



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EFECTO DEL POLVO DEL FRUTIPAN (*Artocarpus altilis*) EN LA
FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT”.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieras Agroindustriales

Autoras:

Chunga Malan Liliana Margoth

Gutiérrez Chilig Karina Mishell

Tutora:

Zambrano Ochoa Zoila Eliana

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chunga Malan Liliana Margoth, con cédula de ciudadanía No. 1754441648 y Gutierrez Chilig Karina Mishell, con cédula de ciudadanía No. 1728135219, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: **“EFECTO DEL POLVO DEL FRUTIPAN (*Artocarpus altilis*) EN LA FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT.”**, siendo la Ingeniera Zambrano Ochoa Zoila Eliana, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 19 de febrero del 2026

Liliana Margoth Chunga Malan

C.C: 1754441648

ESTUDIANTE

Karina Mishell Gutierrez Chilig

C.C: 1728135219

ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CHUNGA MALAN LILIANA MARGOTH**, identificada con cédula de ciudadanía **1754441648**, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EFECTO DEL POLVO DEL FRUTIPAN (*Artocarpus altilis*) EN LA FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.

TEMA: “EFECTO DEL POLVO DEL FRUTIPAN (*Artocarpus Altilis*) EN LA FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT.”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de enero del 2026.

Liliana Margoth Chunga Malan
LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, PhD.
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **GUTIERREZ CHILIG KARINA MISHHELL**, identificada con cédula de ciudadanía 1728135219, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EFEECTO DEL POLVO DEL FRUTIPAN (*ARTOCARPUS ALTILIS*) EN LA FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2022 - Agosto 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

Tema: “**EFEECTO DEL POLVO DEL FRUTIPAN (*Artocarpus Altilis*) EN LA FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor. **CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de enero del 2026.

Karina Mishell Gutierrez Chilig
LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, PhD.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“EFECTO DEL POLVO DEL FRUTIPAN (*Artocarpus Atilis*) EN LA FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT”, de Gutierrez Chilig Karina Mishell y Chunga Malan Liliana Margoth de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre-defensa.

Latacunga, 19 de febrero del 2026

Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa Mg.
C.C: 0501773931
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Gutierrez Chilig Karina Mishell y Chunga Malan Liliana Margoth con el título del Proyecto de Investigación: **“EFECTO DEL POLVO DEL FRUTIPAN (*Artocarpus altilis*) EN LA FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 19 de febrero del 2026

Ing. Ana Maricela Travez Castellano Mg.
C.C: 0502270937
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes, Mg.
C.C: 0501511604
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. Nancy Fabiola Moreno Terán, Mg.
C.C: 0503352122
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento va a Dios por concederme la sabiduría, la paciencia y la oportunidad de culminar este trabajo de investigación. A la universidad técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y darme las herramientas necesarias en todo mi proceso académico y a los docentes de la carrera de agroindustria les expreso mi gratitud por la orientación brindada y la formación académica recibida durante estos años.

Agradezco de manera especial a mi tutora de tesis la Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg, por su acompañamiento, observaciones y aportes técnicos, los cuales me ayudaron a fortalecer la calidad de trabajo. De igual manera, extiendo mis agradecimientos a mi familia y novio por su apoyo incondicional, así como a todas las personas que contribuyeron directa o indirectamente a la realización de este proyecto.

Liliana Margoth Chunga Malan

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me apoyaron en este proceso, a Dios, por darme la fuerza y la fortaleza para poder lograr este desafío de mi vida. A mis padres por su amor y comprensión, a mi familia por todas sus palabras de aliento. A la Universidad Técnica de Cotopaxi, a mi tutora de tesis la Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg. Por su paciencia y apoyo incondicional, y a mis tutores Ing. Maricela Trávez Mg., Ing. Manuel Fernández Mg y Ing. Nancy Moreno Mg. Por brindarnos todos los conocimientos necesarios en esta etapa de crecimiento tanto académico como personal. Este logro es el resultado del esfuerzo compartido y la dedicación.

Karina Mishell Gutierrez Chilig

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a las personas más especiales de mi vida mi madre María Malan y mi padre Segundo Chunga por su amor incondicional, sacrificio y por su apoyo constante durante todo este proceso académico.

A mis hermanos Luis, Lucía, Jorge y Wendy, por su compañía, ánimo en cada etapa de este proceso, siendo siempre mi fuente de inspiración. Y de manera especial, dedico este logro a mi novio Jean Gómez por su paciencia, apoyo y confianza permanente, los cuales fueron esenciales para terminar con éxito esta etapa de mi vida académica.

Liliana Margoth Chunga Malan

DEDICATORIA

Con profundo cariño y gratitud, dedico este trabajo a quienes han sido mi mayor inspiración y sobre todo apoyo constante en este largo camino académico

A Dios por brindarme sabiduría, paciencia y perseverancia para cumplir una meta más de mi vida que fue plasmada y que hoy doy por cumplida

A mis padres Ramiro Gutierrez y Carmen Chilig por enseñarme el valor de la responsabilidad, perseverancia y esfuerzo, por siempre estar presentes en cada momento de mi vida, por todo el esfuerzo que pusieron para formarme y hacer de mí una persona de bien y sobre todo a no dejarme caer en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis hermanos por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento.

Este logro no es solamente mío, sino de cada uno de ustedes que estuvieron apoyándome a lo largo de este camino.

Karina Mishell Gutierrez Chilig

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR..... | iii |
| AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... | vii |
| AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN | viii |
| DEDICATORIA | xi |
| AGRADECIMIENTO | ix |
| ÍNDICE..... | xiii |
| ABSTRACT | xviii |
| RESUMEN | xix |
| Introducción..... | 1 |
| 1 Datos generales..... | 2 |
| 1.1 Título del Proyecto de Investigación | 2 |
| Sub línea de investigación: Investigación, innovación y emprendimiento | 3 |
| 2 Diseño del Proyecto..... | 3 |
| 2.1 Planteamiento del problema..... | 3 |
| 2.2 Marco contextual | 3 |
| 2.3 Formulación del problema. | 4 |
| 2.4 Objetivos..... | 5 |
| 2.4.1 Objetivo general | 5 |
| 2.4.2 Objetivos específicos:..... | 5 |
| 2.5 Actividades y tareas en relación con los objetivos planteados. | 6 |
| 2.6 Fundamentación teórica o Marco referencial. | 8 |
| 2.6.1 Marco Teórico | 8 |
| 2.6.1.1 Antecedentes..... | 8 |
| 2.6.2 Marco Conceptual..... | 21 |
| 2.7 Metodología del Proyecto de investigación..... | 25 |
| 2.7.1 Técnicas de investigación..... | 26 |
| 2.7.2 Instrumentos de investigación | 27 |
| 2.7.3 Metodología de los análisis realizados en el polvo de frutipan..... | 27 |
| 2.7.4 Materia prima, equipos y metodología para la elaboración de una salchicha tipo frankfurt..... | 32 |
| 2.7.5 Descripción del método de la elaboración de una salchicha tipo frankfurt con la adición de polvo de frutipan | 33 |
| 2.7.6 Formulación..... | 38 |
| 2.8 Hipótesis o preguntas científicas. | 38 |
| 2.8.1 Hipótesis nula | 38 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.8.2 | Hipótesis alternativa | 38 |
| 2.9 | Diseño experimental. | 39 |
| 2.10 | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 41 |
| 2.10.1 | Evaluación de la capacidad antioxidante del polvo de frutipan (<i>Artocarpus altilis</i>) 41 | |
| 2.10.2 | Evaluación de la Capacidad de retención de agua del polvo de frutipan | 42 |
| 2.10.3 | Evaluación de Capacidad emulsificante del polvo de frutipan..... | 43 |
| 2.10.4 | Evaluación de la capacidad gelificante del polvo de frutipan | 44 |
| 2.10.5 | Evaluación de propiedades funcionales de la salchicha tipo Frankfurt con adición de polvo de frutipan..... | 45 |
| 2.10.6 | Evaluación de las propiedades bromatológicas de la salchicha con la adición de polvo de frutipan..... | 62 |
| 2.10.7 | Resultados finales para la determinación del mejor tratamiento..... | 71 |
| 2.11 | Evaluación sensorial de los tratamientos | 73 |
| 2.11.1 | Variable de olor | 74 |
| 2.11.2 | Variable de color | 76 |
| 2.11.3 | Variable de sabor | 78 |
| 2.11.4 | Variable de textura..... | 81 |
| 2.12 | Vida útil del mejor tratamiento | 84 |
| 2.13 | Costos de producción del mejor tratamiento..... | 85 |
| 2.14 | Costos directos | 86 |
| 2.1 | Costos indirectos..... | 87 |
| 2.2 | Costos totales de producción | 88 |
| 3 | Impactos del proyecto..... | 89 |
| 3.1 | Técnicos | 89 |
| 3.2 | Sociales | 90 |
| 3.3 | Económicos..... | 90 |
| 3.4 | Ambientales | 90 |
| 4 | Recursos y Presupuesto. | 90 |
| 5 | Conclusiones..... | 94 |
| 6 | Recomendaciones | 95 |
| 7 | Bibliografía..... | 96 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Cuadro de actividades | 6 |
| Tabla 2 Clasificación taxonómica de la fruta | 9 |
| Tabla 3 Composición nutricional del frutipan | 11 |
| Tabla 4 Formulación de la salchicha | 15 |
| Tabla 5 Requisitos microbiológicos en muestras unitarias | 32 |
| Tabla 6 Tratamientos de la salchicha tipo Frankfurt a 72°C *36 min y a 80°C*20..... | 38 |
| Tabla 7 Factores de estudio | 39 |
| Tabla 8 Esquema ADEVA | 40 |
| Tabla 9 Análisis de varianza del análisis sensorial..... | 40 |
| Tabla 10 Codificaciones de los tratamientos | 40 |
| Tabla 11 Operacionalización de variables..... | 41 |
| Tabla 12 Resultado obtenido de capacidad antioxidante del polvo de frutipan | 42 |
| Tabla 13 Resultado obtenido de la capacidad de retención de agua del polvo de frutipan | 42 |
| Tabla 14 Resultados de la capacidad emulsificante del polvo de frutipan | 43 |
| Tabla 15 Resultado obtenido de capacidad gelificante del polvo de frutipan | 44 |
| Tabla 16 Análisis de varianza para la Retención de agua | 46 |
| Tabla 17 Prueba Tukey para repeticiones de retención de agua..... | 47 |
| Tabla 18 Prueba de Tukey de frutipan para la Retención de agua | 48 |
| Tabla 19 Prueba de Tukey de Temperatura para la Retención de agua | 48 |
| Tabla 20 Prueba de Tukey en la interacción de los dos factores de la Retención de agua..... | 49 |
| Tabla 21 Análisis de varianza para la capacidad emulsificante | 51 |
| Tabla 22 Prueba de Tukey para frutipan de la capacidad emulsificante | 52 |
| Tabla 23 Prueba de Tukey en la interacción de los dos factores de la capacidad emulsificante..... | 53 |
| Tabla 24 Análisis de varianza para la Capacidad Gelificante | 55 |
| Tabla 25 Prueba de frutipan de la Capacidad Gelificante | 55 |
| Tabla 26 Prueba de Tukey de la Temperatura de la Capacidad gelificante CG..... | 56 |
| Tabla 27 Prueba de Tukey para la interacción de Frutipan x Temperatura..... | 57 |
| Tabla 28 Análisis de varianza para Humedad | 59 |
| Tabla 29 Prueba de Tukey para Frutipan de la humedad | 60 |
| Tabla 30 Prueba de Tukey para la interacción de Frutipan x Temperatura de la Humedad | 61 |

| | |
|--|----|
| Tabla 31 Análisis de varianza para Grasa Total | 63 |
| Tabla 32 Prueba de Tukey para Frutipan de Grasa total | 64 |
| Tabla 33 Prueba de Tukey para temperatura de grasa total..... | 64 |
| Tabla 34 Prueba de Tukey de la interacción de Frutipan x Temperatura de Grasa Total | 65 |
| Tabla 35 Análisis de varianza para Ceniza Total | 67 |
| Tabla 36 Prueba de Tukey para Frutipan de cenizas | 68 |
| Tabla 37 Prueba de Tukey para Temperatura de cenizas | 69 |
| Tabla 38 Prueba de la interacción de Frutipan x Temperatura de las variables de estudio..... | 70 |
| Tabla 39 Resultados funcionales y bromatológicos obtenidos..... | 72 |
| Tabla 40 Análisis de la varianza de atributo olor | 74 |
| Tabla 41 Análisis de la varianza del atributo color | 76 |
| Tabla 42 Tukey de los tratamientos del atributo color | 77 |
| Tabla 43 Análisis de la varianza del atributo sabor..... | 79 |
| Tabla 44 Tukey de los tratamientos del atributo sabor..... | 80 |
| Tabla 45 Análisis de la varianza del atributo textura | 82 |
| Tabla 46 Resultados sensoriales obtenidos | 84 |
| Tabla 47 Especificaciones de los resultados | 85 |
| Tabla 48 Costos de la materia prima, aditivos y condimentos del mejor tratamiento..... | 86 |
| Tabla 49 Costos de empaque | 86 |
| Tabla 50 Costos de equipos..... | 87 |
| Tabla 51 Costo de mano de obra | 87 |
| Tabla 52 Costos indirectos de producción..... | 88 |
| Tabla 53 Costo total de producción..... | 88 |
| Tabla 54 Tabla final de costos..... | 89 |
| Tabla 55 Costo del frutipan | 90 |
| Tabla 56 Costo de los análisis del polvo de frutipan..... | 91 |
| Tabla 57 Costo de materia prima..... | 91 |
| Tabla 58 Costo de empaque..... | 92 |
| Tabla 59 Costos de los análisis funcionales de la salchicha tipo frankfurt | 92 |
| Tabla 60 Costos de los análisis bromatológicos de la salchicha tipo frankfurt..... | 92 |
| Tabla 61 Costo de los análisis microbiológicos del mejor tratamiento para determinar la vida útil..... | 93 |
| Tabla 62 Presupuesto para maquinaria y equipos | 93 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1 Diagrama de flujo para la elaboración de embutidos | 14 |
| Ilustración 2 Pesado de ingredientes | 34 |
| Ilustración 3 Picado de carne y grasa | 34 |
| Ilustración 4 Emulsión..... | 35 |
| Ilustración 5 Embutido | 35 |
| Ilustración 6 Escaldado o cocción | 36 |
| Ilustración 7 Choque térmico | 36 |
| Ilustración 8 Diagrama de flujo de la elaboración de la salchicha tipo frankfurt con la adición de polvo de frutipan a diferentes porcentaje y temperaturas de cocción..... | 37 |

INDICE DE GRAFICAS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 Comportamiento de la variable retención de agua en los tratamientos de estudio... 50 | 50 |
| Gráfico 2 Comportamiento de la variable capacidad emulsificante en los tratamientos de estudio | 54 |
| Gráfico 3 Comportamiento de la variable capacidad gelificante en los tratamientos de estudio..... | 58 |
| Gráfico 4 Comportamiento de la variable humedad en los tratamientos de estudio | 62 |
| Gráfico 5 Comportamiento de la variable grasa total en los tratamientos de estudio | 66 |
| Gráfico 6 Comportamiento de la variable cenizas totales en los tratamientos de estudio..... | 71 |
| Gráfico 7 Promedio para el atributo olor..... | 75 |
| Gráfico 8 Promedio del atributo color | 78 |
| Gráfico 9 Promedio del atributo sabor | 81 |
| Gráfico 10 Promedio del atributo textura | 83 |

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EFECTO DEL POLVO DEL FRUTIPAN (*ARTOCARPUS ALTILIS*) EN LA FORMULACIÓN DE UNA SALCHICHA TIPO FRANKFURT”.

Autoras

Chunga Malan Liliana Margoth
Gutierrez Chilig Karina Mishell

RESUMEN

La investigación presente se realizó con la finalidad de evaluar los efectos al incorporar el polvo de frutipan a tres porcentajes y dos temperaturas de cocción en una salchicha tipo frankfurt, con el fin de analizar sus propiedades funcionales, bromatológicas y sensoriales de la salchicha. Para ello, la metodología consistió en la generación de formulaciones, en el cual los tratamientos t_1 (a_1b_1) (1 % de frutipan a 72 °C), t_2 (a_2b_1) (2 % de frutipan a 72 °C), t_3 (a_3b_1) (2 % de frutipan a 72 °C), t_4 (a_1b_2) (1 % de frutipan a 80 °C), t_5 (a_2b_2) (2 % de frutipan a 80°C) y t_6 (a_3b_2) (3 % de frutipan a 80°C) con dos repeticiones; los cuales fueron evaluados mediante propiedades funcionales, como la retención de agua, la capacidad emulsionante y la capacidad gelificante, así como análisis bromatológicos de humedad, grasas y cenizas; y la evaluación sensorial mediante una escala del 1 al 5. En donde los resultados indicaron que el polvo de frutipan alcanzó una capacidad antioxidante de 44,05 $\mu\text{mol Trolox/g}$, una capacidad emulsionante de 71,62 % y una capacidad gelificante total a una concentración de 13 %. En la salchicha tipo Frankfurt, la adición de frutipan afectó principalmente las propiedades funcionales. El tratamiento t_6 , presentó los valores altos: retención de agua con un valor de 108%, capacidad gelificante mayor al 86,75%, capacidad emulsionante con un 68,05% y humedad del 67,35 %. En cambio, el porcentaje de grasas (12,05%) y de cenizas (3,15 %) se mantuvo sin cambios estadísticamente relevantes. En la evaluación sensorial, el tratamiento t^6 presentó la mayor aceptación, con calificaciones por encima de 4,0 en la escala 1al 5 y en tanto a su vida útil este duro 14 días y el costo de lote fue de 94,92USD por 0,81 kg.

Palabras clave: Salchicha tipo frankfurt, Polvo frutipan, Capacidades funcionales, bromatológicas y organolépticas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

**THEME: “COLLECTIVE BRAND IN THE DEVELOPMENT OF SEPS, IN THE
CASE OF SALCEDO’S ICE CREAM”**

Authors:

Chunga Malan Liliana Margoth
Gutierrez Chilig Karina Mishell

ABSTRACT

The present research was carried out with the aim of evaluating the effects of incorporating breadfruit powder at three percentages and two cooking temperatures in a Frankfurt-type sausage, in order to analyze its functional, bromatological, and sensory properties. The methodology consisted of generating formulations in which the treatments were: t_1 (a_1b_1) (1% breadfruit powder at 72 °C), t_2 (a_2b_1) (2% breadfruit powder at 72 °C), t_3 (a_3b_1) (3% breadfruit powder at 72 °C), t_4 (a_1b_2) (1% breadfruit powder at 80 °C), t_5 (a_2b_2) (2% breadfruit powder at 80 °C), and t_6 (a_3b_2) (3% breadfruit powder at 80 °C), with two replicates each. These were evaluated through functional properties such as water retention, emulsifying capacity, and gelling capacity; as well as bromatological analyses of moisture, fat, and ash content; and sensory evaluation using a scale from 1 to 5. The results indicated that breadfruit powder reached an antioxidant capacity of 44.05 $\mu\text{mol Trolox/g}$, an emulsifying capacity of 71.62%, and a total gelling capacity at a concentration of 13%. In the Frankfurt-type sausage, the addition of breadfruit powder mainly affected the functional properties. Treatment t_6 showed the highest values: water retention of 91%, gelling capacity greater than 85%, emulsifying capacity of 75%, and moisture content of 65%. Meanwhile, fat percentage (20%) and ash content (2.5%) remained without statistically significant changes.

In the sensory evaluation, treatment t_6 showed the highest acceptance, with scores above 4.0 on the 1–5 scale. Regarding shelf life, it lasted 14 days, and the batch cost was USD 94.92 per 0.81 kg.

Keywords: Frankfurt-type sausage, Breadfruit powder, Functional, bromatological and organoleptic properties

Introducción

En Ecuador, el frutipan (*Artocarpus altilis*) no es aprovechada adecuadamente en la industria alimentaria, se usa frecuentemente para la nutrición de los animales. En el cantón de La Maná, en el sector Guayacán se produce esta fruta, por lo tanto, se busca ofrecer una alternativa alimentaria creando un suplemento nutricional como lo es el polvo del frutipan (*Artocarpus altilis*), por la falta de conocimiento de las personas en el sector acerca de sus características nutricionales y organolépticas que tiene la fruta (Fernández & Oto, 2025).

Según (M. Gutiérrez, 2024) resalta la notable calidad proteica de las semillas de frutipan, que es mejor que la de los huevos y la harina de soya. Como son abundantes en carbohidratos, poseen vitaminas A y B, contribuyen con minerales como el potasio, el calcio y el fósforo. La mezcla de estos nutrientes convierte a las semillas de frutipan en una alternativa valiosa y polivalente para enriquecer la alimentación, pues brindan importantes beneficios nutricionales y tienen potencial para prevenir deficiencias.

Investigaciones revelaron que el polvo de frutipan puede mejorar las propiedades reológicas, la estabilidad oxidativa y el perfil nutricional de productos cárnicos reformulados sin causar efectos negativos en la aceptabilidad sensorial. Además, usarlo como ingrediente funcional puede ayudar a bajar los costos de producción, sirviendo como extensor o relleno en las fórmulas cárnicas, manteniendo altos estándares de calidad tecnológica y sanitaria (Sasu et al., 2024).

1 Datos generales

1.1 Título del Proyecto de Investigación

Efecto del polvo del frutipan (*Artocarpus altilis*) en la formulación de una salchicha tipo frankfurt.

Fecha de inicio: Abril 2025

Fecha de finalización: Marzo 2026

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia

Carrera de Agroindustria

Equipo de Trabajo

Docente Tutora:

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

Autores:

Chunga Malan Liliana Margoth

Gutierrez Chilig Karina Mishell

Línea de investigación: Procesos tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria

Sub línea de investigación: Investigación, innovación y emprendimiento

2 Diseño del Proyecto

2.1 Planteamiento del problema

El frutipan (*Artocarpus altilis*), que está presente en la región amazónica y costera, tiene la capacidad de llegar a medir 30 cm de diámetro, pesar más de 2 kg y producir cerca de 200 frutos en un año. El fruto suele ser amarillo o verde y tiene un alto contenido de carbohidratos, proteínas y fibra. Además, es una fuente importante de minerales y vitaminas, por lo que es muy nutritivo (Alvarez, 2011).

En Ecuador, el frutipan es un tipo de fruta poco aprovechada a pesar de su gran valor nutricional. Pero al pasar de los años investigaciones realizadas por estudiantes han logrado ampliar su desarrollo e incorporar en productos innovadores en la industria alimentaria.

En la investigación realizada por (Fernández & Oto, 2025), el polvo que se obtiene de las semillas de frutipan mostró atributos positivos, debido a su elevado contenido proteico, es una opción factible para implementarse como una alternativa parcial a la harina convencional o puede emplearse en los campos de panadería, repostería.

De igual en la formulación de embutidos, el uso del polvo de frutipan puede contribuir a la reducción de ingredientes con altos niveles calóricos, como grasas y almidones refinados, generando un perfil nutricional más equilibrado sin sacrificar la calidad organoléptica. Además, su alto contenido en fibra favorece la textura y puede actuar como prebiótico, promoviendo la salud intestinal en los consumidores (Cárdenas, 2024)

2.2 Marco contextual

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Técnica de Cotopaxi por la Carrera de Agroindustria en el área de Industrias cárnicas ubicada en la provincia de Cotopaxi, Campus Salache. Este estudio tiene como fin de evaluar el efecto del polvo de frutipan (*Artocarpus altilis*), en la formulación de una salchicha tipo

frankfurt aplicado en diferentes porcentajes y temperaturas de cocción, con el propósito de analizar su efecto sobre las propiedades funcionales, bromatológicas y sensoriales.

Esta investigación responde a la necesidad de incorporar el polvo de frutipan en productos innovadores como alternativa de un producto funcional de origen vegetal, permitiendo así su mejora en la calidad nutricional, sin afectar sus características como retención de agua, capacidad emulsificante, capacidad gelificante, humedad, contenido de grasas y cenizas, empleando un diseño experimental adecuado para el análisis estadístico de los resultados.

