UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Elaboración de la salchicha Frankfurt utilizando harina de remolacha (Beta vulgaris var. conditiva) y harina de linaza (Linum usitatissinum L.)

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autor:
Guevara Chafla, Mishel Estefania

Tutor:
PhD. Darío Javier Baño Ayala

Riobamba, Ecuador. ***2025***

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Mishel Estefania Guevara Chafla, con cédula de ciudadanía 060516984-6, autor del trabajo de investigación titulado: Elaboración de la salchicha Frankfurt utilizando harina de remolacha (Beta vulgaris var. conditiva) y harina de linaza (Linum usitatissinum L.), certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 13 días del mes de noviembre de 2025

Mishel Estefania Guevara Chafla

C.I: 0605169846

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Darío Javier Baño Ayala catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Elaboración de la salchicha Frankfurt utilizando harina de remolacha (Beta vulgaris var. conditiva) y harina de linaza (Linum usitatissinum L.), bajo la autoría de Mishel Estefania Guevara Chafla; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 13 días del mes de noviembre de 2025

Darío Javier Baño Ayala

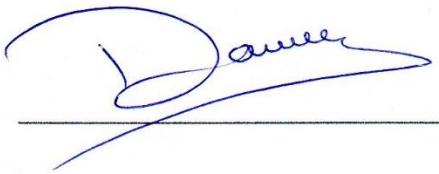
C.I: 0602924656

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Elaboración de la salchicha Frankfurt utilizando harina de remolacha (Beta vulgaris var. conditiva) y harina de linaza (Linum usitatissinum L.), presentado por Mishel Estefania Guevara Chafla, con cédula de identidad número 0605169846, bajo la tutoría de Ing. Darío Javier Baño Ayala. PhD; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

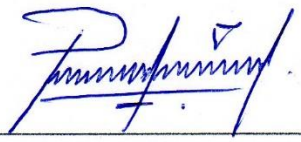
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 13 días del mes de noviembre de 2025

Dra. Davinia Sanchez Macías. PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Daniel Alejandro Luna Velasco. Mgs
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz. PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICACIÓN

Que, el Srta. **GUEVARA CHAFLA MISHEL ESTEFANIA** con CC: **0605169846**, estudiante de la Carrera **AGROINDUSTRIA**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "Elaboración de la salchicha Frankfurt utilizando harina de remolacha (Beta vulgaris var. conditiva) y harina de linaza (Linum usitatissinum L.)", cumple con el 7 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **ORIGINAL**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

PhD. Darío Javier Baño Ayala
TUTOR

DEDICATORIA

Esta investigación es para Dios, quien me ha llenado de bendiciones a lo largo de mi vida.

A mi papá Fabián quien fue la persona que me apoyo, quien siempre estuvo presente en cada tropiezo y me dio su mano para levantarme, quien, a pesar de no llenarme de besos y abrazos, me lleno de consejos, sabiduría y me enseño que el amor son acciones y él me lo demostró, un hombre sabio, que ama su hogar y siempre está para nosotros.

También para mi mamá María, aunque un poco enojona me llena de amor, me ha demostrado la mujer valiente que siempre es, una mujer extraordinaria, valiente, trabajadora, solidaria, siempre ayuda a las personas que más la necesitan, quisiera ser como ella que a pesar de lo difícil que ha sido, salió adelante y apoya nos apoya incondicionalmente.

A mi hermana Gaby, que es muy enojona pero cuando se le necesita siempre ayuda y apoya, gracias por enseñarme que a veces el amor no es decirte estarás bien sino hacer lo imposible para que estés bien. A mi hermanito Alexis que a pesar de ser chiquito es muy cariñoso y siempre que me veía estresada por la Universidad decía ya ñañita ya no te molesto y me traía muchas golosinas.

A mi gordito Benji es un perrito que ha sido mi compañía desde que comencé esta travesía, siempre me ha acompañado, y cuando me develaba él se desvelaba conmigo, siempre me esperó que regresará de la Universidad con mucha emoción, desde que estamos juntos todo ha sido mejor, gracias por haber llegado a mi vida cuando más te necesitaba y gracias por siempre estar.

Finalmente, gracias familia por tenerme paciencia, los amo con todo mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios por ayudarme a sobrellevar todo este proceso que no ha sido nada fácil. A mis papás que han sido el pilar fundamental para este gran logro, por sus consejos y cada sacrificio que han hecho por mi para culminar con éxito este proceso, a mis hermanos gracias por cada aliento y ayuda brindada. También quiero agradecer a esa persona especial que forma parte de mi vida me ha brindado su tiempo, sus consejos y su apoyo, gracias.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL
CERTIFICADO ANTIPLAGIO
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
ÍNDICE GENERAL
ÍNDICE DE TABLAS
ÍNDICE DE FIGURA
RESUMEN
ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCION. 16
1.1 Antecedentes 16
1.2 Problema 16
1.3 Justificación 17
1.4 Objetivos 18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO. 19
2.1 Marco referencial 19
2.2 Marco teórico 23
2.2.1 Embutidos 23
2.2.2 Normativa 25
2.2.3 Propiedades y usos de la remolacha 26
2.2.4 Composición y propiedades de la linaza 28
CAPÍTULO III. METODOLOGIA. 30
3.1 Tipo de Investigación. 30
3.2 Diseño Experimental 30
3.2.1 Experimentos preliminares 30
3.2.2 Materiales y Equipos para la elaboración de la salchicha: 32
3.2.3 Procedimientos de la elaboración de la salchicha frankfurt 34
3.2.4 Diagrama de flujo 34
3.2.5 Variables del Estudio 35
3.2.6 Diseño del Experimento 36
3.3 Técnicas de Recolección de Datos 37

3.4 Población de Estudio y Tamaño de Muestra 40
3.5 Hipótesis 42
3.6 Procesamiento de datos 43
3.7 Método de análisis 43
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 44
4.1 Parámetros físicoquímicos 44
4.2 Resultados microbiológicos 52
4.3 Encuesta de aceptación del producto 54
4.4 Textura instrumental 59
4.5 Color instrumental de las salchichas frankfurt 65
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 67
5.1 CONCLUSIONES 67
5.2 RECOMENDACIONES 68
BIBLIOGRAFIA 69
ANEXOS 73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Información nutricional de la salchicha frankfurt (por cada 100 g). 25

Tabla 2 Los aditivos permitidos en la elaboración del producto. 25

Tabla 3 Requisitos microbiológicos de los embutidos. 26

Tabla 4 Factores sobre la estabilidad de las betalaínas. 26

Tabla 5 Composición química de la remolacha. 27

Tabla 6 Composición química de la harina de linaza (Linum usitatissimum L). 29

Tabla 7 Porcentaje óptimo de la incorporación de harina de remolacha en la salchicha frankfurt. 30

Tabla 8 Ingredientes utilizados en la elaboración de la salchicha frankfurt 31

Tabla 9 Materiales, Reactivos y equipos para la elaboración de las salchichas frankfurt. . 32

Tabla 10 Materiales, reactivos y equipos para los análisis físicoquímicos de las formulaciones 32

Tabla 11 Materiales, reactivos y equipos para el análisis microbiológico de las formulaciones 33

Tabla 12 Codificación de los productos para el análisis sensorial. 36

Tabla 13 Formulaciones de la salchicha frankfurt con harina de remolacha y harina de linaza. 40

Tabla 14 Resultados del pH de dos repeticiones. 44

Tabla 15 ANOVA del pH 44

Tabla 16 Resultados de la humedad (%). 45

Tabla 17 ANOVA de la humedad 46

Tabla 18 Prueba de Tukey humedad 46

Tabla 19 Resultados de las cenizas (%) 47

Tabla 20 ANOVA de las cenizas 48

Tabla 21 Prueba Tukey de cenizas 48

Tabla 22 Resultados de la fibra (%) 49

Tabla 23 ANOVA de la fibra 49

Tabla 24 Prueba Tukey de la fibra 50

Tabla 25 Resultados de la grasa (%)..... 51
Tabla 26 ANOVA de la grasa..... 51
Tabla 27 Resultados de proteína (%)..... 52
Tabla 28 ANOVA de la proteína..... 52
Tabla 29 Resultados microbiológicos de las formulaciones..... 53
Tabla 30 Anova de las formulaciones en cuanto al color.. 54
Tabla 31 Anova de las formulaciones en cuanto al olor.. 55
Tabla 32 Anova de las formulaciones en cuanto al sabor. 56
Tabla 33 Anova de las formulaciones en cuanto a la textura 57
Tabla 34 Resultados de la textura..... 59
Tabla 35 ANOVA de la dureza 1 60
Tabla 36 Prueba Tukey de la dureza 1..... 60
Tabla 37 ANOVA de la adhesividad..... 60
Tabla 38 Prueba Tukey de la adhesividad 60
Tabla 39 ANOVA de la dureza 2 61
Tabla 40 ANOVA de la cohesividad..... 61
Tabla 41 Prueba tukey de la cohesividad 61
Tabla 42 ANOVA de la elasticidad..... 62
Tabla 43 Prueba Tukey de elasticidad..... 62
Tabla 44 ANOVA de la firmeza..... 63
Tabla 45 Prueba Tukey de la firmeza..... 63
Tabla 46 Valores medios del parámetro de color de las formulaciones de la a en su fórmula, durante 14 días de almacenamiento 65
Tabla 47 Estabilidad del color desde el día 1 al 14 de las tres formulaciones 65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de elaboración de harina de remolacha 28

Figura 2 Proceso de la elaboración de la salchicha frankfurt 35

Figura 3 Hoja del análisis sensorial 43

Figura 4 Gráfico en barras del color de la salchicha frankfurt. 54

Figura 5 Gráfico en barras del olor de la salchicha frankfurt. 55

Figura 6 Gráfico en barras del sabor de la salchicha frankfurt. 56

Figura 7 Gráfico en barras de la textura de la salchicha frankfurt 57

Figura 8 Obtención de la formulación de la salchicha Frankfurt 73

Figura 9 Utilización del colorímetro para obtención de los datos de las diferentes formulaciones 73

Figura 10 Análisis del pH 74

Figura 11 Análisis de la humedad 74

Figura 12 Análisis de las cenizas 75

Figura 13 Análisis de las proteínas 75

Figura 14 Evaluación sensorial 76

Figura 15 Análisis microbiológico 76

Figura 16 Datos del texturómetro Brookfield 77

RESUMEN

La incorporación de ingredientes naturales y nutracéuticos en la formulación de productos cárnicos tradicionales es un tema atractivo para la industria alimentaria. La literatura revela que la incorporación de harinas no convencionales mejora su perfil nutricional y sensorial. El objetivo de este estudio fue evaluar las características fisicoquímicas, sensoriales y de textura y color instrumental de salchicha tipo frankfurt donde se sustituyó parcial o totalmente la harina de fécula maíz por distintas concentraciones de harina de linaza (0%, 1%, 2%, 3%, 4,6% y 4,7%) y harina de remolacha (0%, 0,3% y 0,4%) en la formulación, hasta un total de 5% de harinas. Los resultados mostraron que a medida que aumenta la presencia de harina de linaza en la formulación, disminuye el porcentaje de humedad (63,08% en control vs 55,94% en producto con 4,7% de linaza), mientras que aumento el de ceniza (2,04% en control vs 3,54% en producto con 4,7% de linaza) y el de fibra (0% en salchichas sin linaza ni remolacha vs 1,27% en salchichas con 5% de linaza y remolacha). El contenido de grasa y proteína no fueron diferentes entre los distintos tratamientos. El análisis sensorial evidenció que la incorporación de harina de linaza no tuvo un efecto significativo en los atributos de color, olor, sabor y textura, donde las formulaciones 5 y 7 les gusto más a los panelistas no entrenados. Respecto a la textura instrumental, la incorporación de linaza en la formulación resultó en una menor dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y firmeza de la salchicha en comparación con el control. Y respecto al color, el cual se analizó a los 1, 7 y 14 días de almacenamiento, se observó que la estabilidad del color (ΔE^*) mostró que las formulaciones con harina de remolacha presentaron mayores variaciones durante el almacenamiento, especialmente entre los días 1 y 14, lo que indica menor estabilidad a largo plazo.

Palabras claves: evaluación sensorial, textura, salchicha, composición química, harina de linaza, fibra, cenizas.

ABSTRACT

The incorporation of natural ingredients and nutraceuticals in the formulation of traditional meat products is an attractive issue for the food industry. The literature reveals that the incorporation of non-conventional flours improves their nutritional and sensory profile. The aim of this study was to evaluate the physicochemical, sensory, texture and instrumental color characteristics of frankfurter-type sausage where corn starch flour was partially or totally replaced by different concentrations of flaxseed flour (0%, 1%, 2%, 3%, 4.6% and 4.7%) and beet flour (0%, 0.3% and 0.4%) in the formulation, up to a total of 5% of flours. The results showed that as the presence of flaxseed flour in the formulation increased, the percentage of moisture decreased (63.08% in control vs. 55.94% in product with 4.7% of flaxseed), while ash (2.04% in control vs. 3.54% in product with 4.7% of flaxseed) and fiber (0% in sausages without flaxseed and beet vs. 1.27% in sausages with 5% of flaxseed and beet) increased. Fat and protein content were not different among the different treatments. Sensory analysis showed that the incorporation of flaxseed flour did not have a significant effect on the attributes of color, aroma, flavor and texture, where formulations 5 and 7 were more liked by untrained panelists. Regarding instrumental texture, the incorporation of flaxseed in the formulation resulted in lower sausage hardness, stickiness, cohesiveness, elasticity and firmness compared to the control. And with respect to color, which was analyzed at 1,7 and 14 days of storage, it was observed that color stability (ΔE*) showed that the formulations with beet flour presented greater variations during storage, especially between days 1 and 14, indicating lower long-term stability.

Keywords: sensory evaluation, texture, sausage, chemical composition, flaxseed meal, fiber, ash.

Reviewed by:
Mgs. Edison Salazar Calderón
ENGLISH PROFESSOR
I.D. 0603184698

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

1.1 Antecedentes

En la actualidad, las actividades diarias con horarios limitados produjeron la búsqueda en el mercado por alimentos más saludables para nuestra dieta, y dejar de lado alimentos de consumo masivo que no son nada beneficiosos para nuestra salud. Las nuevas generaciones, nuevas ideologías de pensamientos, entre otros; buscan opciones sostenibles y saludables que cumplan con las necesidades nutricionales básicas (Arnaiz, 2015). En este contexto, la industria cárnica se ha visto impulsada a innovar y desarrollar productos que incorporen ingredientes naturales y funcionales, con el propósito de satisfacer esta creciente demanda.

El presente proyecto tiene como fin disminuir el contenido de colorantes artificiales a través de la incorporación de *Beta vulgaris* (remolacha) por su gran contenido de betalaínas, y aprovechar su colorante natural ayudamos a mejorar la calidad de vida de las personas al no consumir colorantes artificiales en productos como las salchichas que es de consumo masivo a nivel nacional. Por otro lado, *Linum usitatissimum L.* (linaza) debido a sus beneficios a la saludad es una harina que no contiene gluten y es totalmente natural. La linaza posee 40% de lípidos, 30% de fibra dietética y 20% de proteína (Kauser et al., 2024).

La remolacha es conocida por su alto contenido de antioxidantes, vitaminas y minerales, así como por su capacidad para mejorar el color (betaninas) y el sabor de los productos alimenticios. Las betalaínas de la remolacha actúan como antioxidantes, ayudando a reducir el estrés oxidativo y contribuyendo a la salud general (IMBAREX, s.f.). Mientras que, la linaza es rica en ácidos grasos omega-3, fibra y lignanos, compuestos que han sido asociados con beneficios para la salud cardiovascular, digestiva y metabólica (Sonawane & Subhash, 2018).

La salchicha tipo frankfurt, un producto tradicionalmente apreciado por su sabor y conveniencia no tiene un alto valor biológico en relación a la carne de cerdo, debido al contenido de muchos potenciadores de color, aditivos y conlleva grandes cantidades de agua, por tanto, no es nutritivo para las personas que lo consumen (Álvarez , 2020). Sin embargo, existe la oportunidad de incorporar alimentos funcionales que mejoren su perfil nutricional sin comprometer sus características organolépticas. La remolacha y la linaza son dos ingredientes que han mostrado tener propiedades beneficiosas para la salud, lo que las convierte en candidatas ideales para esta aplicación. El objetivo de esta tesis es desarrollar una salchicha tipo frankfurt utilizando harina de remolacha y harina de linaza, evaluando su impacto en las propiedades sensoriales y de aceptación del producto final.

1.2 Problema

En los últimos años, se busca promover la sensibilización de los consumidores respecto de una dieta saludable (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018). Lo que ha llevado a los consumidores a buscar alimentos beneficiosos para la salud y nuestra nutrición básica. Este cambio de comportamiento ha impulsado a la industria alimentaria en

general a desarrollar nuevos productos cárnicos en el mercado reemplazando de esta manera alimentos que contienen grandes cantidades de aditivos artificiales y grasas saturadas, lo que plantea un desafío para aquellos que buscan opciones más saludables.

La salchicha tipo frankfurt, demandada en los mercados internacionales, nacionales y locales por su distinguido sabor, generalmente es elaborada con ingredientes que no necesariamente aportan beneficios significativos para la salud. (Álvarez, 2020). Esto plantea un problema, ya que los consumidores interesados en opciones más saludables a menudo deben renunciar a este tipo de productos y buscar alternativas que no siempre cumplen con sus expectativas de calidad, sabor y textura en productos alimenticios. En este contexto, la textura y el color juegan un papel crucial, ya que son dos de los parámetros más valorados por los consumidores, no solo en términos de sabor y apariencia, sino también en relación con la aceptación sensorial y la percepción general de la calidad del producto.

En particular, la utilización de harina de remolacha y harina de linaza en la formulación de estas salchichas podría ser una solución viable, dado que ambos ingredientes tienen propiedades nutricionales para mejorar la calidad de vida de las personas en la actualidad. Estos ingredientes no solo aportan beneficios nutricionales, como un mayor contenido de fibra y antioxidantes, sino que también pueden influir de manera positiva en el color y textura del producto final.

Por lo tanto, el problema central de esta tesis radica en investigar cómo la incorporación de harina de remolacha tiene la capacidad de otorgar un color rojo natural debido a su alto contenido de betalaínas, mientras que la harina de linaza puede mejorar la textura de la salchicha, dándole una mayor consistencia y compactación. Ambos ingredientes podrían, por tanto, contribuir a la creación de una salchicha más saludable, atractiva visualmente y con una textura que satisfaga las expectativas del consumidor, sin sacrificar su calidad sensorial.

1.3 Justificación

La presente investigación surge de la necesidad de crear productos cárnicos más saludables y funcionales, alineados con las tendencias actuales de consumo. La combinación de harina de remolacha y harina de linaza en la elaboración de salchichas tipo frankfurt representa una solución prometedora para satisfacer esta demanda, mejorando el perfil nutricional sin comprometer el sabor y la aceptabilidad del producto.

