(\text{Peso del embutido crudo} - \text{Peso del embutido cocido})}{\text{Peso del embutido crudo}} \times 100$$

Utilizando la ecuación, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 96

Resultados de CRA por pérdida por cocción del tercer experimento

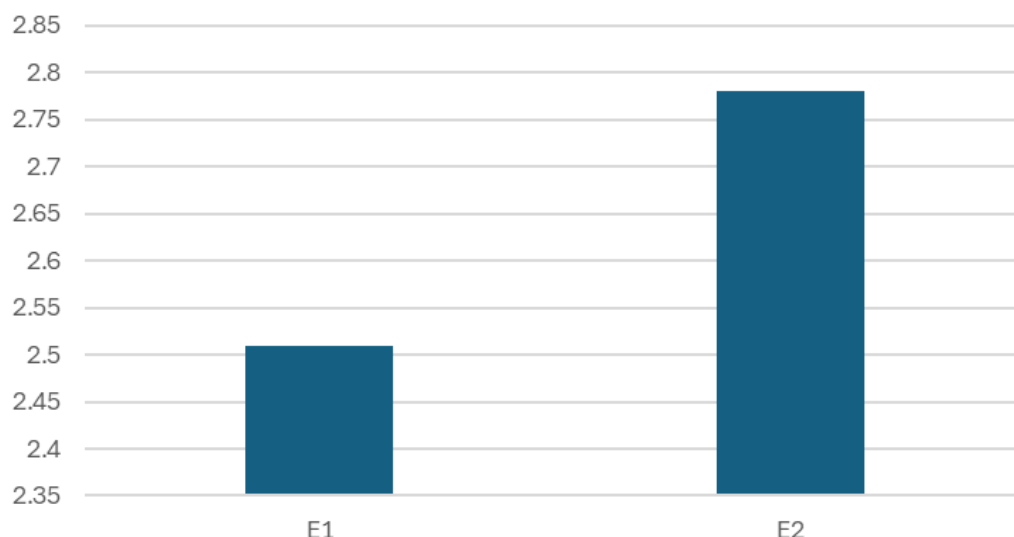
Tratamiento	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Promedio
E1	2.58	2.48	1.72	3.14	2.62	2.51
E2	2.89	3.26	2.66	2.94	2.14	2.78

Según Mitchell y Ledwars (1986) indican que cuando el valor de CRA es menor, existe menor pérdida de agua por cocción. En la tabla podemos observar que el escaldado 1 (E1: escaldado en vapor) obtuvo una mejor capacidad de retención de agua ya que obtuvo un promedio de 2.51 de pérdida de agua por cocción, en cambio el escaldado 2 (E2: escaldado en agua) obtuvo un promedio ligeramente superior de 2.78 indicando que dicho escaldado tuvo mayor pérdida de agua por cocción. Al momento de pasar por el proceso térmico, las

salchichas pierden humedad, lo cual demuestra que al entrar en contacto con el agua se obtiene mayor pérdida de agua por cocción.

Figura 13

Gráfica de barras de CRA del tercer experimento



Teniendo en cuenta que a menor sea el valor de CRA existe menor pérdida de agua por cocción, en la gráfica se puede observar que en el caso de E1 (escaldado en vapor) la barra es más corta, indicando que existe menor pérdida de agua por cocción y en el caso de E2 (escaldado en agua) hubo mayor pérdida. Concluyendo que en este caso es más efectivo el escaldado en vapor.

- **Estadística**

Se realizó un diseño completamente al azar por el programa estadístico SPSS.

Tabla 97

Diseño completamente al azar de CRA del tercer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Capacidad de retención de agua					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0.241 ^a	2	0.120	0.503	0.625
Intersección	14.305	1	14.305	59.869	0.000
Repeticiones	0.058	4	0.058	0.244	0.636
Tratamiento	0.182	1	0.182	0.763	0.411
Error	1.673	7	0.239		
Total	71.768	10			
Total corregido	1.913	9			

a. R al cuadrado = .126 (R al cuadrado ajustada = -.124)

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable capacidad de retención de agua (CRA) muestra que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de escaldado (E1: vapor y E2: agua). El valor de significancia (Sig. = 0.411) para el efecto Tratamiento es superior al nivel de significancia estándar (0.05), lo que indica que el tipo de escaldado no afectó de manera relevante la retención de agua del producto tras la cocción. Asimismo, el factor repeticiones tampoco tuvo un efecto significativo (Sig. = 0.636), lo cual indica consistencia entre las muestras evaluadas. El coeficiente de determinación R^2 ajustado es negativo (-0.124), lo que sugiere que el modelo estadístico no

logra explicar adecuadamente la variabilidad en la capacidad de retención de agua, posiblemente debido a la similitud entre tratamientos o a la limitada cantidad de datos.

Tabla 98

Comparación de medias para CRA del tercer experimento

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: Capacidad de retención de agua (CRA) por pérdida por cocción			
Tratamientos	Media	Desviación	N
Escaldado en vapor	2.5080	0.50963	5
Escaldado en agua	2.7780	0.41596	5
Total	2.6430	0.46106	10

Los estadísticos descriptivos de la variable capacidad de retención de agua (CRA) por pérdida por cocción muestran que las salchichas escaldadas en vapor obtuvieron una media de 2.51, mientras que las tratadas con agua alcanzaron una media ligeramente superior de 2.78. Las desviaciones estándar fueron de 0.51 y 0.42, respectivamente, indicando una variabilidad moderada. Aunque el escaldado en vapor presentó una mejor retención de agua, el análisis ANOVA (Sig. = 0.411) demuestra que esta diferencia no es estadísticamente significativa entre los tratamientos.

2.2.3.6. Rendimiento del tercer experimento

Al igual que en la capacidad de retención de agua, se utilizaron 5 muestras de salchicha de cada tratamiento, se pesó cada muestra en crudo y se procedió a escaldarlas en vapor y en agua hasta que las salchichas alcancen una temperatura interna de 72°C, una vez finalizado los escaldados se enfriaron las salchichas hasta llegar a 20°C, se pesaron cada muestra y anotamos los pesos iniciales y finales de cada uno.

En la siguiente tabla se observan los resultados del peso inicial y final de cada repetición para los dos escaldados:

Tabla 99

Pesos iniciales y finales para determinación de rendimiento

Tratamiento	Peso	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Promedio
E1	Inicial	120.3	117.1	104.9	66.9	103	102.44
	Final	117.2	114.2	103.1	64.8	100.3	99.92
E2	Inicial	117.7	76.8	112.6	129.1	112	109.64
	Final	114.3	74.3	109.6	125.3	109.6	106.62

Una vez obtenidos dichos resultados se calculó el porcentaje de rendimiento de las salchichas después de los escaldados con ayuda del peso inicial y final.

Tabla 100

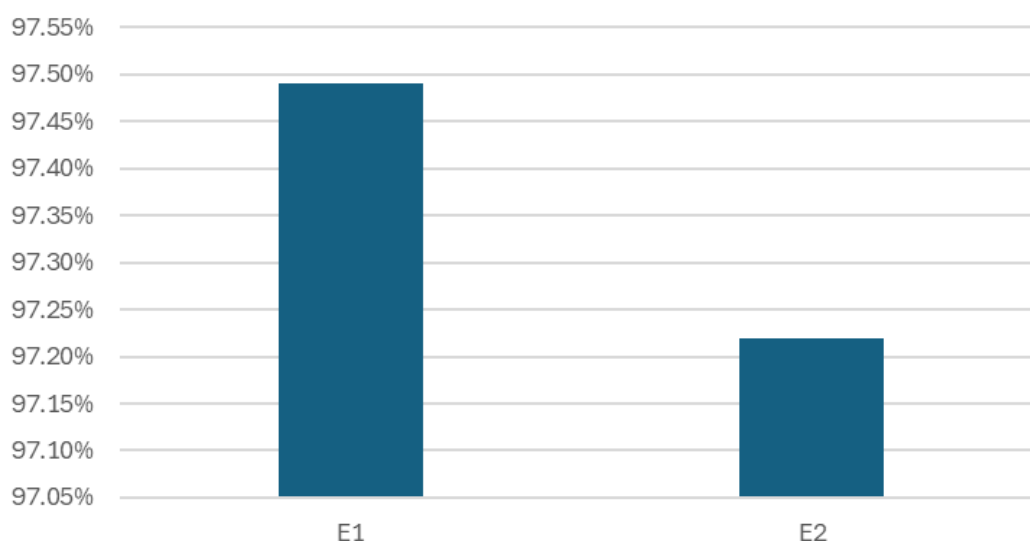
Resultados de rendimiento del tercer experimento

Tratamiento	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Promedio
E1	97.42 %	97.52 %	98.28 %	96.86 %	97.38 %	97.49 %
E2	97.11 %	96.74 %	97.34 %	97.06 %	97.86 %	97.22 %

En la tabla se pueden ver los resultados obtenidos para el rendimiento al escaldar las salchichas tipo Frankfurt con una sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% y se demostró que obtuvo un mayor rendimiento el escaldado 1 (E: escaldado en vapor) con un promedio de 97.49%, seguido del escaldado 2 (E2: escaldado en agua) con un promedio de 97.22%.

Figura 14

Gráfica de barras de rendimiento del tercer experimento



La gráfica compara el rendimiento en los dos tipos de escaldado propuestos (E1: escaldado en vapor y E2: escaldado en agua), se puede observar que el escaldado en vapor tiene mayor rendimiento que el escaldado en agua; al momento de pasar por el proceso térmico de escaldado se pierde humedad como se observó en la capacidad de retención de agua por cocción. En este experimento buscamos evaluar ambos escaldados y concluimos que el escaldado en vapor tiene un rendimiento ligeramente superior con 97.49% que el escaldado en agua con 97.22%, esto se debe las salchichas al entrar en contacto con el agua en el momento del escaldado, tuvieron mayor pérdida de humedad por cocción, lo cual influyó en el rendimiento del producto final.

- **Estadística**

Se realizó un diseño completamente al azar por el programa estadístico SPSS.

Tabla 101

Diseño completamente al azar de rendimiento del tercer experimento

Pruebas de efectos intersujetos					
Variable dependiente: Rendimiento					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2.406E-5 ^a	2	1.203E-5	0.503	0.625
Intersección	1.718	1	1.718	71882.094	0.000
Repeticiones	5.832E-6	4	5.832E-6	0.244	0.636
Tratamiento	1.823E-5	1	1.823E-5	0.763	0.411
Error	0.000	7	2.389E-5		
Total	9.479	10			
Total corregido	0.000	9			

a. R al cuadrado = 0.126 (R al cuadrado ajustada = -0.124)

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para la variable rendimiento indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados (escaldado en vapor – E1 y escaldado en agua – E2). El valor de significancia para el efecto Tratamiento es de 0.411, lo cual es superior al umbral de 0.05. Esto sugiere que el tipo de escaldado no influye significativamente en el rendimiento final del producto. Del mismo modo, el efecto Repeticiones tampoco fue significativo (Sig. = 0.636), lo que indica que las variaciones entre las diferentes unidades de prueba fueron mínimas y no afectaron de forma considerable el rendimiento obtenido. El R² ajustado negativo (-0.124) señala que el modelo

no explica la variabilidad observada en los datos, probablemente debido a la pequeña magnitud de las diferencias y a la homogeneidad entre tratamientos.

Tabla 102

Comparación de medias para rendimiento del tercer experimento

Estadísticos descriptivos			
Variable dependiente: Rendimiento			
Tratamiento	Media	Desviación	N
Escaldado en vapor	0.9749200	0.00509627	5
Escaldado en agua	0.9722200	0.00415957	5
Total	0.9735700	0.00461063	10

Los estadísticos descriptivos del atributo rendimiento indican que las salchichas escaldadas en vapor presentaron una media de 0.9749, mientras que las tratadas con agua obtuvieron una media de 0.9722. Las desviaciones estándar fueron de 0.0051 y 0.0042, respectivamente, lo que refleja una baja variabilidad entre muestras. Aunque el tratamiento con vapor mostró un rendimiento ligeramente mayor, el análisis ANOVA (Sig. = 0.411) confirma que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos métodos de escaldado.

2.2.3.7. Curvas de penetración de calor del tercer experimento

En este análisis se busca determinar la velocidad del calor hasta el centro de la salchicha al momento de escaldarlas en vapor y en agua hasta llegar a los 72°C durante 30 segundos, estos resultados se obtuvieron con ayuda del DataTrace, donde se registró el tiempo y la temperatura de las salchichas evaluadas, se realizó este análisis por duplicado. Según López R. (1996) un producto cárnico con adición de almidón debe escaldarse hasta llegar a una temperatura interna de 72°C durante 30 segundos, para asegurar la eliminación de microorganismos que podrían estar presentes y asegurar la calidad del producto.

- **Escaldado en vapor**

Tabla 103

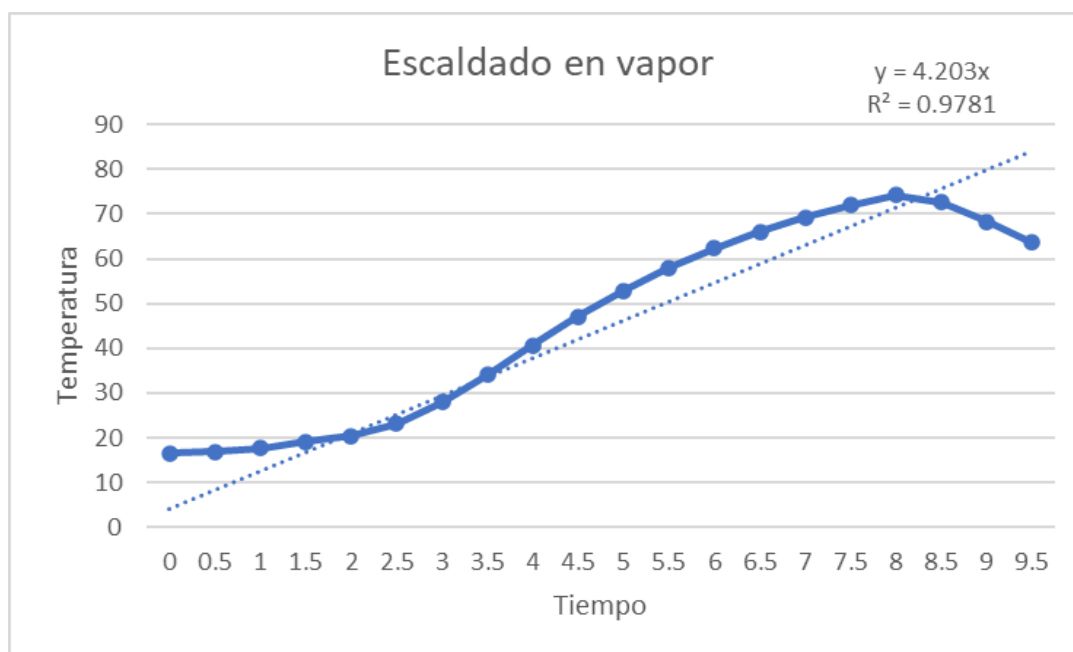
Resultados del DataTrace en escaldado en vapor del tercer experimento

	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)
0	16.8	16.3	16.55
0.5	17.4	16.39	16.90
1	18.68	16.67	17.68
1.5	20.77	17.44	19.11
2	21.04	19.71	20.38
2.5	22.57	23.8	23.19
3	26.01	29.9	27.96
3.5	31.25	36.94	34.10
4	37.69	43.74	40.72
4.5	44.48	49.52	47.00
5	51.3	54.5	52.90
5.5	57.24	58.8	58.02
6	62.19	62.47	62.33
6.5	66.15	65.82	65.99
7	69.41	68.94	69.18
7.5	72.2	71.62	71.91
8	74.4	73.88	74.14
8.5	70.85	74.22	72.54
9	66.24	70.43	68.34
9.5	61.89	65.33	63.61

En la tabla se observa la progresión de las temperaturas con el tiempo, donde se distingue una absorción de calor constante hacia el centro de la salchicha, empezando en el minuto 0 con una temperatura promedio de 16.55, la velocidad de calentamiento es efectiva, al incrementar la temperatura desde el minuto 0.5, llegando a la temperatura objetivo de 72°C en promedio al minuto 8 con 74.14°C manteniendo la temperatura por 30 segundos, bajando al minuto 8.5 con 72.54 y al minuto 9 entrar en la etapa de enfriamiento descendiendo a 68.34°C.

Figura 15

Curva de penetración de calor del escaldado en vapor del tercer experimento



En la curva de penetración de calor del escaldado en vapor se puede observar la fase inicial de calentamiento en los primeros minutos, donde asciende desde la base de 16 a 18°C, se distingue una pendiente positiva y constante hasta el minuto 6, alcanzando la temperatura objetivo de 72°C al minuto 8 y manteniéndola durante 30 segundos, al minuto 9 se puede ver la etapa inicial de enfriamiento de la salchicha.

- **Modelo matemático**

$$y = 4.203x$$

$$R^2 = 0.9781$$

El modelo matemático lineal $y = 4.203x$, junto al coeficiente de determinación $R^2 = 0.9781$, demuestra la relación del tiempo y la temperatura del escaldado en vapor de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5%. La ecuación lineal muestra la tendencia promedio del aumento de la temperatura del centro de la salchicha, lo que indica que la temperatura aumenta aproximadamente 4.203 °C por cada 0.5 minutos transcurridos. El coeficiente de determinación indica que el 97.81% de la variabilidad de temperatura es explicada por el tiempo, el valor es cercano a 1, demostrando

un modelo lineal preciso. Con estos resultados se puede calcular el tiempo para poder alcanzar la temperatura interna de 72°C de una salchicha.