La adición de polvo de frutipan en la elaboración de salchichas tipo frankfurt puede ayudar a perfeccionar la textura y la jugosidad de la salchicha debido a su habilidad para retener agua y su composición farinácea, lo cual es apreciado en embutidos de esta clase. (Gonzabay, 2021)

Se generó interés científico y tecnológico por la incorporación de harinas vegetales no tradicionales en la elaboración de embutidos cocidos, ya que estas materias primas contribuyen a mejorar la capacidad de retención de agua, la estabilidad de la emulsión y el perfil nutricional del producto final (Mateo et al., 2021).

La evidencia científica relacionada con la incorporación de polvo de frutipan (*Artocarpus altilis*) en la elaboración de salchichas tipo frankfurt es aún escasa; no obstante, esta situación constituye una oportunidad relevante para el desarrollo de conocimiento innovador en el área de la tecnología de alimentos, así como para la propuesta de ingredientes alternativos que sean sostenibles, funcionales y con beneficios nutricionales frente a los insumos convencionales empleados en la industria de productos cárnicos procesados.

2.3 Formulación del problema.

¿Cuál es el efecto de la adición del polvo de frutipan (*Artocarpus altilis*) en tres concentraciones diferentes a dos temperaturas y tiempos de cocción en la elaboración de la salchicha tipo frankfurt en las propiedades funcionales, bromatológicas y sensoriales?

2.4 Objetivos.

2.4.1 *Objetivo general*

Identificar el efecto del polvo del frutipan (*Artocarpus altilis*) en la formulación de una salchicha tipo frankfurt.

2.4.2 *Objetivos específicos:*

- Evaluar la capacidad antioxidante y funcional del polvo obtenido a partir de la semilla de frutipan.
- Desarrollar formulaciones de la salchicha tipo frankfurt mediante la incorporación de polvo de frutipan a diferentes porcentajes, temperatura y tiempo de cocción.
- Evaluar las propiedades funcionales, bromatológicas y sensoriales de la salchicha tipo frankfurt para determinar el mejor tratamiento.
- Evaluar la vida útil de la salchicha tipo frankfurt mediante análisis microbiológicos del mejor tratamiento.
- Evaluar costos de producción del mejor tratamiento.

2.5 Actividades y tareas en relación con los objetivos planteados.

Tabla 1

Cuadro de actividades

| Objetivo | Actividad | Metodología | Resultado |
|---|--|---|--|
| -Evaluar la capacidad antioxidante funcional del polvo obtenido a partir de la semilla de frutipan. | -Analizar la capacidad antioxidante y funcional. | Capacidad antioxidante - ABTS Análisis funcionales -Capacidad de retención de agua -Capacidad emulsificante -Capacidad gelificante | Registros de análisis y discusiones de resultados de la capacidad antioxidante: tabla 13 , retención de agua: tabla 14 , capacidad emulsificante: tabla 15 , capacidad gelificante: tabla 16 . |
| -Desarrollar formulaciones de la salchicha tipo frankfurt mediante la incorporación de polvo de frutipan a diferentes porcentajes, temperatura y tiempo de cocción. | - Diseño de diferentes formulaciones de salchicha con variación en la proporción de polvo de frutipan. -Cocinar las salchichas con diferentes combinaciones de temperatura. | -Diseño experimental: DBCA en arreglo factorial A*B | Registro de los 6 tratamientos realizados ver en: tabla 11 . |
| -Evaluar las propiedades funcionales, bromatológicas y sensoriales de la salchicha tipo frankfurt para determinar el mejor tratamiento. | -Evaluación de análisis funcionales y bromatológicos de las salchichas. -Realizar un análisis sensorial de las salchichas | Análisis funcionales -Capacidad de retención de agua -Capacidad emulsificante -Capacidad gelificante -Humedad Análisis bromatológicos INEN 1338-96 -Grasa total -Cenizas Análisis sensoriales -Evaluar atributos como: sabor, olor, textura y color | Análisis funcionales de la capacidad de retención de agua: tabla 18; tabla 19; tabla 20; tabla 21; tabla 22 y grafico 1 . Análisis de la capacidad emulsificante: tabla 23; tabla 24; tabla 25 y grafico 2 . Análisis de la capacidad gelificante: tabla 16; tabla 27; tabla 28; tabla 29 y grafico 3 . Análisis de la humedad: tabla 30; tabla 31; tabla 32 y grafico 4 . Análisis bromatológicos de la salchicha Análisis de grasa total: tabla 33; tabla 34; tabla35; tabla 36 y grafico 5 . Análisis de cenizas: tabla 37; tabla 38; tabla 39; tabla 40 y grafico 6 Análisis sensoriales Olor: tabla 41; tabla 42 y grafico 7 . |

| | | | |
|---|---|---|--|
| | | | Color: tabla 43; tabla 44; tabla 45 y grafico 8. Sabor: tabla 46; tabla47; tabla 48 y grafico 9. Textura: tabla 49; tabla 50 y grafico 10 |
| -Evaluar la vida útil de la salchicha tipo frankfurt mediante análisis microbiológicos del mejor tratamiento. | -Realizar análisis de vida útil mediante los análisis microbiológicos al mejor tratamiento. | Vida útil Análisis Microbiológico (días 1,7,14 y 21) -Análisis Microbiológico -Coliformes Totales AOAC 991.14 -E. Coli AOAC 991.14 -Aerobios Mesófilos AOAC.2003.9 -Aerobios Mesófilos AOAC.2003.9 -Mohos y levaduras AOAC 975.55 | Resultado del análisis de vida útil al mejor tratamiento: tabla 53. |
| -Evaluar costos de producción del mejor tratamiento. | Realizar el análisis de costo de producción del mejor tratamiento. | Costos -Materia prima, energía, empaque, mano de obra -Costos de análisis de laboratorio -Cálculo de costo por unidad | Registro de costos de producción al mejor tratamiento: tabla 60. |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

2.6 Fundamentación teórica o Marco referencial.

2.6.1 *Marco Teórico*

2.6.1.1 *Antecedentes*

Según (Fernández & Oto, 2025) finalmente, se presenta la investigación realizada que se centra en análisis fisicoquímicos y organolépticos del frutipán (*Artocarpus altilis*) para su utilización en panadería y galletería. El objetivo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del polvo obtenido del frutipán (*Artocarpus altilis*), a través de la recolección de documentos que analizan el uso de este insumo en la producción de productos de panadería y galletería

En la investigación realizada por (Cengiz & Gokoglu, 2007), en donde la retención de agua es la relación de agua que se mantiene en la salchicha y el contenido de humedad inicial se llama capacidad de retención de agua; por lo tanto, un porcentaje elevado significa una menor liberación de agua, el método de CRA aplicado en la salchicha varió entre un 63,99 % y un 91,01 % y su capacidad emulsificante mostró un valor de 85,2%.

Según (R. Lopez, 2017), señala que una salchicha de tipo Frankfurt, con la adición del 3 % de harina de chocho, presento una humedad del 63,10 %. Este valor equivale al volumen de agua que permanece en la matriz de la salchicha tipo frankfurt después de ser procesado con la harina de chocho.

Como afirma (Hernández, 2025), cuando le incorporan el 5% es harina de quinua a la salchicha tipo frankfurt de pollo, se obtiene el porcentaje más alto de ceniza 3,58%, mientras que cuando el 15% es harina de quinua, se obtiene la cifra más baja 3,32%.

En lo que se refiere al contenido de grasa de las salchichas con la adición de harina de *Lens culinaris*, la cantidad hallada estaba en los límites reportados por otros autores como Hardy, Dzudie y Scher, resaltando con un valor de 16,13% de contenido de grasa total (Torres et al., 2016).

2.6.1.2 Origen de la materia prima frutipan

El frutipan proviene de una región que se extiende desde Nueva Guinea, incluso hasta la Micronesia occidental, ha sido ampliamente reconocida por las migraciones de hawaianos y polinesios en el área del Pacífico 21 (Huillcas, 2022).

El frutipan (*Artocarpus altilis*) se desarrolla en gran cantidad, es nativo de Oceanía, es una planta que se adapta con facilidad y no demanda muchos cuidados, se encuentra en regiones tropicales de Ecuador, y su producción de frutos es también copiosa, sin embargo, su utilización es bastante escasa, ya que solo se emplea o se ha utilizado desde siempre de manera doméstica (Garcia, 2024).

2.6.1.3 Taxonomía del frutipan

Tabla 2

Clasificación taxonómica de la fruta

| Reino | Plantae phylum |
|-------------------|--|
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsidae |
| Subclase | Hamadelidae |
| Orden | Urticales |
| Familia | Moraceae |
| Género | Artocarpus |
| Especie | Foetidum |
| Nombre Científico | A. altilis |
| Nombre Común | Breadfruit (ingles), árbol de pan fruta de pan (español). |

Fuente: (Nieto, 2022).

2.6.1.4 Descripción botánica

El árbol de pan se distingue por tener un tronco recto y de crecimiento veloz, el cual alcanza los 26 m de altura, frecuentemente con un tronco de 6 m, y de 0.6-1.8 m de ancho que en ocasiones se extiende hacia los lados desde su base, aunque hay algunas variedades que nunca superan un cuarto o un medio, de estas medidas. Se la considera una especie densa ya que muestra varias ramas, unas robustas, con abundante follaje, otras largas y delgadas con el follaje concentrado solo en las extremidades (Yaguache, 2021).

La descripción botánica principales son: frutos, hojas, semillas y flores.

- **Frutos**

Los frutos tienen una forma cilíndrica, ovalada u oblonga, y su piel presenta un color verde y amarillo verdoso, cubierta de espinas, con un diámetro que varía entre 10 y 30 cm y un peso promedio de 1,5 kg. En el interior de la fruta se encuentra una pulpa blanca compuesta por varias semillas de color marrón o café claro, con una forma que oscila entre redonda y aplanada. El 49% del peso total de la fruta corresponde a las semillas, el 21% a la carne, el 21% a la cáscara y el 9% al centro (Vásquez, 2024).

- **Hojas**

Poseen lóbulos que alcanzan la zona media situada entre el borde de la hoja y el nervio central. Hay hojas jóvenes que pueden llegar a medir 80 cm de longitud; sin embargo, su tamaño medio es de 55 * 35 cm y muestran vellosidades en las nervaduras en su parte superior (Bastidas, 2017).

- **Semillas**

Las semillas son el elemento de la fruta más empleado, por lo general se cocinan, tuestan y procesan para la producción de harina en la elaboración de pan de manera artesanal. Las semillas tienen una forma convexa que mide 3,5 * 2,5 centímetros y pesando alrededor de 8 a 10 g (Saltos, 2024).

- **Flores**

Posee flores monoicas, en su planta hay flores femeninas y masculinas simultáneamente, las flores masculinas se distinguen de las femeninas por tener espigas con una forma particular. Cilíndricas de 12 a 40 cm de longitud y un diámetro de 2.5 a 5 cm, con un tono amarillento, además tienen un cáliz de dos segmentos. En cambio, las flores hembra tienen un tamaño de 6 a 7 cm de longitud y un diámetro de 4cm, y estas tienen un cáliz tubular en forma cónica y un pistilo con un ovario (Rodríguez, 2022).

2.6.1.5 Composición nutricional de la harina de frutipan

La frutipan posee un alto contenido de carbohidratos, proteínas, lípidos y agua, lo que la convierte en un alimento lleno de nutrientes. Convertida en una de las frutas carnosas con más aporte energético; además, ofrece una presentación atractiva de contenido energético y otros micronutrientes tales como: vitamina C, potasio, calcio, fósforo, hierro y las vitaminas del complejo alimentario (Egas, 2024).

En la (Tabla 3) se describe la composición nutricional por cada 100g de la parte comestible de la fruta de pan (*Artocárpeas altilis*).

Tabla 3

Composición nutricional del frutipan

| Componentes | Semilla cruda | Semillas cocinadas |
|--------------------|----------------------|---------------------------|
| Agua% | 63,8 – 71,3 | 67,3 – 71,3 |
| Proteína (g) | 3,8 | 0,95 – 1,2 |
| Carbohidratos (g) | 77,3 | 24 – 30,3 |
| Grasa (g) | 0,71 | 0,24 |
| Fibra (g) | 1,8 | -- |
| Ceniza (g) | 0,8 | -- |
| Calcio (mg) | 24 | 12,1 – 21,1 |
| Potasio (mg) | 352 | -- |
| Fósforo (mg) | 90 | 27,3 – 37,9 |
| Hierro (mg) | 0,96 | 0,27 – 0,49 |
| Sodio (mg) | 7,1 | -- |
| Vitaminas B1 (mg) | 0,07 – 0,12 | 0,08 |
| Vitamina B2(mg) | 0,2 | 0,05 – 0,07 |
| Vitamina B3(mg) | 2,4 | 0,62 – 0,74 |
| Vitamina C | 22,7 | 2,9 – 3,2 |

Fuente:(Fernández & Oto, 2025)

2.6.1.6 Vinculación de harina de frutipan en otros productos

El frutipan (*Artocarpus altilis*) ha cobrado relevancia en el sector de dulces, debido a su adaptabilidad y gran valor nutricional, siendo apreciada por su sabor distintivo y sus aportes a la salud. Proporcionando una mezcla singular de sabor, consistencia y beneficios nutricionales. Su adaptabilidad y su capacidad para la innovación convierten a la fruta de pan en un componente prometedor para el desarrollo de nuevos productos y la diversificación en el mercado de golosinas. Se destaca por su rico aporte de nutrientes, tales como carbohidratos, fibra, vitaminas en la industria de los dulces son muy variada y comprende una extensa variedad de artículos, desde dulces y chocolates hasta artículos de repostería y panadería (Castro, 2024).

2.6.1.7 Variedades

El frutipan (*Artocarpus altilis*) muestra una considerable diversidad morfológica y genética, con más de 200 variedades reconocidas en las islas del Pacífico. Se dividen en tipos sin semillas (triploides) y tipos con semillas (diploides e híbridos). Las variedades sin semillas son las más frecuentes en áreas como Polinesia y Micronesia, y se reproducen vegetativamente a través de brotes radiculares. Tienen una pulpa más generosa, una textura suave y son perfectas para la elaboración industrial y el consumo inmediato. Asimismo, las variedades con semillas, frecuentemente híbridos entre *A. altilis* y *A. mariannensis*, son comunes en regiones como Palau y las Islas Marianas. A pesar de su menor uso en el comercio, estas variedades tienen un alto valor para la conservación genética y la adaptación a condiciones difíciles, como suelos pobres o salinos (Thomson et al., 2024).

2.6.1.8 Importancia de las propiedades funcionales

La harina de árbol del pan nativo mostró un alto porcentaje de almidón (66,59 % - 73,39 % en materia seca) y una mejor capacidad para retener agua/aceite que las harinas (Huang, 2020).

En una investigación realizada por (Słota et al., 2025), indican que la capacidad gelificante y la resistencia del gel se incrementan significativamente al aumentar el contenido de harina de árbol del pan. Al añadir un 12% y un 16%, respectivamente, se evidencian variaciones significativas en las propiedades texturales, que dependen de la concentración.

En un estudio realizado por (Lopez & Gómez, 2017), en donde se observó que la harina de frutipan (*Artocarpus altilis*) presento un contenido de humedad de 10,77%. Asimismo, como su contenido de grasa total con un valor de 6,19%.

La investigación realizada por (Capúz & Pilamala, 2015), en la cual el contenido de cenizas para el producto obtenido a partir de salchicha fue de 3,82%, su enfocó en el aprovechamiento de harina de amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) como alternativa , para el enriquecimiento nutritivo de una salchicha escaldada en el cual

2.6.1.9 Historia de la salchicha

La historia dice que las salchichas fueron elaboradas hace unos 5000 años por los pobladores del sureste asiático, además, la primera mención histórica fue la del griego Homero en “Odisea”, que data de 900 A.C. (Ruiz, 2021).

Las salchichas tipo Frankfurt, uno de los embutidos más conocidos a nivel mundial, tienen su origen en Alemania y han evolucionado tecnológicamente hasta convertirse en productos estandarizados dentro de la industria cárnica moderna. Su elaboración incluye procesos de picado, emulsificación, embutido, cocción y ahumado, los cuales han sido perfeccionados para garantizar calidad, inocuidad y aceptación sensorial (Carballo, 2021).

2.6.1.10 Elaboración de salchichas

La producción de salchichas se lleva a cabo siguiendo un procedimiento estándar, la formulación se fundamentó en una combinación de carne de res, carne de cerdo, grasa dorsal de cerdo, harina, aderezos y especias, además se utilizó sal, nitrito de sodio y polifosfatos.

Para hacer la emulsión se trituraron las carnes y la grasa en una picadora, se unificó la mezcla en un cortador junto con los otros ingredientes durante un periodo de 10 minutos para alcanzar una mezcla uniforme. La carne se introdujo en un intestino artificial de 16 mm de diámetro y cada parte tiene una longitud de cerca de 15 cm. Más tarde se hirvieron en agua a una temperatura de 80-84 °C por aproximadamente 20 minutos (hasta que el interior del producto llegó a 73 °C), finalmente se refrigeraron y se guardaron a 4 °C hasta su posterior evaluación (Chacón, 2023).

- **Salchicha frankfurt**

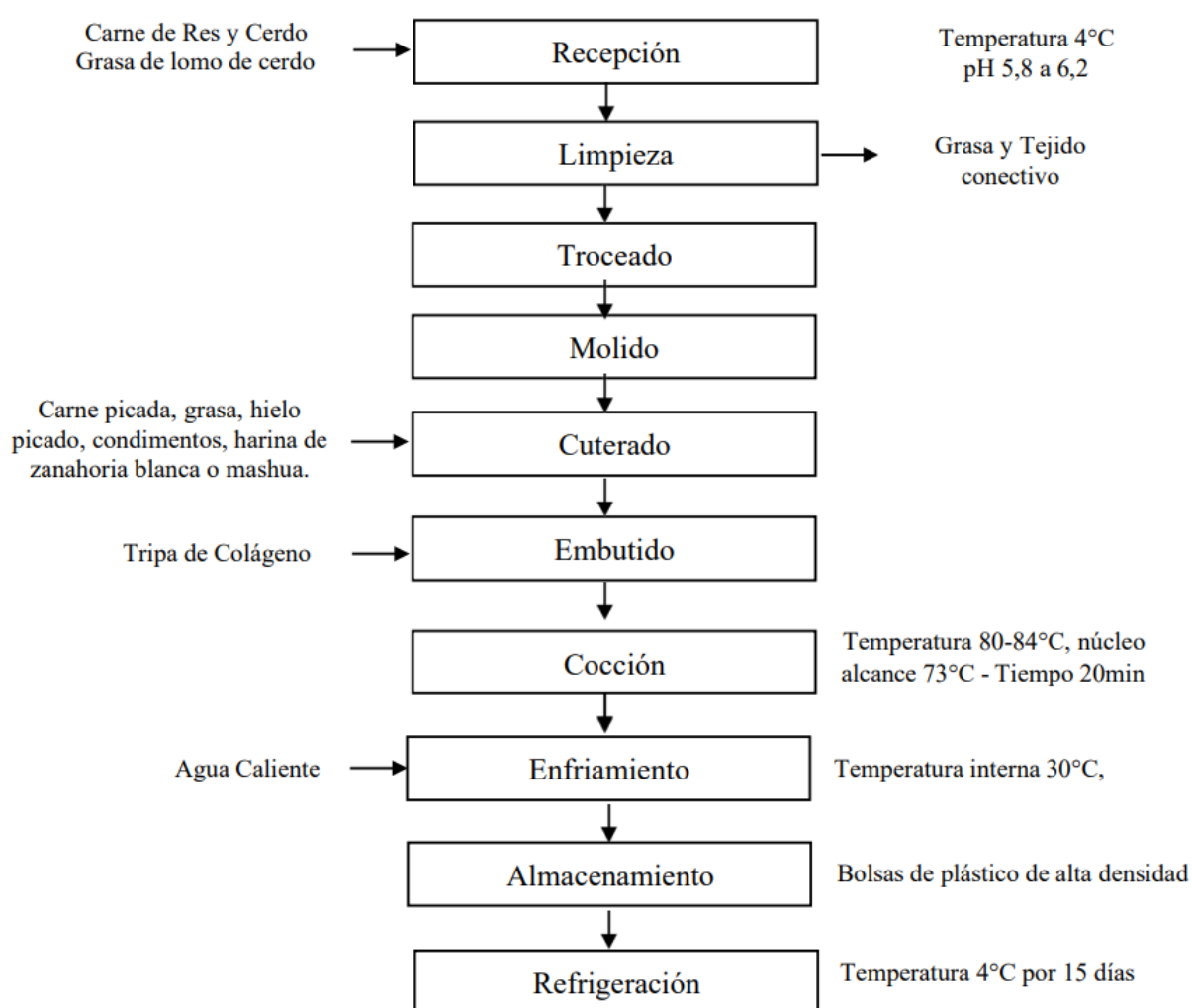
La salchicha frankfurt, conocida igualmente como hot dog o frankfurter, es un embutido procedente de frankfurt, Alemania. Se distingue por estar confeccionada principalmente con carne de cerdo, acompañada de especias como sal, pimienta, nuez moscada y cilantro. y ajo. Esta mezcla de componentes se emulsiona cuidadosamente para garantizar una distribución uniforme, dando como resultado una mezcla homogénea que se coloca en tripas naturales o artificiales, obteniendo de este modo su forma distintiva (Pérez, 2024).

- **Preparación de una salchicha tipo frankfurt**

Las salchichas tipo Frankfurt se elaboraron mediante un método convencional de emulsión cárnica. La formulación incluyó carne de res y cerdo, grasa de lomo porcino, hielo, harina de trigo, sal, nitrito de sodio, polifosfatos, ácido ascórbico y especias (Bejarano, 2023).

Ilustración 1

Diagrama de flujo para la elaboración de embutidos



Fuente: (Bejarano, 2023).

2.6.1.11 Formulación de la salchicha tipo frankfurt.

En la investigación de (Pozo et al., 2022), para la fase de creación se desarrollaron 3 formulaciones de la salchicha tipo frankfurt, incorporando almidón en 1, 3 y 5 %

y asimismo considerando las cantidades aceptadas según la normativa INEN 1338, de igual manera, se especifica como componentes, cerdo, panceta, tripolifosfato sódico, sal nitrosa, orégano, sal, agua, humo líquido, pimentón, ajo y nuez moscada.

Tabla 4

Formulación de la salchicha

| FORMULACIÓN DE SALCHICHA FRANKFURT (SALCHICHA DE RES) | | | |
|---|--|--|---------------|
| MATERIA PRIMA PARA USARSE | | CANTIDAD | UNIDAD |
| Carne de res | | 7,46668174 | Kg |
| Grasa dorsal | | 3,20000646 | Kg |
| Sal común | | 0,23466714 | Kg |
| Hielo finamente molido | | 3,20000646 | Kg |
| Azúcar | | 0,010666688 | Kg |
| Cebolla en polvo | | 0,003200006 | Kg |
| Mezcla de curación polifosfatos | sal Nitrada 5g/kg de sal común | 0,001173336 | Kg |
| | Fosfatos 0,35% del total de la carne | 0,026133386 | Kg |
| Emulsificante (harina de trigo) 6% del total de la carne | | 0,448000904 | Kg |
| Proteína vegetal 3% del total de la carne y la grasa | | 0,320000646 | Kg |
| TOTAL, DE PESO DE LA PASTA O EMULSIÓN | | 14,91053677 | Kg |
| Condimentos para salchicha Frankfurt, según las especificaciones del proveedor. | 6 g por kg de masa total | 0,089463221 | Kg |
| PESO TOTAL DE PASTA CON CONDIMENTOS ARTIFICIALES | | 14,99999999 | Kg |
| CONDIMENTOS NATURALES | g/kg DE PASTA TOTAL O EMULSIÓN | EN 14.9105368 Kg DE PASTA TOTAL | UNIDAD |
| Pimienta negra 3 g por kg de pasta total | 3 | 0,04473161 | Kg |
| Ajo 1.5 g por kg de pasta total | 1,5 | 0,022365805 | Kg |
| Coriandro 2g por kg de pasta total | 2 | 0,029821074 | Kg |
| Mostaza 3g por kg total de pasta | 3 | 0,04473161 | Kg |
| PESO TOTAL DE CONDIMENTOS NATURALES | | 0,141650099 | Kg |
| PESO TOTAL DE PASTA CON CONDIMENTOS NATURALES | | 15.05218687 | Kg |

Fuente: (Godoy, 2015).