Sin embargo, su perfil nutricional tradicionalmente no se alinea con las expectativas de los consumidores que buscan opciones más saludables (Barrecil et al., 2019). Esto presenta una oportunidad significativa para la incorporación de ingredientes naturales y funcionales, como la harina de remolacha y la harina de linaza, que pueden mejorar el valor nutricional de las salchichas sin sacrificar sus características organolépticas.

Cabe recalcar que la remolacha en Ecuador se produce en grandes cantidades por lo que existe mayor oferta que demanda, por ende, sus precios son bajos, tanto así que la linaza

también se produce en cantidades grandes por lo que ambas materias primas se las puede encontrar en todo el año, su precio es bajo y de fácil accesibilidad. La inclusión de estos dos tipos de harina en la formulación de salchichas podría ofrecer un producto más saludable y atractivo para los consumidores preocupados por su dieta.

Además, esta investigación contribuirá al campo de los alimentos funcionales, proporcionando un modelo de cómo los productos cárnicos pueden adaptarse para cumplir con las expectativas de un mercado cada vez más consciente de la salud (Báez , 2021). Los resultados de este estudio podrán ser utilizados por la industria alimentaria para desarrollar productos innovadores y saludables, lo que no solo beneficiará a los consumidores, sino que también permitirá a las empresas diferenciarse en un mercado competitivo.

1.4 Objetivos

General

Desarrollar una salchicha Frankfurt utilizando harina de remolacha (*Beta vulgaris*) y harina de linaza (*Linum usitatissinum. L*)

Específicos

- ✓ Determinar el porcentaje más adecuado de la harina de remolacha y linaza en la elaboración de salchicha frankfurt.
- ✓ Evaluar las características físico-químicos y microbiológicas de la salchicha tipo frankfurt con la sustitución de la fécula por la harina de remolacha y harina de linaza.
- ✓ Establecer el grado de aceptación de la salchicha frankfurt a través de la escala hedónica.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Marco referencial

Bachón (2021), realizó el estudio titulado "Nuggets de soya con pulpa de remolacha para aprovechar materias primas agroindustriales", cuyo objetivo fue desarrollar un producto innovador con valor nutricional, se elaboraron tres formulaciones de salchichas tipo Frankfurt a base de pulpa de remolacha y soya texturizada: F1 (8 % soya, 15 % pulpa), F2 (13 % soya, 10 % pulpa) y F3 (17 % soya, 6 % pulpa). Se evaluaron parámetros sensoriales mediante una escala hedónica, destacándose la formulación F3 como la más aceptada. Además, se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos, donde F3 presentó 64,5 % de humedad, 2,9 % de grasa y 45 % de proteína. Los resultados físico-químicos fueron analizados estadísticamente mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, confirmando diferencias significativas entre las formulaciones.

Leiva & Robles (2022), realizaron la investigación titulada "Efecto de adición de harina de garbanzo (*Cicer arietinum*) y de linaza (*Linum usitatissimum*) en la elaboración de un chorizo cocido como fuente teórica de fibra". En un estudio experimental con diseño de bloques completos al azar, se evaluaron cinco formulaciones de salchichas elaboradas con distintas proporciones de harinas de linaza y garbanzo, incluyendo un tratamiento control. El tratamiento T5, que combinó 4,48 % de harina de linaza y 6,93 % de harina de garbanzo, se destacó como la segunda formulación más aceptada sensorialmente, según una escala hedónica. No se observaron diferencias significativas en rendimiento de cocción, pérdida por purga ni en pH respecto al control, indicando buena retención de agua durante 14 días de almacenamiento. Además, los análisis microbiológicos confirmaron la inocuidad del producto.

Seni (2024) aborda el "Efecto de la harina de linaza (*Linum usitatissimum*) en las características sensoriales y bromatológicas en nuggets de jaiba (*Metacarcinus magister*)", un diseño experimental realizado en Milagro, Ecuador. Esta investigación tuvo como objetivo mejorar la demanda de productos derivados del cangrejo, destacando los beneficios nutricionales de la linaza como ingrediente. Se formuló una serie de tratamientos con diferentes porcentajes de harina de linaza (T1: 10 %, T2: 15 %, T3: 20 %) y un tratamiento testigo (T4), evaluando su efecto en las características sensoriales. En el análisis de color, se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$), destacándose el tratamiento T4 sin harina de linaza con la mayor aceptación (4,33), mientras que T3 presentó la puntuación más baja (3,77). En olor, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$), con el T4 obteniendo la mayor calificación (4,23). El tratamiento T2 (15 % de harina de linaza y 15 % de apanadura) alcanzó las mejores puntuaciones sensoriales en color, sabor y textura, calificándose como "Me gusta". Estos resultados demuestran el impacto de la harina de linaza en las propiedades sensoriales de los productos.

Hamed et al (2019) aborda en su estudio "Propiedades de calidad de la salchicha incorporada con polvo de linaza y tomate" analizó cómo cambian las propiedades químicas y sensoriales de salchichas de res al agregarles diferentes cantidades de polvo de tomate (0,

1.5 y 3%) y polvo de linaza (0, 3 y 6%). Las salchichas se almacenaron a 4 °C durante 42 días. Los resultados mostraron que incorporar estos polvos provocó una disminución significativa ($p < 0.001$) en el valor L* (luminosidad), el pH, el contenido de nitrito residual y la humedad. Por otro lado, se observó un aumento ($p < 0.001$) en el valor b* (tono amarillento), así como en los contenidos de proteína, carbohidratos, cenizas, fibra y calorías totales. Además, el nivel de nitrito residual fue reduciéndose a lo largo del almacenamiento, mientras que el ácido linolénico aumentó con la adición de polvo de linaza. En cuanto a las pruebas sensoriales, se encontró que incluir hasta un 3% de polvo de tomate y linaza no afectó de manera significativa ($p > 0.05$) la aceptación del producto, tanto en salchichas cocidas como fritas. Los resultados indican que es posible elaborar salchichas con polvo de tomate y linaza sin alterar su calidad sensorial, lo que abre la oportunidad de introducir al mercado un nuevo producto cárnico procesado con características nutricionales mejoradas.

Navarrete & Varela (2015) realizaron la tesis titulada "Efecto del porcentaje de linaza en las características físicoquímicos y sensoriales de la longaniza" Efecto del porcentaje de linaza en las características fisicoquímicos y sensoriales de la longaniza". Llevaron a cabo la investigación con el objetivo de aprovechar las propiedades de la linaza en las características nutricionales y obtener un producto funcional cumpliendo con las Normas INEN. En este estudio, se evaluó la incorporación de diferentes porcentajes de harina de linaza (5%, 10%, 15% y 20%) en la formulación de longanizas. Se realizaron análisis fisicoquímicos para medir parámetros como contenido de humedad, proteína, grasa, fibra y pH, con el fin de determinar el impacto de la linaza en las características nutricionales del producto. Además, se llevó a cabo una evaluación sensorial mediante un panel de expertos para evaluar la aceptabilidad en términos de sabor, textura, color y olor. Los resultados obtenidos mostraron que la adición de harina de linaza aumentó significativamente el contenido de fibra de las longanizas. En cuanto a las características sensoriales, las longanizas con hasta un 15% de harina de linaza fueron bien aceptadas por el panel. Sin embargo, las longanizas con 20% de linaza presentaron una menor aceptación debido a los cambios en la textura y el sabor, los cuales afectaron la calidad sensorial del producto. El estudio concluyó que la harina de linaza puede ser utilizada como un ingrediente funcional en la elaboración de longanizas, mejorando su perfil nutricional sin afectar negativamente la aceptabilidad sensorial, siempre y cuando no se superen los porcentajes del 15%.

Valenzuela (2015) en su tesis titulada "Linaza y pasta de tomate para el desarrollo de un producto cárnico funcional", realizada en Mexicali, Baja California. Se llevó a cabo un estudio con el objetivo de desarrollar hamburguesas de res más saludables mediante la incorporación de harina de linaza (HL) y pasta de tomate (PT). Utilizando la metodología de superficie de respuesta (MSR), se evaluaron diferentes formulaciones: testigo (HL: 0%, PT: 0%), T1 (HL: 0%, PT: 20%), T2 (HL: 5%, PT: 15%), T3 (HL: 10%, PT: 10%), T4 (HL: 15%, PT: 5%) y T5 (HL: 20%, PT: 0%). Los resultados mostraron que la formulación T3, con 10% de HL y 10% de PT, presentó el mejor perfil nutricional, aumentando el contenido de ácido α-linolénico al 43,52% de los ácidos grasos, mejorando la relación AGP/AGS de 0,24 (testigo) a 2,95, y reduciendo el contenido de colesterol en un 45% en comparación con

el testigo. Estos hallazgos demuestran que la incorporación de HL y PT es una estrategia viable para mejorar la calidad nutricional de productos cárnicos.

Orozco (2016) en su tesis titulada "Elaboración de mortadela utilizando colorantes naturales de remolacha (*Beta Vulgaris*) y sangorache (*Amaranthus Quitensis L.*) como reemplazo del colorante artificial", desarrolló un estudio cuyo objetivo fue evaluar la viabilidad de utilizar colorantes naturales en la producción de mortadela, sustituyendo los colorantes artificiales. La metodología empleada consistió en la realización de varios experimentos de laboratorio, en los que se evaluaron diferentes concentraciones de colorante natural de remolacha, distribuidas en los siguientes tratamientos: T0 (testigo) con 0,0 % de colorante de remolacha, T1 con 5,0 % de colorante de remolacha, T2 con 15,0 % de colorante de remolacha y T3 con 30,0 % de colorante de remolacha, cada tratamiento se replicó tres veces. Los resultados obtenidos en las pruebas organolépticas mostraron que el 50% de los encuestados prefirió la muestra con menor concentración de colorante de remolacha, ya que un color rojo intenso era percibido como poco atractivo. En cuanto al análisis proximal y la prueba de Duncan, revelaron diferencias significativas entre los tratamientos, destacando al T1 como el de mejor aceptación. En cuanto a la vida útil del producto no superó los 30 días. Sin embargo, se concluyó que la producción de mortadela con este colorante natural es rentable, con un beneficio costo de $ 1,45, lo que justifica su viabilidad industrial.

Arellano (2022) en su tesis titulada "Efecto de la adición de fibra para la producción y enriquecimiento de embutidos", Esta investigación fue realizada para responder a la creciente demanda del mercado de productos alimenticios funcionales. Las industrias alimentarias, conscientes de esta necesidad, buscan desarrollar productos que no solo sean sabrosos, sino que también ofrezcan beneficios para la salud. En este contexto, diversas investigaciones han mostrado que las fibras naturales provenientes de frutas, vegetales, cereales y fibras sintéticas como la pectina, β-glucano e inulina, mejoran la calidad y funcionalidad de los productos cárnicos. Las fibras, dependiendo de su solubilidad, enriquecen los derivados cárnicos, mejorando la retención de agua y la composición nutricional. Fuentes como el bagazo de frutas, el orujo de zanahoria y caña de azúcar, junto con fibras sintéticas, han demostrado efectos beneficiosos para la salud. Además, las fibras de cereales como avena y trigo, y otras fuentes no convencionales como cáscaras y bagazo, aportan un alto contenido de fibra dietética, mejorando las propiedades funcionales de los productos cárnicos.

Calderón (2018) en su investigación titulada "Aprovechamiento integral de banana de rechazo en la elaboración de salchichas tipo frankfurt", evaluó diferentes formulaciones de salchichas utilizando harina de la pulpa de banana y cáscara de banana. En su estudio, se realizó un tratamiento control y las siguientes formulaciones: P (harina de pulpa de banana), P+Cs (harina de pulpa y cáscara de banana) y Cs (harina de cáscara de babana), a las cuales se les adicionó 0,25 kg por formulación. En el análisis del pH, se observó que las muestras presentaron valores superiores a 5,5, lo cual se relacionó directamente con un bajo porcentaje de acidez en las formulaciones. Además, se estableció un efecto significativo ($P \leq 0,05$) en la acidez entre los tratamientos P+C y Cs. Respecto al contenido de humedad, no se

encontraron diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre las formulaciones, debido a que en todas las formulaciones se utilizó la misma cantidad de agua y grasa, y se mantuvieron en las mismas condiciones de almacenamiento, con una refrigeración aproximadamente de 4 °C. Según los resultados obtenidos en el análisis proximal, se concluyó que la presencia de fibra en la matriz alimentaria influyó directamente en el análisis proximal de este parámetro. La fibra no solo tiene efectos fisiológicos como menciona el autor, sino también contribuyó a mejorar características como la retención de agua, redujo la pérdida de grasa y aumento la cantidad de cenizas. Este efecto se evidenció en el tratamiento Cs, que presentó un contenido de fibra de 7,304%. En cuanto a los resultados microbiológicos, específicamente en el recuento de aerobios mesófilos, los recuentos al inicio del experimento registraron valores de entre 2 y 3 log UFC/g, y las formulaciones obtuvieron resultados similares durante su análisis.

Franco & Ruz (2020) en su tesis titulada "Elaboración de salchichas artesanales utilizando harina de trupillo (*Prosopis juliflora*) como extensor proteico", Se realizó un estudio con el objetivo de caracterizar el alto contenido proteico de la harina de trupillo al incorporarla en la elaboración de salchichas artesanales, lo cual ha generado interés en su uso como materia prima para productos agroindustriales. La investigación, realizada en Barranquilla, empleó una metodología experimental que constó de tres fases: i) obtención y caracterización bromatológica de la harina de trupillo; ii) estandarización de tres formulaciones de salchichas (C: 100% harina de trigo, CT: 5% harina de trigo y 5% harina de trupillo, T: 10% harina de trupillo); y iii) caracterización de las salchichas elaboradas, evaluación sensorial y estimación de los costos. La harina de semilla de trupillo, con un contenido proteico de 27,7%, fue seleccionada para su inclusión en las formulaciones debido a sus características superiores, como mayor capacidad de absorción y retención de agua. La formulación T presentó el mayor contenido proteico (13,7%), aunque la formulación C fue la más aceptada sensorialmente por los consumidores.

Ochoa (2019) en su investigación titulada "Elaboración de salchicha frankfurt con la utilización de harina de *Colocasia esculenta* (malanga blanca)", llevada a cabo en el Centro de Producción de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Evaluó la incorporación de 2%, 4% y 6% de harina de *Colocasia esculenta* (malanga blanca) en la elaboración de salchichas Frankfurt, comparando con un tratamiento control que utilizó fécula de papa. El diseño experimental fue completamente al azar jerárquico con separación de medias según Duncan ($P < 0,05$). El tratamiento con 6% de harina de malanga mostró el mejor rendimiento, con un contenido de humedad del 60,85%, 39,15% de materia seca, 17,66% de grasa, 13,41% de proteína y 3,19% de cenizas. En el análisis microbiológico, este tratamiento cumplió con los requisitos de carga bacteriana según las normas INEN, con 1,30 UFC de aerobios mesófilos y 24 UFC de coliformes totales. En la evaluación sensorial, aunque no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, el tratamiento con 6% de harina de malanga obtuvo una puntuación total de 38,33/50 puntos, destacándose por su bajo costo-beneficio (1,11).

Luna et al. (2021), en su artículo titulado “Alternativas no convencionales para la elaboración de salchichas”, señalan que la percepción de los alimentos ha cambiado de manera continua. Originalmente, los alimentos eran consumidos únicamente como una fuente de nutrientes y la energía necesaria para el cuerpo. Sin embargo, en la actualidad, los alimentos se consideran como un factor clave que influye en la calidad de vida de las personas. Esto ha llevado a la población ha comenzado a cambiar su perfil de alimentación. En la presente revisión, se reúne la información sobre el uso de ingredientes naturales para mantener las características organolépticas de las salchichas. Se evalúan fuentes proteicas, grasas vegetales y aditivos no convencionales. Además, se hace referencia a ingredientes con el potencial para mejorar las propiedades organolépticas de las salchichas. Los estudios revisados consideraron la evaluación de características fisicoquímicos, microbiológicas y sensoriales para determinar la calidad y aceptabilidad del producto. Las consideraciones finales indicaron que la elaboración de salchichas con ingredientes no convencionales, brinda propiedades nutricionales superiores, además de la posibilidad de introducir productos reducidos en grasas y sal al mercado. Incluso, nos menciona fuentes alternativas proteicas como la carne de camarón, carne de llama, carne de barbilla, entre otros. También, la utilización de grasas vegetales donde usaron en distintos estudios aceite de aguacate, cáscara de naranja, almidón de yuca y arveja. Por último, también se encuentra la inclusión de fibra, donde se usó harina de tuna, hongo de invierno, linaza, entre otros.

Concha & Escobar (2024) en su tesis titulada “Uso de la harina de remolacha como sustituto parcial de la carne de pollo en la elaboración de embutidos”, tienen como objetivo principal desarrollar un producto alternativo a los embutidos tradicionales, que mantenga un color y sabor aceptables, proporcionando una opción viable en la industria alimentaria. Este estudio de carácter bibliográfico, y las investigaciones revisadas proporcionaron el conocimiento necesario para comprender el efecto del uso de harina de remolacha como sustituto de la carne de pollo en la elaboración de un embutido. Por ejemplo, se ha observado que los compuestos fenólicos presentes en la remolacha tienen propiedades inhibitorias de microorganismos, e incluso en algunos casos, efectos antimicrobianos. En cuanto a la textura, los resultados de la investigación muestran que presenta una textura bastante suave. Tras la cocción, la remolacha sufre un proceso de gelatinización irreversibles, lo que le otorga una gran capacidad de retención de agua, mejorando así las propiedades sensoriales y estructurales del embutido.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Embutidos

Los embutidos nacen con la finalidad de conservar los alimentos y son de origen muy antiguo, siendo derivados y productos cárnicos que se elaboran a partir de una combinación de carne de res y cerdo picadas, grasa, condimentos, sal, aditivos y especias e introducirlos en tripas artificiales y naturales (Torre, 2018).

Embutidos crudos curados

Jiménez & Carballo (2022) indicó que “Son aquellos productos cárnicos elaborados mediante selección, troceado y picado de carnes, grasas con o sin despojos, que lleven incorporados condimentos, especias y aditivos autorizados sometidos a maduración y desecación (curado) y, opcionalmente, ahumado.”

Un producto cárnico tratado por el calor siendo todo aquel producto elaborado con carnes o despojos comestibles de diferentes especies animales, máximo deben llevar 2 condimentos incorporados, aditivos y especias, mismo que se sometió a la acción del calor (alcanzando el punto crítico de temperatura con la finalidad de coagular total o parcial las proteínas cárnicas) para ser fabricados (Escuela de postgrado Industrial, 2021).

Salchicha

Según INEN (1996) la salchicha “Es el embutido elaborado a base de carne molida o emulsionada, mezclada o no de: bovino, porcino, pollo y otros tejidos comestibles de estas especies; con condimentos y aditivos permitidos; ahumado o no y puede ser madurado, crudo, escaldado o cocido”.