- **Escaldado en agua**

Tabla 104

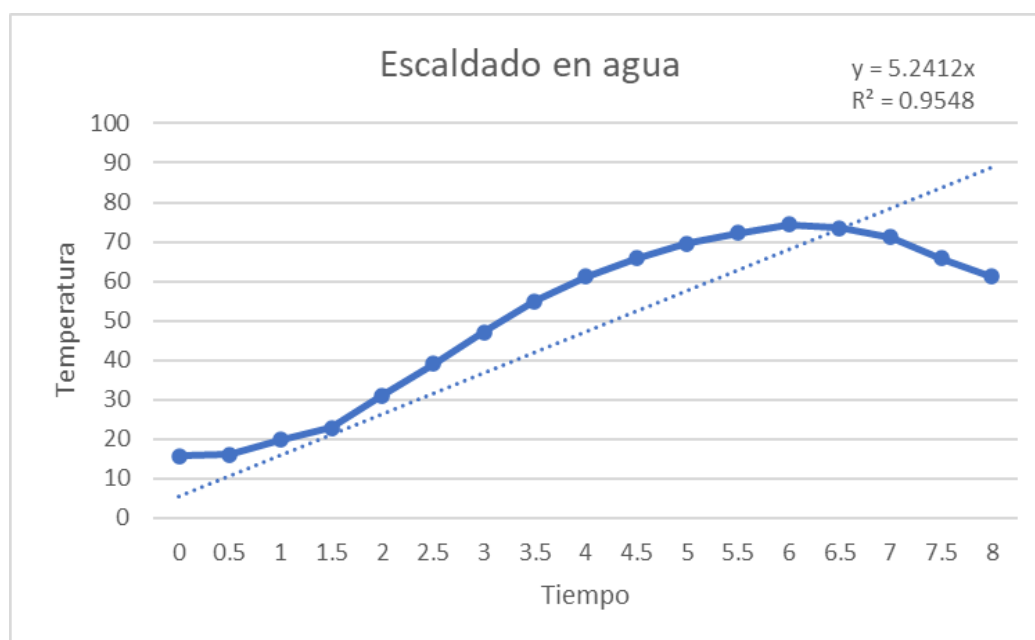
Resultados del DataTrace del escaldado en agua del tercer experimento

	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)
0	15.21	15.99	15.60
0.5	15.9	16.06	15.98
1	16.38	23.22	19.80
1.5	18.52	27.16	22.84
2	28.69	33.48	31.09
2.5	39.79	38.46	39.13
3	49.29	44.79	47.04
3.5	57.29	52.64	54.97
4	63.45	58.75	61.1
4.5	68.02	63.69	65.86
5	71.4	67.61	69.51
5.5	74.09	70.53	72.31
6	75.97	72.65	74.31
6.5	72.98	74.17	73.58
7	68.55	73.89	71.22
7.5	64.67	66.87	65.77
8	60.67	61.75	61.21

En el caso del escaldado en agua se puede observar que la temperatura promedio inicia en 15.60°C y la temperatura asciende rápidamente hacia el centro de la salchicha, a los 2 minutos la temperatura promedio alcanza los 31.09°C, la temperatura objetivo es alcanzada al minuto 5.5 con 72.31 °C en promedio, se mantuvo hasta el minuto 6.5 con 73.58°C en promedio, la etapa de enfriamiento empezó en el minuto 7 descendiendo la temperatura a 71.22°C.

Figura 16

Curva de penetración de calor del escaldado en agua del tercer experimento



En la curva se puede apreciar una etapa inicial entre los 15 a 16°C, se muestra una fase de calentamiento rápida en los primeros minutos, demostrando una buena transferencia de calor al interior de la salchicha, la temperatura objetivo se logra entre el minuto 5 y 6.5 donde se observa el pico de la curva, seguida de la etapa de enfriamiento en el minuto 7.

- **Modelo matemático**

$$y = 5.2412x$$

$$R^2 = 0.9548$$

El modelo matemático que acompaña a la curva de penetración de calor de una salchicha tipo Frankfurt con 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca con una pendiente de 5.2412 demuestra el aumento de temperatura en el centro de la salchicha aproximadamente a 5.24°C por cada 0.5 minutos. El coeficiente de determinación es de 0.9548, lo que indica 95.48% de variabilidad de la temperatura, su cercanía a 1, demuestra precisión en la relación tiempo y temperatura.

- **Comparación de curvas de penetración de calor Vapor - Agua**

Tabla 105
Comparación de los valores obtenidos del DataTrace

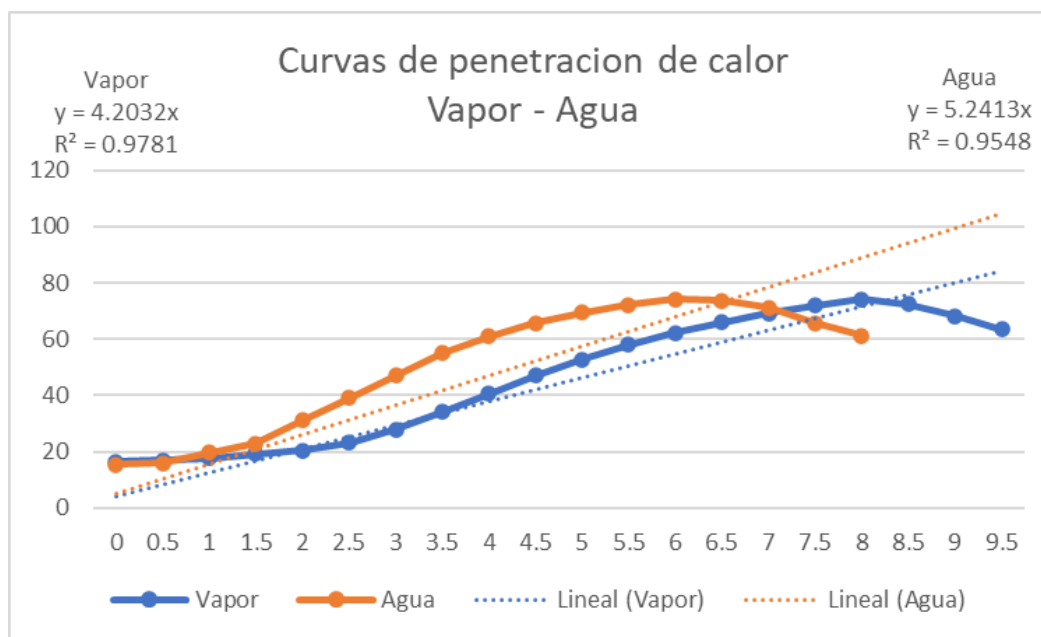
	Vapor	Agua
Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)
0	16.55	15.60
0.5	16.90	15.98
1	17.68	19.80
1.5	19.11	22.84
2	20.38	31.09
2.5	23.19	39.13
3	27.96	47.04
3.5	34.10	54.97
4	40.72	61.10
4.5	47.00	65.86
5	52.90	69.51
5.5	58.02	72.31
6	62.33	74.31
6.5	65.99	73.58
7	69.18	71.22
7.5	71.91	65.77
8	74.14	61.21
8.5	72.54	
9	68.34	
9.5	63.61	

En la tabla se muestran los datos obtenidos por el DataTrace del escaldado en vapor y en agua. La tabla demuestra que la temperatura inicial es similar, entre 15 a 16°C. Ambos métodos alcanzan la temperatura interna requerida de 72°C por 30 segundos en distintos tiempos. En el caso del vapor se logra la temperatura de 74.14°C en el minuto 8 manteniéndola hasta 72.54°C hasta el minuto 8.5 cumpliendo de esta forma el requerimiento evaluado de los antecedentes investigativos. En el escaldado en agua se logra la temperatura requerida en el minuto 5.5 con 72.31°C, manteniéndola por 30 segundos hasta 74.31 en el minuto 6. La tabla demuestra que el escaldado en agua es más rápido que el escaldado en vapor, lo que demuestra una transferencia de calor más veloz en contacto directo con el agua.

El vapor en cambio demostró una temperatura gradual y de igual forma eficiente, logrando la temperatura requerida.

Figura 17

Comparación de curvas de penetración de calor del tercer experimento



La gráfica muestra dos curvas, en color azul escaldado en vapor y en color naranja escaldado en agua. En la velocidad de calentamiento inicial se puede observar que la curva del escaldado en agua muestra una pendiente más pronunciada que la curva del escaldado en vapor, lo que demuestra que la salchicha escaldada en agua calienta más rápidamente durante la etapa inicial de calentamiento. La temperatura interna requerida de la salchicha es de 72°C durante 30 segundos, en el caso del escaldado en agua se logra este objetivo en el minuto 5.5, en el escaldado en vapor se logra en el minuto 8. El escaldado en agua demuestra ser el medio de calentamiento más veloz para las salchichas, de igual forma es imprescindible, llevar un control al momento de escaldar para poder cumplir el requerimiento de 72°C por 30 segundos.

Tabla 106
Comparación de modelos matemáticos de las curvas de penetración de calor

Escaldado en vapor	Escaldado en agua
$y = 4.203x$	$y = 5.2412x$
$R^2 = 0.9781$	$R^2 = 0.9548$

Con los datos obtenidos del DataTrace se pudo observar que en el caso del escaldado en vapor se logró la temperatura interna requerida de 72°C de la salchicha en el minuto 8 y en el caso del agua en el minuto 5.5. En la tabla podemos ver los modelos matemáticos de la regresión lineal de las curvas. La pendiente del escaldado en agua es de 5.2412 y del escaldado en vapor de 4.203, lo que demuestra que la salchicha escaldada en agua llega más rápido a la temperatura requerida que la salchicha escaldada en vapor, la diferencia entre ambos resultados es de 1.038°C / 30 segundos. En el caso de la regresión lineal el vapor tiene un coeficiente de 0.9781 y en agua 0.9548, demostrando que el escaldado en vapor es más consistente en la regresión lineal por su cercanía a 1, describiendo una tendencia estable en el proceso de calentamiento.

Las salchichas se escaldan a 72°C durante 30 segundos para garantizar la inocuidad del producto. Según la FAO/WHO, 2004, la listeria es inactivada a 70°C por 2 segundos asegurando su destrucción. Según Doyle, et al, 2013 la Salmonella es muy sensible al calor, y a una temperatura de 72°C se destruye rápidamente. Jay, et al. 2005, indican que la E. Coli es inactivada por encima de los 70°C.

- **Tratamiento térmico para pasteurización**

Según Stumbo, (1973) para evaluar la intensidad del tratamiento térmico aplicado en la salchicha tipo Frankfurt se utiliza el parámetro de F, el cual expresa la letalidad acumulada en función del tiempo y la temperatura de referencia. El valor F_{70} corresponde a la letalidad equivalente a una temperatura base de 70°C, usualmente utilizada en producto cárnicos. La

letalidad equivalente a F se calcula mediante al modelo de cinética térmica de primer orden.

La letalidad equivalente a 70°C se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$F_{70} = t * 10^{\frac{T-70}{z}}$$

Donde:

t: tiempo de tratamiento en minutos

T: temperatura del proceso en °C

z: valor térmico del microorganismo en estudio

(Stumbo, 1973)

Según Mazzotta, (2001) el valor recomendado de la listeria monocytogenes para z es de 6°C en producto cárnicos. Murphy et al, (2002) indica que el valor de z para salmonella es de 8°C. Byrne et al, (2006) indica que el valor de z para clostridium perfringens es de 7.8°C. El valor de z para el clostridium botulinum es de 7°C (ACMSF, 2020). En el caso de los microorganismos aerobios mesófilos el valor de z es de 7 °C (Juneja, et al, 1998). Palumbo, (1997) indica que el valor recomendado de z para staphylococcus aureus es de 5°C. Li, et al, (2016) indica que el valor de z para escherichia coli es de 5.5°C.

Con los datos obtenidos y aplicando la ecuación determinada por Stumbo, (1973) se puede determinar los valores de F₇₀ para cada microorganismo:

Listeria monocytogenes: 1.077 minutos

Samonella spp: 0.889 minutos

Clostridium perfringens: 0.902 minutos

Clostridium botulinum: 0.965 minutos

Aerobios mesófilos: 0.965 minutos

Staphylococcus aureus: 1.256 minutos

Escherichia coli: 1.155 minutos

Rango total: 0.889 - 1.254 minutos F₇₀

Con los datos obtenidos se puede determinar que el escaldado a 72°C durante 30 segundos si se cumple con el valor estándar de pasteurización, según Stumbo (1973), indica que un valor cercano de F_{70} a 1 se considera como un tratamiento pasteurizante consistente, demostrando que el proceso térmico utilizado asegura la inocuidad microbiológica del producto.

2.2.3.8. Conclusiones del tercer experimento

Considerando los resultados obtenidos y las medias comparativas de las características sensoriales (color, olor, sabor y textura) y las pruebas instrumentales (textura, capacidad de retención de agua por pérdida por cocción, rendimiento y curvas de penetración de calor) se concluye que el tratamiento térmico más adecuado es el escaldado 1 (E1: Escaldado en vapor) por las siguientes razones:

- Sensorial (color, olor, sabor y textura): No se encontraron diferencias significativas (color: $p = 0.65$; olor: $p = 0.61$; sabor: $p = 0.67$; textura: $p = 0.36$).
- Instrumental textura: E1 obtuvo el mayor puntaje (6.59 N) demostrando firmeza en el producto final.
- Capacidad de retención de agua por pérdida por cocción: E1 demostró tener mejor capacidad de retención de agua (2.51)
- Rendimiento: E1 obtuvo el mayor rendimiento de 97.49 %
- Curvas de penetración de calor: Se obtuvo un modelo matemático con un coeficiente de 0.98 demostrando una tendencia estable en el tratamiento.

El escaldado 1 (escaldado en vapor) resultó ser la mejor opción para el tratamiento térmico en la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5%, ya que demostró mayor rendimiento en el producto final, aumentando su capacidad de retención de agua, demostrando una tendencia estable en el proceso térmico y conservando sus atributos sensoriales.

2.3. Análisis de producto final

Se elaboraron salchichas con la mejor formulación evaluada en los tres experimentos (E1: 60% carne de res y 40% carne de cerdo; E2: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca; E3: escaldado en vapor). Las salchichas fueron elaboradas en el módulo de cárnicos de la sede del parque industrial de la Universidad Católica de Santa María, una vez elaboradas las salchichas, se envasaron al vacío en plástico de polietileno, se almacenaron en contenedores isotérmicos para poder mantener la temperatura requerida, para ser trasladadas al laboratorio Bhios el día 12/08/2025; los resultados fueron los siguientes:

2.3.1. Análisis microbiológico de producto final

Tabla 107

Resultados microbiológicos

Determinación	Caracterización de producto final	Unidades
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia ³	en 25 g
Detección de <i>salmonella</i> spp.	Ausencia ³	en 25 g
Recuento de <i>Clostridium perfringens</i>	<10(e)	ufc/g
Recuento de microorganismos aerobios	47x10 ²	ufc/g
Recuento de <i>Staphylococcus coagulasa positivos</i> (<i>Staphylococcus aureus</i> y otras especies)	<10	ufc/g
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	<10(e)	ufc/g

Nota. (Resultados de laboratorio Bhios Arequipa)

Abreviaturas:

En 25 g: En 25 gramos

ufc/g: Unidades formadoras de colonia por gramo

Los métodos utilizados para cada análisis microbiológico fueron los siguientes:

- Detección de *Listeria monocytogenes*: AOAC Official Method 996.14: Chapter 17. Subchapter 10.17.10. 7: Detection of *Listeria monocytogenes* and Related *Listeria* Species in Selected Foods and from Environmental Surfaces. Assurance Polyclonal Enzyme Immunoassay (EIA). 22nd Ed. 2023.
- Detección de *salmonella* spp: ISO 6570-1 / ADM 1:2020-2017. Microbiology of food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella* - Part 1: Detection of *Salmonella* spp- AMENDMENT 1: Broader range of incubation temperatures, amendment to the status of Annex D. and correction of the composition of MSRV and SC.
- Recuento de *Clostridium perfringens*: ICMSF 1983 (Reimpresión 2000: Técnica para el recuento de probables *C. perfringens*. Técnica para la confirmación de las colonias de probables *C. perfringens*. Método 2 (Norteamericano) Pág 281-283.
- Recuento de microorganismos aerobios: ICMSF Método 1. Pág 120-124, Vol 1 .2º Ed. 1983 (Reimpresión 2000). 1983. Recuento estándar en placa, recuento de en placa por siembra en todo el medio o recuento en placa de microorganismos aerobios.
- Recuento de *Staphylococcus coagulasa* positivos (*Staphylococcus aureus* y otras especies): ISO 6888-1:2021. Part 1 /Amd 1:2023 - Microbiology of food chain - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species). - Part 1: Method using Baird Parker agar medium.
- Recuento de *Escherichia coli*: AOAC 991.14 Chapter 17, Subchapter 3:17.3.04-22nd Ed. (Rev. Online 2005). 2023. Coliform and *Escherichia coli* Counts in Foods. Dry Rehydratable Film (Petrifilm E. coli/Coliform Count Plate and Petrifilm Coliform Count Plate Method).