- **Carne de pollo**

Posee un aporte nutricional que ofrece a la alimentación humana, tiene un papel crucial en la dieta cotidiana; sin embargo. Con el paso de los años, la carne de pollo se ha convertido en la proteína principal de muchas dietas, posee un 20% de proteína y su porcentaje de grasa es uno de los más bajos de todas las carnes de origen animal; se destaca por su aporte de ácido fólico, vitamina B3, así como por otras vitaminas y minerales (Quintana et al., 2023).

- **Agua**

Es el recurso vital para la existencia de la vida en nuestro planeta (Jurado & Yzarra, 2021).

- **Sal**

En el pasado, la sal se obtenía del agua de mar y podía tener hasta un 3% de humedad. un 2,5% de distintas sales que no son cloruro de sodio, como cloruro de magnesio, cloruro de calcio, sodio sulfato, magnesio sulfato, calcio sulfato y trazas de bromo, boro, yodo y litio (Scaramella, 2020).

- **Emulsiones y estabilizantes**

Estas sustancias son responsables de preservar las propiedades fisicoquímicas de los productos cárnicos, garantizando la homogeneidad en la distribución de componentes que no se combinan fácilmente. En esta categorización, hay aditivos con distintas funciones, como la habilidad de soluble las proteínas miofibrilares que se encuentran en la carne (Flores, 2024).

- **Azúcar**

La sacarosa, conocida como azúcar común, es un disacárido que se forma a partir de los monosacáridos glucosa y fructosa. Este es el edulcorante alimentario más utilizado globalmente, con una producción anual cercana a los 100 millones de toneladas. Extraída principalmente de la caña de azúcar y de la remolacha azucarera, representa una parte significativa de las economías de naciones que llevan a cabo su producción de manera industrial (Flores, 2024).

- **Harina de frutipan**

Es un fruto tropical muy nutritivo y versátil, pero poco utilizado el frutipan se revelan resultados sobresalientes en proteínas, fibra, grasa, vitaminas y minerales (Fernández & Oto, 2025). El polvo de frutipan va a actuar como estabilizante y ayudara en la mejora de textura de la salchicha, en este caso va a remplazar al almidón.

- **Fosfato (trifosfato de sodio)**

El fosfato sódico como aditivo alimentario, cuyo símbolo es E339, se emplea principalmente como regulador ácido, agente de coagulación y prolongador de la vida útil (Poland, 2022).

- **Nitrito de sodio**

Un componente esencial en diversos procedimientos industriales. Es más reconocido por su aplicación como aditivo en carnes y pescados procesados (Pokornik, 2023).

- **Proteína**

Son elementos indispensables para el cuerpo humano y componentes fundamentales de las células. Consisten en secuencias de aminoácidos de longitud variable (Guillén, 2025).

- **Pimienta blanca, Nuez moscada, Ajo en polvo y Pimentón dulce**

Son condimentos que van a aportar aroma y sabor al producto final.

- **Caracterización nutricional de salchichas tipo frankfurt**

La composición nutricional se evaluó en función del contenido de humedad, cenizas, grasas, proteínas y fibra cruda. Para establecer el contenido de humedad y cenizas se utilizó una estufa de secado y una mufla respectivamente, mientras que el análisis de extracto etéreo se llevó a cabo en un extractor de Soxhlet, utilizando una muestra previamente seca. El contenido proteico fue evaluado mediante espectrofotometría a 540 nm utilizando un espectrofotómetro, aplicando el método de Biuret. Por último, el contenido de fibra cruda se determinó por diferencia,

realizándose cada análisis por triplicado con muestra triturada y sin utilizar tripa sintética, al día siguiente de su preparación (Avendaño et al., 2023)

- **Tripas naturales utilizadas en salchicha frankfurt**

Según (Ruiz, 2021), las entrañas naturales y el término sugieren que son confiables para el proceso debido a su procedencia, pero es esencial indicar que si no se limpia de forma correcta puede aparecer en varias ocasiones. Desventajas, una de las más evidentes es la presencia de microorganismos que podrían hallarse en el intestino si no nos higienizamos correctamente tan efectivo como puede dificultar el proceso de conservación del agua Maduración, estos inconvenientes pueden presentarse si no se retira la membrana mucosa intestinos.

- **Vida útil de una salchicha**

La vida útil de las salchichas está estrechamente relacionada con las condiciones de almacenamiento, el tipo de envase y los agentes inhibidores presentes, los cuales retrasan el crecimiento de microorganismos y la oxidación de lípidos que deteriore el producto (Esfandiari et al., 2025).

Salchichas comerciales en refrigeración ≤ 4 °C, sin estar empacadas al vacío según (Servicio de Inspección y Seguridad Alimentaria,):

- Salchichas frescas crudas: 1-2 días en refrigeración
- Salchichas cocidas y precocinadas: 3-7 días en refrigeración
- Salchichas semi-secas/ahumadas: hasta 14-21 días refrigeradas

En el trabajo de investigación de la Universidad Técnica de Ambato sobre salchichas tipo Frankfurt almacenadas en refrigeración (≈ 4 °C), se determinó que la vida útil microbiológica y sensorial del producto fue de aproximadamente 15 días antes de que los recuentos microbianos alcanzaran límites críticos para consumo (Calderón, 2018).

- **Capacidad de retención de agua (CRA) en salchichas**

Capacidad de retención de agua (CRA) esta propiedad influye directamente en la textura, jugosidad, rendimiento y estabilidad del producto final. Según (Samanco

et al., 2021), la capacidad de retención de agua en los productos cárnicos representa la habilidad de la carne para mantener su contenido hídrico durante el procesamiento y cocción, siendo un factor clave en la calidad tecnológica y sensorial del producto.

Asimismo, estudios recientes realizados en la revista de ciencia y tecnología animal señalan que la interacción entre proteínas miofibrilares, agua y grasa determina la retención de agua en productos cárnicos emulsionados. Los polisacáridos vegetales y otros ingredientes funcionales pueden mejorar esta propiedad al formar enlaces con agua y proteínas, aumentando la estabilidad de la emulsión y reduciendo las pérdidas por cocción.

- **Capacidad emulsificante en salchichas**

En productos cárnicos emulsificador como las salchichas, una emulsión estable permite mantener la cohesión del producto durante el tratamiento térmico, mejorando su consistencia y apariencia final (Dautova et al., 2024).

Según (Díaz et al., 2021) en estudios deslizados muestran que la capacidad emulsificante (CE) en salchichas, crucial para estabilizar grasa y agua, varía generalmente entre 50 y 100 ml de aceite por gramo de proteína, dependiendo de la materia prima. La carne de cerdo y pollo ofrece alta CE (aprox. ml/g), mejorada por un pH de 5.4 a 5.8. La grasa dorsal tiene baja capacidad antioxidante.

- **Capacidad gelificante en salchichas**

Una adecuada capacidad gelificante permite obtener salchichas con mayor firmeza, cohesión y resistencia al corte, características deseables en productos cárnicos emulsificador (Dautova et al., 2024).

En un estudio realizado por (Marroquin, 2021), reporta valores de capacidad gelificante en salchichas de carne de pollo : 92,67 % y de carne de pato : 90,00 % ,esto indica que la salchicha de carne de pollo presentó una ligera mayor capacidad gelificante en comparación con la carne de pato, lo que sugiere mejor formación de red proteica y mayor estabilidad estructural en el producto.

- **Humedad en salchichas**

La humedad en salchichas emulsificados debe mantenerse dentro de rangos adecuados para evitar pérdidas por cocción y garantizar la estabilidad del producto durante el almacenamiento (Łepecka et al., 2022).

En un estudio realizado por (Estévez, 2021) revela que la humedad en salchichas frescas y cocidas generalmente oscila entre el 50% y el 74% del peso total, siendo el agua el componente mayoritario. Para salchichas secas y semisecas, el secado se realiza a una humedad relativa de entre 65% y 85% para alcanzar la estabilidad del producto.

- **Grasas totales en salchichas**

Las grasas totales constituyen uno de los componentes fundamentales en la formulación de salchichas, ya que influyen directamente en la textura, jugosidad, sabor y valor energético del producto final. En las salchichas tipo Frankfurt, la grasa actúa como fase dispersa dentro de la emulsión cárnica, permitiendo la formación de una estructura estable y contribuyendo a la aceptabilidad sensorial del producto (Carballo, 2021).

El contenido de grasa puede variar considerablemente dependiendo de la formulación y materias primas utilizadas. Estudios recientes han reportado valores de grasa entre 13 % y 21 % en productos cárnicos procesados, señalando que estos niveles influyen tanto en la calidad nutricional como en la estabilidad del producto durante el almacenamiento (Yazdanparast et al., 2025).

- **Cenizas en salchichas**

El contenido de cenizas en salchichas representa la cantidad total de minerales presentes en el producto, siendo un indicador importante del valor nutricional y de la calidad de las materias primas utilizadas (Sam et al., 2021).

En un estudio realizado por (Estévez, 2021) el contenido de ceniza reportado es de 2,46 %, este valor corresponde al análisis bromatológico de una salchicha . La ceniza representa el contenido total de minerales presentes en la muestra. Un porcentaje de 2,46 % indica una adecuada concentración de sales minerales. Este

parámetro es importante para determinar la calidad nutricional y el cumplimiento normativo del producto.

2.6.2 *Marco Conceptual*

- **Actividad del agua (aw).**

Es un parámetro que revela el agua suelta en un alimento, parámetro clave para el crecimiento microbiano y reacciones químicas impactando la estabilidad la inocuidad y la vida útil de embutidos como la salchicha (Chimbo et al., 2024).

- **Aceptabilidad sensorial**

El grado en que un producto alimenticio es percibido como satisfactorio o apetecible por los consumidores es clave. Ellos evalúan características como el sabor, la textura, el aroma, el color, y la apariencia. Eso es fundamental, para establecer si un ingrediente, tal como la harina de frutipan, alteraría de forma favorable la percepción del cliente (Mongi & Gomezulu, 2022)

- **Aglutinantes**

Son ingredientes, extraídos de animales o plantas, que son añadidos en mezclas cárnicas. Estos ayudan a enlazar y dar firmeza a la unión, mejorando la estructura y reteniendo agua, dando una textura buena al producto final (Chung Nguyen et al., 2026).

- **Almidón**

El almidón se usa mucho en la industria alimentaria, como un espesante y estabilizador, pero tiene problemas técnicos. Entre ellos, no se disuelve bien en agua fría y la cocción le resta viscosidad y capacidad de espesar. Además, se retrograda rápido y no aguanta bien el cizallamiento ni las altas temperaturas (Bühler et al., 2022).

- **Análisis fisicoquímico**

Es la evaluación de las propiedades físicas y químicas de un alimento como el agua, proteína, grasa, cenizas y pH. Con ello se determinará la calidad del producto y

cómo afectan los ingredientes agregados en un alimento procesado (Teixeira et al., 2021).

- **Análisis sensorial**

Un método que emplea los sentidos humanos para evaluar las cualidades organolépticas de un alimento, el objetivo, medir aceptación, preferencias y aspectos cualitativos después de alteraciones en su fórmula (Mongi & Gomezulu, 2022).

- **Artocarpus altilis (Frutipan)**

Una fruta tropical rebosante de almidón y fibra dietética, este polvo o harina sirve como ingrediente esencial en productos comestibles, sus propiedades tecnológicas y nutricionales, de la que benefician a los alimentos (Mehta et al., 2023)

- **Capacidad de retención de agua**

Es una propiedad de la matriz cárnica y de los ingredientes funcionales, es lo que posibilita retener agua durante el procesamiento térmico, esto afectando la jugosidad, la textura, y por supuesto, el rendimiento del producto final (Muchekeza et al., 2021)

- **Cenizas**

Es la fracción inorgánica que se resta después de quemar la materia orgánica por completo, revela la cantidad total de minerales presentes en el alimento (Sholeha & Amertaningtyas, 2024)

- **Emulsión cárnica**

Es una mezcla homogénea de componentes acuosos y lipídicos, afianzados por proteínas, constituye el resultado deseado, una masa uniforme estable, tanto durante la elaboración como en la posterior cocción. Actúa como un sistema donde la grasa se dispersa en una fase acuosa, transformándose mediante tratamiento térmico de un fluido a un sólido gelificado (Romero, 2021).

- **Estabilidad de emulsión**

Es la habilidad de la emulsión cárnica para prevenir la separación de fases agua y grasa al mezclar y aplicar calor mantiene una estructura y textura uniformes (Jung et al., 2022).

- **Gelatinización del almidón**

Es la transformación que se produce, cuando las partículas de almidón absorben agua al aplicar calor. Se hinchan formando una red gelatinosa. Esto, contribuye a la textura y la estabilidad del producto final (Cheng, 2022).

- **Humedad**

La cantidad entera de agua contenida en el producto ,afecta la textura ,la preservación y el cumplimiento de regulaciones de calidad y seguridad alimentaria (Pateiro et al., 2021).

- **Ingrediente funcional**

Un ingrediente comestible, y mucho más que eso, posee talentos tecnológicos extras - piénsese en la mejora de textura o en su aptitud para retener agua -, o incluso ofrece ventajas para la salud (Silva et al., 2024).

- **Inocuidad alimentaria**

Conjunto de prácticas procesos y condiciones que aseguran, que la comida no le haga daño a las personas que consumen el producto final asegurando que el producto es inocuo y es apto para el consumo (Mira, 2025).

- **Perfil sensorial**

Una detallada descripción de las cualidades organolépticas de un alimento, empleando un panel experto en la evaluación del sabor, aroma, textura, y la apariencia del producto final (Carhuancho-Colca et al., 2024).

- **Polifosfatos**

Según Información profesional sobre aditivos E y productos alimenticios, usualmente reconocidos en comidas por el código E452, son sales poliméricas del

ácido fosfórico, formadas por muchas unidades de fosfato unidas entre sí. En la industria alimentaria, se emplean como estabilizadores, emulsionantes, agentes retenedores de humedad y para ajustar la acidez, lo que ayuda a la textura, a la retención de agua y a la calidad de productos cárnicos y procesados (proE.info, 2025).

- **Polvo de frutipan**

Es un ingrediente que se obtiene mediante la deshidratación y molienda del fruto de *Artocarpus altilis*. Este se usa como un componente funcional y extensor en las fórmulas cárnicas. Se empleará para ajustar la textura, para retener agua, mejorar el rendimiento y el valor nutricional (Oluwaseun et al., 2025).

- **Salchicha**

Son todos los productos comestibles hechos total o parcialmente con carne o despojos de especies permitidas por el Código Alimentario, para los cuales la elaboración del embutido necesita crear una emulsión de carne molida combinada con grasa (Gómez, 2022).

- **Salchicha tipo frankfurt**

Las salchichas de estilo frankfurt se elaboraron mediante un proceso tradicional, la receta se basa en carne de cerdo y res, así como grasa de cerdo, hielo, harina de trigo y condimentos, cloruro sódico, nitrito sódico, polifosfatos y ácido ascórbico, ajo, cebolla en polvo, pimienta, nuez moscada (Bejarano, 2023).

- **Tripas**

Ellas son quienes alojan la mezcla de ingredientes, impactando directamente en la maduración del producto, Las tripas naturales, provenientes de animales como cerdos y corderos, son un buen ejemplo de esto. Las tripas artificiales también ofrecen ventajas. Como una vida útil más larga, un calibre uniforme, una gran resistencia contra bacterias y menos chance de romperse. Este tipo de tripas puede crearse a base de colágeno comestible o no, celulosa o plásticos, según se vaya a utilizar (Carrillo & Rocha, 2022).

- **Vida útil**

El período, mientras un producto alimenticio conserva la seguridad alimentaria y calidad sensorial, nutricional y física. Manteniéndose bajo condiciones de almacenamiento correctas es fundamental (Amaral et al., 2025).

2.7 Metodología del Proyecto de investigación

- **Método experimental**

El método experimental es un procedimiento científico que permite evaluar el efecto de una o más variables independientes sobre una variable respuesta, mediante la manipulación controlada de los factores de estudio y la comparación de tratamientos bajo condiciones previamente establecidas. En este contexto, el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) en arreglo factorial (A*B) consiste en agrupar las unidades experimentales en bloques homogéneos para reducir la variabilidad experimental, mientras que el arreglo factorial permite estudiar simultáneamente el efecto individual de cada factor y su posible interacción. La aplicación de dos repeticiones incrementa la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos en el proceso de elaboración de la salchicha tipo Frankfurt.

Según el libro de diseño y análisis de experimentos, el diseño en bloques completamente al azar es apropiado cuando existe una fuente conocida de variabilidad que puede controlarse mediante bloques, y el arreglo factorial permite evaluar de manera eficiente las interacciones entre factores, optimizando el número de tratamientos y mejorando la interpretación estadística de los resultados.

- **Método Inductivo**

Según (López & Jaramillo, 2025), en la actualidad, se han conectado diferentes modelos teóricos que se han organizado en enfoques cuantitativos, cualitativos y combinados. La inducción no solo está presente en la investigación; también tiene un impacto significativo en las variadas teorías y modelos educativos que se presentarán a continuación.

En la investigación, este enfoque ayudará a formular hipótesis que se utilizaron para obtener salchichas en la etapa de análisis de los resultados.

- **Método Científico**

El método científico consiste en una serie de características que marcan su enfoque, tales como la imparcialidad, la revisión continua, la adaptación, la verificación, la evaluación pública, el trabajo en equipo, y un enfoque organizado y sistemático, así como la parcialidad en sus resultados o “verdades”. La naturaleza objetiva debe entenderse como la "tendencia del método a ser objetivo, en lugar de ser una garantía total de su logro" (Matas, 2025).

La investigación que se presenta utilizó un método experimental para estudiar las características fisicoquímicas, proximales y microbiológicas de la salchicha, con la meta de comprobar si cumple con la normativa técnica de Ecuador.

2.7.1 *Técnicas de investigación*

- **Observación**

Según el autor (Sánchez et al., 2021), señala que, como investigadores, es importante que se tenga cuidado y registremos todo lo que indique significativo. El formato puede ser tan simple como una hoja dividida en dos, donde un lado se usa para notas descriptivas de lo observado y el otro para las interpretaciones.

El método de observación será una técnica clave en el proceso de elaboración de la salchicha, a través de la observación se detectará las variaciones en la textura durante el proceso de elaboración.

- **Análisis de documentos**

Según (Aranda et al., 2024), El análisis documental consiste en un proceso de generación de conocimiento donde los materiales utilizados son, principalmente, documentos escritos, como artículos, libros, gacetas, revistas, tesis, manuales y diccionarios; originalmente impresos, pero gracias a la tecnología, el análisis documental ha avanzado: actualmente incluye también textos en formato digital o electrónico.

Este método se aplicó en la discusión de los resultados, revisando investigaciones previas, normativa técnica ecuatoriana y datos de experimentos realizados anteriormente.

2.7.2 *Instrumentos de investigación*

- **Fichas de observación**

Según los autores (Huanca et al., 2021), indican que las fichas de observación son herramientas de indagación, análisis y recopilación de datos; relacionado con un propósito particular, donde se definen variables claras. Esta ficha se empleará en las distintas etapas del proceso de elaboración de la salchicha, registrando el porcentaje de harina de frutipan incorporado y la temperatura de cocción utilizada.

- **Ficha de análisis de documentos**

Los autores (Medina et al., 2023), mencionan que la ficha de análisis de documentos es una herramienta esencial para valorar y sintetizar información de textos previamente elaborados. Asimismo, facilita la estructuración y recopilación de datos de manera efectiva, siendo crucial para investigadores, profesionales o estudiantes que desean analizar información pertinente para sus estudios o trabajos.

La ficha de análisis de documentos se empleará para examinar y estructurar la información del documento, la revisión de antecedentes y la justificación del marco teórico con estudios previos, además de analizar artículos científicos.

- **Hoja de cataciones**

Documento en el cual el catador puede poner su valoración en tanto a los parámetros de olor, color, aroma, textura y otros más a un determinado producto.

2.7.3 *Metodología de los análisis realizados en el polvo de frutipan*

- **Metodología para la determinación de ABTS en el polvo de frutipan**

La capacidad antioxidante del polvo de frutipan se midió mediante el método ABTS, que examinó cómo los compuestos antioxidantes del polvo de frutipan podían detener los radicales libres. El reactivo ABTS se preparó mezclando una solución de 7 mM de ABTS con 2,45 mM de persulfato de potasio en un lugar

oscuro durante 12-16 horas a temperatura ambiente. Posteriormente, se diluyó etanol hasta obtener una absorbancia de 734 nm. Los compuestos antioxidantes se extrajeron de la harina con etanol al 80%, y el extracto obtenido fue hecho para reaccionar con ABTS solución durante 6 min. La disminución en la absorbancia se midió a 783nm en un espectrofotómetro, y la actividad antioxidante se cuantificó en equivalentes de Trolox (TE) mediante una curva padrao de Trolox (Re et al., 2021).

- **Metodología para la determinación de retención de agua (CRA)**

Se determinó la capacidad de retención de agua (CRA) del polvo de frutipan mediante el método descrito por (Vásquez, 2021), se pesaron 2,5g de muestra en tubos de centrifugación de 50 ml con tapón de rosca, se añadieron 25 ml de agua destilada y se agitaron durante 5 s para homogenizar la mezcla.. Las muestras se incubaron en un mezclador tipo vortex, agitándolas a los 5,10,15 y 20 min. Inmediatamente después, se centrifugaron a 3000 rpm durante 15 minutos para facilitar la separación de fases. La CRA se calculó con la fórmula propuesta por (Miranda et al., 2022), en la ecuación 1.

Retención de agua

$$CRA(\%) = \frac{W_1}{W_2} \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

W_1 : Peso de residuo (g)

W_2 : Peso de harina (g)

- **Metodología para la determinación de la capacidad emulsificante**

Se determinó la capacidad emulsificante (CE) según el método implementado por (Granda & Alejandro, 2022a). Se mezclaron 1g del polvo de frutipan con 20 ml de agua destilada y se agitaron durante 15 min. Posteriormente se combinaron partes iguales (25 ml cada una) de esta suspensión con aceite de maíz en una licuadora durante 5 min, seguido de centrifugación a 1300 rpm durante 15 min. La CE se calculó mediante la ecuación 2

Capacidad emulsionante

$$CE(\%) = \frac{W_1}{W_2} \times 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

W_1 : Volumen final de la emulsión (ml)

W_2 : Volumen inicial de la emulsión (ml)

Metodología de los análisis realizados en la salchicha

- **Metodología para la determinación de retención de agua (CRA) en la salchicha**

La capacidad de retención de agua (CRA), según lo descrito por (Gamez & Santacruz, 2021). Para ello, se pesaron 2,5 g de salchicha homogeneizada con 8 ml de 0,6 NaCl en tubos de centrifugación las cuales se sometieron a 3,000 rpm durante 15 minutos a 4°C. Tras descartar el sobrenadante, se registró el volumen del sedimento resultante, el mismo que se determinó mediante la ecuación 3.

Retención de agua

$$CRA(\%) = \frac{V_1}{V_2} \times 100 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

V_1 : volumen del gel (ml)

V_2 : volumen muestra (ml)

- **Metodología para la determinación de la capacidad emulsionante en la salchicha**

Se determinó la capacidad emulsificante mediante el método implementado por (Chaparro et al., 2014), donde se pesó 1 g de muestra de salchicha y se homogeneizó con 5 mL de agua destilada y 5 mL de aceite vegetal en un tubo de centrífuga. La mezcla se agitó vigorosamente para formar la emulsión y posteriormente se centrifugó a 3,000 rpm durante 15 minutos. Tras la centrifugación, para calcular se midió la altura de la capa emulsificada y se expresó como un porcentaje respecto a la altura total del contenido del tubo. La capacidad emulsificante se calculó mediante la ecuación 4.