Salchicha frankfurter

En Alemania, las salchichas son gruesas, blandas y grasas, y fue en este país donde nació, mediados del siglo XIX, la famosa especialidad de frankfurter. En el año 1852, el gremio de carniceros de esta ciudad presentó una salchicha especiada, ahumada y envuelta en una delgada tripa, casi transparente (Fonate, 2020) Siguiendo la tradición, los carniceros llamaron a su creación “frankfurter” en honor de su ciudad, y dieron a su nueva y aerodinámica salchicha una forma ligeramente curva (Vásquez, 2023).

Las salchichas frankfurt es un alimento con alto contenido de sodio y graso, por lo que su consumo trae muchos problemas a la salud como la obesidad, sobrepeso y problemas de hipertensión, retención de líquidos y enfermedades cardiovasculares (García, 2024).

Según Chacha (2023) el valor energético de las frankfurt ronda las 230 Kcal cada 100 gramos hasta más de las 300 Kcal, inferior a embutidos como el chorizo o el salchichón, debido a su mayor contenido de agua y menor aporte graso, y similar al de una chuleta de ternera.

En la tabla 1 se indica la información nutricional de la salchicha tipo frankfurt en 100 g.

Tabla 1
Información nutricional de la salchicha frankfurt (por cada 100 g).

Componente	Valor	Componente	Valor	Componente	Valor
Energía (Kcal)	303	Calcio (mg)	13	Tiamina (mg)	0,2
Proteína (g)	12	Hierro (mg)	1,8	Riboflavina (mg)	0,2
Lípidos totales (g)	27	Yodo (ug)	-	Vitamina B_6 (mg)	0,03
Hidratos de carbono (g)	3	Magnesio (mg)	9	Vitamina B_{12} (mg)	1
Fibra (g)	0	Zinc (mg)	1,4	Vitamina C (mg)	0
Agua (g)	58	Sodio (mg)	778	Vitamina A (mg)	Tr
		Potasio (mg)	180	Vitamina D (mg)	Tr
		Fósforo (mg)	107	Vitamina E (mg)	0,25
		Selenio (ug)	8,3		

Nota. Adaptado de La alimentación española, Gaspar et al., 2018.

2.2.2 Normativa

En la Tabla 2 se presentan en requisitos específicos los aditivos permitidos en la elaboración de los productos cárnicos.

Tabla 2
Los aditivos permitidos en la elaboración del producto.

Aditivo	Dosis máxima	Método de ensayo
Ácido ascórbico e isoascórbico y sus sales sódicas. Nitrito de sodio y/o potasio Polifosfatos (P205)	500	NTE INEN 1 349
Aglutinantes como: almidón, productos lácteos, harinas de origen vegetal con un máximo de 5% para salchichas cocidas y escaldadas y un máximo de 3% para las salchichas crudas y maduradas.	125	NTE INEN 784
Sustancias coadyuvantes: azúcar blanca o refinada, en cantidad limitada por las buenas prácticas de fabricación.	300	NTE INEN 782

Nota. Tomado de Carne y productos cárnicos. Salchichas. Requisitos, INEN, 1996.

En la tabla 3 se presentan los requisitos microbiológicos una salchicha frankfurt cocida

Tabla 3
Requisitos microbiológicos de los embutidos.

REQUISITOS	Maduras Máx. UFC/g	Crudas Máx. UFC/g	Escaldadas Máx. UFC/g	Cocidas Máx. UFC/g	Método de ensayo
Enterobacteriaceae	$1,0x10^3$	$1,0x10^2$	$1,0x10^1$	-	
Escherichia coli	$1,0x10^2$	$3,0x10^2$	$1,0x10^1$	<3*	
Sthaphylococcus aureus	$1,0x10^2$	$1,0x10^3$	$1,0x10^2$	$1,0x10^2$	NTE INEN 1529
Clostridium perfringens	$1,0x10^3$	-	-	-	
Salmonella	Aus/25 g	Aus/25 g	Aus/25 g	Aus/25 g	

Nota. Tomado de Carne y productos cárnicos. Salchichas. Requisitos, INEN, 1996.

2.2.3 Propiedades y usos de la remolacha

La remolacha es una planta perteneciente a la familia de las Amarantáceas, originaria del sur de Europa. Su variedad roja se destaca como un alimento particularmente abundante en vitamina C y flavonoides, compuestos antioxidantes que tienen propiedades anticancerígenas (Gómez & Duque, 2018).

La remolacha contiene betalaínas que son "pigmentos vacuolares hidrosolubles presentes en las plantas del orden de las centrospermas, como la remolacha (*Beta vulgaris*). Están compuestos por las betacianinas (BC) de color rojo y las betaxantina de color amarillo, ambas con diversos epímeros" (Sadowska & Bartosz, 2021).

Factores que influyen en la estabilidad de las betalaínas.

Tabla 4
Factores sobre la estabilidad de las betalaínas.

Factores que influyen en la estabilidad de las betalaínas		
Alto contenido de pigmento		Bajo contenido de pigmento
Alto grado de glucosilación		Bajo grado de glucosilación
Alto grado de acilación		Bajo grado de acilación
Baja a_w		Alta a_w
Agentes quelatantes		Enzimas degradantes
pH 3-7	+ Estabilidad betalaínas -	pH <3 o >7
Antioxidantes		Cationes de metal
Baja temperaura		Alta temperaura
Ausencia de luz		Presencia de luz
Ausencia de O_2		Presencia de O_2
Atmófera de N_2		Presencia de N_2

Nota. Tomado de Estructura y estabilidad de las betalaínas, Flores et al., 2019.

De acuerdo con Flores et al. (2019) las betalaínas del betabel son estables en un pH entre 3,0 y 6,0. Fuera de este rango, se degradan rápidamente. Las betacianinas (color rojo) son más estables en pH ácido, y las betaxantinas (color amarillo) en pH neutro. En condiciones anaerobias, el pH ideal es de 4,0-5,0, y con oxígeno, es de 5,5-5,8. La estabilidad también depende de la actividad de agua (*aw*); por debajo de 0,63, las betalaínas se conservan mejor. Métodos como la liofilización ayudan a reducir la humedad y mejorar su estabilidad. La luz y el oxígeno aceleran la degradación de las betalaínas, especialmente cuando se combinan. Sin embargo, la luz azul e infrarroja pueden aumentar la cantidad de betacianinas. El oxígeno también afecta la estabilidad, pero niveles bajos pueden ayudar a preservar el pigmento, sobre todo si se elimina el oxígeno disuelto y se almacenan a temperaturas bajas.

Propiedades nutricionales de la remolacha

De acuerdo con la investigación de Calero (2021) en las remolachas se han encontrado que el ácido folato y fólico que ayudan a precautelar defectos de nacimiento en el sistema neural, combate enfermedades del sistema cardíaco y anemia ya que contiene alto contenido en hierro. También contiene alta cantidad de fibra, soluble e insoluble. Las betalaínas son estables en un rango de pH 6,5, pero el calor, el oxígeno y la luz limitan la vida de estos colorantes (Marcano, 2018), la harina de remolacha debe ser almacenado en una total obscuridad y a -20 °C. En la tabla 5 se presenta la cantidad de nutrientes que tiene la harina de remolacha en 100 g.

Tabla 5
Composición química de la remolacha.

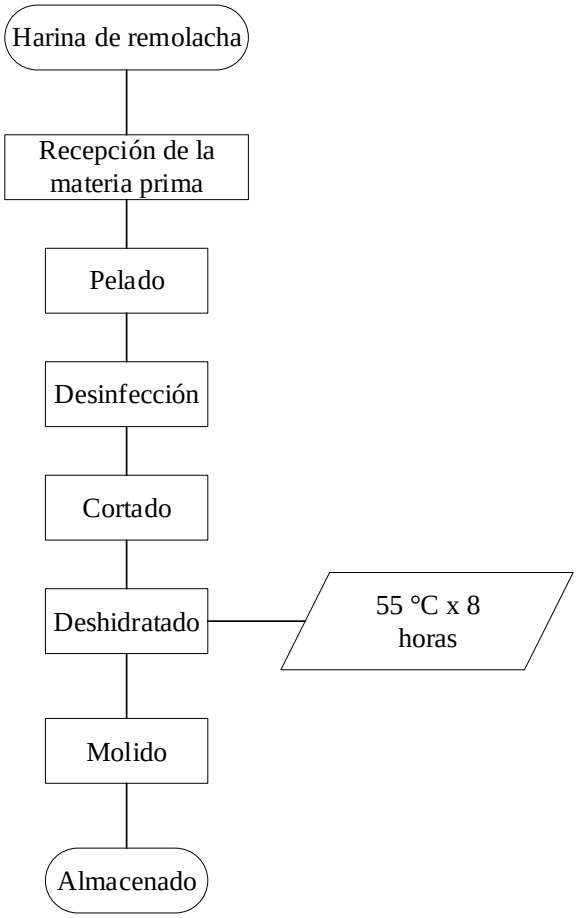
Componentes	
Calorías	343 kcal
Grasa	2,82 g
Colesterol	0 mg
Sodio	0,70 mg
Carbohidratos	66,30 g
Fibra	9,42 g
Azúcares	0,00 g
Proteínas	8,29 g
Vitamina A	50 ug
Vitamina C	0 mg
Vitamina B12	0 ug
Calcio	18 mg
Hierro	2,40 mg
Vitamina B3	0,82 mg

Nota. Adaptado de Obtención de harina de remolacha (*Beta Vulgaris*) aplicando los procesos de deshidratación y molienda, Páramo, 2018.

Harina de remolacha

En la figura 1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de remolacha.

Figura 1
Proceso de elaboración de harina de remolacha



2.2.4 Composición y propiedades de la linaza

La semilla de lino, también conocida como linaza, es una oleaginosa originaria del Mediterráneo, que hasta hace poco se consideraba principalmente una "oleaginosa industrial" debido a sus diversos usos fuera del ámbito alimenticio (Cuevas & Sangronis, 2015)**.**

Composición de la linaza

Lignanos

Son compuestos vegetales o también llamados fitoestrógenos los cuales son beneficiosos para la salud, además nos protegen contra el cáncer al inhibir enzimas del proceso de metabolismo por su capacidad antioxidante, y esto ayuda a disminuir el estrógeno que es involucrado en el crecimiento de células de cáncer (Midori, 2015).

Fibra dietética

Según Midori (2015) “Los efectos fisiológicos de la fibra dietética se relacionan con sus propiedades fisicoquímicos y tecnológicas, como capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento, viscosidad, formación de gel, capacidad de ligazón de sales biliares”.

La semilla de lino contiene 25% fibra soluble y 75% fibra soluble, los beneficios de esta fibra es importante en la dieta alimenticia de las personas.

Propiedades de la linaza

Ayuda a mantener nuestro peso ideal, revitaliza al cuerpo, mejora el rendimiento energético de las personas, previene enfermedades cardíacas (taquicardia, embolia, aglutinación de plaquetas) y previene el cáncer de próstata, cáncer del aparato urogenital y cáncer de mama. La composición química de la harina de linaza se presenta en la Tabla 6, se presentan altos valores de fibra soluble (Bachón , 2021).

Tabla 6

Composición química de la harina de linaza (Linum usitatissimum L).

Componentes nutricionales	Valor	Unidades
Energía	489.8	kcal
Lípidos	39,6 ± 0.2	mg
Materia seca	94.9 ± 0,9	g
Proteínas	22.07 ± 0.1	g
Carbohidrato	10,6 ± 0,2	g
Fibra dietética total	11,2	g
Fibra soluble	37,8	g
Fibra insoluble	2,1	g

Nota. Adaptado de Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer, Bautista et al., 2007.

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1 Tipo de Investigación

La investigación propuesta es de un enfoque experimental, ya que implica la manipulación de variables, como los diferentes porcentajes de harina de remolacha y harina de linaza. El objetivo es medir los efectos de estos cambios específicos, con el fin de observar cómo afectan las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de la salchicha. Este tipo de estudio busca determinar si la incorporación de estos ingredientes genera mejoras o modificaciones significativas en el producto. De este modo, se podrán identificar la estabilidad del color de las salchichas durante el tiempo de almacenamiento.

3.2 Diseño Experimental

3.2.1 Experimentos preliminares

En esta investigación se llevó a cabo 3 pruebas preliminares, como se observa en la tabla 7. Las pruebas preliminares se utilizaron para determinar los porcentajes óptimos para la incorporación de harina de remolacha en la formulación de la salchicha. Así como también la mejor formulación en cuanto al sabor para la elaboración del producto**.**

Tabla 7

Porcentaje óptimo de la incorporación de harina de remolacha en la salchicha frankfurt.

Experimento	Tratamiento (0,25 kg)	Unidad	Ingredientes			Total
			Harina de remolacha	Fécula	Matriz cárnica	
1	T1	g	10	2,5	234,4	246,9
	T2	g	7,5	5	234,4	246,9
	T3	g	5	7,5	234,4	246,9
	T4	g	2,5	10	234,4	246,9
2	T1	g	2,25	10,25	234,4	246,9
	T2	g	2	10,5	234,4	246,9
	T3	g	1,75	10,75	234,4	246,9
	T4	g	1,5	11	234,4	246,9
	T5	g	1,25	11,25	234,4	246,9
	T6	g	1	11,5	234,4	246,9
	T7	g	0,75	11,75	234,4	246,9
	T8	g	0,5	12	234,4	246,9
	T9	g	0,25	12,25	234,4	246,9
3	T1	g	0,4	4,6	234,4	246,9
	T2	g	0,3	4,7	234,4	246,9
	T3	g	0,2	4,8	234,4	246,9
	T4	g	0,1	4,9	234,4	246,9

Experimento 1:

Se elaboraron cuatro tratamientos de salchichas con diferentes porcentajes de harina de remolacha: 4%, 3%, 2% y 1%, correspondientes a los tratamientos T1, T2, T3 y T4, respectivamente, como se muestra en la Tabla 7.

Experimento 2:

Se elaboraron nueve tratamientos de salchichas con diferentes porcentajes de harina de remolacha: 0,9%, 0,8%, 0,7%, 0,6%, 0,5%, 0,4%, 0,3%, 0,2% y 0,1%, correspondientes a los tratamientos T9, T8, T7, T6, T5, T4, T3, T2 y T1, respectivamente, como se muestra en la Tabla 7.

Experimento 3:

En esta última prueba, se realizaron únicamente los tratamientos T1, T2, T3 y T4 por triplicado, con el objetivo de verificar visualmente cuál color resultaba más atractivo en una salchicha. Los tratamientos T3 y T4 fueron definidos como los porcentajes más adecuados, ya que presentaron un color agradable y similar entre sí, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 8

Ingredientes utilizados en la elaboración de la salchicha frankfurt

Experimento	Tratamiento (0,25 kg)	Unidad	Ingredientes					
			Pimienta blanca	Nuez moscada	Ajo en polvo	Azúcar	Matriz cárnica	Total
1	T1	g	1,25	0,5	0,5	1,5	243,7	246,9
	T2	g	1,25	1	1	2,5	243,7	246,9
	T3	g	1	1,5	1,5	2,5	243,7	246,9
	T4	g	1,75	1,5	1,5	2,5	243,7	246,9
	T5	g	2	1,5	1,5	2,5	243,7	246,9

Experimento 1:

Se elaboraron cinco tratamientos con diferentes condimentos, con el fin de determinar el sabor más adecuado y sus proporciones ideales. Para ello, se realizó una pequeña degustación entre los estudiantes del laboratorio, resultando como ganador el tratamiento 3, como se muestra en la Tabla 8.

El diseño experimental se desarrolló mediante la comparación de las distintitas formulaciones con un blanco. Primero se realizó la harina de remolacha, donde se usó el deshidratador y a cierta temperatura, se obtuvo la remolacha deshidratada, luego se licuó, tamizó y se obtuvo la harina de remolacha, sin olvidar que se realizó a una temperatura óptima para no perder ciertos componentes de la remolacha. Para la aceptación del color se hizo la elaboración de diferentes tratamientos y que sean atractivos visualmente, mientras que para determinar el porcentaje de la harina de linaza se realizó varios experimentos, donde se varió diferentes porcentajes de harina de linaza con la fécula, para el análisis sensorial se evaluó a 50 catadores no entrenados, donde realmente sintieron un ligero cambio de textura (la cual se comprobó a través del texturómetro) pero no para rechazar el producto, así que de acuerdo a la textura, color, sabor, olor se eligió las formulaciones ganadoras a las cuales se le realizará la prueba de la textura en un equipo en comparación con la formulación 0 y la estabilidad de color. Cabe recalcar que se buscó desarrollar un nuevo producto saludable e innovador mediante la incorporación de harinas de remolacha y linaza en la elaboración de salchichas tipo frankfurt, evaluando sus propiedades sensoriales, físico-

químicas y microbiológicas. Para determinar la estabilidad de las formulaciones se evaluó exclusivamente el comportamiento del color durante el almacenamiento bajo condiciones de refrigeración (4 °C ± 1 °C), por su tendencia a desgradarse, lo cual indica una pérdida notable del color rojo característico.

3.2.2 Materiales y Equipos para la elaboración de la salchicha

A continuación, se observa los equipos, materiales y reactivos que se usó para la elaboración de las salchichas frankfurt, análisis fisicoquímicos y análisis microbiológicos.

Tabla 9

Materiales, Reactivos y equipos para la elaboración de las salchichas frankfurt.

Materiales	Equipos	Materia prima
Tripa natural de borrego Cuchillo	Embutidora Cutter Molino de carne	Carne de cerdo Carne de res Grasa de cerdo Harina de remolacha Harina de linaza Sal rosada Especies (pimienta blanca, nuez moscada, ajo en polvo) Aditivos (nitritos, fosfatos, ácido ascórbico y condimento de salchicha)

Tabla 10

Materiales, reactivos y equipos para los análisis físicoquímicos de las formulaciones.

Análisis	Materiales	Reactivos	Equipos	Materia prima
pH	Mortero Vasos precipitados Varilla de agitación Agua destilada	Buffer (4, 7 y 10)	Medidor de pH	Salchichas
Humedad	Mortero Espátula Pinza		Estufa Balanza analítica Desecador	Salchichas
Cenizas	Mortero Espátula Pinza		Mufla Balanza analítica Desecador	Salchichas

Fibra	Agua destilada Vasos precipitados Pipeta Crisol Buchner Matraz Erlenmeyer	Ácido sulfúrico al 98% Hidróxido de sodio	Estufa Balanza analítica Destilador	Salchichas
Proteína	Vasos precipitados Agua destilada Pastilla catalizadora Matraz Erlenmeyer	Hidróxido de sodio Ácido clorhídrico Ácido bórico Indicador Tashiro	Balanza analítica Equipo de Kjeldahl Bureta	Salchichas
Grasa	Papel filtro	Hexano	Extractor Soxhlet Estufa Balanza analítica	Salchichas
Color	Cuchillo	-	Colorímetro	Salchichas
Textura	-	-	Texturómetro de Brookfield	Salchichas

Tabla 11

Materiales, reactivos y equipos para el análisis microbiológico de las formulaciones.