En la siguiente tabla se muestra la comparación de los resultados del laboratorio con los requisitos de la norma técnica peruana NTP 201-006:1999 (revisada en 2019) - carne y productos cárnicos embutidos con tratamiento térmico después de embutir:

Tabla 108

Comparación de los parámetros establecidos según la NTP 201-006:1999

Parámetro	Límite NTP 201.006	Resultado laboratorio	Cumplimiento
Listeria monocytogenes	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Si
Salmonella spp.	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Si
Clostridium perfringens	$<10^2$ ufc/g	<10 ufc/g	Si
Microorganismos aerobios	$<10^5$ ufc/g	47×10^2 ufc/g	Si
Staphylococcus aureus	$<10^2$ ufc/g	<10 ufc/g	Si
Escherichia coli	$<10^2$ ufc/g	<10 ufc/g	Si

Nota. (Resultados de laboratorio Bhios Arequipa)

Se puede observar que se cumplieron con todos los requisitos microbiológicos que solicita la norma NTP 201.006:1999 por lo tanto el producto es inocuo y apto para su consumo, la carga microbiana es aceptable siendo el límite 10^5 ufc/g y el producto ofreciendo 47×10^2 reflejando una buena manipulación y prácticas de higiene adecuadas en el alimento se encontró ausencia de patógenos críticos: Salmonella y Listeria, mientras que Clostridium perfringens; Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens y Escherichia coli presentaron valores inferiores a 10 ufc/g, todos por debajo de los límites permitidos, demostrando ser un producto seguro para el consumo.

2.3.2. Análisis de metales pesados de producto final

Tabla 109

Determinación de metales pesados

Determinación	Caracterización de producto final	Unidades
Elemento Pb	<0.05	mg/kg
Elemento Sn	<0.80	mg/kg

Nota. (Resultados de laboratorio Bhios Arequipa)

Abreviaturas:

mg/kg: Miligramos por kilogramo

Los métodos utilizados para cada análisis de metales pesados fueron los siguientes:

- Elemento Pb: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frío (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeseo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011.
- Elemento Sn: Digestión y análisis por Espectrometría de Absorción Atómica.

Según la NTS 111-2014 del Minsa indica que existe peligro de toxicidad en el consumo de alimentos que contengan un grupo de elementos químicos que representan una masa atómica mayor a 60, como son el plomo (Pb) con una masa atómica de 207.20 y el estaño (Sn) con una masa atómica (119.71), por lo que es necesario tener en cuenta los valores permitidos de estos elementos para que el consumo del producto sea apto. Según el reglamento UE 2023/915 se debe establecer los límites de determinados contaminantes para asegurar la salud pública; en el caso del plomo (Pb) el límite es de <0.10 mg/kg y en el caso del estaño (Sn) el límite permitido es de <200 mg/kg.

En la siguiente tabla se hará una comparación de los límites que indica la norma y los resultados obtenidos del análisis de metales pesados en la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca a 7.5%.

Tabla 110
Comparación de parámetros establecidos por la EU 2023/915

Parámetro	Límite EU 2023/915	Resultado laboratorio	Cumplimiento
Elemento Pb	<0.10 mg/kg	<0.05 mg/kg	Si
Elemento Sn	<200 mg/kg	<0.80 mg/kg	Si

Nota. (EU 2023/915)

En la tabla se puede observar que se cumplieron todos los requerimientos de la norma EU 2023/915 para metales pesados; en el caso del Plomo (Pb) se obtuvo <0.05 mg/kg muy por debajo del límite permitido que es de <0.10 mg/kg y en el caso del estaño (Sn) se obtuvo <0.80 mg/kg también por debajo del límite que es <200 mg/kg, la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% demostró ser un producto apto para el consumo humano, encontrándose dentro de los niveles aceptados en la normativa EU 2023/915 para metales pesados, siendo un producto inocuo.

2.3.3. Análisis de composición proximal de producto final

Tabla 111
Composición proximal

Determinación	Caracterización de producto final	Unidades
Energía	164.00	kcal/100g
Carbohidratos	6.21	%
Cenizas	2.82	%
Fibra Cruda	1.30	%
Grasa	9.40	%
Humedad	67.93	%
Proteína	13.64	%
Nitritos	79.61	mg/kg
Sodio	786.21	mg/100 g
Almidón	6.25	%

Nota. (Resultados laboratorio Bhios Arequipa)

Abreviaturas

%: Expresado en porcentaje

kcal/100 g: Kilocalorías por 100 g

Métodos utilizados:

- Análisis de Composición Proximal: Manual de Métodos para el Análisis de Alimentos (Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)
- Nitritos: Norma Mexicana-F-543-1992. Alimentos - Determinación de Nitritos en Productos Cárnicos - Método de prueba
- Sodio (Na): AOAC Official Method 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food Atomic Absorption Spectrophotometric Method. 22nd Ed. 2023.
- Almidón: Manual de Análisis de Productos Cárnicos. Ministerio de Salud República de Colombia. 1995.

La composición proximal del producto final tiene un contenido energético moderado con 164 kcal/100 g, lo que representa aproximadamente 8% del valor calórico diario en una dieta de 2000 kcal, con un balance adecuado por los macronutrientes que aportan: proteína 13.64%, aumentando el valor nutritivo; grasas 9.40 %, y carbohidratos 6.21% con un porcentaje moderado acompañado del almidón con 6.25%; fibra cruda 1.30% lo que ayuda a mejorar la textura y digestibilidad; la humedad está en 67.93% aumentando la jugosidad en el embutido, también se demuestra el poder gelificante y capacidad de retención de agua del almidón por su alto contenido de amilosa y amilopectina, finalmente los nitritos con 79.61 mg/kg y sodio con 786.21 mg/kg.

Según la NTP 201.006 (2019) la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% cumple con el siguiente criterio: Las salchichas presentan 13.64% de proteína lo que supera al 12% como límite mínimo para la calidad extrafina; el contenido de grasa es de 9.40% que se encuentra muy por debajo del límite máximo para la calidad extrafina que es de 30% evidenciando que al sustituir parcialmente la grasa por el almidón de yuca al 7.5% se cumplió con el objetivo de disminuir el contenido graso del

producto final; el almidón con 6.25% está considerada entre la categoría fina con un límite máximo de 5% y la categoría extra con un límite mínimo de 10%, esto se debe al mismo hecho que se sustituyó parcialmente la grasa por el almidón, lo que tuvo como resultado una descendencia en el porcentaje de grasa pero un aumento en el porcentaje de almidón. Según el Reglamento Sanitario de Alimentos (D.S.D. °007-98-SA) indica que el límite de nitritos en productos cárnicos es de 150 mg/kg, el contenido de nitritos en la salchicha es de 79.61 mg/kg, valor que se encuentra dentro del rango permitido. Según la ley N°30021 se debe evitar el consumo excesivo de alimentos sólidos que contengan igual o más de 800 mg/100 g de sodio, las salchichas tienen 786.21 mg/100 g lo que se encuentra dentro de lo establecido según la norma.

2.3.4. Análisis de grasas totales de producto final

Tabla 112

Grasas totales de producto final

Determinación	Caracterización producto final	Unidades
Grasas Saturadas	4.31	g/100 g
Grasas Trans	0.00	g/100 g
Grasas Monoinsaturadas	3.53	g/100 g
Grasas Poliinsaturadas	1.27	g/100 g

Nota. (Resultados de laboratorio Bhios Arequipa)

Abreviaturas:

g/100 g: Gramos por 100 gramos

Métodos utilizados:

Grasas (S/P-M/T): AOAC Official Method 981. 12 Fat (Total, Saturated and Unsaturated) in Foods. 22nd. Ed. 2023.

Con la tabla presentada se puede observar 4.21 g/100 g de grasas saturadas, grasas que son provenientes de la carne animal utilizada para la elaboración de las salchichas; en grasa trans el producto tiene 0.00 g/100 g, lo que demuestra ser un producto libre de grasas

trans lo que aporta un aspecto positivo en salud pública, ya que las grasas trans se asocia con enfermedades cardiovasculares; en grasas monoinsaturadas 3.53 g/100 g y poliinsaturadas 1.27 g/100 g aportando ácidos grasos insaturados.

2.3.5. Determinación de etiquetado de octógonos en producto final

La ley peruana N°30021 busca advertir a los consumidores de forma clara y sencilla con etiquetas de octógonos para así de esta manera poder saber si los alimentos que desean consumir son altos en azúcar, sodio, grasas saturadas o si contienen grasa trans; para así de esta manera poder prevenir enfermedades. Los productos pueden tener cuatro etiquetas octogonales indicando:

- Alto en azúcar: Alimentos sólidos que contengan igual o más de 22.5 g de azúcar por cada 100 g y en bebidas que contienen 6 g o más por cada 100 ml.
- Alto en sodio: Alimentos sólidos que tienen igual o más de 800 mg de sodio por cada 100 g y en bebidas que contienen 100 mg por cada 100 ml.
- Alto en grasas saturadas: Alimentos sólidos que tienen igual o más de 6 g de grasa saturadas por cada 100 g del producto y en bebidas que contienen 3 g por cada 100 ml.
- Contiene grasas trans: Basta la presencia de grasas trans para que vaya etiqueta en el producto.

En la siguiente tabla se realizó una comparación con los resultados de las salchichas tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% y los límites para el etiquetado de octógonos según la ley N°30021:

Tabla 113
Etiquetado de octógonos del producto según la Ley N°30021

Determinación	Salchicha	Límite ley N°30021	Requerimiento de etiquetado de octágono
Grasas saturadas	4.31 g/100 g	6.00 g/100 g	No
Grasas trans	0.00 g/100 g	0.00 g/100 g	No
Sodio	786.21 mg/100 g	800.00 g/100 g	No

Nota. (Ley N°30021)

Al comparar la composición de la salchicha con los datos límite de la ley N°30021 se observa que el producto presenta 4.31 g/100 g de grasas saturadas, valor que se encuentra por debajo del límite que es 6 g/100 g, por lo que no llevara octógono de “alto en grasas saturadas”; en el caso de grasas trans se puede observar que la salchicha contiene 0.00 g/100 g de grasas trans y la ley indica que con la presencia de grasas trans debe ir el octógono correspondiente, por lo que de igual forma no se requiere el etiquetado de “contiene grasas trans”; la salchicha contiene 786.21 mg/100 g, de igual forma debajo del límite establecido por la ley que es de 800 g/ 100 g, por lo que no llevara el etiquetado de “Alto en sodio”. En consecuencia, con lo observado, las salchichas tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% no requiere etiquetado de octógonos, lo que favorece al producto en el tema de la elección del consumidor que busca una alternativa más saludable.

2.3.6. Determinación de tiempo de vida útil mediante pruebas aceleradas

Para determinar el tiempo de vida útil de las salchichas tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% se utilizó el método de pruebas aceleradas de almacenamiento en tres diferentes temperaturas: 4°C, 14°C y 24°C. Para mantener las temperaturas se utilizaron equipos adecuados con un control de temperatura, para la temperatura de 4°C, se utilizó un frigobar con un termómetro calibrado, una cava de vino con controlador digital para la temperatura de 14°C y finalmente se fabricó una incubadora con una caja térmica con un foco en la parte lateral de la caja, se colocó una división para que la

luz del foco no caiga directamente al producto y a la división se le incrusto un ventilador para que el aire fluya por toda la caja, se utilizó una base elevada para colocar las muestras encima y se añadió un termostato que ayudaba que prenda el foco cuando la temperatura bajaba a 23.5°C y se apagaba cuando la temperatura se elevaba a 24.5°C. Se utilizaron 12 muestras para cada temperatura previamente pesadas, rotuladas y envasadas al vacío para garantizar la determinación del análisis.

- **Ecuación de Labuza**

Según Labuza (1968), se basa en el principio de la velocidad de deterioro en distintas temperaturas de almacenamiento en un producto, lo que permite poder determinar el tiempo de vida útil en muestras almacenadas en temperaturas controladas. En esta oportunidad se utilizaron muestras almacenadas en 4°C, 14°C y 24°C donde se evaluaron atributos sensoriales como color, olor y textura, tomando como límite critico el puntaje de 4. Por otra parte, se evaluó la exudación de la salchicha, almacenadas de igual forma a 4°C, 14°C y 24°C donde se estableció como límite critico el 5% de exudación (Bjökroth, et al. 1997).

- **Modelo matemático:**

$$\frac{\partial C}{\partial t} = k(C)$$

$$\int_{C_0}^C \frac{\partial C}{C} = k \int_0^t \partial t$$

$$\ln C - \ln C_0 = k * t$$

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

$$\ln C = \ln C_0 - k * t$$

Donde:

C: Puntaje critico

C₀: Puntaje inicial

K: Pendiente

t: Tiempo (horas)

2.3.6.1. Análisis sensorial para determinación de vida útil

Se hizo un análisis sensorial con ayuda de una ficha bilateral no estructurada desde me desagrada mucho hasta me agrada mucho, con puntuaciones de 0 a 9 donde se evaluaron los atributos de color, olor y textura, se realizó la evaluación a 7 panelistas cada 24 horas, el análisis tiene como objetivo determinar el tiempo en que la salchicha ya no esté apta para el consumo. El análisis de tiempo de vida útil mediante pruebas aceleradas se complementa con una evaluación de exudación, al ser una salchicha con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca se obtuvo una capacidad de retención de agua mayor por la adición del almidón debido a su alto contenido de amilosa y amilopectina, lo que se vio demostrado en la composición proximal, donde se obtuvo un porcentaje alto de humedad con 67.93%, pudiendo ser este un factor de deterioro del producto.

En la siguiente tabla se puede observar los resultados obtenidos por el análisis sensorial de tiempo de vida útil mediante pruebas aceleradas:

Tabla 114

Resultados del análisis sensorial para determinación de tiempo de vida útil

	4°C			14°C			24°C		
Tiempo (horas)	Color	Olor	Textura	Color	Olor	Textura	Color	Olor	Textura
0	7.73	7.54	7.80	7.67	7.27	7.44	7.79	7.50	7.60
24	7.60	7.66	7.43	7.06	7.13	6.99	7.14	7.06	6.91
48	7.33	7.31	7.26	6.44	6.73	6.71	6.46	6.24	6.13
72	7.26	7.21	7.34	6.36	6.51	6.37	6.17	5.87	5.54
96	7.16	7.10	7.14	6.17	6.19	5.94	5.13	4.74	4.36
120	7.04	7.01	7.10	5.79	5.56	5.60	1.64	0.70	0.46

Los resultados del análisis sensorial para determinar el tiempo de vida útil mediante pruebas aceleradas demuestran la aceptabilidad según los 7 panelistas evaluados. Se puede observar que las muestras almacenadas a 4°C se mantienen estables tanto para color, olor y textura, manteniendo puntajes mayores a 7 durante todas las horas evaluadas (120 horas), demostrando que la refrigeración prolonga el tiempo de vida útil del producto. En el caso de las muestras almacenadas a 14°C tuvieron una disminución progresiva en sus atributos sensoriales, con un descenso marcado entre las 96 y 120 horas, donde los puntajes bajaron entre 5.5 a 6, indicando el inicio del rechazo sensorial. Finalmente, en las muestras almacenadas en 24°C se tuvo una pérdida sensorial mucho más rápida, donde los valores descendieron desde las 48 horas, siendo críticos a las 72 horas y totalmente inaceptables a las 120 horas con valores debajo de 2 en todos los atributos evaluados. Con los resultados obtenidos se demuestra que la salchicha con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% mantiene sus atributos sensoriales en una correcta refrigeración.

Con los resultados obtenidos en el análisis y aplicando la ecuación de Labuza (1968), se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Determinación de tiempo de vida útil en análisis sensorial para muestras almacenadas a 4°C**

Tabla 115

Ln del análisis sensorial para las muestras almacenadas a 4°C

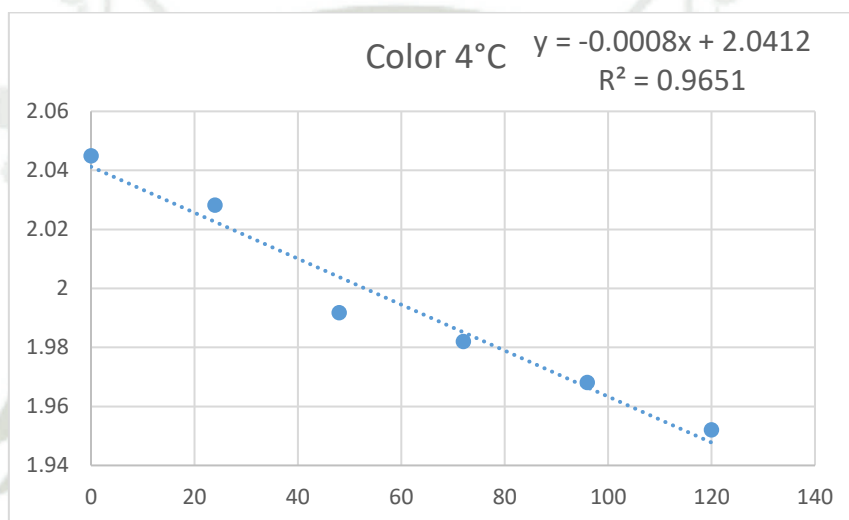
Tiempo (horas)	Incolor 4°C	Inolor 4°C	Intextura 4°C
0	2.04492404	2.03563892	2.05412373
24	2.02814825	2.02060104	2.00533357
48	1.9917806	1.98982938	1.98198621
72	1.98198621	1.97606319	1.99372802
96	1.96811086	1.96009478	1.96611286
120	1.95201393	1.94794889	1.96009478

Al aplicar la ecuación de Labuza (1968), con los datos del análisis sensorial de los atributos: color, olor y textura en las muestras almacenadas a 4°C se obtuvieron los datos de

la tabla, sacando el ln de cada dato que se obtuvo cada 24 horas, demostrando una tasa de degradación baja, lo que puede aumentar el tiempo de vida útil para este atributo, evidenciando que bajo condiciones de almacenamiento a una temperatura de refrigeración la velocidad de deterioro es baja y constante, manteniendo la calidad y aceptabilidad de las características sensoriales del producto.