Capacidad emulsionante

$$\text{Actividad emulsificante} = \frac{V_1}{V_2} \times 100 \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

V_1 : volumen de la capa emulsificante (ml)

V_2 : volumen de la emulsión (ml)

- **Metodología para determinar la capacidad gelificante de la salchicha**

Para analizar la capacidad de gelificación de las salchichas mediante centrifugado, se pesaron 2g de muestra homogénea, los cuales se colocaron en un tubo de centrifugación y se mezclaron con 8 ml. La mezcla se homogeneizó en el vórtex durante 30 segundos para garantizar una homogeneización total. La suspensión se mantuvo en reposo durante 10 minutos a temperatura ambiente para facilitar la adecuada hidratación de las proteínas. Luego, los tubos fueron centrifugados a 3000–4000 rpm por 15 minutos a temperatura controlada (4–10 °C) y se retiró el sobrenadante. Para calcular el porcentaje de la capacidad gelificante se determinó mediante la ecuación 5

Capacidad gelificante

$$\text{capacidad gelificante}(\%) = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100 \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

A_1 : agua añadida (ml)

A_2 : agua separada (ml)

- **Metodología para la determinación de humedad de la salchicha**

Según (Carrillo, 2025), la determinación del contenido de humedad se determinó mediante el método gravimétrico. Para ello, se pesaron aproximadamente 5 g de muestra triturada en una cápsula previamente tarada. La cual fue llevada a la estufa a 105 °C durante 4 horas. Posteriormente enfriamos en un desecador durante 30 min y pesada. Para calcular el contenido de humedad se determinó mediante la ecuación 6.

Humedad

$$\text{Humedad}(\%) = \frac{P_i - P_f}{P_i - P_c} \times 100 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

P_i : peso inicial capsula + muestra (g)

P_f : peso final después del secado (g)

P_c : peso capsula vacía (g)

- **Metodología para la determinación de la grasa total de la salchicha**

Preparación de la muestra, muele finamente la salchicha para homogenizarla. Pesa 2 g de muestra en un vaso o tubo de ensayo previamente seco y pesado. Adición del solvente (acetona). Añade 10 mL de acetona. Mezcla bien con una varilla y agita vigorosamente durante 5 minutos, deja reposar la mezcla 10 minutos para que se separen las fases. Filtra la solución (acetona con grasa) en un vaso limpio y seco. Coloca el vaso con el extracto en una placa calefactora o baño María (a 60–70 °C) hasta que el solvente se evapore completamente. Evita el fuego directo, ya que los solventes son inflamables. Lleva el vaso con la grasa a una estufa a 105 °C por 30 minutos para eliminar restos de solvente. Luego enfría en desecador 10 minutos y pesa. Para determinar el contenido de grasa total se determinó mediante la ecuación 7.

Grasas totales

$$\text{Grasas totales (\%)} = \frac{(P_1 - P_2)}{M} \times 100 \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

P_1 = peso del vaso vacío (g)

P_2 = peso del vaso con grasa (g)

M = masa de la muestra (g)

- **Metodología para la determinación de cenizas de la salchicha (método gravimétrico por incineración)**

Para la determinación del contenido de cenizas se realizó mediante el método (AOAC 923.03), en donde se pesaron 5g de muestra en una capsula ya anteriormente tarada, colocamos en una plancha donde la muestra fue carbonizada totalmente. Posteriormente fue colocada en una mufla 550°C durante 5 horas y finalmente lo dejamos enfriar en el desecador y pesamos. Para calcular el porcentaje de cenizas se determinó mediante la ecuación 8.

Cenizas

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{(P_f - P_c)}{P_m} \times 100 \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

P_f : peso de la capsula con cenizas (g).

P_c : peso de la capsula vacía. (g)

P_m : peso de la muestra. (g)

- **Metodología de los análisis sensoriales**

El método de análisis sensorial de las salchichas se realizó a través de hojas de cataciones en donde se evaluaron (olfato, tacto, gusto y vista), estas técnicas implementadas son completamente estandarizadas con el fin de elegir el mejor tratamiento.

- **Metodología de los análisis microbiológicos**

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338, para asegurar la seguridad microbiológica de las salchichas tipo frankfurt, se efectuaron análisis de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella*. Las pruebas establecidas son requeridas para el control microbiológico de productos cárnicos precocidos, como las salchichas frankfurt, garantizando la calidad sanitaria y la seguridad alimentaria de la salchicha.

Tabla 5

Requisitos microbiológicos en muestras unitarias

| REQUISITOS | Maduradas Máx.UFC/g | Crudas Máx.UFC/g | Escaldadas Máx.UFC/g | Cocidas Máx.UFC/g | Método de ensayo |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| Enterobacteriaceae | 1,0 x 10 ³ | 1,0 x 10 ² | 1,0 x 10 ¹ | - | |
| <i>Escherichia coli</i> ** | 1,0 x 10 ² | 3,0 x 10 ² | 1,0 x 10 ¹ | <3 * | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 1,0 10 ² | 1,0 x 10 ³ | 1,0 x 10 ² | 1,0 x 10 ² | NTE INEN 1529 |
| <i>Clostridium perfringens</i> | 1,0 10 ³ | - | - | - | |
| <i>Salmonella</i> | aus/25 g | aus/25g | aus/25g | aus/25g | |

Fuente :(INEN 1338.doc)

2.7.4 *Materia prima, equipos y metodología para la elaboración de una*

salchicha tipo frankfurt

MATERIA PRIMA

- Carne de pollo
- Grasa de cerdo
- Polvo de Frutipan
- Hielo triturado
- Proteína
- Almidón de yuca

ADITIVOS

- Nitrito de sodio
- Fosfato
- Dextrosa

CONDIMENTOS Y ESPECIAS

- Pimienta blanca molida
- Nuez moscada
- Ajo en polvo
- Pimentón dulce
- Sal

EQUIPOS

Los equipos utilizados para la presente investigación son equipos que se están disponibles en el laboratorio de carnis de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Molino de carne
- Cutter
- Embutidora
- Marmita de cocción
- Cámara de refrigeración o congelador
- Termómetro digital
- Picadora de hielo
- Balanza gramera
- Balanza analítica

2.7.5 Descripción del método de la elaboración de una salchicha tipo

frankfurt con la adición de polvo de frutipan

- **Recepción de la materia prima:** Durante la recepción de la materia prima (carne de pollo, grasa de cerdo), se procedió a retirar ligamentos, cartílago y huesos, en donde se verifica su optimo estado, asegurando la inocuidad durante el proceso de elaboración de la salchicha tipo Frankfurt

- **Pesado:** Empleamos la balanza gramera para pesar la carne de pollo, la grasa de cerdo y el hielo, incluso el polvo de frutipan. Por lo contrario, los condimentos y aditivos fueron pesados en la balanza analítica, con el fin de obtener el porcentaje exacto necesario para la formulación de la salchicha tipo Frankfurt.

Ilustración 2
Pesado de ingredientes



Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

- **Picado:** Cortamos la carne de pollo y la grasa en trozos pequeños, para procesarlas posteriormente en un molino de carne.

Ilustración 3
Picado de carne y grasa



Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

- **Mezclado:** Integramos la masa molida de carne y grasa de cerdo en el cutter, juntamente con el polvo de frutipan, los condimentos, los aditivos y el hielo, hasta obtener una mezcla homogénea

Ilustración 4
Emulsión



Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

- **Embutido:** La masa homogénea del Cutter se transfirió a la embutidora semiautomática, utilizando una tripa sintética de 17 mm de calibre, tras haber retirado antes todo el aire presente en el cilindro, se obtendrá un embutido homogéneo.

Ilustración 5
Embutido



Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

- **Escaldado o cocción:** Las salchichas se sometieron a un proceso de escaldado, donde fueron colocadas en una marmita a una a una temperatura

de 72 y 80°C, durante un periodo de 37 y 20 minutos. Hasta que la salchicha llegue interiormente a 70 °C.

Ilustración 6
Escaldado o cocción



Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

- **Choque térmico:** Las salchichas se colocaron en una tina a una temperatura de 0 a 6 °C, por 10 minutos, logando así el enfriamiento rápido y necesario para estabilizar la estructura de la salchicha,

Ilustración 7
Choque térmico

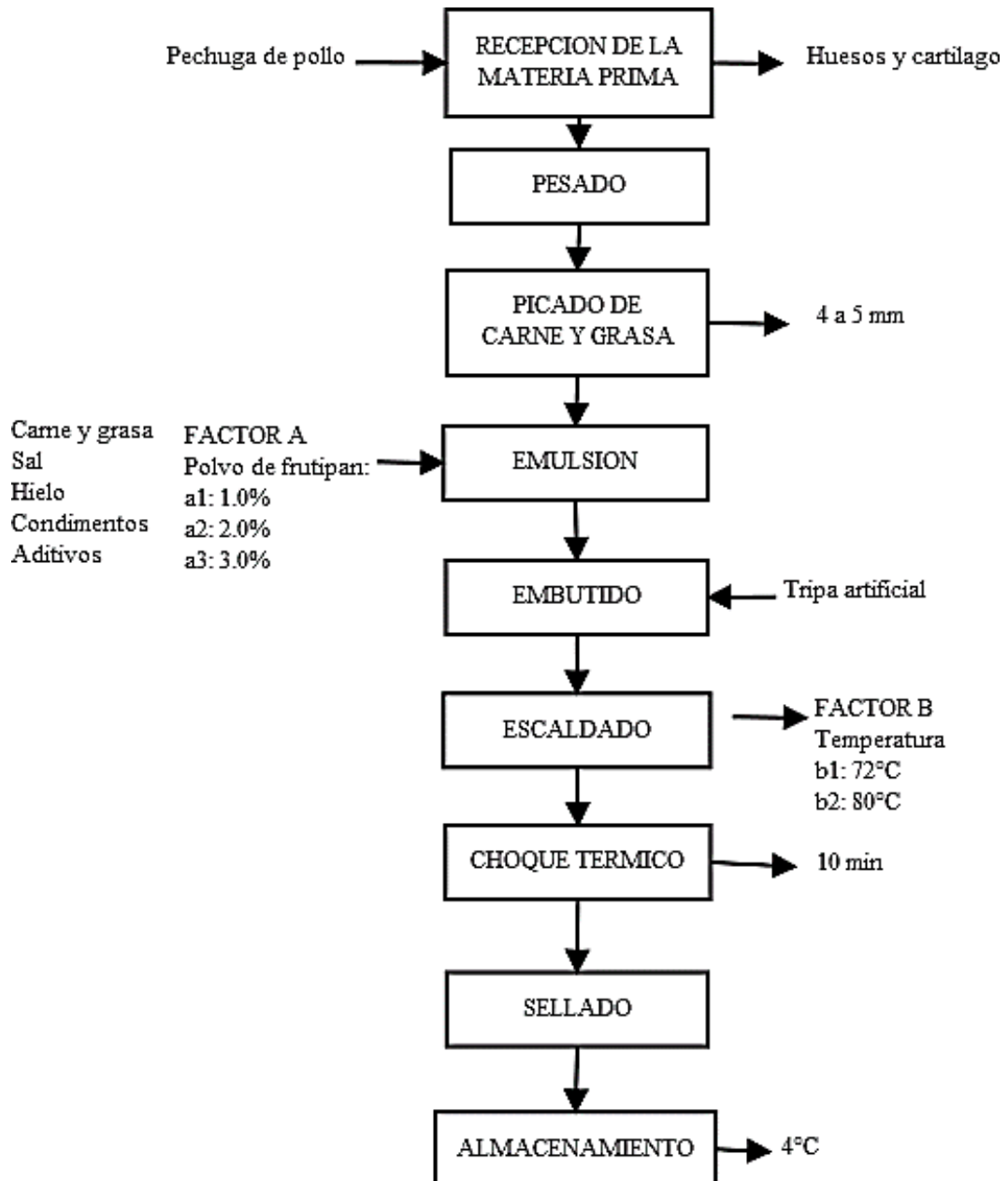


Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

- **Empaque al vacío o sellado:** Las salchichas fueron cortadas por unidades teniendo cuidado de no romper la tripa artificial en los extremos, colocándolas en las fundas y selladas al vacío, con el fin de conservar la calidad de la salchicha.
- **Almacenamiento:** las salchichas de almacenaron en refrigeración a temperatura s de 4 a 6°C, manteniendo así sus condiciones óptimas de calidad para el consumo.

Ilustración 8

Diagrama de flujo de la elaboración de la salchicha tipo frankfurt con la adición de polvo de frutipan a diferentes porcentaje y temperaturas de cocción.



Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

2.7.6 *Formulación*

En la tabla 6 se muestran las formulaciones con 3 porcentajes de polvo de frutipan (1,2,3%), donde varían las temperaturas y el tiempo de cocción (72 °C *36 min y a 80°C*20)

Tabla 6

*Tratamientos de la salchicha tipo Frankfurt a 72°C *36 min y a 80°C*20*

| Ingrediente | TRATAMIENTOS | | | | | |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Cantidad | (%) | Cantidad | (%) | Cantidad | (%) |
| | (g) | | (g) | | (g) | |
| | 1 tratamiento | | 2 tratamiento | | 3 tratamiento | |
| Carne de pollo | 600 | 60,00 | 600 | 60,00 | 600 | 60,00 |
| Grasa de cerdo | 150 | 15,00 | 150 | 15,00 | 150 | 15,00 |
| Hielo | 160 | 16,00 | 160 | 16,00 | 160 | 16,00 |
| Sal común | 18 | 1,80 | 18 | 1,80 | 18 | 1,80 |
| Fosfato | 3 | 0,30 | 3 | 0,30 | 3 | 0,30 |
| Nitrito de sodio | 0,5 | 0,05 | 0,5 | 0,05 | 0,5 | 0,05 |
| Dextrosa | 5 | 0,50 | 5 | 0,50 | 5 | 0,50 |
| Proteína de soya | 30 | 3,00 | 30 | 3,00 | 30 | 3,00 |
| Almidón de yuca | 20 | 2,00 | 10 | 1,00 | 0 | 0,00 |
| Polvo de frutipan | 10 | 1,00 | 20 | 2,00 | 30 | 3,00 |
| Condimentos (mezcla Frankfurt): | | | | | | |
| Pimienta blanca | 1 | 0,10 | 1 | 0,10 | 1 | 0,10 |
| Nuez moscada | 0,5 | 0,05 | 0,5 | 0,05 | 0,5 | 0,05 |
| Ajo en polvo | 1 | 0,10 | 1 | 0,10 | 1 | 0,10 |
| Pimentón dulce | 1 | 0,10 | 1 | 0,10 | 1 | 0,10 |
| Total | 1000 | 100,00 | 1000 | 100,00 | 1000 | 100,00 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

2.8 Hipótesis o preguntas científicas.

2.8.1 *Hipótesis nula*

Ho: La concentración del polvo de frutipan, la temperatura y tiempo de cocción no influye significativamente en el efecto de las propiedades funcionales, bromatológicas y sensoriales de la salchicha tipo frankfurt.

2.8.2 *Hipótesis alternativa*

H1: La concentración del polvo de frutipan, la temperatura y tiempo de cocción influye significativamente en el efecto de las propiedades funcionales, bromatológicas y sensoriales de la salchicha tipo frankfurt.

Validación: Mediante los resultados obtenidos de los análisis permitieron validar la hipótesis alternativa, evidenciando que el porcentaje de polvo de frutipan y la temperatura influyeron significativamente en las propiedades funcionales, bromatológicas y sensoriales de las salchichas tipo frankfurt, el polvo de frutipan influyo en la capacidad de retención de agua, la capacidad emulsificante y la capacidad gelificante. Asimismo, se evidencio una reducción de grasas totales y una humedad adecuada. En el caso de los análisis sensoriales las salchichas obtuvieron una mayor puntuación en la textura, jugosidad y aceptabilidad frente al testigo, estos resultados confirman que la adición de polvo de frutipan y la temperatura de cocción influye directamente en la salchicha tipo frankfurt.

2.9 Diseño experimental.

El diseño experimental usada en la presente investigación es un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial (A*B) con 2 repeticiones para el proceso de obtención de una salchicha tipo frankfurt cuyos porcentajes fueron considerados de la investigación de (Pozo et al., 2022), para la fase de creación se desarrollaron 3 formulaciones de la salchicha tipo frankfurt, incorporando almidón en 1, 3 y 5 % cuyos resultados fueron satisfactorios en su totalidad hasta el 3%.

Tabla 7

Factores de estudio

| Factor | Descripción | Nivel |
|----------|---|--|
| Factor A | Porcentaje de sustitución del almidón de yuca por polvo de frutipan | a ₁ : 1% de polvo de frutipan a ₂ : 2% de polvo de frutipan a ₃ : 3% de polvo de frutipan |
| Factor B | Temperatura y tiempo de cocción de la salchicha | b ₁ : 72 °C *37min b ₂ : 80 °C*20min |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En las Tablas 8 y 9 se presentan los resultados del Análisis de Varianza (ADEVA), una herramienta estadística fundamental en el diseño experimental que permite determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 8*Esquema ADEVA*

| Fuente de variación | Grados de libertad | Fórmula |
|---------------------|--------------------|--------------|
| Repeticiones | 1 | $r - 1$ |
| Factor A | 2 | $(a - 1)$ |
| Factor B | 1 | $(b - 1)$ |
| A*B | 2 | $(a-1)(b-1)$ |
| Error experimental | 6 | $a*b(r-1)$ |
| Total | 11 | $A*b*r-1$ |

Nota: Factor A: % del polvo de Frutipan, Factor B: Temperatura de cocción, r: Repeticiones.

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

Tabla 9*Análisis de varianza del análisis sensorial*

| Fuente de variación | Grados de libertad | Fórmula |
|---------------------|--------------------|--------------|
| Repeticiones | 1 | $r - 1$ |
| A*B | 2 | $(a-1)(b-1)$ |
| Error experimental | 6 | $a*b(r-1)$ |
| Total | 11 | $A*b*r-1$ |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 10 se presentan los seis tratamientos obtenidos a partir de la combinación de los factores en estudio, correspondientes a los diferentes niveles de porcentaje de polvo de frutipan y temperaturas de cocción evaluadas. Cada tratamiento posee dos repeticiones, con el fin de reducir el error experimental y aumentar la confiabilidad de los resultados. De esta manera, se obtuvo un total de 12 unidades experimentales.

Tabla 10*Codificaciones de los tratamientos*

| Repeticiones | Tratamientos | Código | Combinaciones |
|--------------|----------------|-------------------------------|------------------------------------|
| I | t ₁ | a ₁ b ₁ | 1% Polvo de frutipan, 72 °C*37min |
| | t ₂ | a ₂ b ₁ | 2% Polvo de frutipan ,72 °C *37min |
| | t ₃ | a ₃ b ₁ | 3% Polvo de frutipan ,72 °C*37min |
| | t ₄ | a ₁ b ₂ | 1% Polvo de frutipan, 80 °C *20min |
| | t ₅ | a ₂ b ₂ | 2% Polvo de frutipan, 80 °C* 20min |
| | t ₆ | a ₃ b ₂ | 3% Polvo de frutipan, 80 °C*20min |
| II | t ₁ | a ₂ b ₂ | 2% Polvo de frutipan, 80 °C *20min |
| | t ₂ | a ₃ b ₁ | 3% Polvo de frutipan ,72 °C*37min |
| | t ₃ | a ₃ b ₂ | 3% Polvo de frutipan, 80 °C *20min |
| | t ₄ | a ₁ b ₁ | 1% Polvo de frutipan, 72 °C*37min |
| | t ₅ | a ₁ b ₂ | 1% Polvo de frutipan, 80 °C *20min |
| | t ₆ | a ₂ b ₁ | 2% Polvo de frutipan ,72 °C*37min |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 11 se presentan de manera estructurada las variables consideradas en la investigación, diferenciando las variables independientes y dependientes, junto con sus respectivos indicadores y métodos de medición.

Tabla 11

Operacionalización de variables

| TIPOS DE VARIABLES | | INDICADORES | MEDICIÓN |
|--|--|--|----------|
| VARIABLE DEPENDIENTE | VARIABLE INDEPENDIENTE | | |
| Efecto del polvo de frutipan (<i>Artocarpus Altilis</i>) en la formulación de una salchicha tipo frankfurt | Factor A: % del polvo de frutipan | Capacidad de retención de agua | % |
| | a ₁ : 1% de polvo de frutipan | Capacidad emulsificante | % |
| | a ₂ : 2% de polvo de frutipan | Capacidad gelificante | % |
| | a ₃ : 3% de polvo de frutipan | Grasa total | % |
| | | Cenizas | % |
| | | Atributo olor | - |
| | | Atributo color | - |
| | | Atributo sabor | - |
| | | Atributo textura | - |
| | | Factor B: Temperatura y tiempo de cocción | |
| | b ₁ : 72 °C* 37min | | |
| | b ₂ : 80 °C *20min | | |
| Análisis del mejor tratamiento | | | |
| | | INDICADORES | MEDICIÓN |
| | | Análisis Microbiológico | UFC/g |
| | | Coliformes Totales | UFC/g |
| | | E. Coli | UFC/g |
| | | Aerobios Mesófilos | UFC/g |
| | | Mohos y levaduras | UFC/g |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

2.10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

2.10.1 *Evaluación de la capacidad antioxidante del polvo de frutipan*

(*Artocarpus altilis*)

El polvo de cereza con un alto contenido de capacidad antioxidante al ser adicionado en las salchichas tipo frankfurt aumenta la capacidad antioxidante en la salchicha e reduce la oxidación de lípidos y proteínas. Todos estos resultados indican que el 3% de polvo de cereza no sólo podría garantizar las propiedades fisicoquímicas de las salchichas, sino que también mejora la protección del producto frente al deterioro químico durante el almacenamiento (Gómez et al., 2022).

En la tabla 12 se presenta los resultados obtenidos de la capacidad antioxidante del polvo de frutipan por el método ABTS.

Tabla 12

Resultado obtenido de capacidad antioxidante del polvo de frutipan

| | Unidad de medida | Resultado |
|------------------------|--------------------------|------------------|
| Capacidad antioxidante | $\mu\text{mol Trolox/g}$ | 44,05 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

El polvo del frutipan tiene una gran capacidad para combatir los radicales libres. Se evaluó su capacidad antioxidante y se encontró que tiene un valor de 44,05 $\mu\text{mol Trolox}$ por gramo de muestra. Un estudio sobre frutas tropicales ecuatorianas reportó valores de actividad antioxidante (por método ABTS) que oscilaron desde 3,2 hasta más de 160 $\mu\text{mol TE/g}$ entre diferentes especies, destacando la amplia variabilidad de este parámetro según la especie y parte del fruto analizada. (Medina et al., 2023) Aunque estos valores no corresponden exactamente al frutipan, sirven de referencia comparativa en el análisis de alimentos tropicales con potencial funcional, por lo cual se puede afirmar que este dato es aceptable. Sin embargo Estudios recientes en frutas tropicales han reportado valores de actividad antioxidante en rangos variados expresados en $\mu\text{mol TE/g}$, lo cual depende tanto del tipo de fruta como del tratamiento aplicado (Coyago et al., 2023) .

2.10.2 *Evaluación de la Capacidad de retención de agua del polvo de frutipan*

En una tesis de ingeniería de alimentos se encontró que ingredientes como almidones o extender vegetales aplicados en productos cárnicos pueden aumentar la capacidad de retención de agua de la mezcla, lo que se traduce en mayor rendimiento y menor pérdida de jugo durante el cocinado (Matailo & Zhune, 2011).