Materiales	Agar	Equipos
Placas Petri	MacConkey	Autoclave
Algodón	Baird Parker	Incubadora
Alcohol	PDA	Balanza analítica
Vasos precipitados	Violet Red Bile	Cabina de flujo laminar
Mechero		
Micropipeta		
Puntas		
Agua destilada		
Tubos de ensayo		
Marcador indeleble		

3.2.3 Procedimientos de la elaboración de la salchicha frankfurt

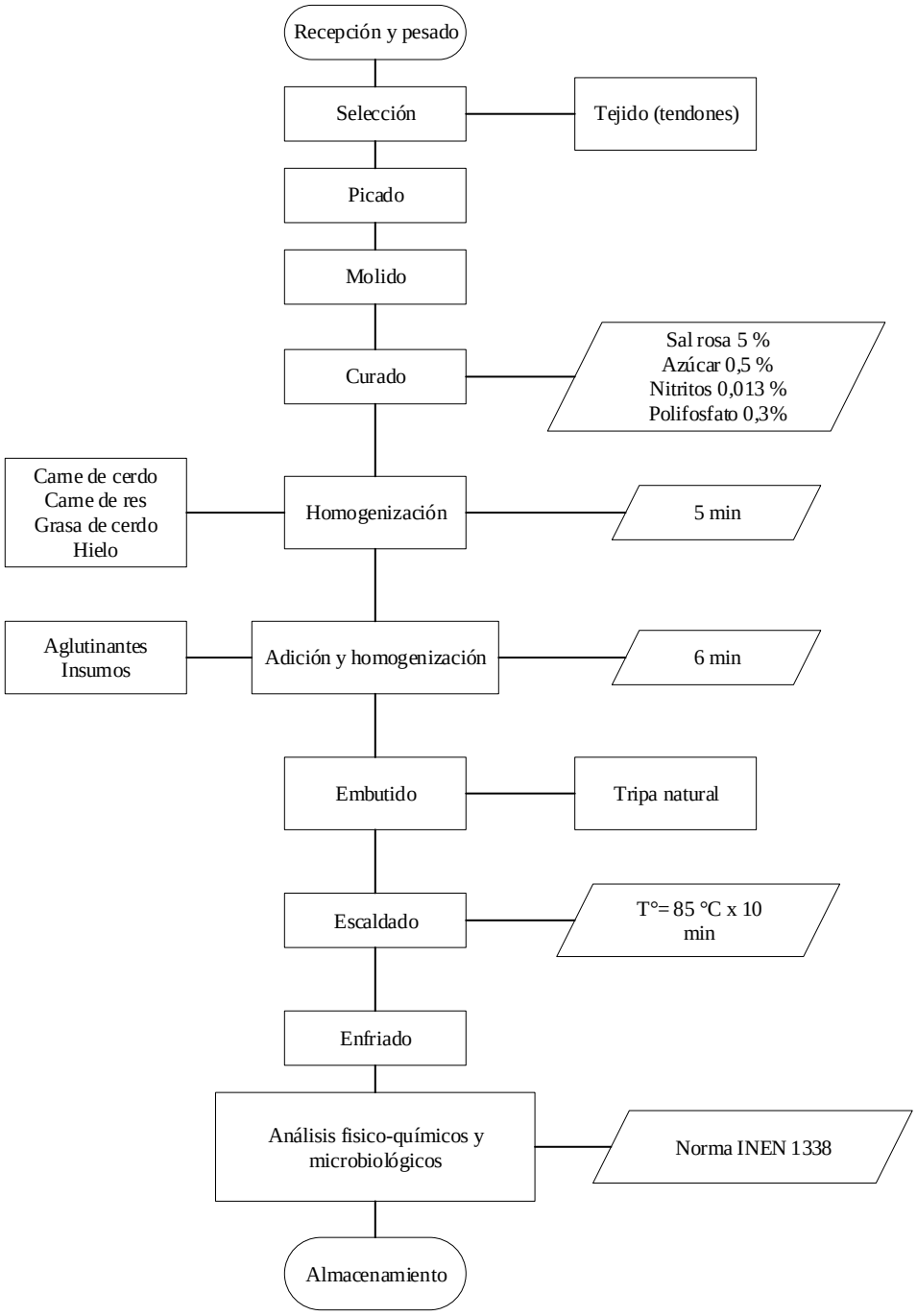
De acuerdo con la investigación de Arias (2015), se seleccionó cortes magros de carne de cerdo, res y grasa, se molió la carne magra de cerdo, res y la grasa de cerdo por separado utilizando el molino. Obtuvimos la carne molida, y se añadió las harinas de remolacha y linaza, junto con los condimentos seleccionados y se mezcló. Se añadió hielo en escarcha y se volvió a mezclar. Luego se utilizó un cutter para obtener una mezcla homogénea. Posteriormente, se colocó la mezcla en una embutidora y se colocó la tripa de borrego, dando forma a las salchichas, hay que tener cuidado de la formación de aire en la tripa. Se cocinó las salchichas a una temperatura de 85°C durante 10 minutos. Finalmente, se almacenó las salchichas en el refrigerador a una temperatura óptima de 4°C.

3.2.4 Diagrama de flujo

A continuación, se observa en la figura 2 el diagrama de flujo para la elaboración de la salchicha frankfurt.

Figura 2

Proceso de la elaboración de la salchicha frankfurt



3.2.5 Variables del Estudio

- **Variables Independientes**: Porcentajes de harina de remolacha y harina de linaza en la formulación de la salchicha.

- **Variables Dependientes**: Propiedades sensoriales (sabor, textura, color, olor), nutricionales (contenido de proteínas, grasas, fibra) y fisicoquímicos (humedad, pH, color y textura) y microbiológicas.

3.2.6 Diseño del Experimento

Evaluación Sensorial

Selección de catadores no entrenados

El análisis sensorial se realizó en una sola jornada (14h00 pm a 18h00 pm), en las aulas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo. El análisis sensorial consideró la aplicación de una prueba sensorial hedónica de 5 puntos a 50 catadores no entrenados bajo la metodología descrita por la normativa española 87024-2 que menciona que para este tipo de pruebas se encuesta de 30 a 60 personas, quienes mantuvieron un rango de edad entre 21 y 24 años.

Diseño de la Prueba Sensorial:

Descripción de la tarea de los panelistas: Los catadores no entrenados se les pidió la evaluación de muestras codificadas de 5 productos distintos, cabe recalcar que en estos productos también se incluyó la formulación testigo para determinar si sensorialmente encuentran diferencias en las salchichas incorporadas con harina de linaza. Donde indicaran la/las muestra/ muestras que más les agrada en una escala de 5 puntos. Sus respuestas fueron marcadas desde la categoría "me gusta mucho" hasta "me disgusta mucho."

Los productos tienen una codificación que posee tres dígitos de números aleatorios, como se presenta en la tabla 12.

Tabla 12
Codificación de los productos para el análisis sensorial.

Productos	Harina de remolacha (%)	Harina de linaza (%)	Fécula (%)	Códigos
Blanco (5% fécula)	0	0	5	101
Formulación 1	0,4	1	3,6	001
Formulación 3	0,4	2	2,6	234
Formulación 5	0,4	3	1,6	456
Formulación 7	0,4	4,6	0	178

Presentación de muestras: Las muestras fueron presentadas en recipientes plásticos con tapa, debidamente identificadas mediante un código único correspondiente a cada formulación, incluida la formulación testigo. La presentación de las muestras a los catadores no entrenados se realizó de manera aleatoria, y todos los productos fueron ofrecidos simultáneamente para asegurar condiciones homogéneas de evaluación. A cada participante se le proporcionó un vaso con agua, con el fin de enjuagar el paladar entre muestras y evitar así posibles interferencias en la percepción sensorial. Asimismo, se entregaron instrucciones claras y precisas sobre el procedimiento de evaluación, así como sobre el correcto llenado de la hoja sensorial.

Criterios de Evaluación:

Sabor: Evalúa la intensidad y el agrado del sabor de las salchichas.

Textura: Evalúa la firmeza, jugosidad y cohesión de la textura.

Color: Evalúa el atractivo visual y la uniformidad del color.

Olor: Se mide si el olor es agradable, neutro o desagradable para los consumidores.

Registro de Datos:

Hojas de evaluación: Se proporcionó las hojas de evaluación donde los catadores no entrenados registraron sus puntuaciones para cada muestra.

Software de análisis: Para el análisis de los datos sensoriales, las categorías asignadas por los catadores fueron transformadas en puntajes en una escala de 1 a 5. Las encuestas fueron tabuladas y, posteriormente, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con el objetivo de identificar diferencias significativas entre las distintas formulaciones evaluadas. Se calcularon las medias de los puntajes obtenidos para cada atributo sensorial en cada formulación, y los resultados fueron representados gráficamente mediante diagramas de barras para facilitar su interpretación.

3.3 Técnicas de Recolección de Datos

Análisis del color instrumental

Se utilizó un colorímetro digital marca Fru, modelo WR-100C, en la escala CIELAB para medir el color de las salchichas. Los parámetros de color medidos fueron L, que representa la luminosidad; a, que indica si las coordenadas se ubican en el color rojo (+) o verde (-); y b, que señala si las coordenadas corresponden a un color amarillo (+) o azul (-). Estos parámetros permitieron observar la evolución del color de las salchichas durante el almacenamiento y su relación con los porcentajes de harina de remolacha. La estabilidad de color y la diferencia de color (ΔE*) se realizó a través de la siguiente fórmula euclidiana:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Análisis sensorial

El objetivo del análisis sensorial fue seleccionar las formulaciones preferidas por los consumidores mediante la utilización de la escala hedónica la cual es destinada para saber si es agradable o no el producto. Este tipo de pruebas pueden ser de varias escala o categorías, en esta investigación se escogió una escala de 5 puntos. A los catadores no entrenados se les dio la instrucción de evaluar diferentes muestras codificadas números aleatorios de 3 dígitos. Las muestras se presentaron en recipientes idénticos. La evaluación sensorial se llevó a cabo

una vez por persona, con un total de 50 catadores no entrenados. La responsable de la evaluación sensorial fue la misma estudiante que llevó a cabo la investigación.

Análisis de la textura

Para el análisis de la textura de la salchicha, se utilizó el texturómetro de Brookfield un dispositivo que permite evaluar de manera objetiva diversas propiedades físicas relacionadas con la textura de los alimentos. Mediante el empleo de varios accesorios y técnicas, es posible determinar distintas características como, por ejemplo, dureza, elasticidad, posesividad, resistencia al corte y fracturabilidad de los productos alimenticios.

Para la determinación de los distintos parámetros físico-químicos se uso la metodología de Vera (2015):

Determinación pH

Se trituró y homogeneizó la muestra en un mortero. Luego, se pesaron 5 g de muestra y se añadieron 45 ml de agua destilada en un vaso precipitado. Con una varilla de agitación, se procedió a homogeneizar la mezcla. Posteriormente, se calibró el equipo de medición de pH utilizando las soluciones buffer 4, 7 y 10. A continuación, se colocó el electrodo en el vaso precipitado con la mezcla homogeneizada y se esperó a que el equipo proporcionara la lectura del pH.

Determinación de humedad

El procedimiento consistió en colocar la cápsula en la estufa durante 15 minutos, luego se transfirió al desecador para enfriarla y se pesó en la balanza analítica. Posteriormente, se homogeneizó la muestra con un mortero y se volvió a pesar la muestra en la cápsula. La muestra se llevó a la estufa a una temperatura de 105 °C durante 8 horas. Después de este tiempo, se colocó la cápsula en el desecador y se pesó nuevamente, repitiendo el proceso por triplicado para cada muestra. Finalmente, se determinó el porcentaje de humedad a través de la fórmula en cada una de las muestras.

Determinación de cenizas

La muestra seca y pesada en la balanza analítica se colocó en la cápsula y se llevó a la mufla, donde se sometió a una temperatura de 550 °C durante 6 horas. Al concluir este proceso, se observó que la muestra presentaba cenizas blancas. Posteriormente, se trasladó la cápsula al desecador para enfriarla y, una vez fría, se pesó nuevamente en la balanza analítica. Finalmente, se determinó el porcentaje de cenizas en cada muestra utilizando la fórmula correspondiente.

Determinación de proteínas

Para la determinación de nitrógeno, se aplicó el método Kjendahl, determinando el porcentaje de nitrógeno en cada formulación. Se pesaron 0,1 gramos de salchicha y se

colocaron en los tubos del equipo Kjeldahl. A continuación, se añadió un catalizador en pastilla y se incorporaron 10 ml de agua destilada a cada tubo utilizando un matraz Erlenmeyer por muestra. Luego, en cada matraz Erlenmeyer se agregaron 50 ml de ácido bórico y tres gotas del indicador correspondiente. El equipo Kjeldahl se puso en funcionamiento durante una hora. Posteriormente, el contenido de cada tubo se trasladó a la parte del equipo conectada mediante mangueras con hidróxido de sodio y agua destilada. Tras procesarse, se vació el contenido de cada tubo e inmediatamente se tituló el matraz con ácido clorhídrico, utilizando una bureta, hasta que la solución adquirió una coloración ligeramente lila, según lo establecido en la norma INEN 781 (1996) - 11, primera revisión.

Determinación de grasas

Para la determinación de grasas totales, se aplicó el método Soxhlet. Se prepararon pequeños envases con papel filtro y se llenaron con una cantidad representativa de salchicha triturada y homogeneizada, las muestras se colocaron en el extractor socket y el matraz del extractor se llenó con hexano como solvente lipofílico. El sistema de calentamiento se ajustó para permitir una extracción continua de lípidos durante 4 horas. Una vez finalizada la extracción, se retiró el matraz del extractor y se evaporó el solvente utilizando un evaporador rotatorio. Posteriormente, las muestras se colocaron en una estufa durante 15 minutos para eliminar el exceso de solvente. Finalmente, se pesaron las muestras utilizando una balanza analítica para determinar la extracción total del contenido etéreo, según lo establecido en la norma INEN 778 (1985).

Determinación fibra

Para la determinación de fibra, se aplicó un procedimiento según los métodos indicados en el laboratorio de la carrera de Agroindustria. Los análisis se realizaron sobre muestras en base seca, determinando el porcentaje de fibra en cada formulación. Primero, se midieron 98,75 ml de agua destilada y se vertieron en un vaso precipitado de 100 ml. Luego, se añadieron 1,25 ml de ácido sulfúrico al 98% utilizando una pipeta, y se mezcló suavemente hasta obtener una solución homogénea. Para la preparación de la solución de hidróxido de sodio, se midieron 100 ml de agua destilada en otro vaso precipitado de 100 ml, y se añadieron 1,25 g de hidróxido de sodio, mezclando hasta disolver completamente. Las muestras se colocaron en vasos precipitados, sobre los cuales se vertió la solución de ácido sulfúrico, y luego se llevaron al equipo de extracción de fibra durante 30 minutos. Después de este tiempo, las muestras se dejaron enfriar y se añadió la solución de hidróxido de sodio, repitiendo el proceso de extracción durante otros 30 minutos. La mezcla resultante se filtró a través de un crisol de Buchner con una base de fibra de vidrio para separar los residuos insolubles. El filtrado se recogió en un matraz de 250 ml. Los residuos se lavaron completamente con agua destilada y, finalmente, se secaron en una estufa y se pesaron utilizando una balanza analítica.

Análisis microbiológicos

Para la determinación de los resultados microbiológicos se realizó el análisis de acuerdo a la Norma INEN 1559 que nos menciona que son procedimientos básicos Para la determinación de la presencia de microorganismos en el producto final y garantizar su inocuidad, se siguió el siguiente procedimiento. En primer lugar, se prepararon los agares en frascos autoclavables, de acuerdo con las especificaciones indicadas en la etiqueta, que detallan la cantidad de medio de cultivo (en gramos) a utilizar por ml de agua destilada. Se utilizaron los siguientes medios de cultivo: Agar Violet Red Bile para Enterobacterias, Agar Baird Parker para *Staphylococcus aureus*, Agar SS para *Salmonella*, y Agar MacConkey para *Escherichia coli*. Una vez preparados los medios, se colocaron los agares, las puntas, el agua destilada, las cajas Petri, los tubos de ensayo (según las diluciones necesarias) la espátula y la varilla de agitación en el autoclave. Se esterilizó a 121°C durante 40 minutos. Después de la esterilización, se procedió con la preparación de la muestra. Primero, se trituró y homogeneizó, y luego se pesó 1 g de muestra, que se llevó a la cabina de flujo laminar para continuar con las diluciones. Para la dilución 10^-1, se colocó 1 g de la muestra en un tubo de ensayo con 10 ml de agua destilada, y se homogeneizó. Posteriormente, para la siguiente dilución 10^-2, se tomó 1 ml de la dilución 10^-1 y se añadió a 9 ml de agua destilada. Con las diluciones listas, se procedió a sembrar 1 ml de cada dilución en las correspondientes cajas Petri con los diferentes agares. Las placas Petri se cerraron y se colocaron en la incubadora a una temperatura adecuada, incubándolas durante 24 horas. Finalmente, después de ese tiempo, se procedió a contar las unidades formadoras de colonias (UFC) en cada placa.

3.4 Población de Estudio y Tamaño de Muestra

Población de estudio

El diseño experimental se basa en 9 formulaciones con diferentes porcentajes de harina de remolacha, harina de linaza y fécula, las cuales fueron evaluadas en parámetros físico-químicos, microbiológicos y sensorial en comparación a un blanco. A continuación, en la Tabla 13 se presentan las formulaciones.

Tabla 13
Formulaciones de la salchicha frankfurt con harina de remolacha y harina de linaza.

1 kg	5% fécula	1% de harina de linaza		2 % de harina de linaza		3% de harina de linaza		+ 4% de harina de linaza	
	F0	**F1**	**F2**	**F3**	**F4**	**F5**	**F6**	**F7**	**F8**
Carne de res	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Carne de cerdo	320	320	320	320	320	320	320	320	320
Grasa de cerdo	176	176	176	176	176	176	176	176	176
H. Linaza	50	10	10	20	20	30	30	46	47
H. remolacha	-	4	3	4	3	4	3	4	3
Fécula	50	36	37	26	27	16	17	-	-
Hielo	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Azúcar	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sal	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Pimienta blanca	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Nuez moscada	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Ajo en polvo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Nitrito de sodio	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Polifosfato	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ácido ascórbico	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Condimento de salchicha	320	320	320	320	320	320	320	320	320

Los resultados obtenidos en este estudio sobre la incorporación de harina de linaza y harina de remolacha en las salchichas tipo frankfurt coinciden con investigaciones previas, mostrando que las harinas funcionales pueden mejorar el perfil nutricional sin comprometer la aceptación sensorial. En el caso de la harina de remolacha, se observó que el 0,4 % era la proporción óptima, ya que concentraciones mayores causaron un color rojo demasiado intenso, que no fue bien recibido sensorialmente. Este hallazgo es consistente con estudios previos, como el de Berrecil et al. (2019), que también notaron efectos negativos en la textura al aumentar la cantidad de harina de garbanzo. Por otro lado, la harina de linaza mostró mejoras significativas en el contenido de fibra y cenizas a concentraciones de 4,6 % y 4,7 %, sin que los cambios en el sabor, olor y textura afectaran gravemente la aceptación del producto. Esto coincide con los resultados de Muñoz et al. (2023), quienes también lograron mejoras nutricionales en productos con harinas vegetales, sin afectar la calidad sensorial. Por lo que puedo decir que las harinas de linaza y remolacha pueden ser utilizadas exitosamente en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt, mejorando su perfil nutricional sin comprometer significativamente la aceptación sensorial. No obstante, es clave encontrar un equilibrio en las proporciones para evitar efectos negativos, como en el caso de la harina de remolacha, que puede alterar el color del producto. Estos resultados destacan la importancia de optimizar las formulaciones para ofrecer productos más saludables y aceptables para los consumidores.