Figura 18

Gráfica de dispersión del atributo color en muestras almacenadas a 4°C



Con los datos obtenidos se realizó una gráfica de dispersión donde se puede observar una pendiente negativa de -0.0008, debido a la ligera descendencia de las puntuaciones en el atributo color en las muestras almacenadas a 4°C. Con estos datos se pudo determinar el tiempo de vida útil para el atributo color en las muestras almacenadas a 4°C, donde se utilizó la ecuación de Labuza (1968):

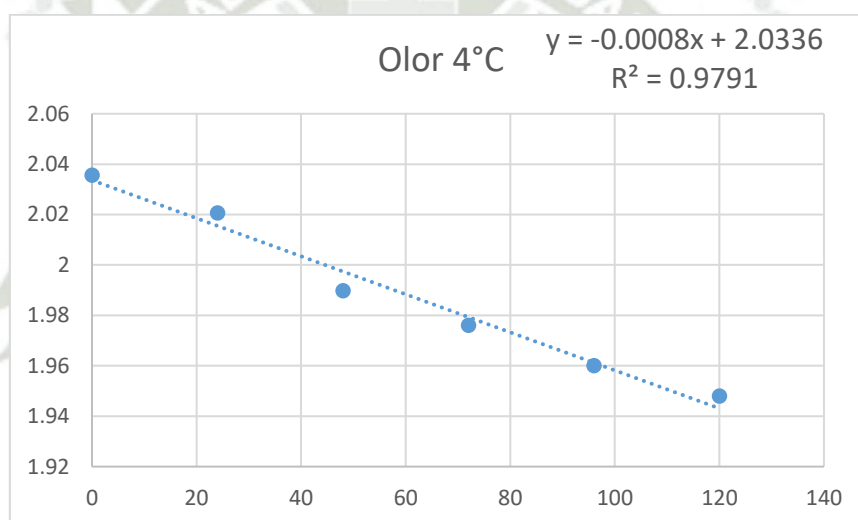
$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 116
Tiempo de vida útil de color en muestras almacenadas a 4°C

Tiempo de vida útil para el atributo color a 4°C	
823.52	horas
34.31	días

Se puede observar en los resultados que para el atributo color en las muestras almacenadas a 4°C el tiempo de vida útil es de 34 días.

Figura 19
Gráfica de dispersión del atributo olor en muestras almacenadas a 4°C


En la gráfica se puede observar una pendiente negativa de -0.0008 con una pequeña descendencia de los datos obtenidos en el análisis sensorial para el atributo olor en las muestras almacenadas a 4°C. Con estos datos obtenidos se aplica la ecuación de Labuza (1968), para poder determinar el tiempo de vida útil para dicho atributo:

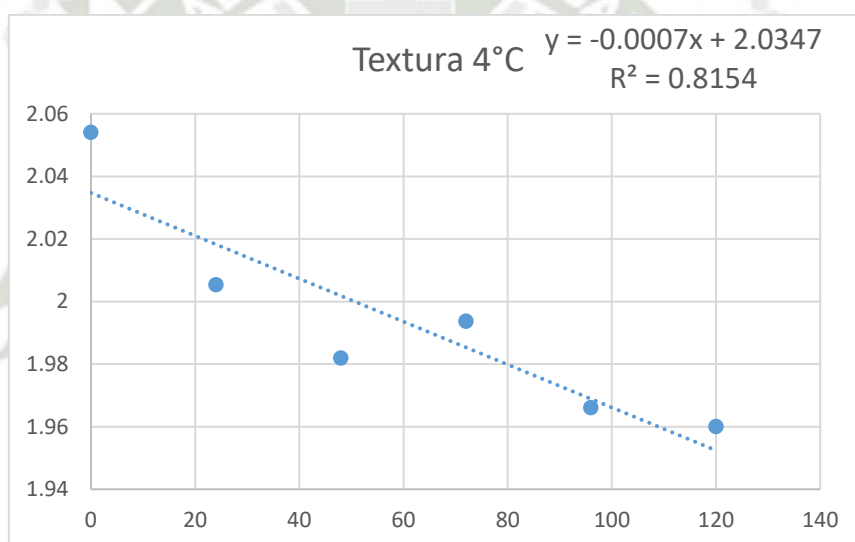
$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 117
Tiempo de vida útil de olor en muestras almacenadas a 4°C

Tiempo de vida útil para el atributo olor a 4°C	
812.15	horas
33.84	días

El tiempo de vida útil para el atributo olor en las muestras almacenadas a 4°C es de 34 días.

Figura 20
Gráfica de dispersión del atributo textura en muestras almacenadas a 4°C


De igual forma, se puede observar una gráfica con pendiente negativa, en este caso la pendiente es de -0.0007 demostrando una disminución progresiva del atributo textura. Con los datos obtenidos, se aplicó la ecuación de Labuza (1968):

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 118

Tiempo de vida útil de textura en muestras almacenadas a 4°C

Tiempo de vida útil para el atributo textura a 4°C	
954.04	horas
39.75	días

El tiempo de vida útil para el atributo textura es de 40 días en las muestras almacenadas a 4°C.

Tabla 119

Tiempo de vida útil del análisis sensorial para las muestras almacenadas en 4°C

Atributos	Tiempo de vida útil (días)
Color	34
Olor	34
Textura	40

Con la ecuación de Labuza (1968), se pudo determinar el tiempo de vida útil en las muestras almacenadas a 4°C a base del análisis sensorial que se realizó cada 24 horas para los atributos: color, olor y textura. Siendo los resultados para color: 34 días; para olor: 34 días y para textura: 40 días. Tomando en cuenta el tiempo menor en dicho análisis del producto, se concluye que la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% almacenada a una temperatura de 4°C tiene un tiempo de vida útil de 34 días.

- **Determinación de tiempo de vida útil en análisis sensorial para muestras almacenadas a 14°C**

Tabla 120

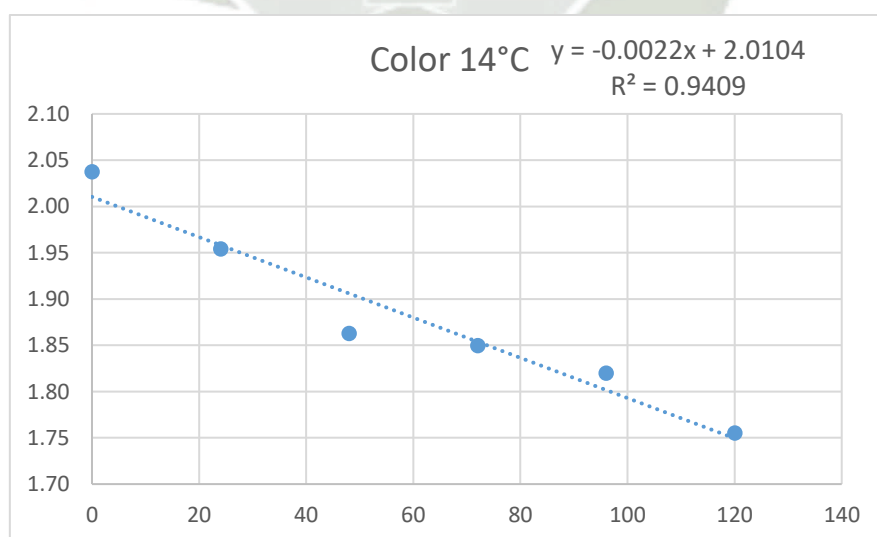
Ln del análisis sensorial para las muestras almacenadas a 14°C

Tiempo (horas)	Incolor 14°C	Inolor 14°C	Intextura 14°C
0	2.04	1.98395277	2.0072548
24	1.95	1.96411085	1.94386725
48	1.86	1.90636285	1.90423745
72	1.85	1.87399757	1.85182371
96	1.82	1.82224249	1.78219002
120	1.76	1.7150841	1.7227666

Se obtuvieron los resultados de la tabla en base a las puntuaciones de los panelistas evaluados, utilizando la ecuación de Labuza (1968), se aplicó el ln en todos los datos para cada atributo: color olor y textura, para las muestras almacenadas a 14°C cada 24 horas.

Figura 21

Gráfica de dispersión del atributo color en muestras almacenadas a 14°C



Con los datos obtenidos se obtuvo la gráfica con una pendiente negativa de -0.0022, demostrando aumentar la pendiente de las muestras almacenadas a 4°C, esto demuestra que a

mayor temperatura existe mayor degradación del producto. Obteniendo los datos necesarios se aplicó la ecuación de Labuza (1968):

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Donde se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 121

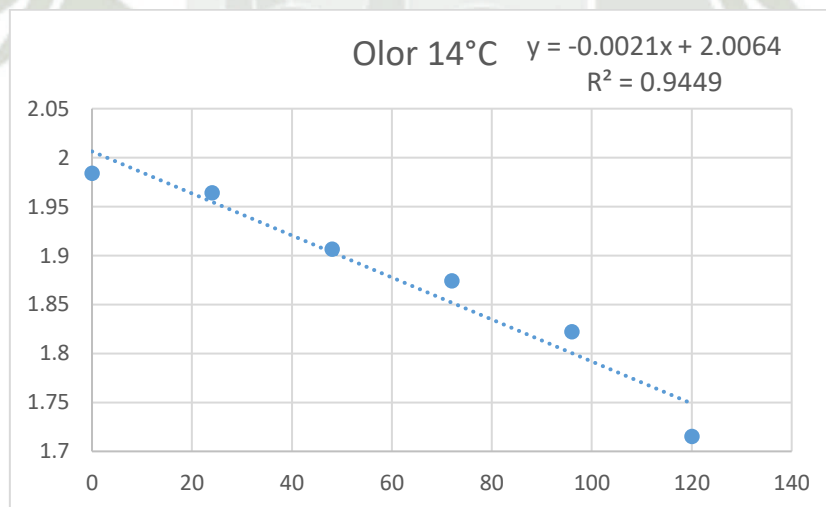
Tiempo de vida útil de color en muestras almacenadas a 14°C

Tiempo de vida útil para el atributo color a 14°C	
295.92	horas
12.33	días

Aplicando la ecuación, se observa que el tiempo de vida útil para el atributo color en muestras almacenadas a 14°C es de 12 días.

Figura 22

Gráfica de dispersión del atributo olor en muestras almacenadas a 14°C



Para el atributo olor en las muestras almacenadas a 14°C se obtuvo una pendiente negativa de -0.0021, debido a la disminución de los puntajes obtenidos en el análisis sensorial realizado cada 24 horas. Se aplicó la ecuación de Labuza (1968), con los datos obtenidos:

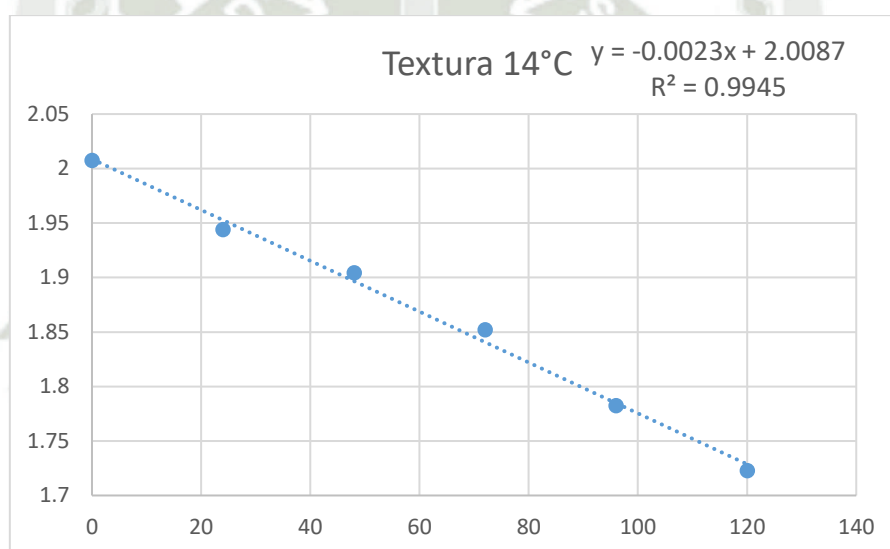
$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 122
Tiempo de vida útil de olor en muestras almacenadas a 14°C

Tiempo de vida útil para el atributo olor a 14°C	
284.51	horas
11.85	días

En el resultado obtenido se puede observar que el tiempo de vida útil para el atributo olor en las muestras almacenadas a 14°C es de 12 días.

Figura 23
Gráfica de dispersión del atributo textura en muestras almacenadas a 14°C


En el análisis sensorial del atributo textura en las muestras almacenadas a 14°C se observa en la gráfica una pendiente negativa de -0.0023, se aplicó la ecuación de Labuza (1968), para la determinación de tiempo de vida útil para dicho atributo:

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Donde se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 123

Tiempo de vida útil de textura en muestras almacenadas a 14°C

Tiempo de vida útil para el atributo textura a 14°C	
269.82	horas
11.24	días

Con los resultados de la ecuación aplicada se pudo obtener el tiempo de vida útil de 11 días para el atributo textura en las muestras almacenadas a 14°C.

Tabla 124

Tiempo de vida útil del análisis sensorial para las muestras almacenadas en 14°C

Atributos	Tiempo de vida útil (días)
Color	12
Olor	12
Textura	11

Se pudo determinar el tiempo de vida útil para las muestras almacenadas a 14°C evaluando las características sensoriales: color, olor y textura con ayuda de la ecuación de Labuza (1968), obteniendo 12 días para color, de igual forma para olor 12 días y para textura 11 días, tomando en cuenta la menor cantidad de días obtenido se puede concluir que la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% almacenada en 14°C tiene un tiempo de vida útil de 11 días.

- **Determinación de tiempo de vida útil en análisis sensorial para muestras almacenadas a 24°C**

Tabla 125

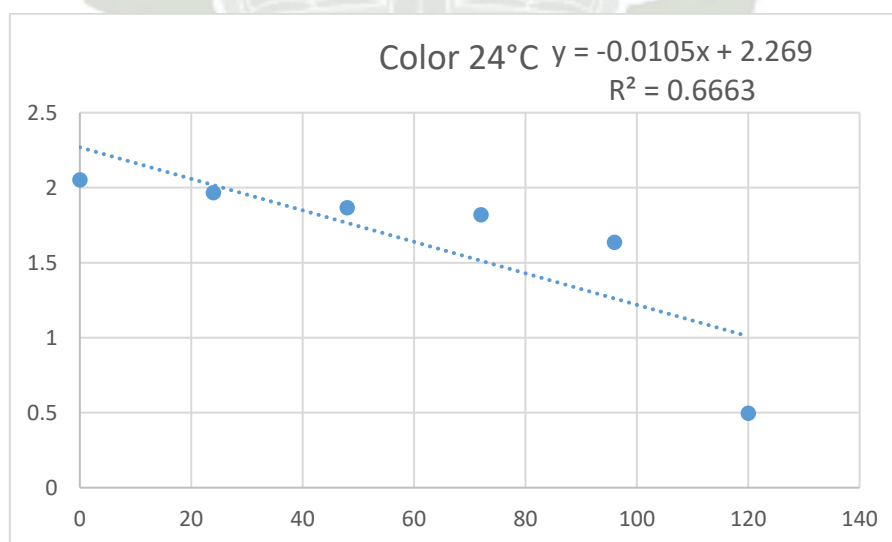
Ln del análisis sensorial para las muestras almacenadas a 24°C

Tiempo (horas)	Incolor 24°C	Inolor 24°C	Intextura 24°C
0	2.05229055	2.01490302	2.02814825
24	1.96611286	1.95404028	1.93358966
48	1.86518694	1.83143795	1.81296168
72	1.81993035	1.77009797	1.7125101
96	1.63482715	1.55663973	1.47181653
120	0.49643689	-0.35667494	-0.78275934

Se aplico el ln en todos los datos obtenidos del análisis sensorial (color, olor y textura) cada 24 horas de las salchichas almacenadas a 24°C para poder determinar el tiempo de vida útil mediante la ecuación de Labuza (1968), para cada atributo evaluado.

Figura 24

Gráfica de dispersión del atributo color en muestras almacenadas a 24°C



En el atributo color en las muestras almacenadas a 24°C se puede observar una pendiente negativa de -0.0105, con una mayor descendencia a las 120 horas, demostrando la

inaceptabilidad del consumidor al transcurrir las horas a dicha temperatura. Con los datos obtenidos se aplicará la siguiente formula:

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Donde se obtuvo:

Tabla 126

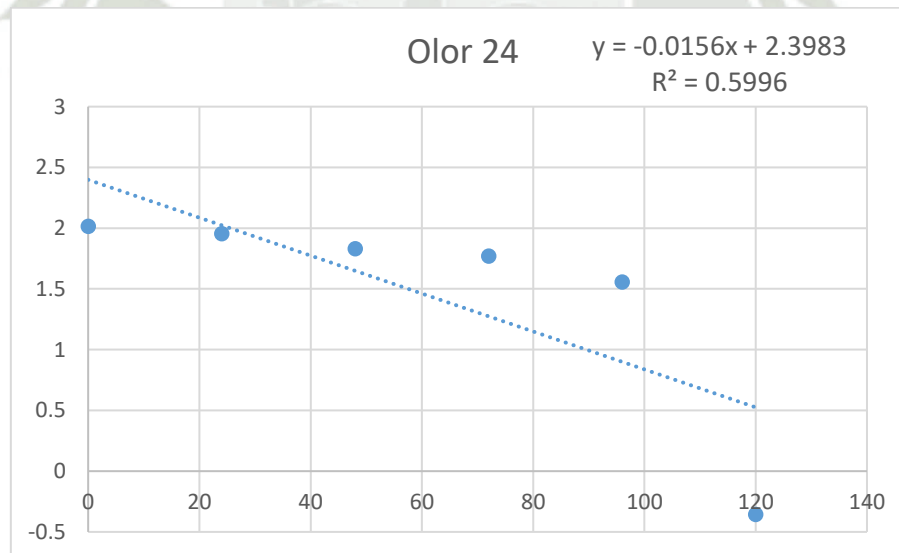
Tiempo de vida útil de color en muestras almacenadas a 24°C

Tiempo de vida útil para el atributo color a 24°C	
63.48	horas
2.65	días

Con los datos obtenidos según la ecuación, se puede observar que el producto tiene un tiempo de vida útil de 3 días para el atributo color en las muestras almacenadas a 24°C.