Tabla 13

Resultado obtenido de la capacidad de retención de agua del polvo de frutipan

| | Unidad de medida | Resultado |
|--------------------------|-------------------------|------------------|
| Retención de agua | % | 4,76 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 13 se muestra los resultados de los análisis realizados de retención de agua con un valor del 2.76%, el cual nos ayudara a mejorar el rendimiento, proporcionando las propiedades organolépticas, texturas adecuadas para una mayor aceptabilidad en el consumidor. Un estudio realizado por (Torrez, 2020) indica que la capacidad de retención de agua se encuentra en un rango entre el (2,66% hasta 5.01%), en diferentes harinas como (trigo, maíz ,plátano y frutipan) destacando el polvo de frutipan en cual fue la más alta en su capacidad de retención de agua. Esto se debe a su composición química, el fruto del pan posee un alto contenido de carbohidratos, fósforo y otros nutrientes, destacando sobre todo por su elevado nivel de amilopectina del 77,48% y amilosa del 22,52% (Hafid et al., 2019).

2.10.3 *Evaluación de Capacidad emulsificante del polvo de frutipan*

La capacidad emulsionante se define como la habilidad de las proteínas para unir y estabilizar grasas, una característica clave en el desarrollo y formulación de numerosos productos alimentarios. En las emulsiones, las proteínas cumplen la función de formar un mono capa en la interfaz entre las fases, es decir, entre la fase polar (agua) y la fase apolar (grasa). Para ello, las proteínas modifican su conformación, orientando sus grupos funcionales según la fase a la que están expuestas, lo que permite estabilizar la emulsión y reducir la separación de fases (Granda & Alejandro, 2022b).

Tabla 14

Resultados de la capacidad emulsificante del polvo de frutipan

| | Unidad de medida | Resultado |
|--------------------------------|-------------------------|------------------|
| Capacidad emulsificante | % | 71,62 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 14, se presentan los resultados realizados de la capacidad emulsificante del polvo de frutipan en donde se expresa en porcentaje, con un valor de 71,62%, en el cual nos indica una buena estabilidad de emulsiones, ya que contribuye en la mejora de la textura, homogenización y la calidad del producto.

Los resultados de la capacidad emulsificante fueron 71,62%, en donde es un valor alto en comparación con los resultados del estudio realizado por (Badia et al., 2023)

en donde la capacidad emulsionante de la harina de garbanzo, lenteja y frijol mostraron un valor de 50%, en cambio las harinas de quinua, amaranto y avena presentaron un valor de 14% un valor bajo frente al valor presentado en nuestra investigación. De manera similar (Argel, 2022), reportó valores de 67% para harina de arveja, 49% para garbanzo, 71% para lenteja y 66% para porotos, destinados a su incorporación en productos cárnicos. En este contexto, el valor alcanzado en este estudio se encuentra dentro de los rangos superiores reportados en la literatura, lo que demuestra que la harina evaluada presenta un alto potencial tecnológico para su aplicación en matrices cárnicas. Esto es consistente con lo señalado por (Lam & Nickerson, 2013), quienes indican que una mayor capacidad emulsificante favorece la formación de emulsiones más estables mediante la creación de una película protectora alrededor de las gotas de grasa, mejorando así la estabilidad y el rendimiento del producto final, Evaluación de la capacidad gelificante del polvo de frutipan

2.10.4 *Evaluación de la capacidad gelificante del polvo de frutipan*

La capacidad gelificante en harinas está influenciada por una competición física por el agua entre la gelificación de la proteína y la gelatinización del almidón. Demostrado la mejora en la textura del gel de proteína con la adición de carbohidratos debido a la disminución de la afinidad termodinámica de las proteínas por la solución acuosa, lo que aumenta la interacción entre proteínas (Y. A. Gutiérrez, 2009).

Tabla 15

Resultado obtenido de capacidad gelificante del polvo de frutipan

| Concentración (%) | Capacidad gelificante |
|-------------------|-----------------------|
| 1 | - |
| 3 | - |
| 5 | - |
| 7 | - |
| 10 | ± |
| 13 | + |

No hay gelificación (-), gelificación completa (+), o gelificación parcial (±)

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 15 se visualiza los resultados obtenidos de la prueba de capacidad gelificante del polvo de frutipan, estos muestran que a concentraciones bajas del polvo (entre 1% y 7%) no se produce gelificación (-). Esto sugiere que la formación de la red requiere superar un umbral mínimo de concentración. Una gelificación parcial (\pm) comienza a manifestarse a una concentración del 10%, mientras que la gelificación completa (+) se logra de forma efectiva al alcanzar una concentración del 13%.

La concentración fue del 13% de polvo de frutipan para la capacidad gelificante se encuentra dentro del rango presentado en el estudio realizado por (Allouch et al., 2025) en donde el índice de la capacidad gelificante oscilo entre el 8% y el 18% en los análisis realizados a las harinas de arroz, chíá y haba. Por otro lado en el estudio de (Fernández, 2020), en donde la capacidad gelificante de la harina de trigo se encuentra entre el 8% hasta el 18%, esto nos indica que nuestra capacidad de gelificación del 13% está dentro de los rangos de referencia de estudio el cual nos indica que nuestro polvo de frutipan formara una estructura de gel mejorando así su estructura al ser incorporada como un ingrediente funcional en productos innovadores.

En cuanto a su aplicación en la formulación de salchichas, los niveles de incorporación fueron de 1%, 2% y 3%, porcentajes considerablemente menores al 13% evaluado como propiedad funcional del polvo puro. Esta diferencia se debe a que el polvo de frutipan no sustituyó totalmente en la formulación, los cuales fueron complementados con almidón de yuca actuando como soporte gelificante y refuerza la estructura del producto. Un estudio sobre geles formados por el almidón de yuca encontró que a medida que aumentan las concentración la formación del gel son más sólido y estructuradas, evidenciando que el almidón de yuca contribuye a la formación de redes gelificadas (Jianyu et al., 2025)

2.10.5 Evaluación de propiedades funcionales de la salchicha tipo Frankfurt con adición de polvo de frutipan.

2.10.5.1 Capacidad de retención de agua

El rendimiento de la capacidad de retención de agua en salchichas con la incorporación de polvo funcionales como polvo de cascara de plátano, influye de

manera positiva en la capacidad de retener humedad en la salchicha. La pérdida de agua es un problema generalizado que enfrenta esta industria porque no solo reduce el peso del producto, sino que también causa acumulación de líquido en la superficie (Zaini et al., 2020).

En la Tabla 16 se presenta el análisis de varianza de la retención de agua, evidenciando que los factores Repeticiones, porcentaje de frutipan, temperatura de cocción y su interacción influyeron significativamente en la variable evaluada ($p < 0,05$). El porcentaje de frutipan fue el factor de mayor impacto ($F = 85,1667$; $p = 0,0001$), demostrando su efecto determinante sobre la capacidad de retención de agua. Asimismo, la temperatura de cocción mostró un efecto significativo ($F = 42,6667$; $p = 0,0013$), indicando que las condiciones térmicas modifican las propiedades funcionales del producto. La interacción Frutipan * Temperatura también resultó altamente significativa ($F = 48,67$; $p = 0,0005$), lo que evidencia un efecto combinado entre ambos factores. Aunque las repeticiones presentaron significancia ($F = 13,5000$; $p = 0,0144$), esta podría atribuirse a variaciones inherentes al proceso experimental. Finalmente, el bajo cuadrado medio del error ($CM = 8,00$) confirma la adecuada precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos.

2.10.5.2 Evaluación del contenido de retención de agua de la salchicha

Tabla 16

Análisis de varianza para la Retención de agua

| Fuente de variación | SC | GI | CM | F | p-valor | Significancia |
|------------------------|-----------|----|----------|---------|---------|---------------|
| Repeticiones | 108,0000 | 1 | 108,0000 | 13,5000 | 0,0144 | * |
| Porcentaje de Frutipan | 1362,6667 | 2 | 681,3333 | 85,1667 | 0,0001 | ** |
| Temperatura de cocción | 341,3333 | 1 | 341,3333 | 42,6667 | 0,0013 | * |
| Frutipan × Temperatura | 778,6667 | 2 | 389,3333 | 48,6667 | 0,0005 | ** |
| Error | 40,0000 | 5 | 8,0000 | | | |
| Total | 2630,6667 | 11 | | | | |
| C.V | 3,3806 | | | | | |

Factor A: Porcentaje de frutipan; **Factor B:** Temperaturas de cocción; **Ns:** No significativo
 **: Altamente significativo; *: Significativo

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

Estos resultados concuerdan con lo señalado por (Tornberg, 2005), quien explica que la desnaturalización de las proteínas miofibrilares y la gelificación inducidas por el calor son factores clave en las propiedades tecnológicas de los productos

cárnicos, influyendo directamente en la retención de agua, la textura y la consistencia del producto del producto final. Según (Elleuch et al., 2011), las propiedades funcionales de la fibra como la retención de agua, la capacidad de hinchamiento y la estabilización de emulsiones se manifiestan plenamente solo cuando existen condiciones adecuadas de procesamiento, especialmente térmicas, que favorezcan dichas interacciones dentro de la matriz alimentaria.

En la tabla 17 se presenta los resultados de la prueba de tukey al 5%, en el factor de repeticiones las evaluadas donde la repetición 1 presenta una media de 86,6667, superior a la repetición 2 con 80,6667, en donde ambas repeticiones se agrupan en subconjuntos diferentes (A y B), lo que confirma la existencia de diferencias significativas entre ellos, este comportamiento indica que las combinaciones asociadas a cada repetición influye en la variable respuesta, justificando así la variable respuesta y la inclusión de repeticiones en el diseño experimental.

Tabla 17

Prueba Tukey para repeticiones de retención de agua

| Repeticiones | Medias | N | E.E. | Subconjunto |
|--------------|---------|---|--------|-------------|
| 1 | 86,6667 | 6 | 1,1547 | A |
| 2 | 80,6667 | 6 | 1,1547 | B |

Bloques: Numero de repeticiones **n:** Tamaño de la muestra **E.E:** Error experimental **I:** Primera repetición **II:** Segunda repetición

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

De acuerdo con (Montgomery, 2013), la utilización de repeticiones en el diseño experimental facilita el aislamiento de esta variabilidad no controlada, optimizando la exactitud del análisis estadístico y previniendo que estas variaciones afecten la valoración de los factores principales y sus interacciones.

En la tabla 18 se muestran los resultados de la prueba de tukey al 5%, en el factor A porcentaje de frutipan. El tratamiento a₃ con el 3% de polvo de frutipan logró la media más elevada (96,0000), siendo significativamente superior a a₁, con el 1% de polvo de frutipan (85,0000) y a₂, con el 2% de polvo de frutipan (70,0000). Estos resultados muestran que la variable evaluada cambia significativamente según el

tratamiento de porcentaje de polvo frutipan, destacando un efecto importante de los diferentes porcentajes aplicados

Tabla 18

Prueba de Tukey de frutipan para la Retención de agua

| Frutipan | Media | n | E.E. | Grupo |
|----------------|---------|---|--------|-------|
| a ₃ | 96,0000 | 4 | 1,4142 | A |
| a ₁ | 85,0000 | 4 | 1,4142 | B |
| a ₂ | 70,0000 | 4 | 1,4142 | C |

Factor A: Porcentajes de polvo de frutipan **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a1:** 1% de polvo de frutipan **a2:** 2% de polvo de frutipan **a3:** 3% de polvo de frutipan.

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 19 se presentan los resultados de la prueba de tukey al 5%, en el factor temperatura de cocción, evidencio diferencias estadísticas significativas entre las temperaturas de cocción aplicadas. La temperatura b₂ (80°C) presentó una media alta 89,0000, mientras que la temperatura b₁ (72°C) registro un valor inferior de 78,3333. Ambas temperaturas se ubican en distintos grupos, lo que confirma la existencia de diferencias significativas entre ellas.

Tabla 19

Prueba de Tukey de Temperatura para la Retención de agua

| Temperatura | Media | n | E.E. | Grupo |
|----------------|---------|---|--------|-------|
| b ₂ | 89,0000 | 6 | 1,1547 | A |
| b ₁ | 78,3333 | 6 | 1,1547 | B |

Factor B: Temperatura de cocción **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **b2:** 80°C **b1:** 72°C

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

Este comportamiento puede atribuirse a que el incremento aumento de temperatura favorece cambios estructurales en los comportamientos del sistema tales como la desnaturalización como la desnaturalización de proteínas, la gelatinización parcial de carbohidratos o modificaciones en la matriz alimentaria, afectando directamente sus características funcionales y fisicoquímicas, en donde los resultados comparables fueron documentados por (Mendez et al., 2024), quienes analizaron el impacto de la temperatura en sistemas cárnicos y notaron que temperaturas superiores generaron aumentos significativos en las variables funcionales

estudiadas, atribuyéndolo a una mayor activación de los mecanismos fisicoquímicos responsables de la retención y estabilidad del sistema.

En la tabla 20 se presenta los resultados de la comparación de las medias para la interacción de ambos factores porcentaje de polvo de frutipan * temperaturas de cocción revelan diferencias que son estadísticamente significativas entre los tratamientos combinados, en donde el tratamiento t_6 (a_3b_2) correspondiente al 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C, presento la media más alta 108,0000, ubicándose en el subconjunto A, los que evidencia un rendimiento significativo superior respecto a los demás tratamientos. Por su parte los tratamientos t_1 (a_1b_1) con el 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C, t_3 (a_3b_1) con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C, t_5 (a_2b_2) con el 2% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C y t_4 (a_1b_2) con el 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C, mostraron promedios intermedios 91,0000; 84,0000; 80,0000 y 79,0000 respectivamente agrupándose en el subconjunto B sin diferencias significativas entre ellos. A diferencia del tratamiento t_2 (a_2b_1) con el 2% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C, tuvo la media más baja 60,0000, situándose en el subconjunto C. Esto muestra que la combinación del nivel más elevado de frutipan con la temperatura b_1 con 72°C incidió negativamente sobre la variable evaluada; es decir, confirma que el efecto de frutipan depende de la temperatura utilizada.

Tabla 20

Prueba de Tukey en la interacción de los dos factores de la Retención de agua

| | Frutipan | Temperatura | Media | n | E.E. | Grupo |
|-------|----------|-------------|----------|---|--------|-------|
| t_6 | a_3 | b_2 | 108,0000 | 2 | 2,0000 | A |
| t_1 | a_1 | b_1 | 91,0000 | 2 | 2,0000 | B |
| t_3 | a_3 | b_1 | 84,0000 | 2 | 2,0000 | B |
| t_5 | a_2 | b_2 | 80,0000 | 2 | 2,0000 | B |
| t_4 | a_1 | b_2 | 79,0000 | 2 | 2,0000 | B |
| t_2 | a_2 | b_1 | 60,0000 | 2 | 2,0000 | C |

Factor A: Porcentaje de polvo de frutipan **Factor B:** Temperatura de cocción **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a_1 :** 1% de polvo de frutipan **a_2 :** 2% de polvo de frutipan **a_3 :** 3% de polvo de frutipan **b_1 :** 72°C **b_2 :** 80°C

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

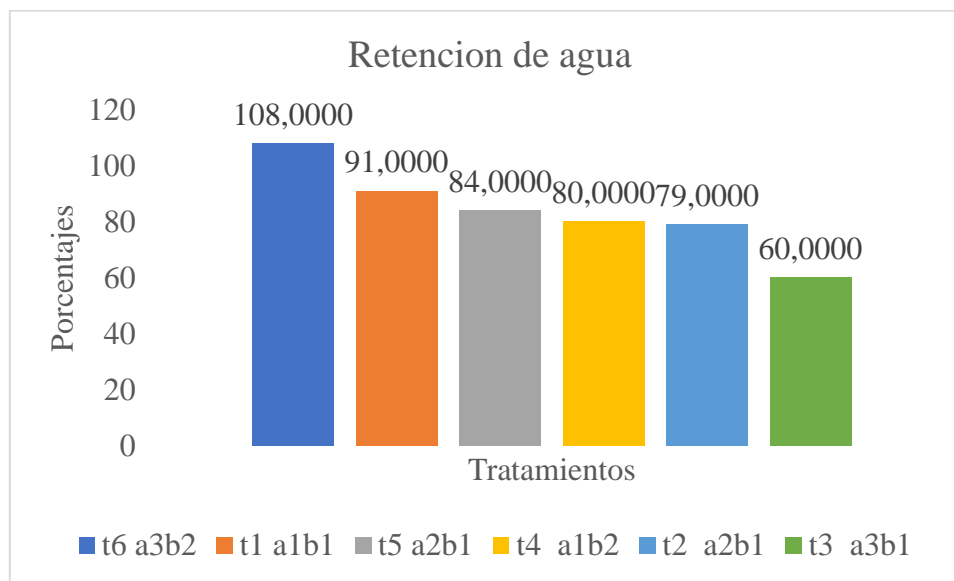
En el presente estudio, el tratamiento t_6 con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C alcanzo el valor más alto contenido de retención de agua (108

%), valor superior al reportado por (Wang, 2010), quien informo que las salchichas elaboradas con harina de avena reportaron valores de retención de agua entre 94,33 % y 94,83 %. Este descubrimiento indica que añadir polvo de frutipan podría influir más en la capacidad de retención de agua que la harina de avena, posiblemente por su contenido en fibra soluble e insoluble, que ayuda en la absorción y conservación de líquidos dentro de la estructura proteica de la salchicha. Esto se debe a que la incorporación de polvo de frutipan no solo proporciona nutrientes, sino que además mejora la retención de agua en el proceso térmico de la salchicha, minimizando la sinéresis y las pérdidas durante la cocción (Zainol et al., 2023).

En el Gráfico 1 se observan el comportamiento de la variable retención de agua, destacándose el tratamiento t_6 (a_3b_2), el cual presento un valor de 108,0000%.

Gráfico 1

Comportamiento de la variable retención de agua en los tratamientos de estudio.



Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la gráfica 1 se puede observar los resultados, en donde el t_6 con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C el valor más se identificó como el mejor tratamiento, debido a que se encuentra en el rango A.

2.10.5.3 Evaluación de la capacidad emulsificante

Estudios recientes han demostrado que la adición de fibra dietética mejora la actividad y estabilidad emulsificante al promover interacciones entre proteínas miofibrilares y carbohidratos, generando estructuras tridimensionales más compactas, como se ha reportado en emulsiones de proteína miofibrilar con fibra de garbanzo (Zhao et al., 2023). En este sentido, las fracciones de fibra presentes en el frutipan podrían actuar como estabilizantes complementarios, incrementando la retención de agua y grasa y mejorando la estabilidad de la emulsión.

En la Tabla 21 se presentan los resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la capacidad emulsificante. El porcentaje de frutipan fue el único factor que mostró un efecto altamente significativo ($F = 160,66$; $p < 0,0001$), constituyéndose como la principal fuente de variación y demostrando que su nivel de incorporación influye de manera determinante en la respuesta evaluada. En contraste, los factores Repeticiones, Temperatura y la interacción Frutipan \times Temperatura no presentaron efectos significativos ($p > 0,05$), lo que indica que no influyeron de forma relevante en el rango experimental estudiado. El coeficiente de variación ($CV = 6,3033 \%$) refleja una adecuada precisión y confiabilidad de los resultados.

Tabla 21

Análisis de varianza para la capacidad emulsificante

| Fuente de variación | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|-------------------------------|-----------|----|-----------|----------|---------|----|
| Repeticiones | 15,6408 | 1 | 15,6408 | 1,7308 | 0,2454 | ns |
| Frutipan | 2903,7017 | 2 | 1451,8508 | 160,6592 | <0,0001 | ** |
| Temperatura | 7,8408 | 1 | 7,8408 | 0,8677 | 0,3944 | ns |
| Frutipan \times Temperatura | 10,8617 | 2 | 5,4308 | 0,6010 | 0,5836 | ns |
| Error | 45,1842 | 5 | 9,0368 | | | |
| Total | 2983,2292 | 11 | | | | |
| C,V | 6,3033 | | | | | |

Factor A: Porcentaje de frutipan, **Factor B:** Temperaturas de cocción, **ns:** No significativo, **: Altamente significativo, *: Significativo

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 22 se muestran los resultados de la prueba de tukey de los porcentajes de polvo de frutipan en el cual observaron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre los porcentajes a_3 con el 3% de polvo de frutipan alcanzo un valor de 68,1000, agrupándose en el grupo A y diferenciándose

significativamente frente a los porcentajes a_2 con el 2% de polvo de frutipan con un valor de 44,6000 clasificado en el grupo B y a_1 con el 1% de polvo de frutipan con un valor de 30,3750, que se agruparon en el grupo C. Estos resultados indican que el aumento del porcentaje de polvo de frutipan incorporado favorece la capacidad emulsificante del producto, mejorando la estabilidad de la emulsión en las salchichas.

Tabla 22

Prueba de Tukey para frutipan de la capacidad emulsificante

| Frutipan | Media | N | E.E. | |
|----------|---------|---|--------|---|
| a_3 | 68,1000 | 4 | 1,5031 | A |
| a_2 | 44,6000 | 4 | 1,5031 | B |
| a_1 | 30,3750 | 4 | 1,5031 | C |

Factor A: Porcentajes de polvo de frutipan **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a_1 :** 1% de polvo de frutipan **a_2 :** 2% de polvo de frutipan **a_3 :** 3% de polvo de frutipan.

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

La Tabla 23 presenta los resultados de la comparación de medias para la interacción del porcentaje del polvo de frutipan * temperatura de cocción, evidenciando diferencia estadística significativa entre los tratamientos, el t_3 (a_3b_1) con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C y t_6 (a_3b_2) con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C mostraron las medias más altas 68,1500 y 68,0500, respectivamente y se agruparon en el grupo A, En los grupos B y B–C se ubican los tratamientos t_2 (a_2b_1), con el 2% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C presento un valor 46,7500 y t_5 (a_2b_2), con el 2% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C presentando una valor 42,4500, reflejando un efecto moderado. En cambio, los tratamientos t_1 (a_1b_1) con el 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C y t_4 (a_1b_2) con el 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C presentaron las medias más bajas de 30,6000 y 30,1500, respectivamente y se clasificaron en el grupo C, lo que confirma que menores porcentajes de frutipan generan valores significativamente inferiores en la variable evaluada.

Tabla 23

Prueba de Tukey en la interacción de los dos factores de la capacidad emulsificante

| | Frutipan | Temperatura | Media | n | E.E. | |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------|----------|-------------|-----|
| t ₃ | a ₃ | b ₁ | 68,1500 | 2 | 2,1257 | A |
| t ₆ | a ₃ | b ₂ | 68,0500 | 2 | 2,1257 | A |
| t ₂ | a ₂ | b ₁ | 46,7500 | 2 | 2,1257 | B |
| t ₅ | a ₂ | b ₂ | 42,4500 | 2 | 2,1257 | B C |
| t ₁ | a ₁ | b ₁ | 30,6000 | 2 | 2,1257 | C |
| t ₄ | a ₁ | b ₂ | 30,1500 | 2 | 2,1257 | C |

Factor A: Porcentaje de polvo de frutipan **Factor B:** Temperatura de cocción **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a₁:** 1% de polvo de frutipan **a₂:** 2% de polvo de frutipan **a₃:** 3% de polvo de frutipan **b₁:** 72°C **b₂:** 80°C

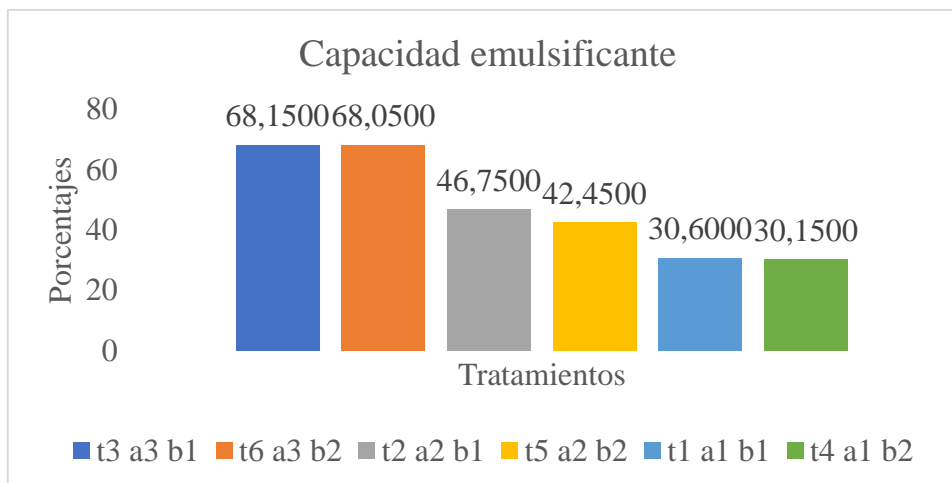
Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

Por ende un estudio realizado por (Garcés, 2021), donde las salchichas de pollo con la adición del 9% de harina de sorgo, cebada y la avena mostraron un incremento notable en el porcentaje de la capacidad emulsificante (95,49±0,20; 95,41±0,17; 96,59±0,17 relativamente), siendo valores muy altos a los obtenidos de las salchichas tipo frankfurt con la adición de polvo de frutipan con la adición de 3% de polvo de frutipan con los valores de 68,1500 y 68,0500, sin embargo (Reddy et al., 2017), en su estudio obtuvo el valor de (67,49±0,94 %), Esta optimización en la capacidad emulsificante pudo ser relacionada con el elevado contenido de fibra dietética (32,3%) presente en el hongo Enoki, por lo que el estudio realizado por (Alonzo, 2020), indican que, en un producto cárnico, lo esencial es la adecuada formación de la emulsión cárnica o pasta fina, que se compone de una combinación finamente fragmentada de carne, grasa, agua, sales, especias y a menudo carbohidratos e ingredientes de varios tipos. En esta investigación, la capacidad emulsificante de las harinas de Prosopias cisis y Prosopias alba es sobresaliente, por lo que se anticipa que en la preparación de productos cárnicos emulsionados se obtengan resultados positivos.