Muestra

Análisis del color: Para la determinación del color de las salchichas frankfurt, se utilizó un colorímetro digital marca Fru modelo WR-100C, el cual fue calibrado. Se tomó mediciones de color en cada una de las formulaciones (0,1%; 0,2%; 0,3% y 0,4% de harina de remolacha) y la formulación testigo, y se usó una muestra de aproximadamente 100 g de salchicha por formulación.

Análisis de la textura: Para la determinación de la textura de las salchichas Frankfurt, se utilizó un texturómetro Brookfield, con el cual se realizaron mediciones de dureza, cohesividad, elasticidad en cada una de las formulaciones. Se evaluó un total de 10 unidades por formulación, asegurando una muestra representativa.

Determinación pH: se utilizó un medidor de pH, calibrado previamente con soluciones buffer de pH 4, 7 y 10. Se tomó mediciones de pH de 10 g de muestra por formulación, en cada repetición para asegurar la representatividad.

Determinación de humedad: siguiendo el procedimiento, se pesó aproximadamente 5 g de cada formulación.

Determinación de cenizas: siguiendo el procedimiento, se pesó aproximadamente 5 g de cada formulación.

Determinación de proteínas: siguiendo el procedimiento, se usó aproximadamente 1 g de cada formulación.

Determinación de grasas: siguiendo el procedimiento, se usó aproximadamente 5 g de cada formulación.

Determinación fibra: siguiendo el procedimiento, se usó aproximadamente 5 g de cada formulación.

Análisis microbiológicos: siguiendo el procedimiento, se usó aproximadamente 2 g de cada formulación en cada repetición.

Evaluación sensorial: Se utilizó aproximadamente 200 g de salchichas por cada formulación.

3.5 Hipótesis

H0: Las formulaciones de la salchicha frankfurt con la adición de harina de remolacha y harina de linaza no presentarán diferencias significativas en términos de propiedades sensoriales y parámetro físico químicos

H1: Las formulaciones de la salchicha frankfurt con la adición de harina de remolacha y harina de linaza presentarán diferencias significativas en términos de propiedades sensoriales y parámetro físico químicos.

3.6 Procesamiento de datos

Los datos fueron codificados y organizados en una base de datos utilizando Microsoft Excel. Los datos del colorímetro se tomaron por cada muestra y se realizó la ecuación euclidiana y se realizaron tres repeticiones se calcularon las medias y desviaciones estándar para cada repetición y variedad.

Las evaluaciones sensoriales se registraron en un Excel, se cuantificaron de acuerdo al número de personas que les gusto y de acuerdo a su codificación, mientras que los datos de las pruebas físicas-químicas y microbiológicas se registraron en el Excel, para poder seguir organizando los datos. Se elaboró ficha de degustación como se indica en la figura 3.

Figura 3

Hoja del análisis sensorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

Estimado/a estudiante:

El presente proyecto de mi investigación se solicita se colabore con este trabajo, para conocer su opinión sobre el título de mi tesis denominado "Elaboración de una salchicha Frankfurther con harina de remolacha y harina de linaza". A continuación, te presentamos algunas instrucciones:

1. Antes de empezar la degustación tomar un bocado de agua para evitar que cualquier sabor intervenga.
2. Va a evaluar diferentes aspectos y seleccionar la calificación en la escala que mejor represente su nivel de agrado.

Escala de calificación	Descripción del agrado
1	Me gusta mucho
2	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta moderadamente
5	Me disgusta mucho

Atributos	A001	A101	A202	A303	A404
Color					
Olor					
Sabor					
Textura					

3.7 Método de análisis

Los datos recolectados de los parámetros físicoquímicos y nutricionales fueron ingresados en el software estadístico R para su análisis. Se utilizó el programa estadístico RStudio para la prueba ANOVA y así se determinó las diferencias significativas en los parámetros físico-químicos, nutricionales y textura de las formulaciones. Luego se realizó la prueba de Tukey para identificar cuáles son esas diferencias significativas del ANOVA. Se utilizó Excel donde se colocó los datos obtenidos en el análisis sensorial, se tabuló y se representó en diagramas de barras las puntuaciones obtenidas en cada formulación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Parámetros fisicoquímicos

pH

A continuación, se presentan los resultados del pH de 2 repeticiones (Ver Tabla 14).

Tabla 14
Resultados del pH de dos repeticiones.

	R1	R2	Media	Desviación estándar
F0 (control)	6,34	6,47	6,41	0,092
F1	6,45	6,23	6,34	0,156
F2	6,43	6,63	6,53	0,141
F3	6,60	6,52	6,56	0,057
F4	6,46	6,37	6,42	0,064
F5	6,51	6,66	6,59	0,106
F6	6,44	6,74	6,59	0,212
F7	6,32	6,35	6,34	0,021
F8	6,41	6,53	6,47	0,085

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio del pH (Ver Tabla 15).

Tabla 15
ANOVA del pH

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	8	0,1634	0,02042	1,485	0,283
Residuals	9	0,1238	0,1376		

Nota. Dado que el valor p (0,283) es mayor que el nivel de significancia establecido (0,05), no se rechaza la hipótesis nula. Esto indica que no se ha encontrado evidencia estadísticamente significativa para afirmar que exista una diferencia entre las formulaciones, lo que sugiere que la formulación analizada no tiene un efecto relevante en las características evaluadas.

En la Tabla 14 se presentan los resultados del análisis estadístico del pH en las diferentes formulaciones evaluadas. Los análisis, realizados por duplicado, no indicaron diferencias significativas entre las formulaciones, lo cual indica que la inclusión de harina de linaza y harina de remolacha no tuvo un impacto significativo sobre este parámetro. Estos resultados sugieren que, desde el punto de vista del pH, ambas harinas pueden incorporarse sin afectar la estabilidad o seguridad del producto final. Este hallazgo es consistente con el estudio de Leiva & Robles (2022), quienes, al elaborar chorizo cocido con harina de garbanzo y linaza, también encontraron valores de pH estables durante el primer día de análisis, con cifras que no superaban los 6,3, cumpliendo con lo establecido por la Norma

INEN para embutidos cocidos. No obstante, en su estudio se observaron variaciones a los 15 días de almacenamiento, alcanzando valores entre 6,3 y 6,7, superando el límite permitido, lo que indica que el pH puede cambiar con el tiempo si no se controla adecuadamente. Por otra parte, la investigación de Hamed et al. (2019) al incorporar el polvo de linaza y polvo de tomate al incorporar estas materias primas sus formulaciones no tuvieron diferencias significativas en el pH. Mientras que en el estudio de Muñoz et al. (2023) evaluó el efecto de sustituir parcialmente la proteína en salchichas con harinas de quinoa (HQ) y soya (HS), considerando además diferentes tipos de tripa (natural y sintética) y tiempos de almacenamiento (10 y 20 días). Encontraron que el tratamiento T14 presentó el pH más alto (6,10), mientras que el T3 tuvo el valor más bajo (5,49) al día 10. Resaltan que valores bajos de pH pueden comprometer la calidad del producto, afectando negativamente las características organolépticas, especialmente cuando se utiliza soya, que tiende a disminuir este parámetro. A diferencia de estos estudios, en nuestra investigación, el pH se mantuvo dentro de los rangos aceptables en todas las formulaciones, sin presentar riesgos para la calidad ni para la seguridad microbiológica del producto. Esto indica que la inclusión de harina de linaza y remolacha no solo es viable desde el punto de vista nutricional y sensorial, sino también desde el control de parámetros fisicoquímicos fundamentales como el pH.

Humedad

A continuación, se presentan los resultados de la humedad de dos repeticiones (Ver Tabla 16).

Tabla 16
Resultados de la humedad (%).

	R1	R2	Media	Desviación estándar
F0 (control)	62,7394	63,4303	63,0848	0,488540075
F1	60,9867	61,7678	61,3772	0,552321107
F2	62,0012	62,4560	62,2286	0,321592164
F3	61,7852	60,1564	60,9708	1,151735525
F4	61,3512	62,982	62,1666	1,153149739
F5	59,7980	58,9892	59,3936	0,571907965
F6	58,4794	59,3179	58,8986	0,592909036
F7	56,0300	57,7189	56,8744	1,194232643
F8	56,7834	55,1036	55,9435	1,187797971

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de la humedad (Ver Tabla 17).

Tabla 17
ANOVA de la humedad

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	8	99,45	12,431	16,41	0,000163
Residuals	9	6,82	0,758		

Nota. Dado que el valor p (0,000163) es menor que el nivel de significancia establecido (0,05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos evaluados, lo que sugiere que la formulación tiene un efecto relevante en la variable analizada.

La siguiente Tabla 18 indica las formulaciones que son significativamente diferentes entre sí a través de la prueba Tukey.

Tabla 18
Prueba de Tukey humedad

Humedad					
		HSD Tukey[a]			
		Subconjunto para alfa = 0,05			
Comparaciones	N	1	2	3	4
Formulación 8	2	55,943500			
Formulación 7	2	56,874450	56,874450		
Formulación 6	2	58,898650	58,898650	58,898650	
Formulación 5	2		59,393600	59,393600	
Formulación 3	2			60,970800	60,970800
Formulación 1	2			61,377250	61,377250
Formulación 4	2			62,166600	62,166600
Formulación 2	2			62,228600	62,228600
Control	2				63,084850
Sig.		,107	,208	,060	,368

Nota. Según la prueba Tukey se pudo afirmar con un nivel de significancia (0,05) que los porcentajes de humedad entre las 9 formulaciones el menor es el F8 y el mayor el F control.

Según los resultados de la prueba de Tukey (Tabla 26), se observaron diferencias en el contenido de humedad entre las distintas formulaciones. La F8 tuvo un porcentaje de 55,94 %, bajo en comparación con el blanco que obtuvo un porcentaje de 63,08 %. Mientras que la F7 56,87 % y la F6 (58,89 %) son bajos a la formulación testigo, lo que llevó a concluir que al aumentar el porcentaje de harina de linaza ayuda a que haya mejor absorción del agua. Y puede ser por el contenido de fibra soluble, que hace que la masa sea más sólida mejorando así la textura de la salchicha. En contraste, formulaciones con menor proporción de linaza, obtuvieron valores de humedad similares al control, lo que indica que la reducción en humedad es proporcional al porcentaje de harina de linaza incorporado. Estos resultados son comparables a los obtenidos por Bejarano (2023), quien reemplazó fécula por harina de zanahoria blanca y harina de mashua en salchichas tipo Frankfurt. En su estudio, la humedad varió entre 71 % y 57 % para la zanahoria blanca, y entre 68 % y 53 % para la mashua,

indicando una retención de agua superior en comparación con los tratamientos del presente estudio. La diferencia puede atribuirse al tipo de fibra dietética presente en cada ingrediente, ya que no todas las fibras actúan igual sobre la retención de humedad. Asimismo, Hleap et al. (2017) al utilizar diferentes proporciones de harina de quinoa (HQ) y harina tradicional (HT), observaron que el tratamiento con 100 % HQ (T5) alcanzó el valor más alto de humedad (72,43 %), mientras que el tratamiento con 100 % HT (T1) tuvo el más bajo (67,18 %). Este comportamiento confirma que la quinoa también posee una elevada capacidad de retención de agua, lo que influye directamente en la jugosidad y textura del producto. Por otro lado, Guerra et al. (2015) evaluaron el efecto de la harina de plátano en mortadelas, encontrando que a mayor proporción (4 %), la humedad disminuyó a 56,92 %, generando una mayor dureza en el producto. Sin embargo, en la evaluación sensorial, los panelistas no detectaron diferencias significativas, lo que sugiere que ciertas modificaciones en la formulación pueden pasar desapercibidas sensorialmente, aunque impacten en los parámetros físico-químicos. Los resultados del presente estudio evidencian que la incorporación de harina de linaza en concentraciones superiores tiene un efecto directo en la reducción del contenido de humedad de las salchichas tipo Frankfurt, sin comprometer su calidad según los estándares normativos. Según Guerrero (2019) esta propiedad puede considerarse favorable para mejorar la textura del producto, siempre y cuando se mantenga un equilibrio que garantice también la jugosidad y aceptación sensorial.

Cenizas

A continuación, se presentan los resultados de las cenizas obtenidos en el laboratorio de dos repeticiones (Ver Tabla 19).

Tabla 19
Resultados de las cenizas (%)

	R1	R2	Media	Desviación estándar
F0 (control)	2,0918	1,9987	2,0453	0,066
F1	2,1610	2,2939	2,2275	0,094
F2	2,2610	2,4157	2,3384	0,109
F3	2,5542	2,6745	2,6144	0,085
F4	2,8900	2,9589	2,9245	0,049
F5	3,0145	2,8839	2,9492	0,092
F6	3,0200	3,1257	3,0729	0,075
F7	3,1845	3,2321	3,2083	0,034
F8	3,6334	3,4587	3,5461	0,124

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de las cenizas (Ver Tabla 20).

Tabla 20
ANOVA de las cenizas

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	8	3,944	0,4930	68	3,84 e^{-07}
Residuals	9	0,065	0,0073		

Nota. Debido a que el valor p (3,84 e^{-07}) es menor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis alternativa. Esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos evaluados.

La siguiente Tabla 21 indica los tratamientos que son significativamente diferentes entre sí a través de la prueba Tukey.

Tabla 21
Prueba Tukey de cenizas

Cenizas						
		HSD Tukey[a]				
		Subconjunto para alfa = 0,05				
Comparaciones	N	1	2	3	4	5
Control	2	2,045250				
Formulación 1	2	2,227450				
Formulación 2	2	2,338350	2,338350			
Formulación 3	2		2,614350	2,614350		
Formulación 4	2			2,924450	2,924450	
Formulación 5	2			2,949200	2,949200	
Formulación 6	2				3,072850	
Formulación 7	2				3,208300	
Formulación 8	2					3,546050
Sig.		,100	,132	,052	,116	1,000

Nota. Según la prueba Tukey se pudo afirmar con un nivel de significancia (0,05) que los porcentajes de cenizas entre las 9 formulaciones el menor es el F control y el mayor el F8.

Los resultados obtenidos en la prueba de Tukey (Tabla 21) evidencian diferencias significativas en el contenido de cenizas entre las distintas formulaciones. La formulación 8 presentó el valor más alto (3,5460 %), seguida por la formulación 7 (3,2083 %) y la formulación 6 (3,0729 %), lo cual indica que una mayor inclusión de harina de linaza incrementa el contenido mineral del producto, dado que este parámetro está directamente relacionado con la cantidad de minerales presentes. En contraste, el control (2,0453 %) y las formulaciones con menores niveles de linaza, como la F1 (2,2274 %) y F2 (2,3384 %), mostraron valores significativamente menores, lo que sugiere que en concentraciones bajas la harina de linaza no tiene un efecto relevante sobre este componente. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Torres (2016), quien al formular salchichas con 5 % de harina de lenteja obtuvo un valor de cenizas de 3,71 ± 0,09 %, ligeramente superior al de la salchicha tradicional (3,65 ± 0,17 %), mostrando que la adición de harinas vegetales con aporte mineral contribuye a aumentar este parámetro, aunque sin una variabilidad extrema. En comparación, el estudio de Arellano (2022), quien reemplazó la fécula por harina de

cáscara de banano en chorizos parrilleros, reportó niveles considerablemente más altos de cenizas, con valores entre 7,41 % y 10,34 %. Esto demuestra que ciertos ingredientes, como subproductos con alto contenido mineral, pueden elevar significativamente este parámetro. Sin embargo, Salazar (2019) advierte que un contenido elevado de cenizas también podría indicar una posible disminución en la calidad del producto, dependiendo del tipo de materia prima utilizada y su tratamiento previo. Por lo tanto, es esencial mantener un equilibrio que permita mejorar el perfil nutricional sin comprometer la calidad general del embutido. Cabe destacar que tanto los estudios referenciados como el presente trabajo siguieron los procedimientos establecidos por la Norma INEN para la medición del contenido de cenizas, lo que proporciona un marco de comparación válido, aunque factores como el tipo de harina, su origen, y la cantidad de muestra utilizada pueden influir en las diferencias observadas.

4.2 Parámetros nutricionales

Fibra

A continuación, se presentan los resultados de la fibra (Ver Tabla 22).

Tabla 22
Resultados de la fibra (%)

	R1	**R2**	**Media**	**Desviación estándar**
F0 (control)	0	0	0	0
F1	0,09	0,06	0,190	0,042
F3	0,18	0,15	0,200	0,071
F5	0,55	0,35	0,450	0,141
F7	1,31	1,22	1,265	0,064
F8	1,04	1,36	1,200	0,226

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de las cenizas (Ver Tabla 23)

Tabla 23
ANOVA de la fibra

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	6	3,288	0,5480	93,2	2,55 e^{-06}
Residuals	7	0,041	0,0059		

Nota. Debido a que el valor p (0,00026) es menor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis alternativa. Esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos evaluados.

Tabla 24
Prueba Tukey de la fibra

Fibra				
HSD Tukey[a]				
		Subconjunto para alfa = 0,05		
Comparaciones	N	1	2	3
Control	2	,0000		
Formulación 1	2	,0750	,0750	
Formulación 3	2	,1650	,1650	
Formulación 5	2		,4500	
Formulación 8	2			1,2000
Formulación 7	2			1,2650
Sig.		,695	,101	,989

Nota. Según la prueba Tukey se pudo afirmar con un nivel de significancia que los porcentajes de fibra de los tres diferentes tratamientos el mayor es el F5, F8 y F7 en comparación a los demás tratamientos.