Figura 25

Gráfica de dispersión del atributo olor en muestras almacenadas a 24°C



Se puede observar en la gráfica del atributo olor en las muestras almacenadas a 24°C una pendiente negativa de -0.0156 mostrando de igual forma que en el atributo color una mayor descendencia en las 120 horas, asumiendo que este tiempo es determinante para la

calidad del producto. Se aplicó la ecuación de Labuza (1968), para la determinación del tiempo de vida útil de dicho atributo:

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 127

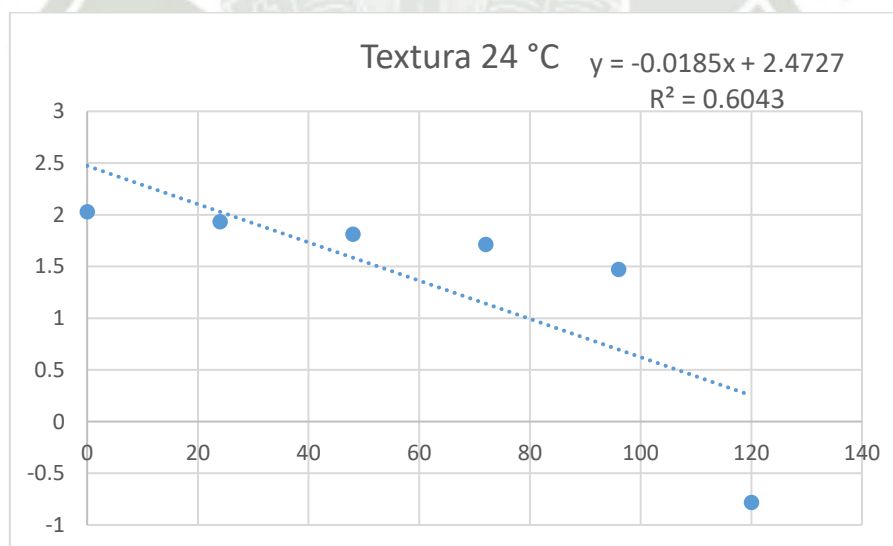
Tiempo de vida útil de olor en muestras almacenadas a 24°C

Tiempo de vida útil para el atributo olor a 24°C	
40.30	horas
1.68	días

Con el resultado obtenido se puede observar que el tiempo de vida útil para el atributo olor del producto almacenado a una temperatura de 24°C es de 2 días.

Figura 26

Gráfica de dispersión del atributo textura en muestras almacenadas a 24°C



Se obtuvo una gráfica con una pendiente negativa de -0.0185, igualmente que en los atributos de color y olor en las muestras almacenadas a 24°C se puede observar que a las 120 horas hay una gran caída en su análisis sensorial. Con ayuda de la ecuación de Labuza

(1968), se determinó el tiempo de vida útil para el atributo textura en las muestras almacenadas a 24°C:

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Donde se obtuvo lo siguiente:

Tabla 128

Tiempo de vida útil de textura en muestras almacenadas a 24°C

Tiempo de vida útil para el atributo textura a 24°C	
34.69	horas
1.45	días

Se puede observar que el tiempo de vida útil para el atributo textura en las muestras almacenadas a 24°C es de 1 día.

Tabla 129

Tiempo de vida útil del análisis sensorial para las muestras almacenadas en 24°C

Atributos	Tiempo de vida útil (días)
Color	3
Olor	2
Textura	1

Con los resultados obtenidos del análisis sensorial para determinación de tiempo de vida útil en las muestras almacenadas a 24°C se puede observar que color tiene un tiempo de vida útil de 3 días, olor 2 días y textura 1 día, utilizando el tiempo más bajo de los atributos analizados, se puede determinar que la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% en muestras almacenadas a 24°C tiene un tiempo de vida útil de 1 día.

Con los resultados de cada atributo se puede determinar lo siguiente:

Tabla 130
Resultados de tiempo de vida útil según análisis sensorial

Tiempo de vida útil 4°C (días)	Tiempo de vida útil 14°C (días)	Tiempo de vida útil 24°C (días)
34	11	1

Se determinó el tiempo de vida útil mediante pruebas aceleradas almacenando el producto en 3 diferentes temperaturas, donde los resultados fueron los siguientes para 4°C 34 días; para 14°C: 11 días y para 24°C 1 día. Se buscó mantener la calidad sensorial de las salchichas, por lo que se utilizó el puntaje crítico de 4 de una escala de 0 a 9. Con estos resultados se puede observar que en un correcto almacenamiento de refrigeración la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% tiene un tiempo de vida útil de 34 días, garantizando su calidad sensorial y aceptabilidad del consumidor, en el caso del tiempo de vida útil de las muestras a 14°C tiene menor cantidad de días, al encontrarse en una temperatura mayor de almacenamiento, igualmente en las muestras almacenadas a 24°C su tiempo de vida útil es de 1 día, ya que es una temperatura muy alta para poder garantizar la calidad sensorial del producto.

2.3.6.2. Análisis de exudación para determinación de vida útil

Se encontró como un parámetro determinante en el tiempo de vida útil de la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5%, ya que al incorporar el almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa, aumenta su capacidad de retención de agua por la cantidad de amilosa y amilopectina que otorga el almidón, lo que se vio expuesto en la composición proximal de producto final al tener 67.93 % de humedad, pudiendo ser este factor totalmente determinante en el almacenamiento del producto. Se utilizaron 3 temperaturas de almacenamiento 4°C, 14°C y 24°C, donde se almacenaron muestras previamente, pesadas, empaquetadas y rotuladas, se evaluaron cada 24 horas, abriendo el empaque, secándolas con papel toalla y pesando las salchichas, midiendo de esta

forma la pérdida de peso que tuvo la salchicha por exudación. Según (Björkroth, et al. 1997) si bien es normal encontrar pequeñas cantidades de líquido en el envase del producto (1-3% del peso inicial) niveles superiores a 5% se consideran críticos, perdiendo la calidad sensorial y asociados al inicio del deterioro microbiológico.

Tabla 131

Porcentaje de exudación para determinar el tiempo de vida útil

Tiempo (horas)	4°C	14°C	24°C
0	0%	0%	0%
24	0.026%	0.047%	0.233%
48	0.027%	0.115%	0.912%
72	0.028%	0.303%	1.280%
96	0.029%	0.585%	3.442%
120	0.028%	1.971%	6.630%

Los resultados del análisis de exudación muestran que las salchichas almacenadas a 4°C se mantuvieron constantes y muy bajas durante el periodo de evaluación entre 0.026% a 0.029%, muy por debajo del crítico 5%. Las muestras almacenadas a 14°C fueron aumentando progresivamente su porcentaje de exudación iniciando con 0.047% y aumentando a 1.971% a las 120 horas, valores que aún se encuentran dentro del límite permitido. En el caso de las muestras almacenadas a 24°C se observó que el aumento de la exudación fue mucho más rápido iniciando a las 24 horas con 0.233% y superando el límite permitido a las 120 horas con 6.630%, lo cual evidencia una significativa pérdida de la calidad en las muestras almacenadas a temperaturas inadecuadas, siendo la temperatura de refrigeración (4°C), la más adecuada para el almacenamiento del producto.

Tabla 132

Ln del porcentaje de exudación

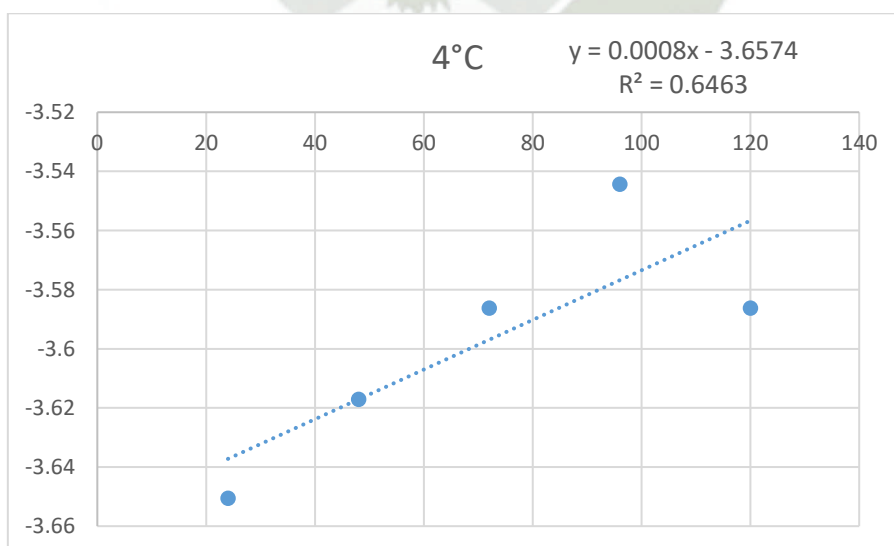
Tiempo (horas)	Inexudación 4C	Inexudación 14 C	Inexudación 24C
24	-3.65065824	-3.05400118	-1.45861502
48	-3.61711489	-2.16332303	-0.09246523
72	-3.58629287	-1.19392247	0.24667405
96	-3.54443155	-0.53621486	1.23609235
120	-3.58629287	0.67879287	1.8915798

Con los datos obtenidos del análisis de exudación cada 24 horas para determinación de tiempo de vida útil para la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5%, se calculó el ln de los datos obtenidos para poder calcular el tiempo de vida útil de cada temperatura de almacenamiento analizada para el parámetro de exudación, siendo el límite crítico 5%, con ayuda de la ecuación de Labuza (1968).

- **Tiempo de vida útil en análisis de exudación para las muestras almacenadas en 4°C**

Figura 27

Gráfica de dispersión del análisis exudación en muestras almacenadas a 4°C



En la gráfica se observa una pendiente positiva estable de -0.0008, demostrando que las muestras almacenadas en 4°C tienen una ligera ascendencia en el porcentaje de pérdida

por exudación, con los datos obtenidos se aplicó la ecuación de Labuza (1968), para poder determinar el tiempo de vida útil para el parámetro de exudación en las muestras almacenadas a 4°C:

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Donde se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 133

Tiempo de vida útil de exudación en muestras almacenadas a 4°C

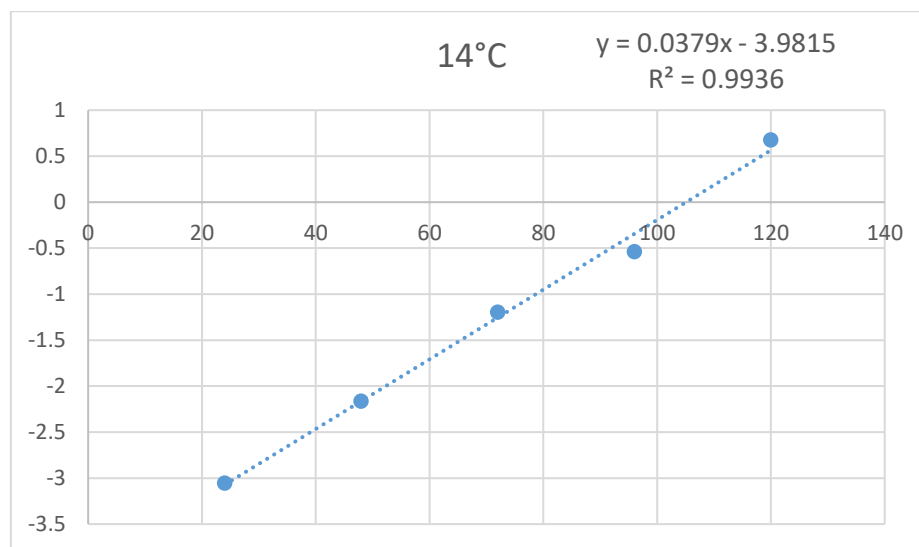
Tiempo de vida útil para el parámetro exudación a 4°C	
3695.64	horas
153.99	días

El tiempo de vida útil para el parámetro de exudación de la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% para el parámetro de exudación es de 154 días, esto se debe a que en una correcta temperatura de refrigeración para el almacenamiento del producto se mantiene estable; por otro lado, las salchichas al tener una adición del almidón aporta a su capacidad de retención de agua por su capacidad gelificante gracias a su alto contenido de amilosa y amilopectina.

- **Tiempo de vida útil en análisis de exudación para las muestras almacenadas en 14°C**

Figura 28

Gráfica de dispersión del análisis de exudación en muestras almacenadas a 14°C



En la gráfica de dispersión de los datos analizados para la determinación de tiempo de vida útil de las muestras almacenadas a 14°C se puede ver una pendiente positiva de 0.0379, debido a su aumento en el porcentaje de exudación del producto. Con estos datos se determinó el tiempo de vida útil con ayuda de la ecuación de Labuza (1968):

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 134

Tiempo de vida útil de exudación en muestras almacenadas a 14°C

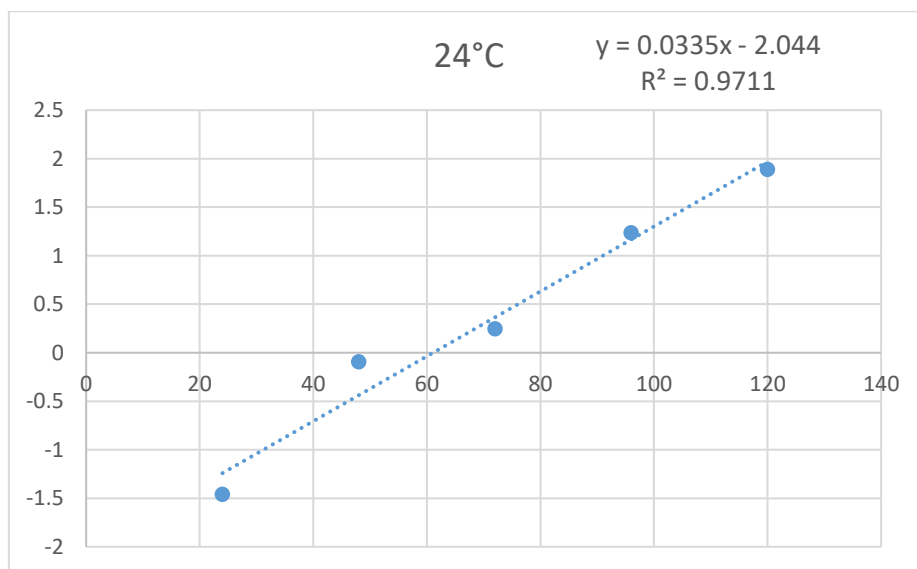
Tiempo de vida útil para el parámetro exudación a 14°C	
123.14	horas
5.13	días

Se determinó que el tiempo de vida útil de la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% almacenada a 14°C es de 5 días, lo que demuestra que a una temperatura inadecuada aumenta la exudación del producto.

- **Tiempo de vida útil en análisis de exudación para las muestras almacenadas en 24°C**

Figura 29

Gráfica de dispersión del análisis de exudación en muestras almacenadas a 24°C



La gráfica se obtuvo con los datos del análisis de exudación en las muestras almacenadas a 24°C, donde se puede distinguir una pendiente positiva de 0.0335, demostrando una descendencia alta de exudación en las salchichas almacenadas en dicha temperatura, se determinó el tiempo de vida útil con la ecuación de Labuza (1968):

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{-k}$$

Y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 135

Tiempo de vida útil de exudación en muestras almacenadas a 24°C

Tiempo de vida útil para el parámetro exudación a 24°C	
91.91	horas
3.83	días

Se puede observar que el tiempo de vida útil en muestras almacenadas a 24°C es de 4 días, lo que demuestra que el almacenamiento de las salchichas a una inadecuada temperatura aumenta la exudación del producto.

Con los resultados obtenidos se determinó lo siguiente:

Tabla 136

Resultados de tiempo de vida útil según el análisis de exudación

Tiempo de vida útil 4°C (días)	Tiempo de vida útil 14°C (días)	Tiempo de vida útil 24°C (días)
154	5	4

Se puede observar que el tiempo de vida útil en las muestras almacenadas a 4°C es de 154 días, en muestras a 14°C 5 días y en las muestras de 24°C de 4 días. Como se puede observar en el experimento 2, la adición del almidón en la formulación de la salchicha aporta amilosa y amilopectina, lo que aumenta la capacidad de retención de agua en el momento de la cocción de la salchicha, por lo que también aumento el porcentaje de humedad del producto final, lo que podía influir en el tiempo de vida útil de la salchicha, por lo que se utilizó la exudación como un parámetro de determinación. Al analizar los datos obtenidos se puede observar que a una adecuada temperatura de refrigeración (4°C) la exudación del producto se mantiene estable como se pudo observar en el análisis, al estar almacenada a una temperatura inadecuada aumenta la exudación, perdiendo la calidad del producto.