En el Grafico 2 se observan el comportamiento de la variable capacidad emulsificante, destacándose los tratamientos t₃ (a₃b₁) y t₆ (a₃b₂) mostraron las medias más altas de capacidad emulsificante, alcanzando valores de 68,1500 y 68,0500

Gráfico 2

Comportamiento de la variable capacidad emulsificante en los tratamientos de estudio



Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la gráfica 2 se presentan los resultados en los cuales los tratamientos t_3 y t_6 son los que tienen un valor alto frente a todos los tratamientos en donde el t_3 con el 3% de polvo de frutipan y a una temperatura de 72°C es considerado como el mejor tratamiento.

2.10.5.4 Evaluación de la capacidad gelificante

La capacidad gelificante es una propiedad funcional que influye directamente en la firmeza, estructura y su estabilidad la cual describe la habilidad de las proteínas, esta propiedad es especialmente importante en la industria alimentaria el almidón de tapioca se ha utilizado ampliamente en diversas aplicaciones alimentarias como agente gelificante, espesante, agente de retención de agua, estabilizador y relleno. Esto se atribuye a su punto más bajo, mayor viscosidad y resistencia a fuerzas sometidas (Ortegon, 2025).

En la Tabla 24 se presentan los resultados del análisis de varianza, donde se evidencia que los factores Repeticiones no mostraron influencia estadística ($F = 0,79$; $p = 0,4142$). El factor A porcentaje de polvo de frutipan presento una alta significancia ($F = 106,13$; $p = 0,0001$), así como por la interacción del porcentaje de polvo de frutipan * Temperatura de cocción ($F = 117,90$; $p = 0,0001$), lo que indica un efecto combinado entre ambos factores. Asimismo, el factor B

Temperatura de cocción presentó un efecto significativo ($F = 16,04$; $p = 0,0103$), confirmando la influencia de las condiciones térmicas sobre la variable estudiada.

Tabla 24

Análisis de varianza para la Capacidad Gelificante

| Fuente de variación | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|------------------------|----------|----|---------|----------|---------|----|
| Repeticiones | 0,4800 | 1 | 0,4800 | 0,7921 | 0,4142 | Ns |
| Frutipan | 128,6250 | 2 | 64,3125 | 106,1262 | 0,0001 | ** |
| Temperatura | 9,7200 | 1 | 9,7200 | 16,0396 | 0,0103 | * |
| Frutipan × Temperatura | 142,8950 | 2 | 71,4475 | 117,9002 | 0,0001 | ** |
| Error | 3,0300 | 5 | 0,6060 | | | |
| Total | 284,7500 | 11 | | | | |
| C,V | 0,9688 | | | | | |

Factor A: Porcentaje de frutipan. **Factor B:** Temperaturas de cocción. **ns:** No significativo

** : Altamente significativo * : Significativo

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 25 se compara las medias de la variable del porcentaje de polvo de frutipan. El grupo A tiene el porcentaje de polvo de frutipan a_3 , que obtuvo la media más alta 84,7250, lo que significa el mejor rendimiento; el grupo B contiene el nivel a_2 , con un valor medio (79,4750); y el nivel a_1 es parte del grupo C y tiene la media más baja (76,8500). La muestra tiene el mismo tamaño ($n = 4$) en todos los niveles y un error estándar (E.E.) de 0,40, lo que indica una variabilidad uniforme entre los tratamientos y demuestra que las diferencias encontradas entre los niveles de frutipan son significativas desde el punto de vista estadístico

Tabla 25

Prueba de frutipan de la Capacidad Gelificante

| Porcentaje de Frutipan | Media | n | E.E. | Grupo |
|------------------------|---------|---|--------|-------|
| a_3 | 84,7250 | 4 | 0,3892 | A |
| a_2 | 79,4750 | 4 | 0,3892 | B |
| a_1 | 76,8500 | 4 | 0,3892 | C |

Factor A: Porcentajes de polvo de frutipan **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a_1 :**1%

de polvo de frutipan **a_2 :** 2% de polvo de frutipan **a_3 :** 3% de polvo de frutipan.

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

La estabilidad de la textura se debe a la capacidad de la materia prima para formar un gel. Esto se llama Capacidad Gelificante. La concentración del a_3 por ciento tuvo la mayor Capacidad Gelificante, con un valor de 84,7250. Según (Morocho & Caraguay, 2021), la harina de *Artocarpus altilis*, también conocida como frutipan,

contiene mucho almidón. Los gránulos de almidón son grandes. Cuando se hidratan y se calientan, forman una estructura estable en tres dimensiones. Esto se asemeja a la textura de la carne. Esto permite que el tratamiento t_6 mantenga una textura firme y aceptable para el consumidor, cumpliendo con la función de un extensor eficiente.

La tabla 26 muestra la comparación de medias para el factor Temperatura, donde el nivel b_2 presentó la media más alta (81,2500) y se ubicó en el grupo A, mientras que el nivel b_1 registró un valor menor (79,4500) y se agrupó en el grupo B. Ambos niveles cuentan con el mismo tamaño de muestra ($n = 6$) y el mismo error estándar (E.E. = 0,3178), lo que indica una variabilidad homogénea entre los tratamientos y confirma que la diferencia observada entre las temperaturas es estadísticamente significativa.

Tabla 26

Prueba de Tukey de la Temperatura de la Capacidad gelificante CG

| Temperatura | Media | n | E.E. | Grupo |
|--------------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| b_2 | 81,2500 | 6 | 0,3178 | A |
| b_1 | 79,4500 | 6 | 0,3178 | B |

Factor B: Temperatura de cocción **n:** Tamaño de muestra
E.E: Error experimental **b2:** 80°C **b1:** 72°C

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

Este fenómeno se explica mediante la Capacidad Gelificante, que fue significativamente superior con los valores b_2 (a 80°C) presentó un valor de 81,2500 colocándose en el grupo A y b_1 (con 72°C) con un valor de 79,4500 agrupándose en el grupo B. Según (López & Arias, 2022), los almidones de frutos tropicales como el frutipan requieren alcanzar temperaturas cercanas a los 80 °C para lograr una gelatinización completa; esto permite que el almidón retenga más agua y se integre perfectamente con la proteína cárnica.

En la tabla 27 se presentan los resultados de la interacción entre Frutipan y Temperatura se muestran en la tabla, ilustrando el impacto que tiene la combinación de estas dos cosas sobre la variable evaluada. La combinación $t_6 a_3b_2$, que tuvo la media más alta (86,7500), se posicionó en el grupo A, lo cual indica que tuvo el mejor rendimiento. Le siguen las combinaciones $t_2 a_2b_1$, $t_3 a_3b_1$ y $t_4 a_1b_2$ con valores

intermedios (83,2500; 82,7000 y 81,3000 respectivamente), todas ellas ubicadas en el grupo B. Esto significa que no tienen diferencias significativas entre sí. Las combinaciones $t_5 a_2b_2$ (75,7000) y $t_1 a_1b_1$ (72,4000) fueron las que presentaron las medias más bajas se situaron en los grupos C respectivamente; lo cual muestra que estas combinaciones tienen un rendimiento significativamente inferior. Todos los tratamientos tienen el mismo tamaño de muestra ($n = 2$) y la misma desviación estándar (E.E. = 0,5505), lo que demuestra que existe una variabilidad homogénea entre ellos y respalda la idea de que las diferencias encontradas son significativas desde un punto de vista estadístico.

Tabla 27

Prueba de Tukey para la interacción de Frutipan x Temperatura

| | Frutipan | Temperatura | Media | N | E.E. | |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------|----------|-------------|---|
| T ₆ | a ₃ | b ₂ | 86,7500 | 2 | 0,5505 | A |
| T ₂ | a ₂ | b ₁ | 83,2500 | 2 | 0,5505 | B |
| T ₃ | a ₃ | b ₁ | 82,7000 | 2 | 0,5505 | B |
| T ₄ | a ₁ | b ₂ | 81,3000 | 2 | 0,5505 | B |
| T ₅ | a ₂ | b ₂ | 75,7000 | 2 | 0,5505 | C |
| T ₁ | a ₁ | b ₁ | 72,4000 | 2 | 0,5505 | C |

Factor A: Porcentaje de polvo de frutipan **Factor B:** Temperatura de cocción **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a₁:** 1% de polvo de frutipan **b₂:** 2% de polvo de frutipan **c₃:** 3% de polvo de frutipan **b₁:** 72°C **b₂:** 80°C

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

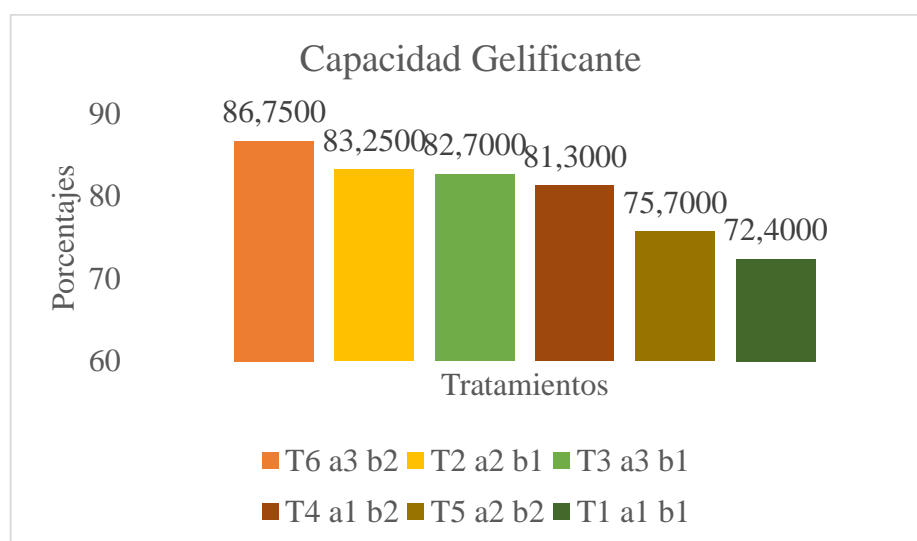
Los resultados de la prueba de Tukey para la interacción frutipan * temperatura evidencian diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento t_6 (3 % de polvo de frutipan y 80 °C) presentó la media más alta (86,7500) y se ubicó en el grupo estadístico A, indicando un efecto favorable de la mayor concentración de harina de frutipan combinada con la temperatura de cocción más alta. El comportamiento del frutipan muestra que cuando se mezcla el contenido de fibra con almidones y se procesa a una temperatura adecuada, se mejoran las características del producto cárnico en cuanto a función y sabor. El aumento en la calidad de los tratamientos que contienen más frutipan se debe a que el frutipan tiene fibra y almidón. La fibra y el almidón ayudan a que los productos cárnicos emulsionados retengan mejor el agua, tengan una textura más suave y sean más estables. Esto hace que los productos sean mejores. La fibra y el almidón del

frutipan son muy importantes para mejorar la calidad de los productos cárnicos emulsionados. Investigaciones recientes señalan que la incorporación de harinas de origen vegetal en embutidos mejora la calidad tecnológica y sensorial, especialmente cuando se aplican temperaturas de cocción superiores a 75 °C, ya que se favorece la gelatinización del almidón y la interacción proteína-almidón (Suryoprabowo et al., 2023).

En el Grafico 3 se observan el comportamiento de la variable capacidad emulsificante, destacándose los tratamientos. T₆ a(3-b2) que tuvo la media más alta (86,7500).

Gráfico 3

Comportamiento de la variable capacidad gelificante en los tratamientos de estudio



Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la gráfica 2 se observa que el tratamiento t6 (3 % de polvo de frutipan y 80 °C) presentó la media más alta (86,7500) y se ubicó en el grupo A, evidenciándose, así como el mejor tratamiento.

2.10.5.5 Evaluación del contenido de humedad

El aumento de humedad al incorporar frutipán se debe a la presencia de fibra dietética y elementos hidrofílicos en la harina, que se combinan con las proteínas y el agua en la matriz cárnica, disminuyendo las pérdidas durante la cocción.

Resultados comparables fueron documentados por (Jimenez & Salgado, 2018), quienes observaron que la inclusión de harinas vegetales como amaranto y quinua en salchichas tipo cóctel incrementa notablemente el contenido de humedad gracias a la capacidad de estos ingredientes funcionales para retener agua.

En la tabla 28 se presentan el análisis de varianza, donde se observa que el factor Repeticiones no presentaron un efecto significativo sobre las variables estudiadas ($F = 0,9888$; $p = 0,3657$), lo que sugiere que no existieron variaciones relevantes entre ellas. El factor A porcentaje de polvo de Frutipan presenta un efecto significativo ($F = 7,1456$; $p = 0,0342$), evidenciando que los distintos niveles de incorporación influyen de forma importante en la respuesta analizada. En cuanto al factor B temperatura de cocción no presentó un efecto significativo ($F = 1,3092$; $p = 0,3043$). Finalmente, la interacción del factor A porcentaje de polvo de frutipan * factor B temperatura de cocción mostro un efecto altamente significativo en la variable estudiada ($F = 39,5123$; $p = 0,0009$), lo que demuestra que el efecto del porcentaje de Frutipan depende del nivel de temperatura aplicado

El bajo valor del cuadrado medio del error ($CM = 17,9653$) junto a un coeficiente de variación del 7,8492 % sugiere que los resultados obtenidos son confiables y exactos.

Tabla 28

Análisis de varianza para Humedad

| Fuente de variación | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|------------------------|-----------|----|----------|---------|---------|----|
| Repeticiones | 17,7633 | 1 | 17,7633 | 0,9888 | 0,3657 | ns |
| Frutipan | 256,7450 | 2 | 128,3725 | 7,1456 | 0,0342 | * |
| Temperatura | 23,5200 | 1 | 23,5200 | 1,3092 | 0,3043 | ns |
| Frutipan × Temperatura | 1419,7050 | 2 | 709,8525 | 39,5123 | 0,0009 | ** |
| Error | 89,8267 | 5 | 17,9653 | | | |
| Total | 1807,5600 | 11 | | | | |
| C.V | 7,8492 | | | | | |

Factor A: Porcentaje de frutipan; **Factor B:** Temperaturas de cocción: **ns:** No significativo
****:** Altamente significativo; *****: Significativo

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 29 presentan que los resultados de la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$), se observa que el factor A porcentaje de polvo de frutipan el a_1 presentó una media de 47,7000 y se encuentra en el grupo A, indicando que es estadísticamente diferente

al porcentaje de polvo de frutipan a_3 , que tuvo una media de 58,6750 y pertenece al grupo C, mostrando el valor más alto. El porcentaje de polvo de frutipan a_2 con una media de 55,6250 se ubica en el grupo AB, lo que indica que no es significativamente diferente de a_1 ni de a_3 , situándose en un punto intermedio.

Tabla 29

Prueba de Tukey para Frutipan de la humedad

| Porcentaje de Frutipan | Media | N | E.E. | |
|------------------------|---------|---|--------|----|
| a_1 | 47,7000 | 4 | 2,1193 | A |
| a_2 | 55,6250 | 4 | 2,1193 | AB |
| a_3 | 58,6750 | 4 | 2,1193 | C |

Factor A: Porcentajes de polvo de frutipan **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a1:** 1% de polvo de frutipan **a2:** 2% de polvo de frutipan **a3:** 3% de polvo de frutipan.

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 30 se presentan los resultados de la interacción del factor A del porcentaje de polvo de frutipan * el factor B temperatura de cocción sobre la variable analizada. El tratamiento t_1 (a_1b_1) con el 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C, con un valor de 38,20, forma parte del grupo A, siendo el valor más bajo evaluado. Mientras que los tratamientos t_5 (a_2b_2) con el 2% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C, presento un valor de 41,6500 agrupándose en el grupo AB. Los tratamientos t_3 (a_3b_1) con un 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C reporto un valor de 50,0000 el cual de agrupa en el grupo ABC, evidenciando un aumento intermedio. Los tratamientos con niveles más altos de porcentaje de polvo de frutipan o temperatura de cocción, como t_4 (a_1b_2) con un 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C mostraron un valor de 57,2000 y t_6 (a_3b_2) con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C presento un valor de 67,3500, los cuales están en los grupos BCD y CD, respectivamente, lo que sugiere que ambos factores ayudan a incrementar la variable analizada y finalmente el tratamiento t_2 (a_2b_1) con el 2% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C presento un valor de 69,6000 pertenece al grupo D, presentando la media más alta

Tabla 30

Prueba de Tukey para la interacción de Frutipan x Temperatura de la Humedad

| | Frutipan | Temperatura | Media | n | E.E. | | | |
|----------------|----------------|----------------|---------|---|--------|---|---|-----|
| t ₁ | a ₁ | b ₁ | 38,2000 | 2 | 2,9971 | A | | |
| t ₅ | a ₂ | b ₂ | 41,6500 | 2 | 2,9971 | A | B | |
| t ₃ | a ₃ | b ₁ | 50,0000 | 2 | 2,9971 | A | B | C |
| t ₄ | a ₁ | b ₂ | 57,2000 | 2 | 2,9971 | | B | C D |
| t ₆ | a ₃ | b ₂ | 67,3500 | 2 | 2,9971 | | | C D |
| t ₂ | a ₂ | b ₁ | 69,6000 | 2 | 2,9971 | | | D |

Factor A: Porcentaje de polvo de frutipan **Factor B:** Temperatura de cocción **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a1:** 1% de polvo de frutipan **a2:** 2% de polvo de frutipan **a3:** 3% de polvo de frutipan **b1:** 72°C **b2:** 80°C

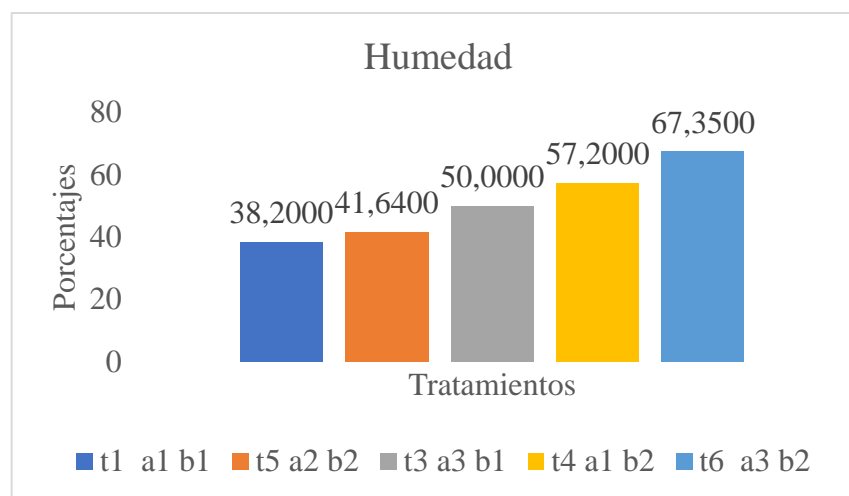
Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

Al comparar estos valores con los reportado por (Lucero, 2014), indico que la salchicha tipo Frankfurt hecha con 4% y 6% de harina de malanga facilitó registrar 60,85% y 60,63% de humedad, en donde se observó que el polvo de frutipan permitió alcanzar valores significativamente superiores, a pesar de haber sido empleado a una menor cantidad. Asimismo, sobre el tratamiento basado en de almidón de papa, con la que se reportó 60,12% de humedad, mostrando así una menor eficiencia en la retención de agua, lo que indica que el polvo de frutipan posee una estructura más favorable, esto se debe a su contenido de fibra dietética. De igual manera en el estudios realizados por (Becerra, 2024), quien evaluó la incorporación de soya texturizada en niveles de 5%, 10%, 15% y 20% alcanzando una humedad de 48.83%, 51.39%, 54.18% y 55.68%, esto indica que aunque la soya contribuya a la retención de agua su efectividad es menor en comparación al polvo de frutipan incluso cuando se utiliza en concentraciones más elevada. Estos resultados confirman que la incorporación del polvo de frutipan mejora significativamente el contenido de humedad lo que repercute positivamente en la estabilidad, rendimiento y jugosidad de la salchicha, considerándolo, así como un ingrediente funcional prometedor en la formulación de la salchicha tipo frankfurt.

En el Grafico 4 se observan el comportamiento de la variable humedad, destacándose los tratamientos t₁ (a₁b₁), correspondiente de 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C, se reflejó como el mejor tratamiento frente a todos los tratamientos con un valor de 38,20 % de humedad.

Gráfico 4

Comportamiento de la variable humedad en los tratamientos de estudio



Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

2.10.6 *Evaluación de las propiedades bromatológicas de la salchicha con la adición de polvo de frutipan*

2.10.6.1 **Evaluación del contenido de grasa total**

Un análisis científico en donde al incorporar de polvo de papa en salchichas en donde el contenido de grasa influyen directamente en las características de textura del producto el rendimiento de cocción, la posesividad y dureza en ciertos casos, Además, la menor grasa se asoció con mayores valores de consistencia y dureza en algunos casos, pero también con un menor rendimiento general si no estaba acompañada por agentes estabilizantes adecuados (Pietrasik, 2020).

En la Tabla 31 se presentan los resultados del análisis de varianza, en donde indican que los factores A porcentaje de polvo de frutipan, factor B Temperatura de cocción y la interacción del factor A porcentaje de polvo de frutipan * factor B Temperatura ejercen un efecto muy significativo sobre la variable estudiada ($p < 0,0001$). El factor A porcentaje de polvo de frutipan presento un efecto significativo ($F = 413,0519$; $p < 0,0001$), siendo el factor con más impacto sobre las variables de estudio, lo que demuestra que a distintos porcentajes de polvo de frutipan se modifica considerablemente. Asimismo, el factor B temperatura de cocción presentó un efecto significativo ($F = 28,6364$; $p = 0,0031$), confirmando que las

condiciones térmicas influyen de manera importante en la variable estudiada. Finalmente, la interacción entre el factor A porcentaje de polvo de frutipan y el factor B temperatura de cocción presentó un efecto altamente significativo ($F = 181,3636$; $p < 0,0001$), lo que demuestra que el efecto del porcentaje de polvo de frutipan depende de la temperatura de cocción implicando así su combinado entre ambos factores.