Como podemos observar en la tabla 24, el mejor tratamiento en fibra es el F7 con un porcentaje de 1,26%, seguido de F8 con un valor de 1,20% y tratamiento F5 de 0,45% determinando que si existe diferencia estadísticamente hablando ya que la salchicha tradicional del supermercado no contiene ninguna cantidad de fibra. Estos resultados respaldan la eficacia funcional de la linaza como ingrediente enriquecedor, ya que su contenido de fibra insoluble y soluble mejora el perfil nutricional del producto, sin alterar su aceptabilidad sensorial según los resultados previos. La diferencia estadística entre las formulaciones y el control también resalta que el producto elaborado tiene una ventaja nutricional frente a los embutidos comerciales que no aportan fibra. En comparación, el estudio de Aguirre (2022), quien incorporó harina de cáscara de piña en un producto cárnico sustituyendo el 25 % de la harina de trigo, no logró detectar un incremento significativo de fibra, concluyendo que se requiere una mayor proporción del ingrediente funcional para que el efecto sea medible. Esto refuerza la importancia del porcentaje de inclusión en la formulación. Asimismo, el trabajo de Raza (2019) demostró que al utilizar 24 % de harina de cáscara de banano, el contenido de fibra alcanzó el 5,084 %, y con harina de pulpa con cáscara, aumentó a 7,487 %, evidenciando una relación directa entre la concentración del ingrediente rico en fibra y el valor obtenido en el análisis. Estos resultados, aunque superiores a los de la presente investigación, utilizan porcentajes considerablemente más altos del ingrediente funcional. En nuestro estudio, aunque los niveles de fibra obtenidos fueron menores en comparación con Raza (2019), las formulaciones con mayor proporción de harina de linaza (F7 y F8) sí lograron un incremento significativo. Esto demuestra que es posible mejorar el valor nutricional de una salchicha tipo frankfurt con un aporte real de fibra dietética, incluso utilizando niveles moderados de sustitución. Ghafouri et al. (2020) en su investigación relacionada evaluó salchichas de res enriquecidas con linaza en polvo (3 % y 6 %) y reportó un incremento significativo en el contenido de fibra ($p < 0,001$) a medida que aumentaba la concentración del ingrediente funcional. Aunque los niveles de fibra en dicho estudio fueron más elevados, esto se debe a que emplearon porcentajes de linaza superiores a los utilizados en nuestras formulaciones.

Grasa

A continuación, se presentan los resultados de la grasa (Ver Tabla 25).

Tabla 25
Resultados de la grasa (%)

	R1	R2	Media	Desviación estándar
F0 (control)	22,12	20,67	21,40	1,025
F1	19,68	18,32	19,00	0,962
F3	20,21	19,35	19,78	0,608
F5	18,25	20,34	19,30	1,478
F7	17,23	19,89	18,56	1,881
F8	18,25	20,01	19,13	1,245

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de la grasa (Ver Tabla 26).

Tabla 26
ANOVA de la grasa

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	6	15,96	2,660	1,606	0,274
Residuals	7	11,60	1,657		

Nota. Debido a que el valor p (0,274) es mayor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis nula. Esto indica que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos evaluados.

Los resultados presentados en la Tabla 25 indican que no se observaron diferencias significativas en el contenido de grasa entre las distintas formulaciones de salchicha tipo Frankfurt elaboradas con harina de linaza y remolacha. Esto sugiere que la incorporación de estos ingredientes funcionales no influye de manera significativa en el nivel de grasa del producto final, lo cual puede ser favorable si se busca mantener una formulación constante en términos de aporte lipídico. Este hallazgo contrasta con el estudio de Fernandez et al. (2024), quienes evaluaron el efecto de la sustitución parcial de proteína con harina de soya (HS) y harina de quinoa (HQ) en salchichas, utilizando diferentes proporciones (25 % HQ – 75 % HS, 50 % HQ – 50 % HS, etc.), tipos de tripa y días de almacenamiento. En su análisis, se observaron diferencias significativas en el contenido graso entre tratamientos. Por ejemplo, el tratamiento T14 (con mayor proporción de quinoa) presentó un contenido de grasa de 14,01 %, uno de los más bajos del estudio, lo que se atribuye a la composición química de la quinoa, rica en fibra y con menor contenido lipídico. En cambio, el tratamiento T19, con mayor inclusión de soya, alcanzó un valor graso de 22,06 %, que, si bien es alto, cumple con los límites establecidos por la Norma INEN para productos cárnicos cocidos. Estos resultados reflejan cómo la naturaleza del ingrediente funcional utilizado puede incidir

directamente en los parámetros lipídicos del producto. En el caso del presente estudio, el hecho de que las formulaciones no hayan modificado significativamente el contenido de grasa puede deberse a que ni la harina de linaza ni la harina de remolacha, en las concentraciones utilizadas, contienen un nivel de grasa suficiente como para alterar este parámetro de forma estadísticamente detectable. Además, es posible que la distribución homogénea de la grasa animal original en la formulación base haya limitado el efecto de los ingredientes funcionales en este aspecto.

Proteína

A continuación, se presentan los resultados de la proteína (Ver Tabla 27).

Tabla 27
Resultados de proteína (%)

	R1	**R2**	**Media**	**Desviación estándar**
F0 (control)	18,56	17,10	17,83	1,03
F1	20,46	18,39	19,43	1,46
F3	19,21	18,78	19,00	0,30
F5	17,27	17,45	17,36	0,13
F7	18,80	18,56	18,68	0,17
F8	21,38	19,00	20,19	1,68

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de la grasa (Ver Tabla 28)

Tabla 28
ANOVA de la proteína

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	5	10,745	2,149	2,087	0,198
Residuals	6	6,178	1,030		

Nota. Debido a que el valor p (0,198) es mayor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis nula. Esto indica que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos evaluados.

Según los resultados presentados en la Tabla 27, el contenido de proteína no presentó diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas, manteniéndose valores similares entre todas las muestras. Esto indica que la inclusión de harina de linaza y harina de remolacha, en los niveles utilizados, no tuvo un impacto considerable en el contenido proteico del producto final. Este comportamiento puede deberse a que las harinas empleadas en este estudio no poseen un alto contenido proteico en comparación con otros ingredientes funcionales como la soya o la quinoa, que han demostrado influir más marcadamente en este parámetro. En este sentido, el estudio de Fernández et al. (2024) proporciona un contraste interesante. En su investigación sobre la sustitución parcial de proteínas animales en

salchichas con harina de soya (HS) y harina de quinoa (HQ), observaron variaciones significativas en el contenido proteico. El tratamiento T19, con mayor proporción de harina de soya, alcanzó un valor de proteína de 18,21 %, mientras que el T6, que combinaba ambas harinas en partes iguales, presentó un valor más bajo (12,01 %). Esto refleja que ingredientes con alto contenido de proteína vegetal como la soya pueden enriquecer notablemente este componente cuando se utilizan en proporciones adecuadas. Por otro lado, el estudio de Pérez et al. (2016), al sustituir parte de la formulación tradicional de mortadela con harina de yuca (6,49 %), fécula de papa (2,71 %) y harina de trigo (1,45 %), reportó valores muy similares entre el producto control (9,88 %) y el producto reformulado (10,00 %), lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente trabajo. Esto demuestra que ciertos ingredientes alternativos no alteran significativamente el contenido proteico, dependiendo de su composición y nivel de inclusión.

4.3 Resultados microbiológicos

Tabla 29

Resultados microbiológicos de las formulaciones

Formulaciones	**F0**		**F1**		**F3**		**F5**		**F7**	
Dilución	10^{-1}	10^{-2}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-1}	10^{-2}
Enterobacteriaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Escherichia coli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sthaphylococcus aureus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salmonella	Aus/ 25g	Aus/ 25g	Aus/ 25g	Aus/ 25g	Aus/ 25g	Aus/ 25g	Aus/ 25g	Aus/ 25g	Aus/ 25g	Aus/ 25g

En las pruebas microbiológicas realizadas a las diferentes formulaciones (F0, F1, F3, F5 y F7) y sus respectivas diluciones (10^{-1} y 10^{-2}), no se detectó la presencia de microorganismos patógenos tales como *Enterobacteriaceae, Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, lo que indica que el producto final cumple con los requisitos microbiológicos establecidos por la Norma INEN 1338 para embutidos cocidos. Este resultado puede estar relacionado, en parte, con las propiedades funcionales y antimicrobianas de los ingredientes utilizados en la formulación, particularmente la harina de linaza y la harina de remolacha. Diversos estudios han reportado que ambos ingredientes poseen compuestos bioactivos con capacidad antimicrobiana. Por ejemplo, Zainab et al. (2025) demostró que la linaza contiene lignanos y compuestos fenólicos que pueden inhibir el crecimiento de bacterias patógenas como *Salmonella spp., E. coli y Staphylococcus aureus*. Estos efectos antimicrobianos se deben tanto a la alteración de la membrana bacteriana como a la reducción del pH, lo que crea un ambiente desfavorable para el desarrollo microbiano. De igual forma, Gong et al. (2023) la remolacha contiene betalaínas y polifenoles, reconocidos por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, los cuales también contribuyen a limitar el crecimiento de microorganismos indeseables. Estas propiedades, combinadas con un adecuado control del pH y el contenido de agua en la formulación, pueden haber favorecido la estabilidad microbiológica del producto. Además,

estudios como el de Sánchez (2019) han señalado que la higiene durante el procesamiento, el manejo correcto de la carne cruda, la adición de ingredientes con efectos conservadores, así como el almacenamiento en condiciones de refrigeración adecuadas, son factores clave para prevenir la proliferación de patógenos como Salmonella, común en productos cárnicos.

4.4 Encuesta de aceptación del producto

Para la prueba sensorial se eligió a 5 productos para ser degustados donde se escogió la F0, F1, F3, F5 y F7, debido a que varía el contenido de harina de linaza.

Atributo: color

A continuación, en la tabla 30 se observa el análisis de varianza del color.

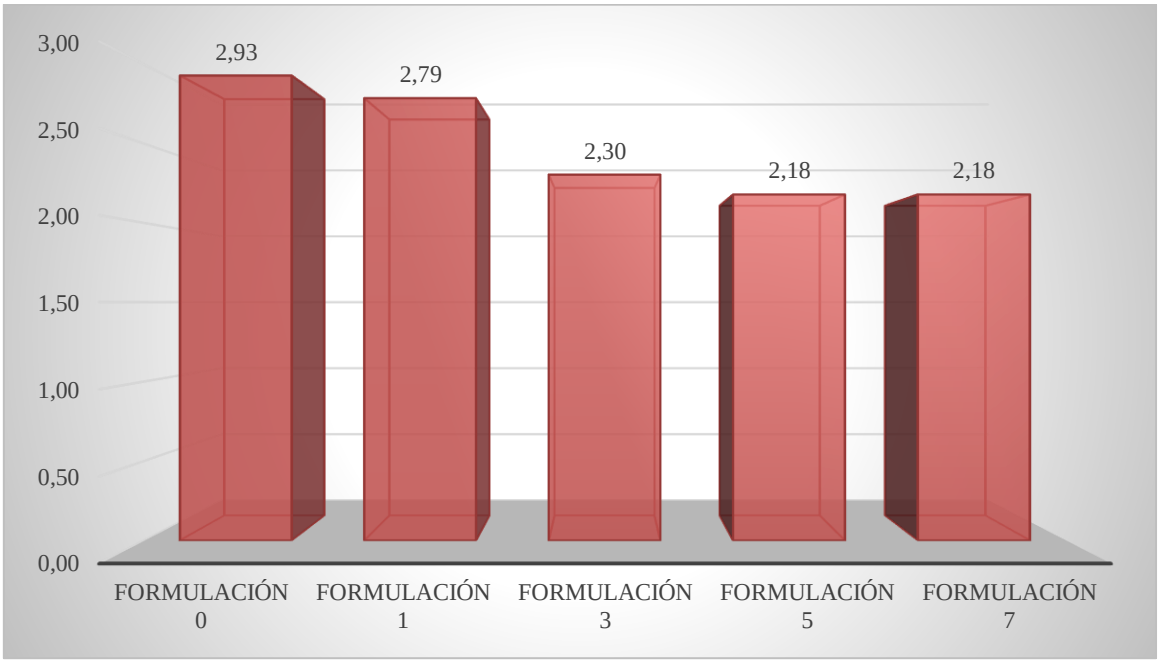
Tabla 30
Anova de las formulaciones en cuanto al color.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	394,225	49	7,16773	47,517	1,26294e-95	1,393120791
Columnas	28,41429	4	7,10357	47,092	1,46075e-28	2,412682038
Error	33,18571	220	0,15084			
Total	455,825	279				

Nota. Debido a que el valor p (1,46075e-28) es menor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis alternativa. Esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las 5 formulaciones.

En la figura 4 se muestra la aceptación del color de la salchicha tipo frankfurt, evaluada entre 4 formulaciones y la formulación testigo utilizando una escala hedónica.

Figura 4
Gráfico en barras del color de la salchicha frankfurt.



Atributo: olor

A continuación, en la tabla 31 se observa el análisis de varianza del olor.

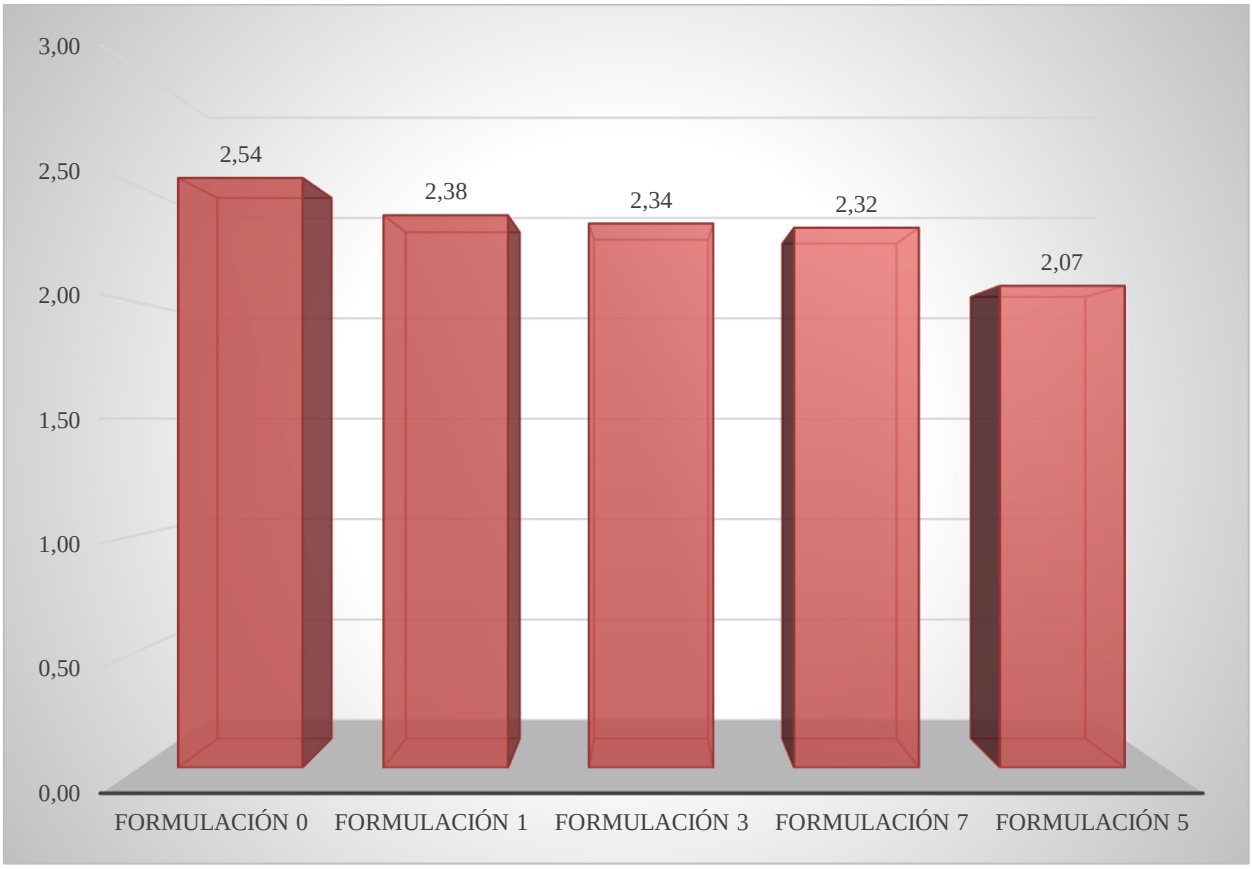
Tabla 31
Anova de las formulaciones en cuanto al olor.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	466,9714	49	8,49039	100,62	5,456e-129	1,39312079
Columnas	6,235714	4	1,55893	18,474	4,189e-13	2,41268204
Error	18,56429	220	0,08438			
Total	491,7714	279				

Nota. Debido a que el valor p (4,1896e-13) es menor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis alternativa. Esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las 5 formulaciones.

En la figura 5 se muestra la aceptación del olor de la salchicha tipo frankfurt, evaluada entre 4 formulaciones y la formulación testigo utilizando una escala hedónica.

Figura 5
Gráfico en barras del olor de la salchicha frankfurt.



Atributo: sabor

A continuación, en la tabla 32 se observa el análisis de varianza del sabor.

Tabla 32

Anova de las formulaciones en cuanto al sabor.

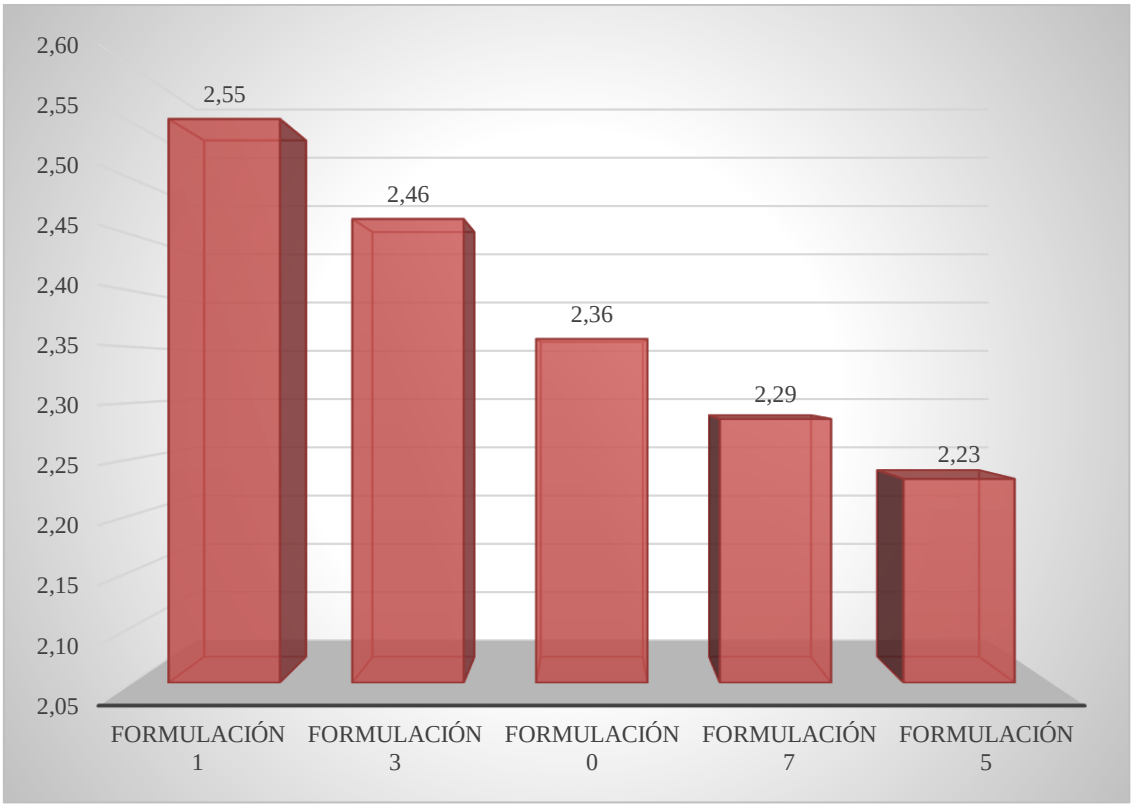
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	461,471	49	8,3904	111,4377	1e-133	1,39312079
Columnas	3,83571	4	0,9589	12,73609	2,4e-09	2,41268204
Error	16,5643	220	0,0753			
Total	481,871	279				

Nota. Debido a que el valor p (2,4e-09) es menor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis alternativa. Esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las 5 formulaciones.