CONCLUSIONES

Primero. Con los experimentos elaborados se concluyó que las salchichas tipo Frankfurt sustituidas con 60% carne de res y 40% carne de cerdo, con 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca y escaldadas al vapor, contienen un bajo contenido graso manteniendo la calidad sensorial, ofreciendo de esta manera un producto apetecible y saludable.

Segundo. Se determinó que la proporción óptima de carne de res y cerdo, donde se realizaron 5 muestras: F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo; F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo; F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo; F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo y F5: 70% carne de res y 30% carne de cerdo. Donde se evaluó análisis sensorial (color, olor, sabor y textura) y análisis instrumental de textura; donde los resultados obtenidos indicaron que la formulación 4 (F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo) fue la más óptima en el primero experimento, aportando buena textura y manteniendo la calidad sensorial del producto.

Tercero. Se evaluó la sustitución parcial de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt, se realizaron 3 muestras: T1: 2.5% de sustitución; 5% de sustitución y 7.5% de sustitución. En dicho experimento se realizaron los siguientes análisis: sensorial (color, olor, sabor y textura), instrumental de textura, capacidad de retención de agua por pérdida por cocción, estabilidad de la emulsión y contenido de grasa. Con los datos de los análisis se determinó que la muestra 3 (T3: 7.5% de sustitución) fue la más valorada, debido a su bajo contenido de grasa, excelente estabilidad de emulsión, mayor capacidad de retención de agua por pérdida por cocción y buena aceptabilidad sensorial.

Cuarto. En el tercer experimento se buscó determinar el mejor tratamiento térmico para las salchichas tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca, se evaluaron dos tipos de escaldado: E1: escaldado en vapor y E2: escaldado en agua. Se realizaron los

siguientes análisis: sensorial (color, olor, sabor y textura), capacidad de retención de agua por pérdida por cocción, instrumental de textura y rendimiento. Sobresaliendo el escaldado en vapor por su mayor capacidad de retención de agua por pérdida por cocción, buena textura, adecuado calentamiento, mayor rendimiento y manteniendo la calidad sensorial.

Quinto. En la caracterización de producto final, se obtuvo un producto extrafino según la NTP:201.006 por su alto porcentaje de proteínas (13.75%) y bajo contenido graso (9.40%), al adicionar el almidón se obtuvo 6.25% considerándose un producto extra por la cantidad de almidón. Los resultados demuestran eficacia en la sustitución parcial de grasa por almidón de yuca manteniendo su calidad sensorial (color, olor, sabor y textura). La salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% no contiene octógonos, por su baja cantidad de grasas saturadas, sodio y su nulo contenido de grasas trans según la ley N°30021, considerándose un producto saludable. Los análisis microbiológicos elaborados indican que las salchichas son totalmente inocuas, debido a su bajo contenido de microorganismos según la NTP:201.006, garantizando la salud del consumidor. Se determinó que el tiempo de vida útil de la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% es de 34 días en un almacenamiento adecuado de refrigeración.

RECOMENDACIONES

Primero. Se busca ofrecer una salchicha premium, por lo que se recomendaría reemplazar parcialmente el sustituto del almidón de yuca. En el análisis de composición proximal, se obtuvo 6.25% de almidón por 100 g de salchicha. Según la NTP:201.006 con dicho porcentaje se consideraría un embutido extra, ya que los embutidos extra contienen entre el 5% al 10% de almidón; para poder considerarse un embutido fino requiere un porcentaje entre 0% a 5%, por lo que se recomienda reformular la sustitución parcial de grasa por almidón de yuca, agregando parcialmente carragenina a la sustitución de la grasa, cumpliendo la norma del límite permitido según el Codex Alimentarius, hasta 150 mg/kg como máximo. Según Cabrera, et al. (2010) la carragenina en productos cárnicos presentan diferentes funciones como agentes texturizantes, retenedores de humedad y estabilizantes, siendo un excelente sustituto de la grasa para embutidos.

Segundo. Considerando que la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% presentó muy buenas características sensoriales, tecnológicas y aportando macronutrientes en la composición del producto, con un contenido bajo de grasa, sin octógonos e inocuo microbiológicamente, cumpliendo con los parámetros de calidad según las normas establecidas. Se recomienda impulsar su ingreso al mercado, presentando un producto agradable, saludable e inocuo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACMSF. (2020). ACMSF Botulism in Vacuum Packed and Modified Atmosphere Foods

Update. *Food Standards Agency* .

Agencia de Defensa de la Competencia de Andalucía. (10 de Diciembre de 2013).

Salchichas. Obtenido de Carnes, embutidos y grasas:

https://www.juntadeandalucia.es/defensacompetencia/sites/all/themes/competencia/files/fichas/pdf/16_Salchichas.pdf

Andina. (2021). Se incrementa la búsqueda de productos saludables en el Perú. *Andina*.

Aristizábal , J., Sánchez, T., & Mejía Lorío, D. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.

Arriaza Lozano, A. (26 de Marzo de 2019). *JONNPR*. Obtenido de Reformulación de salchichas tipo Frankfurt. Influencia en sus propiedades físico-químicas, organolépticas y aceptabilidad:

<https://revistas.proeditio.com/jonnpr/article/view/2878/html2878>

Aspinal, G. O. (1983). *The polysaccharides Vol. 3*. New York: Estados Unidos de América Academic Press.

Banda Padilla, D. M. (octubre de 2010). *El efecto de la sustitución de grasa animal por grasa vegetal en la formulación y elaboración de salchichas Frankfurt*. Obtenido de Universidad técnica de Ambato:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/850/1/AL443%20Ref.%203289.pdf>

Björkroth, J., & Korkeala, H. (1997). Microbiological spoilage and contamination of vacuum-packaged cooked sausages. *Journal of Food Protection*, 724-731.

- Byrne, B., & Bolton, D. J. (2006). Thermal inactivation of *Clostridium perfringens* in beef during cooking, holding, cooling and reheating. *Journal of Food Protection*, 351-357.
- Cabezas Zábala, C. C., Hernández Torres, B. C., & Vargas Zárate, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina*.
- Cardona Medina, W. A. (2013). *Aprovechamiento de barcia para realización de pre-emulsiones como materia prima*. Palmira: Universidad Nacional abierta y a distancia UNAD.
- Cobana, M., & Antezana R., R. (2007). Proceso de extracción de almidón de yuca por vía seca. *Revista Boliviana de Química*.
- Correa, E. (2007). Proyecto de factibilidad para la exportación de harina de yuca al mercado alemán periodo 2007-2006. *Quito*, 2-4.
- Cruz, C. H. (2002). *La yuca en el tercer milenio*. Cali.
- Delpuech, F., & Favier, J. C. (1980). Caractéristique des amidons de plantes alimentaires tropicales: action de l'alpha-amylase, gonflement et solubilité. *Paris, Ann Technol. Agric.* , 53-67.
- El Portal del Chacinado. (2019). *Calidad de la grasa de cerdo y su influencia durante el procesamiento*. Obtenido de El Portal del Chacinado:
<https://elportaldelchacinado.com/calidad-de-la-grasa-de-cerdo-y-su-influencia-durante-el-procesamiento/>
- García Mendoza, J. J., Zambrano Mendoza, M. J., Vargas Zambrano, P. A., Muñoz Murillo, J. P., & Párraga Alava, R. C. (2021). Almidón nativo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) como agente ligante en la producción de mortadela tipo bologna. *Manglar*, 61-69. Obtenido de Manglar.
- Instituto de Nutrición y Bromatología del CSIC. (1994). *Tabla composición de alimentos*.

- Jiménez Ramos, E., & Martínez de la Cruz, S. (2016). *Obtención y caracterización física y química del almidón de yuca (manihot esculentum) variedad guayape*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Juneja, V. K., & Marmer, B. S. (1998). Thermal inactivation of microorganisms in meat products. *Journal of Food Safety*, 51-72.
- Karakaya, M., Gökalp, H. Y., & Yetim, H. (1997). Model system evaluations of meat emulsions prepared with different edible beef by productx and fats and oil. *Journal of engineering sciences*, 347-352.
- Labuza, T. P. (1968). Sorption phenomena of nutrints. *Food Technology, Chicago*, 61:348.
- Li, M., & Ganzle, M. G. (2016). Heat resistance of Escherichia coli in foods. *Frontiers in Microbiology*.
- Loayza Carrión, S. P. (2011). *Control de calidad de la carne de bovino en el mercado municipal de la ciudad de Piñas provincia de El Oro*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- López, R. (1996). *Repositorio Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac*.
Obtenido de Aprovechamiento del músculo del Dormitator latifrons (Pululo) en producción de salchicha. Y aprovechamiento del músculo del Dormitator latifrons (Pululo) en la elaboración de dos embutidos paté y salchicha ahumada:
https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/476/T_0081.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mansilla, H. I. (2000). *Efecto de la temperatura de cocción en características físicas de carne bovina*. Valdivia: Universidad Austral de Chile. Obtenido de Repositorio de la Universidad Austral de Chile.
- Mataix, J. (2009). *Nutrición y alimentación humana. Tomo II*. Granada: Ergon.

- Mazzotta, A. S. (2001). Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* in hot dog batter. *Journal of Food Protection*, 338-342.
- Mejía, K. (2002). *El género Manihot (yuca) en el Perú y sus parientes silvestres*. En: *Seminario – Taller “Parientes Silvestres de los Cultivos Nativos en el Perú”, realizado el 18 y 19 de Octubre del 2002 en la Universidad Nacional Agraria La Molina*. Lima.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). (2013). *Caracterización y evaluación de la utilización de la agrobiodiversidad subtropical y andina como medida de adaptación al cambio climático en Santa Teresa – Cusco*. Cusco.
- Mitchell, J. D., & Ledwards, D. A. (1986). *Functional properties of food macromolecules*. Barking: Ed. Elsevier.
- Mohammadi, M., & Oghabi, F. (2012). Development of low-fat and low-calorie beef sausage using modified starch as fat replacement agent. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 1291-1296.
- Moreiras, O., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2013). *Tablas de composición de alimentos. Guía de prácticas*. Madrid.
- Morillo, Y. (2009). *Herencia del contenido de carotenos en raíces de yuca (Manihot esculente Crantz)*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Murphy, R. Y., Duncan, L. K., Beard, B. L., & Marcy, J. A. (2002). Thermal inactivation of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in fully cooked poultry products. *Journal of Food Protection*, 626-631.
- Naranjo G., D. G., & Pazmiño C., O. S. (2010). *Plan de comercio exterior y negocios internacionales para la exportación de almidón de yuca a Bogotá – Colombia*.
Obtenido de Repositorio Institucional ESPE:
<http://www.repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3932>

- Olmedilla Alonso, B., & Jiménez Colmenero, F. (2014). Functional meat products: development and evaluation of their health-promoting properties. *Nutrición hospitalaria vol. 29*, 6.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). *Anuario estadístico de la FAO*. Roma: Alimentación y agricultura mundial.
- Palumbo, S. A. (1997). Heat resistance of *Staphylococcus aureus* in meat and gravy. *Journal of Food Science*, 1491-1494.
- Pardo, E. (1996). Compendio de suicultura. *Universidad Nacional Agraria*, 1. Obtenido de Compendio de suicultura.
- Pearce, K. N., & Kinsella, J. E. (1978). Emulsifying Properties of Proteins: Evaluation of a Turbidimetric Technique. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 716-723.
- Restrepo Molina, D. A., Molina Cote, F. A., & Cabrera Torres, K. R. (2010). Efecto de la Adición de Carragenina Kappa I.II y Goma Tara sobre Caracterización de Calidad del Jamón de Cerdo Picado y Cocido. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 5717-5727.
- Ruiz Moreno, E., del Pozo de la Calle, S., & Ávila Torres, J. (2009). *Determinación de macronutrientes y micronutrientes en el despiece de carne de las principales especies de abasto*. FEN-FEDECARNE.
- Salejda, A. M., Olender, K., Zielinska-Dawidziak, M., Mazur, M., Szperlik, J., Miedzianka, J., . . . Szmaja, A. (2022). Frankfurter type sausage enriched with buckwheat by product as a source of bioactive compound. *Foods*, 11(5), 674.
- Salguero, J. (2009). *Evaluación de ensilaje de yuca más agua más yogurt y ensilaje de yuca y vinaza de destilería de alcohol en la alimentación de cerdos en crecimiento*. Riobamba.
- Stumbo, C. R. (1973). Thermobacteriology in food processing (2nd ed.). *Academic Press*.

Taggart, P. (2004). *Starch as an ingredient: manufacture and applications*. In: Eliasson, A-C.

Starch in food. Structure, function and applications. Cambridge: Woodhead

Publishing Limited.

Vive en rosa. (07 de Octubre de 2021). *La carne de cerdo: Beneficios de una carne blanca, rica y saludable*. Obtenido de Vive en rosa:

<https://interporc.com/2021/10/07/beneficios-de-la-carne-de-cerdo-2?cat=blog/vive-en-rosa>

Wordpress. (28 de Marzo de 2018). *Taxonomía animal*. Obtenido de Taxonomía animal

Wordpress: <https://taxonomiaanimal.wordpress.com/2018/03/28/vaca/>

Yuqing , R., Lu, H., Yinxiao, Z., He, L., Di, Z., Jinnuo, C., & Xinqi, L. (2022). Aplicación de geles emulsionantes como sustitutos de grasas en productos cárnicos. *National Library of Medicine*.

ANEXOS

Anexo 1

Transcripción del planteamiento operacional

- Experimento 1**

Ítem	Detalle
N° de formulaciones	F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo F5: 70% carne de res y 30% carne de cerdo
Variables independientes	Proporción de carne
Variables dependientes	Análisis sensoriales (color, olor, sabor y textura) Análisis instrumental de textura

● **Experimento 2**

Ítem	Detalle
Nº de formulaciones	T1: Sustitución de grasa por almidón de yuca al 2.5% T2: Sustitución de grasa por almidón de yuca al 5% T3: Sustitución de grasa por almidón de yuca al 7.5%
Variables independientes	Porcentaje de sustitución de grasa
Variables dependientes	Análisis sensoriales (color, olor, sabor y textura) Contenido de grasa Análisis instrumental de textura Estabilidad de emulsión Capacidad de retención de agua por pérdida por cocción

● **Experimento 3**

Ítem	Detalle
Nº de formulaciones	E1: escaldado en vapor E2: escaldado en agua
Variables independientes	Tipo de escaldado
Variables dependientes	Análisis sensorial (color, olor, sabor y textura) Curvas de penetración de calor Análisis instrumental de textura Capacidad de retención de agua por pérdida por cocción Rendimiento

Anexo 2

Artículo científico

Sustitución parcial de la grasa por almidón de yuca para la elaboración de salchicha tipo Frankfurt

Autor: Andrea Corrales Ramos

Resumen

Se realizó la siguiente investigación “Sustitución parcial de la grasa por almidón de yuca para la elaboración de salchicha tipo Frankfurt” debido a la creciente demanda de los consumidores de optar por alimentos saludables. Como objetivo general se consideró encontrar una formulación de salchicha tipo Frankfurt baja en grasas y manteniendo su calidad sensorial y como objetivos específicos: determinar la proporción óptima de carne de res y cerdo para la elaboración del producto, el porcentaje de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca, el método de escaldado óptimo para la salchicha y caracterizar el producto final. Se realizaron tres experimentos para poder determinar la opción más adecuada para la formulación del producto. Con los resultados obtenidos se concluyó que las salchichas tipo Frankfurt sustituidas con 60% carne de res y 40% carne de cerdo, con 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca y escaldadas al vapor, contienen un bajo contenido graso manteniendo la calidad sensorial y con un tiempo de vida útil de 34 días.

Palabras clave: Sustitución parcial de grasa, almidón de yuca, salchicha tipo Frankfurt.

Abstract

The following research, "Partial replacement of fat with cassava starch for the production of frankfurter sausages," was conducted in response to growing consumer demand for healthy food choices. The general objective was to find a low-fat frankfurter formulation while maintaining its sensory quality. The specific objectives were to determine the optimal proportion of beef and pork for the production of the product, the percentage of partial

replacement of fat with cassava starch, the optimal scalding method for the sausage, and to characterize the final product. Three experiments were conducted to determine the most appropriate option for the product formulation. The results concluded that frankfurters substituted with 60% beef and 40% pork, with 7.5% partial replacement of fat with cassava starch, and steam-scalded, contain a low fat content while maintaining sensory quality and with a shelf life of 34 days.

Keywords: Fat replacement, cassava starch, frankfurter sausage.

Introducción

La creciente demanda de alimentos saludable impulsa a la industria alimentaria en realizar nuevas formulaciones que permitan mejorar la calidad nutricional de los productos. En esta investigación se busca realizar una formulación baja en grasas para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt, utilizando el almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa, ya que destaca por su capacidad gelificante, lo que ayuda a mejorar la textura y estabilidad de emulsión en producto cárnicos. Por lo que en la investigación se busca determinar la formulación optima y el comportamiento del almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el módulo de cárnicos de la sede del “Parque Industrial” de la Universidad Católica de Santa María.