El bajo valor del coeficiente de variación (CV (0,82%) y del error (CM = 0,01) respalda la gran precisión y consistencia de los datos conseguidos

Tabla 31

Análisis de varianza para Grasa Total

| Fuente de variación | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|------------------------|---------|----|--------|----------|---------|----|
| Repeticiones | 0,0408 | 1 | 0,0408 | 3,1818 | 0,1345 | ns |
| % Frutipan | 10,6017 | 2 | 5,3008 | 413,0519 | <0,0001 | ** |
| Temperatura de cocción | 0,3675 | 1 | 0,3675 | 28,6364 | 0,0031 | * |
| Frutipan × Temperatura | 4,6550 | 2 | 2,3375 | 181,3636 | <0,0001 | ** |
| Error | 0,0642 | 5 | 0,0128 | | | |
| Total | 15,7292 | 11 | | | | |
| C.V | 0,8174 | | | | | |

Factor A: Porcentaje de frutipan; **Factor B:** Temperaturas de cocción.; **Ns:** No significativo;
****:** Altamente significativo; *****: Significativo

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

La tabla 32 se presentan los resultados de la variable analizada del factor A porcentaje de polvo de frutipan. El porcentaje a₃ (con el 3% de polvo de frutipan) presentó la media más baja 12,5750 y pertenece al grupo A, lo que indica que es significativamente distinto de los niveles inferiores de frutipan. El porcentaje a₂ (con el 2% de polvo de frutipan), tiene una media intermedia 14,2000 y se encuentra en el grupo B, mientras que el porcentaje a₁ (con el 1% de polvo de frutipan) muestra la media más alta de 14,800 y pertenece al grupo C, esto indica que una mayor integración de polvo de frutipan en la composición de la salchicha incrementa proporcionalmente la variable evaluada.

Tabla 32*Prueba de Tukey para Frutipan de Grasa total*

| Porcentaje de Frutipan | Media | n | E.E. | Grupo |
|-------------------------------|--------------|----------|-------------|--------------|
| a ₃ | 12,5750 | 4 | 0,06 | A |
| a ₂ | 14,2000 | 4 | 0,06 | B |
| a ₁ | 14,8000 | 4 | 0,06 | C |

Factor A: Porcentajes de polvo de frutipan **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a1:** 1% de polvo de frutipan **a2:** 2% de polvo de frutipan **a3:** 3% de polvo de frutipan.

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 33 se presentan los resultados de la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$), al factor B temperatura de cocción. Los resultados muestran que la temperatura b₂ (a 72°C) reportó un valor de 13,6833 siendo inferior a la temperatura b₁ (a 80°C), con un valor de 14,0333 y pertenece al grupo A, mientras que la temperatura a₁ se clasifica en el grupo B, lo que indica que hay una diferencia estadística entre ambas temperaturas. Esto indica que la disminución de temperatura afecta negativamente la variable analizada, mostrando un impacto directo de la temperatura en el comportamiento del producto.

Tabla 33*Prueba de Tukey para temperatura de grasa total*

| Temperatura | Media | N | E.E. | |
|--------------------|--------------|----------|-------------|---|
| b ₂ | 13,6833 | 6 | 0,0465 | A |
| b ₁ | 14,0333 | 6 | 0,0465 | B |

Factor B: Temperatura de cocción **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **b2:** 80°C **b1:** 72°C

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 34 se presentan los resultados de la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$), a la intersección del factor A porcentaje de polvo de frutipan * el factor B temperatura de cocción influye de manera significativa en la variable analizada. El tratamiento t₆ (a₃ b₂) con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C, mostró la media más baja con un valor de 12,0500, el cual pertenece al grupo A. Mientras que el tratamiento t₁ (a₁ b₁) con el 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C evidenció la media más alta 15,5000 situándose en el grupo E, lo que indica sus diferencias estadísticamente significativas entre ambos extremos. Los tratamientos intermedios en grupos secuenciales B, C, D. Esto indica que el impacto del

porcentaje de polvo de frutipan en la variable está directamente relacionado con la temperatura de cocción, validando que la interacción del factor A porcentaje de polvo de Frutipan * factor B temperatura de cocción es crucial en el comportamiento del producto, dado que las variaciones entre los tratamientos son coherentes y estadísticamente relevantes ($p < 0,05$).

Tabla 34

Prueba de Tukey de la interacción de Frutipan x Temperatura de Grasa Total

| | Frutipan | Temperatura | Media | N | E.E. | |
|----------------|----------------|----------------|---------|---|--------|---|
| t ₆ | a ₃ | b ₂ | 12,0500 | 2 | 0,0801 | A |
| t ₃ | a ₃ | b ₁ | 13,1000 | 2 | 0,0801 | B |
| t ₂ | a ₂ | b ₁ | 13,5000 | 2 | 0,0801 | B |
| t ₄ | a ₁ | b ₂ | 14,1000 | 2 | 0,0801 | C |
| t ₅ | a ₂ | b ₂ | 14,9000 | 2 | 0,0801 | D |
| t ₁ | a ₁ | b ₁ | 15,5000 | 2 | 0,0801 | E |

Factor A: Porcentaje de polvo de frutipan **Factor B:** Temperatura de cocción **n:** Tamaño de muestra **E.E.:** Error experimental **a₁:** 1% de polvo de frutipan **a₂:** 2% de polvo de frutipan **a₃:** 3% de polvo de frutipan **b₁:** 72°C **b₂:** 80°C

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

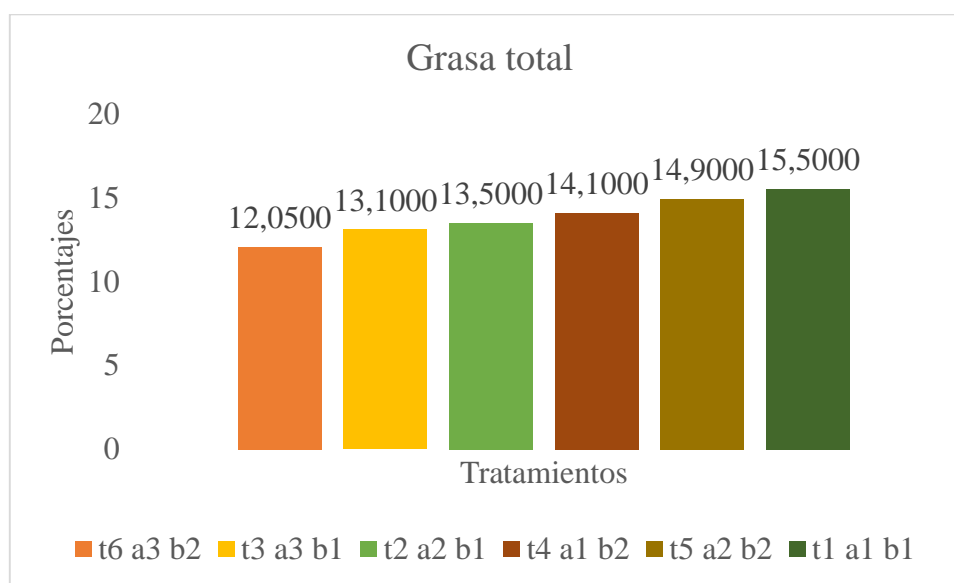
Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango 12,0500-15,5000 ya que la Norma INEN 1338- 96 indica que el contenido máximo de grasa total es del 25%. Por otro lado, al comparar estos resultados con el estudio realizado por (Velasco & Morales, 2011), quienes reportan un contenido de grasa de 21,9% en la salchicha elaborada con la adición de harina de chocho, en el cual se observan que los valores obtenidos de estudios son considerablemente bajos. De igual manera (Ayala, 2017), menciona que al incorporar harina de chocho en la salchicha de pollo el contenido de grasa de los tratamientos fueron de 16,48% y 17,45%, estos valores también se registran como valores altos los cuales superan a los resultados de esta variable de estudio) En contraste, investigaciones como la de salchichas elaboradas con harina de lenteja (*Lens culinaris*) reportan que los niveles de grasa total en productos con aditivo vegetal fueron similares a los de salchichas comerciales estándar ≈ 16 g/100 g (16g de grasa en cada 100g de ese alimento), sin modificaciones significativas atribuibles a la harina en sí, lo que sugiere que el impacto de las harinas o ingredientes funcionales puede depender de su composición particular y de cómo interactúan con la matriz lipídica durante el proceso (González et al., 2016). De

acuerdo con (Słota et al., 2025), esta diferencia puede ser porque el polvo de frutipan posee un bajo contenido de grasa, por lo cual esto contribuye a disminuir el contenido de grasa de la salchicha, permitiendo así una salchicha con un perfil nutricional más favorable sin afectar negativamente sus propiedades funcionales, bromatológicas y sensoriales.

En el Grafico 5 se observan el comportamiento de la variable grasa total, destacándose los tratamientos t_6 (a_3 - b_2) con un 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C con un valor bajo de 12,0500%

Gráfico 5

Comportamiento de la variable grasa total en los tratamientos de estudio



Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

El gráfico 5 se representa el porcentaje de grasa total en los diversos tratamientos analizados. El tratamiento t_6 (a_3 b_2) mostró el valor más bajo de grasa total, con un 12,0500 %, lo que sugiere que esta combinación de mayor frutipan (a_3) y temperatura b_2 es la más eficiente para disminuir el contenido graso del producto. En contraste, el tratamiento t_1 (a_1 b_1) presentó el valor más elevado, alcanzando el 15,5 %, lo que demuestra que un nivel más bajo de frutipan y una temperatura menos adecuada están relacionados con un aumento en la grasa total. Esto indica que incluir frutipan y ajustar la temperatura puede optimizar la composición lipídica

del producto, alcanzando una notable disminución de la grasa al aplicar el tratamiento t_6

2.10.6.2 Evaluación del contenido de ceniza total

En investigaciones sobre la producción de salchichas con incorporación de harinas no convencionales (como linaza o remolacha), se observa un incremento en el contenido de cenizas del producto final al aumentar la adición de estas harinas, lo que refleja un mayor aporte mineral debido a la materia prima. Esto se atribuye directamente al contenido de minerales de las harinas funcionales, que se transfiere a la salchicha al incorporarlas en la formulación (Guevara, 2025)

La Tabla 35 muestra el análisis de varianza de los factores evaluados. De manera individual, el factor A porcentaje de polvo de frutipan presentó un efecto altamente significativo ($F = 470,7778$; $p = 0,0001$), al igual que el factor B temperatura de cocción presento un efecto significativo ($F = 69,4444$; $p = 0,0004$), lo que demuestra que ambos factores influyen de manera significativa en la variable estudiada. La interacción entre el factor A porcentaje de polvo de frutipan * temperatura d cocción mostró significancia estadística ($F = 14,7778$; $p = 0,0080$), lo que sugiere que el efecto A porcentaje de polvo de frutipan varía según la temperatura de cocción utilizada. En cambio, el factor repeticiones no evidenció diferencias significativas ($F = 1,0000$; $p = 0,3632$), lo que indica homogeneidad en el experimento. Por último, el coeficiente de variación ($CV = 1,6062\%$) indica una baja variabilidad de los datos, lo que (apoya la precisión y la coherencia de los resultados obtenidos).

Tabla 35

Análisis de varianza para Ceniza Total

| Fuente de variación | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|------------------------|--------|----|--------|----------|----------|----|
| Repeticiones | 0,0019 | 1 | 0,0019 | 1,0000 | 0,3632 | ns |
| Frutipan | 1,7654 | 2 | 0,8827 | 470,7778 | < 0,0001 | ** |
| Temperatura | 0,1302 | 1 | 0,1302 | 69,4444 | 0,0004 | ** |
| Frutipan × Temperatura | 0,0554 | 2 | 0,0277 | 14,7778 | 0,0080 | * |
| Error | 0,0094 | 5 | 0,0019 | | | |
| Total | 1,9623 | 11 | | | | |
| C.V | 1,6062 | | | | | |

Factor A: Porcentaje de frutipan, **Factor B:** Temperaturas de cocción, **Ns:** No significativo, ****:** Altamente significativo, *****: Significativo

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

La Tabla 36 muestra la comparación de promedios del contenido de cenizas en los distintos porcentajes de polvo de frutipan. En donde el porcentaje a_3 (con el 3% de polvo de frutipan) tuvo la media más elevada de 3,0875 %, seguido del porcentaje a_2 (con el 2% de polvo de frutipan) el cual presentó un valor de 2,8250, mientras que el porcentaje a_1 (con el 1% de polvo de frutipan) mostró el valor más bajo de 2,1750%, logrando clasificar los tratamientos en categorías estadísticamente diferentes, estableciendo tres grupos distintos (A, B y C), lo que refleja diferencias significativas entre todos los niveles analizados del factor frutipan. La incorporación de porcentajes mayores de frutipan no solo aumenta de manera significativa, sino que también ayuda a identificar los niveles óptimos para la formulación de la salchicha con mejor jugosidad, estabilidad y textura, concluyendo así su desarrollo de la salchicha más funcionales.

Tabla 36

Prueba de Tukey para Frutipan de cenizas

| Porcentaje de frutipan | Media (%) | N | E.E. | |
|------------------------|-----------|---|--------|---|
| a_3 | 3,0875 | 4 | 0,0217 | A |
| a_2 | 2,8250 | 4 | 0,0217 | B |
| a_1 | 2,1750 | 4 | 0,0217 | C |

Factor A: Porcentajes de polvo de frutipan **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a1:** 1% de polvo de frutipan **a2:** 2% de polvo de frutipan **a3:** 3% de polvo de frutipan.

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

La Tabla 37 muestra la comparación de medias del contenido de cenizas según la temperatura de cocción, se nota que la temperatura b_1 (a 72°C) tuvo una media más alta de 2,8000 % en comparación con la temperatura b_2 (a 80°C) con un valor de 2,5917 agrupándose en los grupos estadísticamente distintos A y B, lo que señala la presencia de diferencias significativas entre los niveles de temperatura analizados. En este caso la temperatura es clave para maximizar las propiedades funcionales y bromatológicas de las salchichas tipo frankfurt, en donde la temperatura más alta favorece en la elaboración de las salchichas tipo frankfurt.

Tabla 37*Prueba de Tukey para Temperatura de cenizas*

| Temperatura | Media (%) | N | E.E. | |
|----------------|-----------|---|--------|---|
| b ₁ | 2,7583 | 6 | 0,0177 | A |
| b ₂ | 2,6333 | 6 | 0,0177 | B |

Factor B: Temperatura de cocción **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **b₂:** 80°C **b₁:** 72°C

Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En la tabla 38 se presentan los resultados de la comparación entre la interacción del factor porcentaje de frutipan * factor B temperatura de cocción de los tratamientos estudiados mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados ($p < 0,05$). El tratamiento t₆ (a₃-b₂) con el 3% de polvo frutipan a una temperatura de 80°C mostró la media más elevada de 3,1500, diferenciándose de manera significativa de los otros tratamientos, lo que sugiere que un aumento en frutipan junto con la temperatura b₂ (a 80°C) eleva la variable analizada. En contraste, el tratamiento t₁ (a₁-b₂) con el 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C presentó la media más baja de 1,9750, situándose en un grupo estadístico distinto, lo que indica que niveles bajos de frutipan en esta condición térmica disminuyen significativamente la respuesta. Los tratamientos intermedios t₃ (a₃-b₁) con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C y t₅ (a₂-b₁) con el “% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C mostraron valores promedios de 3,0250 y 2,8750, respectivamente, compartiendo grupos estadísticos similares, mientras que t₂ (a₂-b₂) con el 2% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C y t₄ (a₁-b₁) con el 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C no presentaron diferencias significativas entre sí, lo que evidencia un efecto combinado entre el nivel de frutipan y la temperatura, además del efecto individual de cada factor.

Tabla 38

Prueba de la interacción de Frutipan x Temperatura de las variables de estudio

| | Nivel de frutipan | Temperatura | Media | n | E.E. | | |
|----------------|--------------------------|--------------------|--------------|----------|-------------|---|-----|
| t ₆ | a3 | b ₂ | 3,1500 | 2 | 0,0306 | A | |
| t ₃ | a3 | b ₁ | 3,0250 | 2 | 0,0306 | | B |
| t ₅ | a2 | b ₁ | 2,8750 | 2 | 0,0306 | | C |
| t ₂ | a2 | b ₂ | 2,7750 | 2 | 0,0306 | | C D |
| t ₄ | a1 | b ₁ | 2,3750 | 2 | 0,0306 | | D E |
| t ₁ | a1 | b ₂ | 1,9750 | 2 | 0,0306 | | E |

Factor A: Porcentaje de polvo de frutipan **Factor B:** Temperatura de cocción **n:** Tamaño de muestra **E.E:** Error experimental **a1:** 1% de polvo de frutipan **a2:** 2% de polvo de frutipan **a3:** 3% de polvo de frutipan **b1:** 72°C **b2:** 80°C

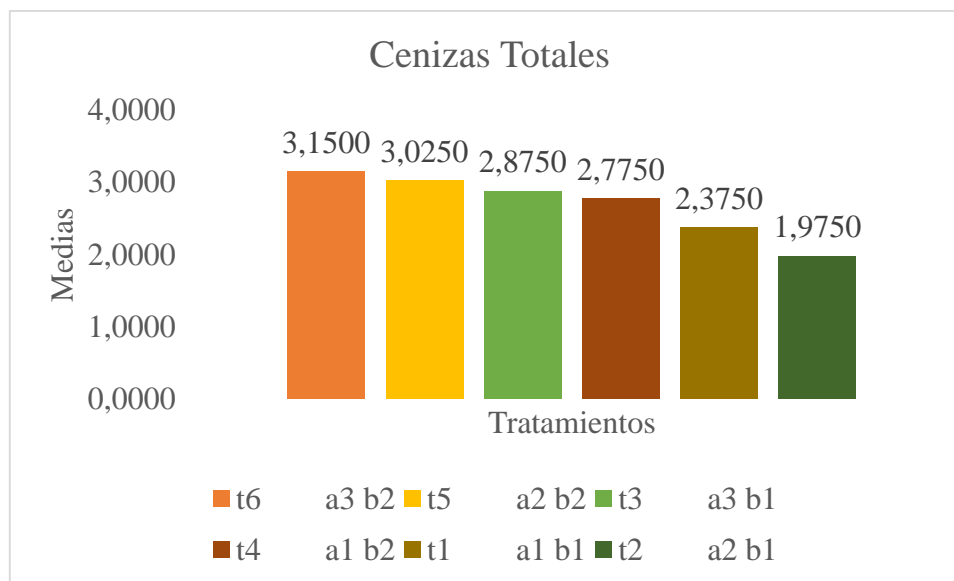
Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

El contenido de cenizas del mejor tratamiento alcanzo el 3,1500% el cual dicho valor se encuentra dentro del rango de la norma INEN 1338-96 de salchichas escaldadas en cual el valor máximo de ceniza es del 5%. De igual manera investigaciones como las de (Mehta et al., 2023b), nos habla acerca de la composición nutricional de la harina de frutipan (*Artocarpus altilis* indican que este ingrediente contiene varios micronutrientes y minerales como potasio, fósforo, calcio, hierro y magnesio, lo que enriquece su perfil mineral en relación con otros componentes pobres en minerales. Análisis minuciosos indican que la harina o pulpa de *Artocarpus altilis* puede tener cantidades significativas de minerales como calcio (19,70–314,47 mg/100 g), potasio (361,60–1393,50 mg/100 g) y hierro (0,50–28,13 mg/100 g), lo que demuestra su capacidad para aumentar la fracción mineral de los productos que se elaboran con ella. Por otro lado en el estudio de (Ochoa, 2023), en donde se observaron los niveles de cenizas en las salchichas variaron entre 2,77 % y 3,19 %, lo cual podría relacionarse con la cantidad de minerales en las harinas de los cultivos andinos. Desde la perspectiva nutricional, el aumento de cenizas indica un enriquecimiento en minerales de la salchicha, lo que proporciona micronutrientes esenciales que generalmente no se encuentran en altas concentraciones en una salchicha Frankfurt tradicional. Así, la adición de polvo de frutipan no solo optimiza las características funcionales del producto, sino que también eleva su valor nutricional, convirtiendo la salchicha en una opción más integral y con mayor valor añadido (Augustyńskar et al., 2025).

En el Grafico 6 se observan el comportamiento de la variable cenizas totales, destacándose los Se nota que la combinación $t_6 a_3 b_2$ (mayor cantidad de frutipan y mayor temperatura) alcanzó el valor promedio más elevado de cenizas (4,26 %).

Gráfico 6

Comportamiento de la variable cenizas totales en los tratamientos de estudio



Fuente: (Chunga & Gutierrez, 2025).

En el grafico 6 se observan los resultados respecto a los valores de la ceniza sugiere que le polvo de frutipan aporta una mayor carga mineral al producto, lo que se refleja en el tratamiento $t_6 (a_3 b_3)$ el cual tiene el 3% de frutipan a una temperatura de 80°C, presento el mayor contenido de ceniza con un valor de 3,1500%.

2.10.7 *Resultados finales para la determinación del mejor tratamiento.*

En la tabla 39 se muestran los resultados finales del mejor tratamiento de la evaluación de las propiedades funcionales y bromatológicas de la salchicha tipo frankfurt con la incorporación de polvo de frutipan.

Tabla 39*Resultados funcionales y bromatológicos obtenidos*

| Variabes | t ¹ | t ² | t ³ | t ⁴ | t ⁵ | t ⁶ |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Retención de agua | 91,0000 | 79,0000 | 60,0000 | 80,0000 | 84,0000 | 108,0000 |
| Capacidad emulsificante | 30,6000 | 46,7500 | 68,1500 | 30,1500 | 42,4500 | 68,0500 |
| Capacidad gelificante | 72,4000 | 83,2500 | 82,7000 | 81,3000 | 75,7000 | 86,7500 |
| Humedad | 38,2000 | 69,6000 | 50,0000 | 57,2000 | 41,6500 | 67,3500 |
| Grasa total | 15,5000 | 13,5000 | 13,1000 | 14,1000 | 14,9000 | 12,0500 |
| Cenizas totales | 1,9750 | 2,7750 | 3,0205 | 2,3750 | 3,8750 | 3,1500 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

En la tabla 40 se muestra en el tratamiento t₆, la retención de agua (108%) fue la más alta de todos los tratamientos, lo que muestra una notable capacidad de la matriz proteica y del polvo de frutipan para conservar humedad, mejorando la jugosidad y textura de la salchicha estilo Frankfurt. Se han observado valores comparables en investigaciones donde la adición de ingredientes hidrofílicos o extensores vegetales incrementa notablemente la capacidad de retención de agua en embutidos cocidos, alcanzando más del 90 % según la formulación y el contenido de almidón o fibra (Cengiz & Gokoglu, 2007b). La capacidad emulsificante (68,0500%) se mantuvo alta, lo que muestra una buena estabilidad de la emulsión grasa-proteica, impidiendo la separación de fases; esto coincide con estudios recientes en salchichas funcionales donde la incorporación de hidrocoloides o ingredientes vegetales mejora significativamente la emulsificación.(Sousa et al., 2017) Por último, la capacidad de gelificación (86,7500 %) resultó ser la más alta entre los tratamientos, lo que indica una textura firme y cohesiva, crucial en productos cárnicos procesados, y apoyada por investigaciones que indican que la mezcla de proteínas y almidones funcionales mejora la creación de geles sólidos en productos similares a Frankfurt(Sam et al., 2021b). Así como el porcentaje de humedad (67,3500 %) se encuentra dentro del intervalo detectado en salchichas tipo Frankfurt que han sido enriquecidas con ingredientes funcionales, los cuales han mostrado valores de humedad de hasta 67,7 % gracias a la habilidad de los componentes hidrofílicos para captar agua en la matriz de carne(Sam et al., 2021b). De igual manera, el contenido total de grasa (12,0500 %) de T6 se alinea con

estudios de análisis proximal en salchichas tipo Frankfurt, donde tratamientos experimentales han revelado un contenido graso de aproximadamente 15,68 %, demostrando que las fórmulas con extensores o sustitutos funcionales preservan la grasa dentro de niveles aceptables para este producto procesado (Urbano et al., 2020). Por otro lado, el contenido de cenizas (3,1500 %) el t₆ supera ciertos valores habituales documentados para este tipo de embutidos (por ejemplo, alrededor de 3,99 %), lo que puede deberse a la adición de ingredientes vegetales ricos en minerales como el polvo de *Artocarpus altilis* que incrementan la fracción mineral total. De manera comparable, (Uguña, 2021), con el documentó que uso de harinas vegetales como retentores de agua en salchichas incrementa la humedad y mejora la estabilidad de la emulsión, confirmando que la adición de ingredientes vegetales es una estrategia efectiva para optimizar las propiedades funcionales de los productos cárnicos.