En la figura 6 se muestra la aceptación del sabor de la salchicha tipo frankfurt, evaluada entre 4 formulaciones y la formulación testigo utilizando una escala hedónica.

Figura 6

Gráfico en barras del sabor de la salchicha frankfurt.



Atributo: textura

A continuación, en la tabla 33 se observa el análisis de varianza de la textura.

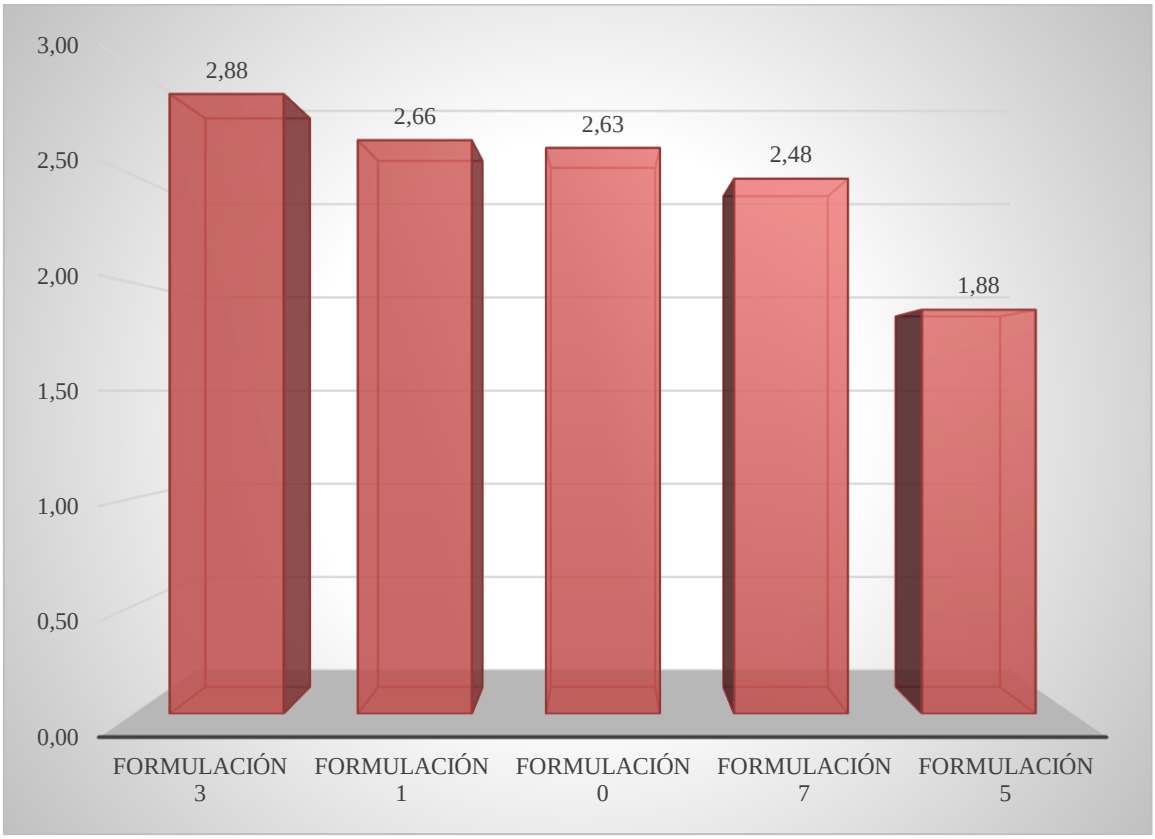
Tabla 33
Anova de las formulaciones en cuanto a la textura

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	408	49	7,4254	55,35	2,92 e-15	1,39312
Columnas	32,1	4	8,0214	59,79	4,12e-34	2,41268
Error	29,5	220	0,1342			
Total	470	279				

Nota. Debido a que el valor p (4,12e-34) es menor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis alternativa. Esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las 5 formulaciones.

En la figura 7 se muestra la aceptación de la textura de la salchicha tipo frankfurt, evaluada entre 4 formulaciones y la formulación testigo utilizando una escala hedónica.

Figura 7
Gráfico en barras de la textura de la salchicha frankfurt



Los resultados sensoriales indican que la incorporación de harina de linaza afectó positivamente las características sensoriales de las salchichas frankfurt. Las formulaciones 5 y 7 obtuvieron las puntuaciones más altas en las evaluaciones de color, olor, sabor y textura, lo que sugiere una buena aceptación por parte de los panelistas. Las puntuaciones

en color fueron 2,18 (formulación 7) y en olor fueron 2,32 (formulación 7), ambas ubicándose en la categoría de "me gusta moderadamente" en la escala hedónica. En cuanto al sabor, las formulaciones 5 y 7 también destacaron con puntuaciones de 2,23 y 2,29, respectivamente, lo que refleja una preferencia positiva hacia estas muestras. Finalmente, en la evaluación de la textura, las formulaciones 5 y 7 obtuvieron puntajes de 1,88 y 2,48, indicando una aceptación favorable en términos de consistencia. Comparando estos resultados con el estudio de Balón (2024) sobre el efecto de la harina de linaza en un chorizo de jaiba, encontramos similitudes en las puntuaciones sensoriales, donde las formulaciones con harina de linaza también obtuvieron valores positivos. Aunque las escalas son diferentes, ambos estudios muestran que la harina de linaza mejora las características sensoriales de los productos cárnicos. Por otro lado, Ruiz (2021) señala que la inclusión de hielo en la formulación permitió obtener emulsiones estables, y si bien en su estudio no se observaron diferencias significativas en la categoría "color", sí se identificaron variaciones significativas en "olor", "sabor" y "textura", siendo el tratamiento 3 (con 60 % de harina de garbanzo) el que obtuvo mayor aceptación sensorial. Asimismo, en la investigación de Chicaiza & García (2017), donde elaboraron embutidos con garbanzo y lenteja como ingredientes principales, se lograron altos niveles de aceptabilidad. En su caso, el tratamiento 3, compuesto por 50 % lenteja y 50 % garbanzo, fue el más valorado por los panelistas, lo que refuerza la hipótesis de que las formulaciones con ingredientes funcionales o alternativos de origen vegetal pueden mejorar la percepción sensorial de productos embutidos.

En conclusión, la formulación que más les gusto a los consumidores fue la formulación 5 en tres parámetros importantes como el olor, el sabor y la textura, seguido de la formulación 7. En esta investigación se escogieron las 2 formulaciones que más le gusta los catadores no entrenados para realizar el análisis de textura instrumental que nos servirá para saber cómo la harina de linaza cambia la textura de la salchicha hablando cuantitativamente y también se realizó la estabilidad del color con las formulaciones ganadoras y la formulación testigo.

4.5 Textura instrumental

A continuación, se presentan los resultados de la textura de la salchicha tipo frankfurt de las formulaciones aceptadas por el consumidor y su diferencia con el blanco, para poder determinar las diferencias significativas entre los tratamientos. (Ver Tabla 34).

Tabla 34
Resultados de la textura

Código	Ensayo solicitado	Método utilizado	Unidades	Media de los resultados
F0 (5% fécula)				
	Dureza 1		N	6,24
	Adhesividad		mJ	5,9
	Dureza 2		N	1,28
	Cohesividad	**Brookfield**	Adimensional	0,16
	Elasticidad		Mm	17,04
	Firmeza		N	1,06
F5 [HL (3%),				
HR (0,4%) y	**Dureza 1**		N	5,85
fécula (1,6%)]	**Adhesividad**		mJ	3,4
	Dureza 2		N	1,00
	Cohesividad	**Brookfield**	Adimensional	0,09
	Elasticidad		Mm	31,17
	Firmeza		N	0,55
F7 (4,6%) y				
HR (0,4%)]	**Dureza 1**		N	4,73
	Adhesividad		mJ	2,6
	Dureza 2	**Brookfield**	N	0,75
	Cohesividad		Adimensional	0,06
	Elasticidad		Mm	37,53
	Firmeza		N	0,34

Dureza 1

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de la dureza 1 (Ver Tabla 35).

Tabla 35
ANOVA de la dureza 1

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	2	3,687	1,8433	18433	4,31e-12
Residuals	6	0,001	0,0001		

Nota. Dado que el valor p: 4,31e-12 es inferior al nivel de significancia establecido (0,05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto implica que existe una diferencia estadísticamente significativa en las preferencias de los encuestados, lo que respalda la conclusión de que el tratamiento analizado tiene un efecto relevante en las características evaluadas.

En la tabla 36, se presentan los resultados de la prueba Tukey de la dureza 1.

Tabla 36
Prueba Tukey de la dureza 1

Dureza 1				
		HSD Tukey[a]		
		Subconjunto para alfa = 0,05		
Tratamientos	N	1	2	3
Dureza F7	3	4,730000		
Dureza F5	3		5,850000	
Dureza F0	3			6,240000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota. Según la prueba Tukey se pudo afirmar con un nivel de significancia que la dureza 5 de los tres diferentes tratamientos el menor es el F7.

Adhesividad

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de la adhesividad (Ver Tabla 37)

Tabla 37
ANOVA de la adhesividad

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	2	17,78	8,89	889	3,8e-08
Residuals	6	0,06	0,01		

Nota. Debido a que el valor p es menor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis alternativa.

En la tabla 38, se presentan los resultados de la prueba Tukey de la adhesividad.

Tabla 38
Prueba Tukey de la adhesividad

Adhesividad				
		HSD Tukey[a]		
		Subconjunto para alfa = 0,05		
Tratamientos	N	1	2	3
Adhesividad F7	3	2,600000		
Adhesividad F5	3		3,400000	
Adhesividad F0	3			5,900000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota. Según la prueba Tukey se pudo afirmar con un nivel de significancia que la adhesividad de los tres diferentes tratamientos el menor es el F7.

Dureza 2

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de la dureza 2 (Ver Tabla 39).

Tabla 39
ANOVA de la dureza 2

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	2	0,1209	0,06043	0,513	0,623
Residuals	6	0,7069	0,11782		

Nota. Debido a que el valor p es mayor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis nula.

Cohesividad

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de la cohesividad (Ver Tabla 40).

Tabla 40
ANOVA de la cohesividad

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	2	0,0134	0,0067	67	$7,87e^{-05}$
Residuals	6	0,0006	0,0001		

Nota. Debido a que el valor p es menor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis alternativa.

En la tabla 41, se presentan los resultados de la prueba Tukey de la cohesividad.

Tabla 41
Prueba tukey de la cohesividad

Cohesividad			
HSD Tukey[a]			
		Subconjunto para alfa = 0,05	
Tratamientos	N	1	2
Cohesividad F7	3	,046000	
Cohesividad F5	3	,090000	
Cohesividad F0	3		,160000
Sig.		,092	1,000

Nota. Según la prueba Tukey se pudo afirmar con un nivel de significancia que la cohesividad de los tres diferentes tratamientos el menor es el F0.

Elasticidad

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de la elasticidad (Ver Tabla 42)

Tabla 42
ANOVA de la elasticidad

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	2	659,9	330	3299733	$<2e^{-16}$
Residuals	6	0,0	0		

Nota. Debido a que el valor p es menor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis alternativa.

En la tabla 43, se presentan los resultados de la prueba Tukey de la elasticidad.

Tabla 43
Prueba Tukey de elasticidad

Elasticidad			
HSD Tukey[a]			
		Subconjunto para alfa = 0,05	
Tratamientos	N	1	2
Elasticidad T7	3	,046000	
Elasticidad T5	3	,090000	
Elasticidad T0	3		,160000
Sig.		,092	1,000

Nota. Según la prueba Tukey se pudo afirmar con un nivel de significancia que la elasticidad de los tres diferentes tratamientos el menor es el F0.

Firmeza

ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico ANOVA en RStudio de la firmeza (Ver Tabla 44).

Tabla 44
ANOVA de la firmeza

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	**Pr (>F)**
Comparaciones	2	0.8226	0.4113	4113	3.87e-10
Residuals	6	0.0006	0.0001		

Nota. Debido a que el valor p es menor que el nivel de significancia (0,05), se aceptó la hipótesis alternativa.

En la tabla 45, se presentan los resultados de la prueba Tukey de la firmeza.

Tabla 45
Prueba Tukey de la firmeza

Firmeza			
HSD Tukey[a]			
		Subconjunto para alfa = 0,05	
Tratamientos	N	1	2
Firmeza T7	3	,340000	
Firmeza T5	3	,550000	
Firmeza T0	3		1,240000
Sig.		,387	1,000

Nota. Según la prueba Tukey se pudo afirmar con un nivel de significancia que la firmeza de los tres diferentes tratamientos el menor es el F7.

De acuerdo a los datos obtenidos en la textura podemos decir que el parámetro de dureza 2 no mostró diferencias significativas entre las formulaciones, con valores que oscilaron entre 0,85 N y 1 N, lo que indica que los tres tratamientos tienen resultados similares en este aspecto. Este comportamiento no es consistente con los hallazgos de Báez (2021), quien observó que la sustitución de harina de grillo no afectó la textura de la salchicha, excepto en elasticidad, un parámetro en el que los valores fueron similares a los encontrados en el presente estudio. No obstante, los otros parámetros de textura (como dureza, cohesividad y adhesividad) mostraron diferencias, probablemente debido a las variaciones en el equipo y método utilizados, como la velocidad y fuerza del corte. En contraste, Berrecil et al. (2019) estudiaron el uso de harina de garbanzo en salchichas, y encontraron que la dureza aumentaba con el porcentaje de harina de garbanzo (30% y 50%), mientras que la elasticidad de los tratamientos fue más consistente hasta el día 14. Además, observaron que la cohesividad disminuyó y la adhesividad aumentó en los tratamientos con harina de garbanzo. Sin embargo, la masticabilidad se redujo a medida que aumentaba el porcentaje de harina de garbanzo, lo que sugiere que la harina de garbanzo tiene un efecto distinto en la textura en comparación con la harina de linaza en este estudio. Ruiz (2021) menciona que la capacidad de retención de agua (CRA) es una propiedad fundamental de las harinas funcionales, ya que permite conservar el agua dentro de la matriz cárnica durante la cocción y almacenamiento, lo que influye directamente en la textura, estabilidad y

densidad del producto final. Este principio respalda el uso de harinas de origen vegetal como la linaza, que, al interactuar con la fase acuosa, puede modificar la textura sin comprometer la integridad del embutido.

4.6 Color instrumental de las salchichas frankfurt

Tabla 46

Valores medios del parámetro de color de las formulaciones de la a en su fórmula, durante 14 días de almacenamiento.

Parámetro	Tiempo (días)	5 % fécula	3 % harina de linaza; 0,4 % harina de remolacha y 1,6% fécula	4,6 % harina de linaza y 0,4 % harina de remolacha
L*	1	49,35	36,54	56,85
	7	54,055	37,86	46,34
	14	56,85	42,10	50,38
a*	1	2,275	13,86	1,38
	7	1,825	10,89	5,615
	14	1,38	11,78	6,50
b*	1	19	18,68	15,08
	7	16,43	15,16	13,04
	14	15,08	12,67	10,95

A continuación, se presentan los resultados de la estabilidad del color en la salchicha frankfurt (Ver Tabla 50)

Tabla 47

Estabilidad del color desde el día 1 al 14 de las tres formulaciones

Formulación	Diferencia entre días	ΔE*	Interpretación
5 % fécula	F0 (1 día)-F0 (7 día)	5,38	Diferencia medianamente perceptible.
	F0 (1 día)-F0 (14 día)	8,50	Diferencia significativa.
	F0 (7 día)-F0 (14 día)	3,13	Diferencia medianamente perceptible.
3 % harina de linaza; 0,4 % harina de remolacha y 1,6% fécula	F5 (1 día)-F5 (7 día)	4,79	Diferencia medianamente perceptible.
	F5 (1 día)-F5 (14 día)	13,99	Diferencia muy significativa.
	F5 (7 día)-F5 (14 día)	10,21	Diferencia significativa.
4,6 % harina de linaza y 0,4 % harina de remolacha	F7 (1 día)-F7 (7 día)	5,88	Diferencia medianamente perceptible.
	F7 (1 día)-F7 (14 día)	14,92	Diferencia muy significativa.
	F7 (7 día)-F7 (14 día)	9,97	Diferencia significativa.

La estabilidad del color de las salchichas frankfurt se realizó hasta el día 14, debido a que en el día 21 que debía volverse a tomar el color, las tres formulaciones ya estaban

completamente dañadas, esto debido a un olor de deterioro del producto. Al igual que las salchichas que tenían harina de linaza se tornaron color blanquecino.