Formulación

Materia prima, insumo, aditivo	Salchicha Frankfurt
Carne de cerdo	26 %
Carne de res	27.08 %
Grasa de cerdo	15 %
Hielo	23 %
Sorbato de potasio	0.16 %
Nuez Moscada	0.09%
Azúcar	0.07%
Pimienta molida	0.19%
Comino	0.2 %
Eritorbato	0.12 %
Ajo en polvo	0.15 %
Sal	2.9 %
Harina de trigo	4.5 %
Sal curada	0.13 %
Fosfatos	0.33 %
Saborizante	0.2 %
Humo líquido	2.1 ml
Colorante	2 ml

Resultados y discusiones

En este proyecto se busca determinar la mejor formulación para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca por lo que se realizarán los siguientes experimentos:

Experimento 1

En el siguiente experimento se busca evaluar la cantidad de porcentaje de carne de res y cerdo. La formulación comprende F1: 30% carne de res y 70% carne de cerdo; F2: 40% carne de res y 60% carne de cerdo; F3: 50% carne de res y 50% carne de cerdo; F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo; F5 70% carne de res y 30% carne de cerdo. Los análisis ejecutados fueron: análisis sensorial y textura. En el análisis sensorial se encuestó a 18 panelistas y el análisis de textura se realizó por medio de un texturómetro cada muestra con 5 repeticiones.

Análisis sensorial

En el análisis sensorial se realizó una evaluación a 18 panelistas semientrenados por medio de una ficha bilateral no estructurada donde se utilizó una línea horizontal de 9 cm, donde el panelista evaluó las muestras desde me desagrada mucho (0) hasta me agrada mucho (9).

	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
F1 (30% res, 70% cerdo)	5.31	5.47	5.45	5.76	5.50
F2 (40% res, 60% cerdo)	5.59	5.33	5.69	5.37	5.50
F3 (50% res, 50% cerdo)	6.01	5.73	5.64	6	5.85
F4 (60% res, 40% cerdo)	5.79	5.85	5.83	5.76	5.81
F5 (70% res, 30% cerdo)	5.86	5.79	5.39	5.56	5.65

Análisis instrumental de textura

Se realizó la prueba del texturómetro para para cada formulación, con 5 repeticiones, los resultados se midieron en Newton.

Formulación	Firmeza (Newton)
F1	6.63
F2	6.58
F3	6.52
F4	6.77
F5	6.75

Se observa que la formulación 4 presenta mayor firmeza con 6.77 N.

Se determinó que la formulación 4 fue la mejor aceptada, ya que obtuvo buenos puntajes sensoriales y una mejor firmeza en el análisis instrumental de textura

Experimento 2

En el siguiente experimento se busca evaluar la sustitución parcial de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt. Los tratamientos comprenden T1: 2.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca; T2: 5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca y T3: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca. Los análisis ejecutados fueron: análisis sensorial, porcentaje de grasa, análisis de textura, estabilidad de la emulsión y pérdida de grasa por cocción.

Análisis sensorial

Como en el experimento 1, se utilizó una ficha bilateral no estructura con puntajes que van de 0 a 9.

	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
T1 (2.5% sustitución)	6.02	6.18	5.53	5.38	5.78
T2 (5% sustitución)	5.86	5.49	5.48	5.65	5.62
T3 (7.5% sustitución)	5.28	5.19	5.49	5.75	5.43

Análisis instrumental de textura

Se realizó la prueba del texturómetro para para cada tratamiento con 5 repeticiones, los resultados se midieron en Newton.

Formulación	Firmeza (Newton)
T1	6.14
T2	6.49
T3	6.82

Estabilidad de la emulsión

La estabilidad de la emulsión fue determinada por el método de Karakaya et al. (1997). Se utilizaron muestras de cada tratamiento, se colocaron en los tubos falcón, se colocaron en la centrífuga durante 5 minutos a 1000 RPM para que la emulsión quede en el fondo de los tubos falcón, luego se colocaron las muestras en baño María hasta llegar a una temperatura interna de 72°C por 30 segundos, posteriormente se centrifugó durante 15 minutos a 6000 RPM durante 15 minutos. Al terminar la centrifugación se procedió a medir la cantidad del líquido del volumen separado de cada tubo falcón. Se determinó el índice de la estabilidad de la emulsión por medio de la ecuación X (Pearce y Kinsella,1978).

$$IEE = 1 - \frac{\text{Volumen separado de la emulsión}}{\text{Volumen de grasa de la emulsión}}$$

Según Pearce y Kinsella (1978), los valores del índice de la estabilidad de la emulsión tienen un rango entre 0 a 1, donde 0 representa pobre estabilidad de emulsión y 1 alta estabilidad. Con los datos obtenidos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tratamiento	IEE
T1	0.77
T2	0.84
T3	0.9

Se puede observar que en el caso de la estabilidad de la emulsión se obtuvo el resultado de 0.9 para T3, demostrando ser el tratamiento óptimo para este análisis, según Naranjo y Pazmiño (2010) gracias a la cantidad de amilosa y amilopectina del almidón ayuda a un mejor índice de estabilidad de la emulsión.

Capacidad de retención de agua (CRA) por pérdida por cocción

Se utilizaron 5 muestras de salchicha de cada tratamiento, se pesó cada muestra en crudo y se procedió a escaldarlas hasta llegar a una temperatura de 72°C por 30 segundos, una vez finalizado el escaldado se enfriaron las salchichas hasta llegar a los 20°C. Se determina la capacidad de retención de agua (CRA) por pérdida por cocción con la ecuación Y propuesta por Mansilla, (2000):

$$CRA = \frac{(\text{Peso del embutido crudo} - \text{Peso del embutido cocido})}{\text{Peso del embutido crudo}} \times 100$$

Utilizando la ecuación los resultados fueron los siguientes:

Tratamiento	Rep.1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Promedio
T1	4.79	3.7	4.11	5.9	4.14	4.53
T2	3.48	2.19	2.96	3.24	3.49	3.07
T3	2.48	2.17	1.92	2.59	3.26	2.48

Según Mitchell y Ledwars (1986) indican que cuando el valor de CRA es menor, existe menor pérdida de agua por cocción. El tratamiento 3 demostró tener menor pérdida de agua por cocción, demostrando tener buena capacidad de retención de agua por pérdida por cocción. Según Naranjo y Pazmiño (2010) encuentran entre las propiedades más importantes del almidón de yuca la solubilidad y capacidad de retención de agua por su contenido de

amilosa y amilopectina, las cuales ayudan a formar una red tridimensional más robusta y densa, que ayudan a la retención de las moléculas de agua.

Cantidad de grasa

El estudio se realizó en el laboratorio “Bhios por medio del siguiente método: “AOAC Official Method 690.39 Chapter 39 Subchapter 1.39.1.05 Fat (Crude) or Ether Extract in Meat. 22nd Ed. 2023”. Se entregaron 500 gramos de cada muestra para dicho análisis. Los resultados obtenidos por el laboratorio fueron los siguientes:

Tratamiento	% grasa
T1	13.21
T2	12.51
T3	11.63

Nota. (Resultado de laboratorio Bhios Arequipa)

Se analizó que el tratamiento 3 fue el óptimo para la sustitución parcial de grasa por almidón de yuca, demostrando aportar firmeza al producto, buena capacidad de retención de agua, bajo contenido grasa, buena estabilidad de emulsión manteniendo su calidad sensorial.

Experimento 3

La finalidad de este experimento es poder encontrar el tratamiento térmico óptimo para la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5%. Se analizaron dos tipos de escaldados: E1: escaldado en vapor y E2: Escaldado en agua. Se desarrollarán los siguientes análisis: Sensorial (color, olor, sabor y textura), análisis instrumental de textura, capacidad de retención de agua por pérdida por cocción, rendimiento y curvas de penetración de calor.

Análisis sensorial

De igual forma se utilizó una ficha bilateral no estructurada con puntajes de 0 a 9.

	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
Escaldado en vapor (E1)	6.27	6.18	6.65	6.14	6.31
Escaldado en agua (E2)	6.49	6.39	6.83	6.58	6.57

Análisis instrumental de textura

Se realizó la prueba del texturómetro para cada escaldado con 5 repeticiones, los resultados se midieron en Newton.

Formulación	Firmeza (Newton)
E1	6.59
E2	6.32

Capacidad de retención de agua (CRA) por pérdida por cocción

De igual forma que en el experimento 1 se realizó el análisis con 5 repeticiones, pesando el peso inicial y final del producto. Utilizando la ecuación de CRA, los resultados fueron los siguientes:

Tratamiento	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Promedio
E1	2.58	2.48	1.72	3.14	2.62	2.51
E2	2.89	3.26	2.66	2.94	2.14	2.78

En la tabla podemos observar que el escaldado 1 obtuvo el promedio más bajo en pérdida de agua por cocción demostrando que el escaldado en vapor ayuda a la capacidad de retención de agua.

Rendimiento

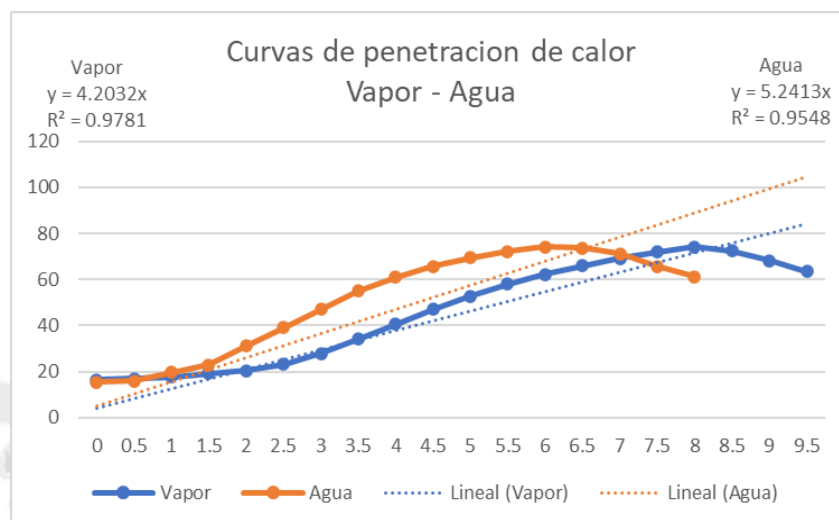
Se utilizaron 5 muestras de salchicha de cada tratamiento, se pesó cada muestra en crudo y se procedió a escaldarlas en vapor y en agua hasta que las salchichas alcancen una temperatura interna de 72°C, una vez finalizado los escaldados se enfriaron las salchichas hasta llegar a 20°C. Se calculó el rendimiento en porcentaje.

Tratamiento	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Promedio
E1	97.42 %	97.52 %	98.28 %	96.86 %	97.38 %	97.49 %
E2	97.11 %	96.74 %	97.34 %	97.06 %	97.86 %	97.22 %

Curvas de penetración de calor

En este análisis se busca determinar la velocidad del calor hasta el centro de la salchicha al momento de escaldarlas en vapor y en agua hasta llegar a los 72°C durante 30

segundos, estos resultados se obtuvieron con ayuda del DataTrace, donde se registró el tiempo y la temperatura de las salchichas evaluadas. Con los datos obtenidos del DataTrace se obtuvo las curvas de penetración de calor da cada escaldado:



La pendiente del escaldado en agua es de 5.2412 y del escaldado en vapor de 4.203, lo que demuestra que la salchicha escaldada en agua llega más rápido a la temperatura requerida que la salchicha escaldada en vapor, la diferencia entre ambos resultados es de 1.038°C / 30 segundos. En el caso de la regresión lineal el vapor tiene un coeficiente de 0.9781 y en agua 0.9548, demostrando que el escaldado en vapor es más consistente en la regresión lineal por su cercanía a 1, describiendo una tendencia estable en el proceso de calentamiento.

Con los resultados obtenidos en el experimento 3 se pudo demostrar que el escaldado en vapor es el tratamiento óptimo para las salchichas ya que demuestran tener mayor rendimiento, mejor capacidad de retención de agua, demostrando una tendencia estable en las curvas de penetración de calor y manteniendo la calidad sensorial.

Análisis de producto final

Para realizar el análisis de producto final se realizaron análisis microbiológicos, composición proximal y tiempo de vida útil para poder determinar la calidad y composición del producto. Se elaboraron salchichas con la mejor formulación evaluada en los tres

experimentos (E1: 60% carne de res y 40% carne de cerdo; E2: 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca; E3: escaldado en vapor).

Análisis microbiológico

Determinación	Caracterización de producto final	Unidades
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia ³	en 25 g
Detección de <i>salmonella spp.</i>	Ausencia ³	en 25 g
Recuento de <i>Clostridium perfringens</i>	<10(e)	ufc/g
Recuento de microorganismos aerobios	47x10 ²	ufc/g
Recuento de <i>Staphylococcus</i>	<10	ufc/g
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	<10(e)	ufc/g

Se cumplieron con todos los requisitos microbiológicos que solicita la norma NTP

201.006:1999 por lo tanto el producto es inocuo y apto para su consumo.

Análisis de composición proximal

Determinación	Caracterización de producto final	Unidades
Energía	164.00	kcal/100g
Carbohidratos	6.21	%
Cenizas	2.82	%
Fibra Cruda	1.30	%
Grasa	9.40	%
Humedad	67.93	%
Proteína	13.64	%
Nitritos	79.61	mg/kg
Sodio	786.21	mg/100 g
Almidón	6.25	%

Nota. (Resultados laboratorio Bhios Arequipa)

La composición proximal del producto final tiene un contenido energético moderado con 164 kcal/100 g, lo que representa aproximadamente 8% del valor calórico diario en una dieta de 2000 kcal. Según la NTP 201.006 (2019) el producto es considerado un producto extrafino por la alta cantidad de proteínas superando el 12% y bajo en grasas, menor al 30%, en el caso de la adición del almidón está considerado en como un embutido extra y fino que se encuentra en el rango de 10 a 15%

Determinación de etiquetado de octógonos

La ley peruana N°30021 busca advertir a los consumidores de forma clara y sencilla con etiquetas de octógonos.

Determinación	Salchicha	Límite ley N°30021	Requerimiento de etiquetado de octágono
Grasas saturadas	4.31 g/100 g	6.00 g/100 g	No
Grasas trans	0.00 g/100 g	0.00 g/100 g	No
Sodio	786.21 mg/100 g	800.00 g/100 g	No

Determinación de tiempo de vida útil mediante pruebas aceleradas

Para determinar el tiempo de vida útil se utilizó el método de pruebas aceleradas de almacenamiento en tres diferentes temperaturas: 4°C, 14°C y 24°C. Se utilizó la ecuación de Labuza (1968), la cual se basa en el principio de la velocidad de deterioro en distintas temperaturas de almacenamiento, se evaluaron las características sensoriales de color, olor y textura poniendo como límite de puntaje 4; y la exudación de la salchicha donde se estableció como límite crítico el 5% de exudación (Björkroth, et al. 1997).

$$\ln C = \ln C_0 - k * t$$

Análisis sensorial para determinación de tiempo de vida útil

Se obtuvieron los siguientes resultados del análisis sensorial:

	4°C			14°C			24°C		
Tiempo (horas)	Color	Olor	Textura	Color	Olor	Textura	Color	Olor	Textura
0	7.73	7.54	7.80	7.67	7.27	7.44	7.79	7.50	7.60
24	7.60	7.66	7.43	7.06	7.13	6.99	7.14	7.06	6.91
48	7.33	7.31	7.26	6.44	6.73	6.71	6.46	6.24	6.13
72	7.26	7.21	7.34	6.36	6.51	6.37	6.17	5.87	5.54
96	7.16	7.10	7.14	6.17	6.19	5.94	5.13	4.74	4.36
120	7.04	7.01	7.10	5.79	5.56	5.60	1.64	0.70	0.46

Se aplicó la ecuación de Labuza (1968) para cada atributo evaluado y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tiempo de vida útil 4°C	Tiempo de vida útil 14°C	Tiempo de vida útil 24°C
34 días	11 días	1 día

Análisis de exudación para determinación de tiempo de vida útil

Se encontró como un parámetro determinante en el tiempo de vida útil de la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5%, ya que al incorporar el almidón de yuca como sustituto parcial de la grasa, aumenta su capacidad de retención de agua por la cantidad de amilosa y amilopectina que otorga el almidón, lo que se vio expuesto en la composición proximal de producto final al tener 67.93 % de humedad, pudiendo ser este factor totalmente determinante en el almacenamiento del producto. Según (Björkroth, et al. 1997) si bien es normal encontrar pequeñas cantidades de líquido en el envase del producto (1-3% del peso inicial) niveles superiores a 5% se consideran críticos, perdiendo la calidad sensorial y asociados al inicio del deterioro microbiológico.

Se obtuvieron los siguientes resultados del parámetro exudación en la determinación de tiempo de vida útil

Tiempo (horas)	4°C	14°C	24°C
0	0%	0%	0%
24	0.026%	0.047%	0.233%
48	0.027%	0.115%	0.912%
72	0.028%	0.303%	1.280%
96	0.029%	0.585%	3.442%
120	0.028%	1.971%	6.630%

Aplicando la ecuación de Labuza (1968), se obtuvieron los siguientes resultados:

Tiempo de vida útil 4°C	Tiempo de vida útil 14°C	Tiempo de vida útil 24°C
154 días	5 días	4 días

Conclusiones

Primero. Con los experimentos elaborados se concluyó que las salchichas tipo Frankfurt sustituidas con 60% carne de res y 40% carne de cerdo, con 7.5% de sustitución parcial de grasa por almidón de yuca y escaldadas al vapor, contienen un bajo contenido graso manteniendo la calidad sensorial, ofreciendo de esta manera un producto apetecible y saludable.

Segundo. Se determinó que la proporción óptima de carne según los análisis sensoriales e instrumental de textura es la formulación 4 (F4: 60% carne de res y 40% carne de cerdo) aportando buena textura y manteniendo la calidad sensorial del producto.

Tercero. Con los datos de los análisis observados, se determinó que la muestra 3 (T3: 7.5% de sustitución) fue la más valorada, debido a su bajo contenido de grasa, excelente estabilidad de emulsión, mayor capacidad de retención de agua por pérdida por cocción y buena aceptabilidad sensorial.

Cuarto. Se concluyó que el escaldado en vapor es el tratamiento térmico óptimo para el producto debido a su mayor capacidad de retención de agua por pérdida por cocción, buena textura, mayor rendimiento y manteniendo la calidad sensorial.

Quinto. La salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% no contiene octógonos, los análisis microbiológicos elaborados indican que las salchichas son totalmente inocuas, garantizando la salud del consumidor. se determinó que el tiempo de vida útil de la salchicha tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa por almidón de yuca al 7.5% es de 34 días en un almacenamiento adecuado de refrigeración.

Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento a los ingenieros Carlos Mori, Helard García, Hugo Huanca y Jorge Salas, por su constante apoyo, orientación y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo. Su experiencia y compromiso fueron fundamentales.

Anexo 3

Imágenes

Proceso de cuterado de la salchicha



Proceso de embutido de la salchicha



Análisis instrumental de textura por medio del texturómetro



Centrifugación de muestras



Muestra centrifugada para determinación de estabilidad de la emulsión



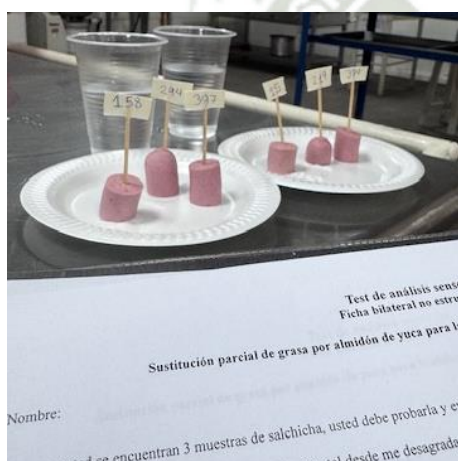
Separación de una muestra centrifugada para determinación de estabilidad de emulsión



Pesado de muestra para determinación de capacidad de retención de agua por pérdida por cocción



Muestras para análisis sensorial por medio de una ficha bilateral no estructurada



Análisis sensorial de las muestras por panelistas semi entrenados



Escaldado en agua de las salchichas con medición de temperatura



Escaldado en vapor con medición de temperatura



Escaldamiento de salchichas con DataTrace para determinación de curvas de penetración de calor



Envases rotulados para envasado al vacío de muestras de salchicha para determinación de tiempo de vida útil



Proceso de envasado al vacío de salchichas



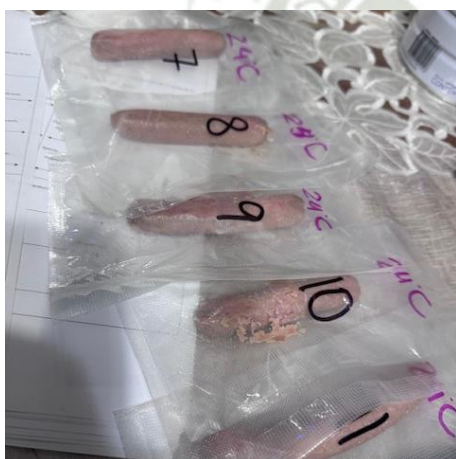
Salchichas envasadas al vacío



Muestras almacenadas a temperatura de 4°C para determinación de tiempo de vida útil



Muestras con el límite de aceptación sensorial e instrumental de las salchichas para determinación de tiempo de vida útil



Anexo 4

Resultados de laboratorio

Cantidad de grasa del experimento 2




INFORME DE ENSAYOS N° 3298-2025-B
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE	: ANDREA CORRALES RAMOS
DIRECCIÓN	: URB LEÓN XIII L4 CAYMA
PRODUCTO DECLARADO	: SALCHICHA
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Embutidos en forma cilíndrica color rosado.
CODIFICACIÓN / MARCA	: Tratamiento 1.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: Sustitución parcial de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha Frankfurt.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 532 g aprox. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En bolsa de polietileno transparente anudada etiquetada. En contenedor isotérmico a una temperatura de 10.1°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 0988-2025
FECHA DE RECEPCIÓN	: 12/05/2025

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado, según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

PRP-08-F-05-IE, Versión: 05 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2
Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com



INFORME DE ENSAYOS N° 3298-2025-B
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	SALCHICHA Tratamiento 1.	UNIDADES
FQ	Proteína (F=6.25)	13.24	%
FQ	Grasa	13.21	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Proteína (F=6.25)

: BHIOS-FQ-012. Determinación de Proteína en Carne y Productos Derivados.

Versión 01-2008.

Grasa

: AOAC Official Method 960.39 Chapter 39 Subchapter 1:39.1.05 Fat (Crude) or Ether Extract in Meat. 22nd Ed. 2023.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 12/05/2025 al 20/05/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 20/05/2025



Contraseña: yxqdwj

Fin del Informe



Firmado digitalmente por: Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico - BHIOS LABORATORIOS S.R.L.
mvaldivia@bhioslabs.com
Av. Quiñones Mza. B Lote. 6
13/06/2025 13:27

PRP-08-F-05-IE Versión: 05 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2
Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com



INFORME DE ENSAYOS N° 3299-2025-B

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ANDREA CORRALES RAMOS
DIRECCIÓN : URB LEÓN XIII L4 CAYMA
PRODUCTO DECLARADO : SALCHICHA
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Embutidos en forma cilíndrica color rosado.
CODIFICACIÓN / MARCA : Tratamiento 2.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Sustitución parcial de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha Frankfurt.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 520 g aprox. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa de polietileno transparente anudada etiquetada. En contenedor isotérmico a una temperatura de 10.1°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0988-2025
FECHA DE RECEPCIÓN : 12/05/2025

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado, según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

PRP-08-F-05-IE Versión: 05 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2
 Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
 Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



INFORME DE ENSAYOS N° 3299-2025-B
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	SALCHICHA Tratamiento 2.	UNIDADES
FQ	Proteína (F=6.25)	13.34	%
FQ	Grasa	12.51	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Proteína (F=6.25)

: BHIOS-FQ-012. Determinación de Proteína en Carne y Productos Derivados.
Versión 01-2008.

Grasa

: AOAC Official Method 960.39 Chapter 39 Subchapter 1:39.1.05 Fat (Crude) or Ether
Extract in Meat. 22nd Ed. 2023.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 12/05/2025 al 20/05/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 20/05/2025



Contraseña: oOkwYl

Fin del Informe



Firmado digitalmente por: Bgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico - BHIOS LABORATORIOS S.R.L.
mvaldivia@bhioslabs.com
Av. Quíñones Mza. B Lote. 6
13/06/2025 13:27

PRP-08-F-05-IE Versión: 05 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2
Av. Quíñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



INFORME DE ENSAYOS N° 3300-2025-B

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ANDREA CORRALES RAMOS
DIRECCIÓN : URB LEÓN XIII L4 CAYMA
PRODUCTO DECLARADO : SALCHICHA
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Embutidos en forma cilíndrica color rosado.
CODIFICACIÓN / MARCA : Tratamiento 3.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Sustitución parcial de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha Frankfurt.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 491 g aprox. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa de polietileno transparente anudada etiquetada. En contenedor isotérmico a una temperatura de 10.1°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0988-2025
FECHA DE RECEPCIÓN : 12/05/2025

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

·El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
 ·No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
 ·En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
 ·En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
 ·Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
 ·El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
 ·BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
 ·El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
 ·Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
 ·La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
 ·Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

PRP-08-F-05-IE Versión: 05 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2
Av. Quinones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



INFORME DE ENSAYOS N° 3300-2025-B
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	SALCHICHA Tratamiento 3.	UNIDADES
FQ	Proteína (F=6.25)	13.15	%
FQ	Grasa	11.63	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Proteína (F=6.25)

: BHIOS-FQ-012. Determinación de Proteína en Carne y Productos Derivados.

Versión 01-2008.

Grasa

: AOAC Official Method 960.39 Chapter 39 Subchapter 1:39.1.05 Fat (Crude) or Ether Extract in Meat. 22nd Ed. 2023.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 12/05/2025 al 20/05/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 20/05/2025



Contraseña: RFJ9dY

Fin del Informe



Firmado digitalmente por: Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico - BHIOS LABORATORIOS S.R.L.
mvaldivia@bhioslabs.com
Av. Quiñones Mza. B Lote. 6
13/06/2025 13:28

PRP-08-F-05-IE Versión: 05 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2
Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

Caracterización de producto final




INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 5898-2025-C
PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE	: ANDREA CORRALES RAMOS
DIRECCIÓN	: URB LEÓN XIII L4 CAYMA
PRODUCTO DECLARADO	: SALCHICHA FRANKFURT
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Embutidos en forma cilíndrica color rosado.
CODIFICACIÓN / MARCA	: Caracterización de producto final.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: Sustitución parcial de grasa por almidón de yuca para la elaboración de una salchicha Frankfurt.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 3366 g aprox. Compuesto por 01 muestra de 1496 g para análisis MB y 01 muestra de 1870 para análisis FQ,BQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En plástico de polietileno sellado al vacío. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.3°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: 12/08/2025
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 1707-2025
FECHA DE RECEPCIÓN	: 12/08/2025

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado, según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

PRP-08-F-09-IEC Versión: 01 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quinones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com



INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 5898-2025-C

PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	SALCHICHA FRANKFURT Caracterización de producto final.	UNIDADES
MB	Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> *	Ausencia ¹	en 25g
MB	Detección de <i>Salmonella</i> spp.	Ausencia ¹	en 25g
MB	Recuento de <i>Clostridium perfringens</i> *	<10(e)	ufc/g
MB	Recuento de Microorganismos aerobios	47x10 ²	ufc/g
MB	Recuento de <i>Staphylococcus coagulans</i> positivos (<i>Staphylococcus aureus</i> y otras especies)*	<10	ufc/g
MB	Recuento de <i>Escherichia coli</i>	<10(e)	ufc/g
FQ	Elemento Pb*	<0.05	mg/Kg
FQ	Elemento Sn*	<0.80	mg/Kg
FQ	Nitritos*	79.61	mg/Kg
FQ	Sodio (Na)*	786.21	mg/100g
FQ	Almidón (Cualitativo)*	6.25	---

ABREVIATURAS:

---	: No Aplica
en 25g	: En 25 gramos
ufc/g	: Unidades formadoras de colonia por gramo
mg/Kg	: Miligramos por kilogramo
mg/100g	: Miligramos por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Detección de <i>Listeria monocytogenes</i>	: AOAC Official Method 996.14; Chapter 17. Subchapter 10. 17.10.07: Detection of <i>Listeria monocytogenes</i> and Related <i>Listeria</i> Species in Selected Foods and from Environmental Surfaces. Assurance Polyclonal Enzyme Immunoassay (EIA). 22nd Ed. 2023.
Detección de <i>Salmonella</i> spp.	: ISO 6579-1 / ADM 1:2020. 2017. Microbiology of food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of <i>Salmonella</i> - Part 1: Detection of <i>Salmonella</i> spp. AMENDMENT 1: Broader range of incubation temperatures, amendment to the status of Annex D, and correction of the composition of MSRV and SC
Recuento de <i>Clostridium perfringens</i>	: ICMSF 1983 (Reimpresión 2000): Técnica para el recuento de probables <i>C. perfringens</i> . Técnica para la Confirmación de las colonias de probables <i>C. perfringens</i> . Método.2 (Norteamericano) Pag 281-283.
Recuento de Microorganismos aerobios	: ICMSF Método 1. Pag 120-124, Vol 1, 2ª Ed., 1983 (Reimpresión 2000). 1983. Recuento estándar en placa, recuento en placa por siembra en todo el medio o recuento en placa de microorganismos aerobios
Recuento de <i>Staphylococcus coagulans</i> positivos (<i>Staphylococcus aureus</i> y otras especies)	: ISO 6888-1: 2021. Part 1 / Amd 1:2023 - Microbiology of food chain - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (<i>Staphylococcus aureus</i> and other species). - Part 1: Method using Baird Parker agar medium.
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	: AOAC 991.14 Chapter 17, Subchapter 3; 17.3.04 - 22nd Ed. (Rev. Online 2005). 2023. Coliform and <i>Escherichia coli</i> Counts in Foods. Dry Rehydratable Film (Petrifilm E. coli/Coliform Count Plate and Petrifilm Coliform Count Plate Method).
Elemento Pb	: BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011
Elemento Sn	: Digestion and analysis por Spectrometría de Absorción Atómica
Nitritos	: Norma Mexicana-F-543-1992. Alimentos - Determinación de Nitritos en Productos Cárnicos - Método de prueba
Sodio (Na)	: AOAC Official Method 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods Atomic Absorption Spectrophotometric Method. 22nd Ed. 2023.
Almidón (Cualitativo)	: Manual de Análisis de Productos Cárnicos. Ministerio de Salud República de Colombia. 1995

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
Cualquier valor precedido por "e" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método))
^: Este símbolo, indica un exponente.
Resultado de nitritos expresado como NaNO₂
^Ausencia = No detectado – Presencia = Detectado
(e) : Recuento estimado.

PRP-08-F-09-IEC Versión: 01 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2
Av. Quinones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com



INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 5898-2025-C

PÁGINA 3 DE 4

Análisis de Composición Proximal
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

LAB	DETERMINACIÓN	SALCHICHA FRANKFURT Caracterización de producto final.	UNIDADES
FQ	Carbohidratos*	6.21	%
FQ	Cenizas*	2.82	%
FQ	Energía*	164.00	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda*	1.30	%
FQ	Grasa*	9.40	%
FQ	Humedad*	67.93	%
FQ	Proteína (F=6.25)*	13.64	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Análisis de Composición Proximal : Manual de Métodos para el Análisis de Alimentos
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método)
^: Este símbolo, indica un exponente.
Resultado de nitratos expresado como NaNO₂
*Ausencia = No detectado – Presencia = Detectado
(e) : Recuento estimado.

Grasas (S/P-M/T)

LAB	DETERMINACIÓN	SALCHICHA FRANKFURT Caracterización de producto final.	UNIDADES
BQ	Grasas Saturadas*	4.31	g/100g
BQ	Grasas Trans*	0.00	g/100g
BQ	Grasas Monoinsaturadas*	3.53	g/100g
BQ	Grasas Poliinsaturadas*	1.27	g/100g

ABREVIATURAS:

g/100g : Gramos por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Grasas (S/P-M/T) : AOAC Official Method 981.12 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods. 22nd Ed. 2023.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método)
^: Este símbolo, indica un exponente.
Resultado de nitratos expresado como NaNO₂
*Ausencia = No detectado – Presencia = Detectado
(e) : Recuento estimado.

PRP-08-F-09-IEC Versión: 01 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2
Av. Quinones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 5898-2025-C

PÁGINA 4 DE 4

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : BQ 12/08/2025 al 28/08/2025
 FQ 12/08/2025 al 21/09/2025
 MB 12/08/2025 al 19/08/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 28/08/2025



Contraseña: Kb4C0p

Fin del Informe



Firmado digitalmente por: Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico - BHIOS LABORATORIOS S.R.L.
mvaldivia@bhioslabs.com
Av. Quiñones B-6 (2do piso) Urb. Magisterial II Etapa
Yanahuara
5/09/2025 18:00

PRP-08-F-09-IEC Versión: 01 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2
Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

Anexo 5

Información de ficha técnica de carne de res

Datos Del Producto

CARNE VACUNO CONGELADA SIN HUESO

Descripción: Ausencia de cordón del lomo, ausencia de nervio del cordón, ausencia de grasa, presencia de membrana plateada, sebo hasta 0,5%.

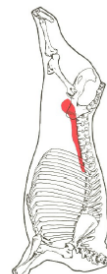
Temperatura: CONGELADO

Conservación: -18°C

Validez: 24M

Sin Gluten, Ingredientes ni Alérgenos

Ubicación del
Corte en la Canal



Información Nutricional

Información Nutricional Porción de 100 g (1 bife mediano)	Tamaño por Porción	% VD(*)
Energía	122 kcal	6 %
Hidratos de carbono	0 g	0 %
Azúcares Totales	0 g	
ACÚCARES ADICIONADOS	0 g	0 %
Proteínas	20 g	40 %
Grasa Total	4,5 g	7 %
Grasa Saturada	2,5 g	13 %
Grasa Trans	0 g	0 %
Fibra Alimentar	0 g	0 %
Sodio	46 mg	2 %

*Porcentaje de Valores Diarios basados en una dieta de 2000 kcal o 8400kJ. Sus valores diarios pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas **VD no establecidos.

Anexo 6

Información de ficha técnica de carne de cerdo

Información Nutricional (*):	TAMAÑO DE PORCIÓN:	100	gr.			
	CANTIDAD POR PORCIÓN	200	Kcal			
	CALORÍAS			CALORIA DE GRASA	120	Kcal.
	GRASA TOTAL	13	gr.	%VALOR DIARIO*		
	CARBOHIDRATO TOTAL	0	gr.			
	PROTEÍNA	21	gr.			

*Los valores de % diarios se basan en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mas altos o mas bajos dependiendo de sus necesidades calóricas

Anexo 7

Información de ficha técnica de almidón de yuca

✓ En 100g, basado en reglamento UE N° 1169/2011 ⁵

INFORMACION NUTRICIONAL	
Cantidad por 100 g	
Valor energético	345 kcal = 1445 kJ
Grasas	0g
De las cuales saturadas	0g
Hidratos de carbono/ carbohidrato	84g
De los cuales azúcares	0g
Proteínas	1g
Sal	0 g
Ingredientes: Almidón de Mandioca	