En cuanto a la estabilidad cromática de las salchichas durante el periodo de almacenamiento, se observó una alteración visualmente perceptible en las tonalidades de color entre el día 1 y el día 14 en las formulaciones F0, F5 y F7. Este cambio indica una pérdida progresiva de intensidad cromática, lo que sugiere que, a medida que pasa el tiempo, las salchichas se vuelven más pálidas. Sin embargo, en los intervalos día 1 - día 7 y día 7 - día 14, los cambios cromáticos fueron moderados y no tan evidentes a simple vista, indicando que las alteraciones en estos períodos fueron sutiles. En general, se observó una tendencia decreciente en la intensidad del color, lo que indica una disminución de la estabilidad cromática en todas las formulaciones evaluadas. Asimismo, se puede notar que la escala CIElab en el parámetro a*, que mide la variación entre los tonos de rojo (+) y verde (-), reflejó una mayor tendencia hacia colores más pálidos con el paso de los días. Este resultado es consistente con lo esperado, según Yánez (2021) las harinas vegetales pueden alterar las propiedades conservantes de los productos cárnicos, haciendo que sean más propensos a la descomposición si no se almacenan adecuadamente. Generalmente, las salchichas sin aditivos pueden mantenerse frescas entre 5 y 10 días en refrigeración, pero la adición de harinas vegetales podría haber comprometido la estabilidad, acelerando el proceso de deterioro. Comparando con el estudio de Ordoñez & Saavedra (2016), en su investigación sobre el uso del colorante natural de flor de Jamaica en salchichas tipo Viena, se observó un cambio visual significativo en el color, que pasó de un tono rojo oscuro a magenta, sin embargo, no se mencionó un deterioro en la calidad del producto durante el almacenamiento. Además, en su estudio se notó que el pH de las muestras con colorante aumentó ligeramente de 4,5 a 4,7, lo que podría haber influido en la estabilidad del color y en la conservación del producto. Por otro lado, Aguiar (2015) destaca que las salchichas elaboradas con 0,6 % de jugo de pimiento rojo no recibieron una valoración sensorial significativa en cuanto al color, ya que presentaron una pasta compacta y uniforme de color blanquecino, característico de la carne de pollo utilizada como base. Este aspecto visual difería de lo esperado por los panelistas, quienes están acostumbrados a salchichas elaboradas con carne de res o cerdo, que presentan tonalidades más rosáceas o rojizas. Esto pudo haber influido negativamente en la percepción sensorial, a pesar de no representar un defecto técnico del producto.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El proceso de elaboración de salchichas con harina de remolacha y linaza resultó técnicamente viable, sin presentar mayores dificultades para incorporar estos ingredientes en la formulación estándar de la salchicha tipo frankfurt.

La adición de harina de remolacha y linaza a las salchichas Frankfurt mostró resultados importantes en parámetros fisicoquímicos, como un contenido de cenizas de hasta un 3,55% y un contenido de fibra del 1,2%. Además, los análisis microbiológicos realizados según la normativa vigente confirmaron que se obtuvieron productos cárnicos totalmente inocuos, es decir, libres de microorganismos patógenos.

En la evaluación sensorial, las formulaciones 5 y 7 fueron las más aceptadas por los panelistas no entrenados. Sin embargo, estos panelistas no detectaron diferencias en la textura de las salchichas, lo que indica que la inclusión de ambas harinas no alteró sensorialmente el producto final. Sin embargo, esto sí no fue evidenciado mediante la evaluación de textura instrumental.

La textura instrumental de las salchichas con adición de harina de linaza y remolacha mostró diferencias entre formulaciones. Al aumentar el porcentaje de harina de linaza, se observó menor elasticidad, cohesividad, firmeza y adhesividad en comparación con la muestra blanca. Este cambio en la textura puede considerarse positivo o negativo, dependiendo del tipo de consumidor.

En cuanto a la estabilidad del color, se observó que la harina de remolacha aportó un color atractivo en el día 1. Sin embargo, durante el almacenamiento, este color fue perdiendo su tonalidad, lo que indica que el colorante presente en la harina de remolacha tiene un efecto a corto plazo cuando se incorpora en productos cárnicos.

5.2 RECOMENDACIONES

El perfil nutricional de la salchicha desarrollada en esta investigación presenta resultados positivos en los diferentes parámetros, aunque para saber si se puede introducir en algún mercado, se debería realizar la producción de manera industrial.

La textura instrumental de la salchicha cambio significativamente, a pesar de ser aceptada sensorialmente, se puede reformular con porcentajes óptimos de este tipo de harina.

BIBLIOGRAFIA

Aguirre , J. (2022). Incorporación de harina de cáscara de piña como fuente de fibra en la elaboración de un producto cárnico tipo hamburguesa. Bogotá. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/94daa0e3-091b-425e-af1b-5d2d54eb82ca/content

Álvarez , A. (2020). *Qué lleva realmente una salchicha de frankfurt.* Obtenido de https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20201020/33897/que-llevan-las-salchichas-frankfurt.html

Arellano , M. (2022). *Efecto de la adición de fibra para la producción y enriquecimiento de embutidos*. Ambato, Ecuador. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/41e01d4a-56e2-4ce0-a88c-a5aeb2f3f546/content

Bachón , K. (2021). Desarrollo de nuggets de soya (*Glycine max*) con pulpa de remolacha (*Beta vulgaris*) para el aprovechamiento de materias primas agroindustriales. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BANCHON%20GARCIA%20KELLY%20MICHELLE.pdf

Báez , V. (2021). Desarrollo de una salchicha más sostenible con sustitución de carne de res por harina de grillo (*Acheta domesticus*). Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/37d9a75f-6974-498e-a8ce-997e09b641ae/content

Barrecil, O., Sosa , M., Rodríguez, G., & Gómez , J. (2019). Efecto de la concentración de harina de garbanzo en las propiedades fisicoquímicas de salchicha tipo frankfurt durante su almacenamiento. *División de ciencias de la vida, 4*. Obtenido de http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/7/96.pdf

Bejarano , M. (2023). Efecto del uso de harina de Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza Bancr.*) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav.*) en la producción de salchichas tipo Frankfurt. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/14bc81bd-a29d-43cd-bf27-52ad3b0d6685/content

Concha , & Escobar . (2024). Uso de la harina de remolacha como sustituto parcial de lacarne de pollo en la elaboración de embutidos. Obtenido de https://www.studocu.com/ec/document/universidad-agraria-del-ecuador/tecnologia-en-carnicos/pis-8vo-sb-carnicos-original/60711139

Cuevas, Z., & Sangronis, E. (2015). Caracterización de semillas de linaza (Linum usitatissimum L.) cultivadas en Venezuela. *Latinoamericanos de Nutrición*. Obtenido de https://andeguat.org.gt/wp-content/uploads/2015/03/Caracterizaci%C3%B3n-de-semillas-de-linaza-Linum-usitatissimum-L.-cultivadas-en-Venezuela.pdf

Escuela de postgrado Industrial. (21 de Septiembre de 2021). ¿Qué son los productos cárnicos y cómo se clasifican? Obtenido de https://postgradoindustrial.com/que-son-los-productos-carnicos-y-como-se-

clasifican/#:~:text=Los%20productos%20c%C3%A1rnicos%20son%20productos,y%20consumir%20en%20estado%20fresco.

Fonate. (28 de Octubre de 2020). La salchicha: un alimento universal que ha marcado la tradición culinaria de todo país y civilización. Obtenido de https://picken.es/la-salchicha-un-alimento-universal-que-ha-marcado-la-tradicion-culinaria-de-todo-pais-y-civilizacion/#:~:text=En%201852%2C%20el%20gremio%20de%20carniceros%20de,alemana%20por%20antonomasia%2C%20la%20salchicha%20de%20Frankfurt.

Franco , A., & Ruz, W. (2020). *E*laboración de salchichas artesanales utilizando harina de trupillo *(Prosopis juliflora)* como extensor proteico. Barranquilla. Obtenido de https://repositorio.cuc.edu.co/server/api/core/bitstreams/84d8d22b-0208-4c2c-8026-4e59e1317750/content

García, E. (08 de Agosto de 2024). Los peligros de comer salchichas industriales: riesgo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y obesidad. Obtenido de https://www.noticiasdegipuzkoa.eus/salud/2024/08/08/peligros-consumir-salchichas-industriales-riesgo-cancer-enfermedades-8568346.html

Gaspar , T., Rodríguez, P., Ruiz , E., Ávila , J., & Varela, G. (2018). Características nutricionales de los principales de los alimentos en nuestra dieta (Segunda ed.). Obtenido de https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/2018/libro-la-alimentacion-espanola.pdf

Gómez, & Duque. (2018). Caracterización fisicoquímica y contenido fenólico de la remolacha (Beta vulgaris L.) en fresco y sometida a tratamiento térmico. *Revista ION*. doi:10.18273/revion.v31n1-2018007

Guerra , M., Pérez, D., Hernández, U., Hombre, R., Frómeta, Z., Pérez , G., & Rodríguez, F. (2015). Efecto de la harina de plátano sobre la calidad de un embutido tipo mortadella. *Ciencia y tecnología de alimentos*. Obtenido de https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/580/502

Hleap , J., Burbano , M., & Mora, J. (2017). Evaluación fisicoquímica y sensorial de salchichas con inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa W.*). 11. doi://dx.doi.org/10.18684/bsaa(v15)EdiciónEspecialn2.579

IMBAREX. (s.f). Natural colors e ingredients. Obtenido de Colorantes Naturales para Pastelería: https://imbarex.com/es/colorantes-naturales-para-pasteleria/

Kauser, S., Hussain, A., & Ashaf, S. (2024). Linaza (*Linum usitatissimum*); fitoquímica, características farmacológicas y aplicaciones en alimentos funcionales. *Food Chemistry Advances*, 12. doi:https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100573

Leiva, A., & Robles , E. (2022). Efecto de adición de harina de garbanzo *(Cicer arietinum)* y de linaza *(Linum usitissimum)* en la elaboración de un chorizo cocido como fuente teórica de fibra. Honduras. Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/items/f2ad8b5b-117d-4be4-abe7-7227d6cab276

Marcano, D. (2018). Introducción a la Química de los alimentos . Obtenido de http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/19390/1/colorantes%20listo%20%2Bisbn.pdf

Midori, A. (2015). Caracterización fisicoquímica, químico proximal y sensorial de harina pre-cocida a partir de semilla germinada de linaza *(Linum usitatissimum)* mediante autoclavado y tostado. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1296/tesis%20harina%202.pdf?sequence=1#:~:text=Las%20propiedades%20funcionales%20y%20fisicoqu%C3%ADmicas%20de%20la,las%20que%20son%20m%C3%A1s%20%C3%BAtiles%20en%20la.

Muñoz, N., Revilla, K., Carrillo, M., Cortez, A., & Aldas, J. (Marzo de 2023). Evaluación de quinoa (*Chenopodium quinoa*)y soya (*Glycine max*) como sustituto proteico en salchichas y su efecto fisicoquímico y sensorial. *7*, pág. 12. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5598

Navarrete , M., & Varela , Á. (2015). Efecto del porcentaje de linaza en las características fisicoquímicas y sensoriales de la longaniza. Obtenido de https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/3474/1/ULEAM-IAL-0037.pdf

Ochoa , J. (2019). Elaboración de salchicha frankfurt con la utilización de harina de malanga blanca *(Colocasia esculenta)*. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3825/1/27T0259.pdf

Ordóñez, I., & Saavedra, R. (2016). Extracción y uso de l colorante natural de la flor de Jamaica (*hibiscus sabdariffa*) como alternativa para la elaboración de salchicha y yogurt. Obtenido de https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/8584dab7-2394-445c-aba7-533e3cdc5a78

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (31 de Agosto de 2018). Obtenido de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet

Orozco, E. (2016). Elaboración de mortadela utilizando colorantes naturales de remolacha (*Beta Vulgaris*) y sangorache (*Amaranthus Quitensis L.*) como reemplazo del colorante artificial. Riobamba, Ecuador. Obtenido de http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3059/1/UNACH-ING-AGRO-2016-0014.pdf

Peréz , J., Hernández , U., Santos , R., Brito , Y., & Martínez , R. (Mayo-Agosto de 2016). *Ciencia y tecnología de alimentos, Vol. 26*(2), pp. 24-26. Obtenido de https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/187/160

Sadowska, I., & Bartosz, G. (26 de Abril de 2021). Propiedades biológicas y aplicaciones de las betalaínas. *Molecules*. doi:10.3390/molecules26092520

Sanchéz , C. (2019). Efecto de los ácidos orgánicos sobre la presencia de Salmonella spp. en harina de pescado. doi:http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.02.06

Seni, B. (2024). Efecto de la harina de linaza *(Linum usitatissimum)* en las características sensoriales y bromatológicas en Nuggets de jaiba *(metacarcinus magister)*. Milagro, Ecuador. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BALON%20FARFAN%20SENI%20JUDIE.pdf

Sonawane, A., & Subhash, S. (2018). Efecto de la adición de harina de linaza sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del pan funcional. *Ciencia y tecnología de*

los alimentos, 614-619. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971088016.pdf

Torres, J., González, K., Acevedo, D., & Jaimes , J. (5 de mayo de 2016). Efecto de la utilización de harina de Lens culinaris como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha. *Revista Tecnura*. doi:http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a01

Valenzuela , M. (2018). Harina de linaza y pasta de tomate para el desarrollo de un alimento cárnico funcional. Mexicali, Baja California . Obtenido de https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/d6742a3e-f550-4fcc-b002-c7733280e4a8/content

Vásquez, B. (24 de Abril de 2023). La curiosa historia del perrito caliente, la salchicha alemana que se popularizó en EE.UU. Obtenido de https://www.lavanguardia.com/comer/al-dia/20230424/8917622/curiosa-historia-esconde-detras-perritos-calientes.html

Yan, L. (2023). Los beneficios de la linaza. *Centro de investigación sobre nutrición humana de Grand Forks: Grand Forks, Dakota del Norte*. Obtenido de https://www.ars.usda.gov/plains-area/gfnd/gfhnrc/docs/news-articles/2012/the-benefits-of-flaxseed/

ANEXOS

Figura 8

Obtención de la formulación de la salchicha Frankfurt

Figura 9

Utilización del colorímetro para obtención de los datos de las diferentes formulaciones

Figura 10

Análisis del pH

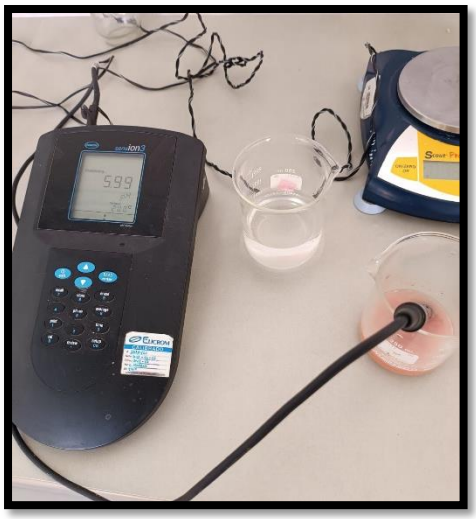


Figura 11

Análisis de la humedad

Figura 12
Análisis de las cenizas

Figura 13
Análisis de las proteínas

Figura 14

Evaluación sensorial

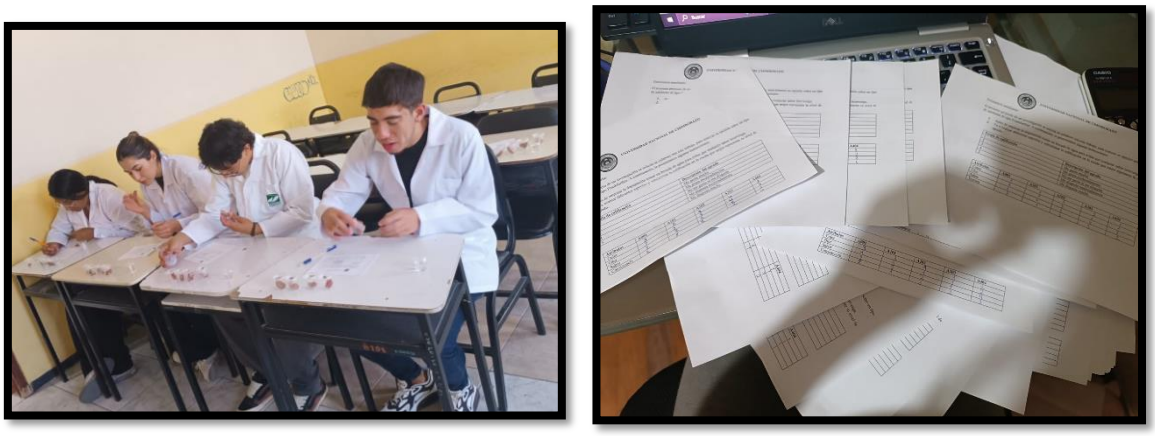


Figura15

Análisis microbiológico

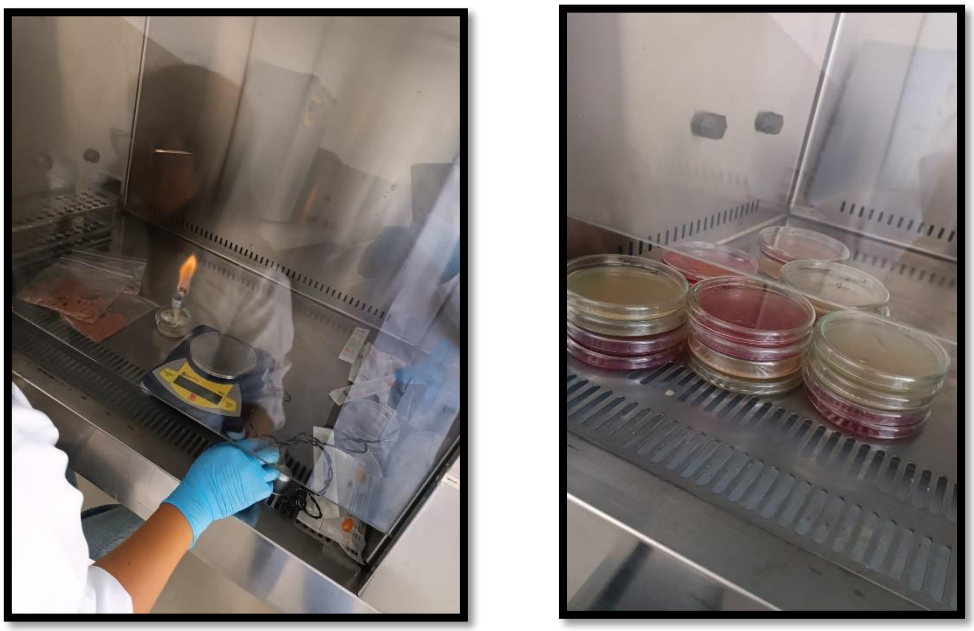


Figura 16

Datos del texturómetro Brookfield

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Salchicha	20124447	T0	Textura			
			Dureza 1	Brookfield	N	6,24
			Adhesividad		mJ	5,9
			Dureza 2		N	1,28
			Cohesividad		Adimensional	0,16
			Elasticidad		mm	17,04
			Firmeza		N	1,06
Salchicha	20124448	T1	Textura			
			Dureza 1	Brookfield	N	5,85
			Adhesividad		mJ	3,4
			Dureza 2		N	1,00
			Cohesividad		Adimensional	0,09
			Elasticidad		mm	31,17
			Firmeza		N	0,55

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

LACONAL

Certificado No: 24-201 Pág.:2 de 2

Salchicha	20124449	T2	Textura			
			Dureza 1	Brookfield	N	4,73
			Adhesividad		mJ	2,6
			Dureza 2		N	0,75
			Cohesividad		Adimensional	0,06
			Elasticidad		mm	37,53
			Firmeza		N	0,34

Conds. Ambientales: 21.5°C; 50.1%HR
Nota: Se adjuntan 36 hojas de respaldo

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 19 de diciembre de 2024

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información,