En conjunto, estos hallazgos indican que t₆ posee una composición fisicoquímica equitativa y similar a productos de tipo Frankfurt, mientras que ofrece características funcionales superiores gracias a la inclusión de ingredientes no cárnicos

El tratamiento t₆ ofrece un equilibrio general destacado: excelente retención de agua, buena emulsificación, la mejor capacidad para gelificante, alta humedad, grasa apropiada y el contenido mineral más alto. Así, teniendo en cuenta todas las variables funcionales y nutricionales, t₆ fue elegido el tratamiento más equilibrado y adecuado para la producción de salchichas tipo Frankfurt con polvo de frutipan.

2.11 Evaluación sensorial de los tratamientos

A continuación, se da a conocer los resultados obtenidos en los análisis sensoriales de las salchichas tipo frankfurt realizadas con tres porcentajes de polvo de frutipan (1,2,3%) y con dos temperaturas de cocción (72 y 80 °C). Estos análisis fueron llevados a cabo con la participación de 18 estudiantes de ciclos superiores de la Carrera de Agroindustria.

2.11.1 *Variable de olor*

En la Tabla 40 se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable olor.

Tabla 40

Análisis de la varianza de atributo olor

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F estadístico | p-valor |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| Catadores | 19,6875 | 17 | 1,1581 | 2,9711 | 0,0005 ** |
| Tratamientos | 3,4097 | 5 | 0,6819 | 1,7495 | 0,1321 ns |
| Error | 33,1319 | 85 | 0,3898 | | |
| Total | 56,2292 | 107 | | | |
| C.V | 17,7675 | | | | |

** : altamente significativo, * : significativo, ns: no existe significancia (número de observaciones 108; coeficiente de determinación 0,4108; R² ajustada 0,2583)

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Este análisis mostró un coeficiente de variación del 17,76%, lo que indica una variabilidad aceptable en las evaluaciones sensoriales. El modelo fue altamente significativo ($p=0,0006$ $p=0,0006$), lo que evidencia diferencias en la percepción del olor entre las muestras evaluadas. Sin embargo, el factor tratamiento no presentó diferencias significativas ($p=0,1321$ $p=0,1321$), lo que sugiere que la incorporación de diferentes porcentajes de polvo de frutipan y las temperaturas de cocción aplicadas no influyeron de manera significativa en el olor de las salchichas.

Por el contrario, el factor catadores mostró diferencias altamente significativas ($p=0,0005$ $p=0,0005$), lo que confirma la variabilidad en la percepción sensorial entre los panelistas. Esta heterogeneidad es esperable en paneles no entrenados, debido a diferencias individuales en sensibilidad olfativa y preferencias personales.

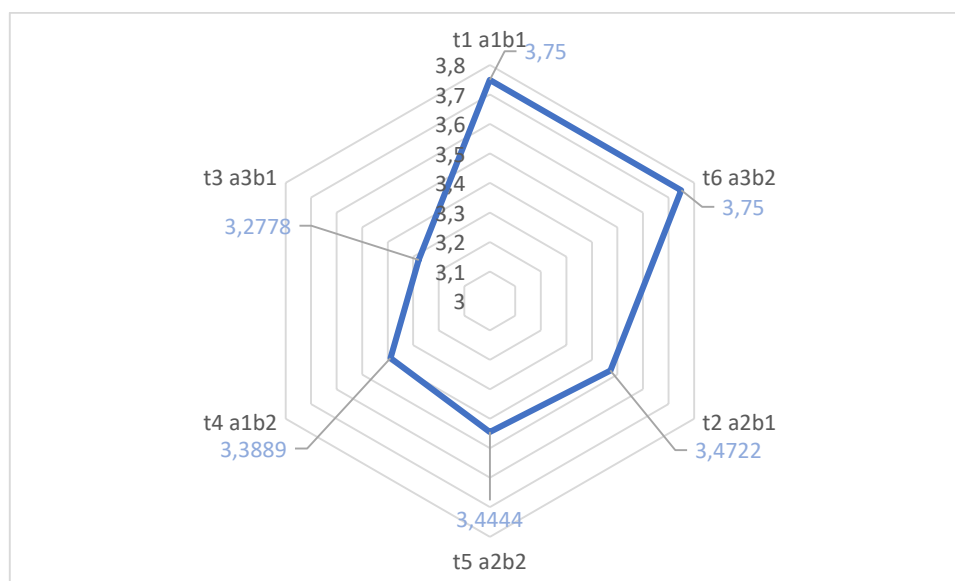
Estos resultados indican que los tratamientos aplicados no modificaron sustancialmente el olor del producto. De acuerdo con (Mena, 2016), en su estudio sobre polvo de frutipan, el aroma y las propiedades sensoriales dependen en gran medida del procesamiento de la harina, destacando la importancia del equilibrio entre tratamiento térmico y formulación para la aceptación del consumidor. La falta de significancia del factor temperatura sugiere que sus efectos sobre los aromas

característicos se manifiestan solo en combinación con concentraciones adecuadas de frutipan.

-En la Grafica 7 se presentan las medias del atributo olor de las salchichas tipo Frankfurt elaboradas con diferentes porcentajes de frutipan y temperaturas de cocción. Las evaluaciones en la escala hedónica oscilaron entre 3,28 y 3,75.

Gráfico 7

Promedio para el atributo olor



Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Los tratamientos t₁ y t₆ alcanzaron las medias más altas (3,75), lo que indica una mayor aceptación del olor por parte de los panelistas. Por el contrario, el tratamiento t₃ registró la media más baja (3,28), aunque dentro del rango de aceptabilidad. En general, todas las medias superaron (3,0), lo que sugiere una percepción favorable del olor en todos los tratamientos.

En conclusión, el atributo olor presentó una aceptación favorable en todos los tratamientos evaluados, destacándose t₁ y t₆ por alcanzar las puntuaciones más altas y mayor agrado por parte de los panelistas. Aunque el tratamiento t₃ obtuvo la media más baja, se mantuvo dentro del rango aceptable, evidenciando que la incorporación de frutipan y las temperaturas de cocción no afectaron negativamente la percepción del olor del producto.

2.11.2 *Variable de color*

-En la Tabla 41 se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el atributo color.

Tabla 41

Análisis de la varianza del atributo color

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F estadístico | p-valor |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------|-----------|
| Catadores | 15,7963 | 17 | 0,9292 | 3,1029 | 0,0003 ** |
| Tratamientos | 6,7130 | 5 | 1,3426 | 4,4834 | 0,0011 ** |
| Error | 33,1319 | 85 | 0,3898 | | |
| Total | 47,9630 | 107 | | | |
| C.V | 13,7443 | | | | |

** : altamente significativo, * : significativo, ns: no existe significancia (número de observaciones 108; coeficiente de determinación 0,4693; R² ajustada 0,3319)

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Este análisis mostró un coeficiente de variación del 13,74%, lo que indica una baja variabilidad y adecuada precisión en las evaluaciones sensoriales. El modelo fue altamente significativo ($p < 0,0001$ $p < 0,0001$), evidenciando diferencias en la percepción del color entre las muestras evaluadas.

El factor tratamiento presentó diferencias altamente significativas ($p = 0,0011$ $p = 0,0011$), lo que indica que los porcentajes de polvo de frutipan y las temperaturas de cocción influyeron de manera significativa en el color de las salchichas. Asimismo, el factor catadores mostró diferencias altamente significativas ($p = 0,0003$ $p = 0,0003$), confirmando la variabilidad interindividual en la percepción sensorial, esperable en paneles no entrenados.

Estos resultados sugieren que la incorporación de polvo de frutipan modificó notablemente el color del producto, probablemente debido a sus pigmentos naturales (color crema o amarillento) y carbohidratos, en contraste con el almidón de yuca blanco y translúcido (Guananga et al., 2022) A mayor concentración de sustitución, estos componentes alteran la tonalidad de la emulsión cárnica, resultando en diferencias visuales perceptibles por los catadores.

- En la Tabla 42 se da a conocer la prueba de comparación de medios de Tukey para el atributo color.

Tabla 42

Tukey de los tratamientos del atributo color

Error: 0,2995 gl: 85

| Tratamiento | Medias | Número de observaciones | Error estándar | | |
|--|--------|-------------------------|----------------|---|---|
| t ₆ a ₃ b ₂ | 4,5000 | 18 | 0,1297 | A | |
| t ₁ a ₁ b ₁ | 4,0000 | 18 | 0,1297 | A | B |
| t ₄ a ₁ b ₂ | 3,9722 | 18 | 0,1297 | A | B |
| t ₂ a ₂ b ₁ | 3,8611 | 18 | 0,1297 | | B |
| t ₃ a ₃ b ₁ | 3,8333 | 18 | 0,1297 | | B |
| t ₅ a ₂ b ₂ | 3,7222 | 18 | 0,1297 | | B |

t₁:1% de frutipan ,72°C; t₂:2% de frutipan ,72°C; t₃:3% de frutipan ,72°C; t₄:1% de frutipan ,80°C ;t₅:2% de frutipan ,80°C Y t₆:3% de frutipan ,80°C

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Se reveló diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$ p < 0 ,05). Las medias en la escala hedónica oscilaron entre 3,72 y 4,50. El tratamiento t₆ alcanzó la media más alta (4,50), ubicándose en el grupo A de mayor aceptación, seguido por t₁ (4,00) y t₄ (3,97), que compartieron similitud estadística. Por el contrario, los tratamientos t₂, t₃ y t₅ presentan medias inferiores (3,72-3,86), agrupados en el nivel B, lo que indica menor aceptación del color en comparación con t₆.

El desempeño superior del t₆ (3% de polvo de frutipan a 80 °C) sugiere un efecto sinérgico entre la concentración del sustituto y la temperatura de escaldado, favoreciendo reacciones de pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard).

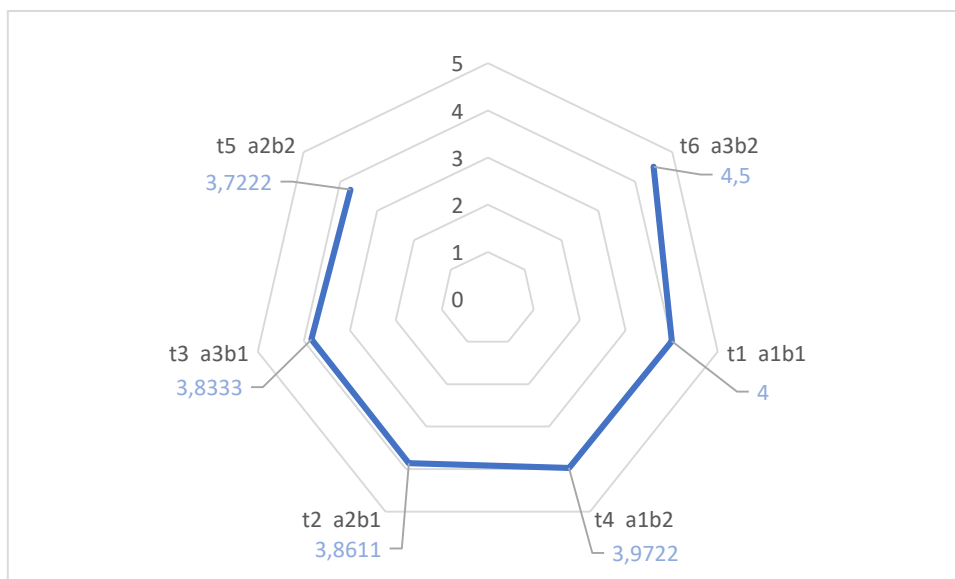
Según

(Vásquez, 2024), los carbohidratos del polvo de frutipan reaccionan con proteínas cárnicas a ~80 °C, generando melanoidinas que intensifican tonos dorados o rosados atractivos. A temperaturas más bajas (72 °C), como en t₃ (media 3,83, grupo B), la reacción es más lenta, resultando en menor desarrollo de color (Guananga et al., 2022).

- En la gráfica 8 se presentan las medias del atributo color para los tratamientos evaluados, con evaluación en la escala hedónica que oscilaron entre 3,72 y 4,50.

Gráfico 8

Promedio del atributo color



Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

El tratamiento t_6 alcanzó la media más alta (4,50), seguido por t_1 (4,00), lo que indica mayor aceptación visual por parte de los panelistas. Por el contrario, t_5 registró la media más baja (3,72), aunque todas las evaluaciones se mantuvieron dentro del rango aceptable.

Estos resultados evidencian una aceptación adecuada del color en todos los tratamientos, con t_6 destacando por su mejor apreciación sensorial, sin efectos negativos en la apariencia del producto.

2.11.3 *Variable de sabor*

-En la Tabla 43 se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el atributo sabor, con un coeficiente de variación del 19,77%, lo que indica variabilidad aceptable en las evaluaciones sensoriales.

Tabla 43*Análisis de la varianza del atributo sabor*

| Fuente de variación | de | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F estadístico | p-valor |
|----------------------------|-----------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| Catadores | | 20,8796 | 17 | 1,2282 | 2,3618 | 0,0051 ** |
| Tratamientos | | 8,0463 | 5 | 1,6093 | 3,0945 | 0,0129 * |
| Error | | 44,2037 | 85 | 0,5200 | | |
| Total | | 73,1296 | 107 | | | |
| C.V | | 19,7673 | | | | |

**: altamente significativo, *: significativo, ns: no existe significancia (número de observaciones 108; coeficiente de determinación 0,3955; R² ajustada 0,2391)

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

El modelo fue altamente significativo ($p = 0,0013$ $p = 0,0013$), evidenciando diferencias en la percepción del sabor entre las muestras.

El factor tratamiento mostró diferencias significativas ($p = 0,0129$ $p = 0,0129$), lo que confirma que los porcentajes de polvo de frutipan y las temperaturas de cocción influyeron en el sabor de las salchichas. Asimismo, el factor bloque (catadores) presentó diferencias significativas ($p = 0,0051$ $p = 0,0051$), reflejando variabilidad interindividual esperable en paneles sensoriales.

Estos hallazgos destacan la influencia de los tratamientos en el sabor, un atributo clave para la aceptación de productos cárnicos procesados, ya que integra percepciones de aroma, textura y composición. Según (Guananga et al., 2022) la harina de frutipan posee un sabor suave y ligeramente dulce, compatible con la salinidad y especias del curado cárnico, lo que facilita su sustitución por almidón de yuca sin alterar perceptiblemente el perfil sensorial para los consumidores.

- En la Tabla 44, la prueba de comparación de medios de Tukey para el atributo sabor reveló diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$ $p < 0,05$). Las medias en la escala hedónica oscilaron entre 3,08 y 3,89.

Tabla 44*Tukey de los tratamientos del atributo sabor***Error: 0,5200 gl: 85**

| Tratamientos | Medias | Número de observaciones | Error estándar | | |
|--|--------|-------------------------|----------------|---|---|
| t ₃ a ₃ b ₁ | 3,8889 | 18 | 0,1710 | A | |
| t ₂ a ₂ b ₁ | 3,8889 | 18 | 0,1710 | A | |
| t ₄ a ₁ b ₂ | 3,7500 | 18 | 0,1710 | A | B |
| t ₁ a ₁ b ₁ | 3,6667 | 18 | 0,1710 | A | B |
| t ₆ a ₃ b ₂ | 3,6111 | 18 | 0,1710 | A | B |
| t ₅ a ₂ b ₂ | 3,0833 | 18 | 0,1710 | | B |

t₁:1% de frutipan ,72°C; t₂:2% de frutipan ,72°C; t₃:3% de frutipan ,72°C; t₄:1% de frutipan ,80°C ;t₅:2% de frutipan ,80°C Y t₆:3% de frutipan ,80°C

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

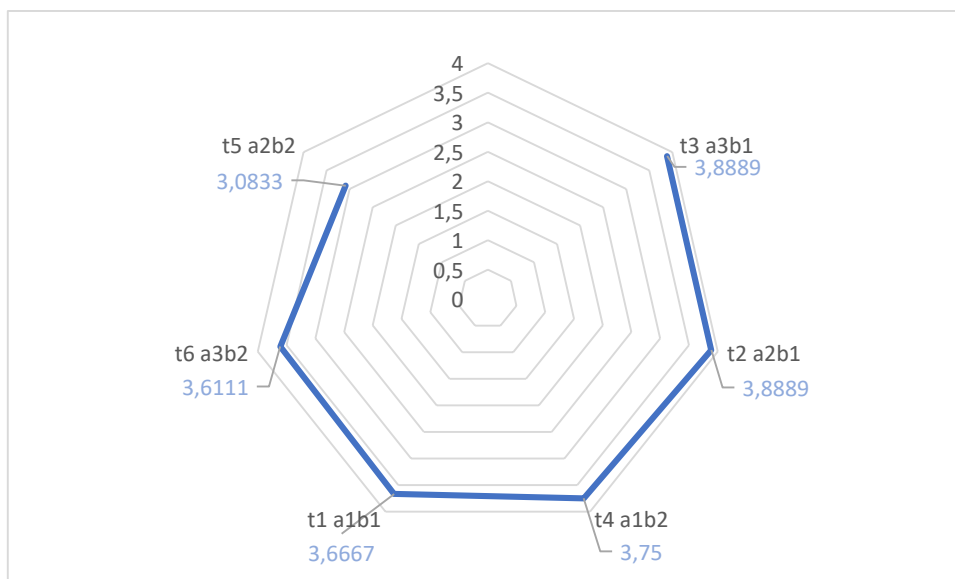
Los tratamientos t₂ y t₃ alcanzaron las medias más altas (3,89), ubicándose en el grupo A de mayor aceptación. Los tratamientos t₁, t₄ y t₆ presentaron medias intermedias (3,61-3,75), estadísticamente similares al grupo A. Por el contrario, t₅ registró la media más baja (3,08), agrupándose en el nivel inferior (grupo B), lo que indica menor aceptación sensorial.

Estas diferencias confirman que la incorporación de polvo de frutipan y las temperaturas de cocción influyeron en la percepción del sabor. Los tratamientos t₂ y t₃ (procesados a 72 °C) superaron a t₅ (80 °C), sugiriendo que temperaturas más bajas preserven mejor el equilibrio entre ingredientes cárnicos, condimentos y el componente funcional. Según(García et al., 2025) el exceso de calor en embutidos con harinas vegetales favorece la gelatinización, atrapando compuestos volátiles y reduciendo la liberación de sabores durante la masticación.

- En la gráfica 9 se presentan las medias del atributo sabor para los tratamientos evaluados, con evaluación en la escala hedónica que oscilaron entre 3,08 y 3,89.

Gráfico 9

Promedio del atributo sabor



Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Los tratamientos t_2 y t_3 alcanzaron las medias más altas (3,89), indicando mayor aceptación sensorial por parte de los panelistas, mientras que t_5 registró la media más baja (3,08), aunque dentro del rango aceptable.

Estos resultados confirman una aceptación favorable del sabor en todas las formulaciones, con t_2 y t_3 destacando por su mejor percepción sensorial y sin efectos negativos en el producto.

2.11.4 *Variable de textura*

En la Tabla 45 se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el atributo textura, con un coeficiente de variación del 16,64%, lo que indica variabilidad aceptable en las evaluaciones sensoriales.

Tabla 45*Análisis de la varianza del atributo textura*

| Fuente de variación | de | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F estadístico | p-valor |
|----------------------------|-----------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| Catadores | | 22,7708 | 17 | 1,3395 | 3,2666 | 0,0002 ** |
| Tratamientos | | 1,6042 | 5 | 0,3208 | 0,7824 | 0,5651 ns |
| Error | | 34,8542 | 85 | 0,4100 | | |
| Total | | 59,2292 | 107 | | | |
| C.V | | 16,6445 | | | | |

** : altamente significativo, * : significativo, ns: no existe significancia (número de observaciones 108; coeficiente de determinación 0,4115; R² ajustada 0,2592)

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

El modelo fue altamente significativo ($p= 0,0006$ $p= 0,0006$), evidenciando diferencias en la percepción de la textura entre las muestras evaluadas.

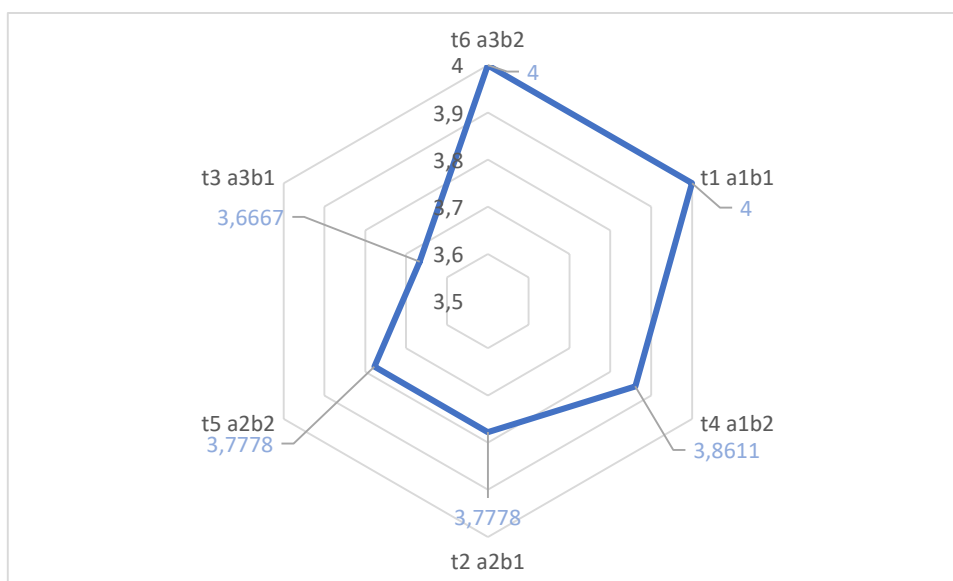
El factor tratamiento no mostró diferencias significativas ($p=0,5651$ $p=0,5651$), lo que confirma que los porcentajes de polvo de frutipan y las temperaturas de cocción no influyeron en la textura de las salchichas. Por el contrario, el factor bloque (catadores) presentó diferencias altamente significativas ($p=0,0002$ $p=0,0002$), reflejando la variabilidad interindividual esperable.

Estos resultados sugieren que la incorporación de frutipan en los niveles evaluados se integra adecuadamente en la matriz cárnica sin alterar negativamente las propiedades texturales, gracias a su compatibilidad funcional en proporciones moderadas (Pira et al., 2021).

- En la gráfica 10 se presentan las medias del atributo textura para los tratamientos evaluados, con evaluación en la escala hedónica que oscilaron entre 3,67 y 4,00.

Gráfico 10

Promedio del atributo textura



Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Los tratamientos t_6 y t_1 alcanzaron las medias más altas (4,00), indicando mayor aceptación sensorial por parte de los panelistas, mientras que t_3 registró la media más baja (3,67), aunque dentro del rango aceptable.

Estos resultados confirman una percepción adecuada de la textura en todas las formulaciones, con t_6 y t_1 destacando por su mejor evaluación sensorial, consistente con la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos.

-En la tabla 46 se resumen las medias de los atributos sensoriales evaluados. El tratamiento t_6 obtuvo las calificaciones más altas en olor (3,75; empatado con t_1), color (4,50) y textura (4,00), aunque en sabor registró una media aceptable (3,61), inferior a t_2 y t_3 (3,89).

Tabla 46*Resultados sensoriales obtenidos*

| Atributos | t ₁ | t ₂ | t ₃ | t ₄ | t ₅ | t ₆ |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Olor | 3,75 | 3,47 | 3,28 | 3,39 | 3,44 | 3,75 |
| Color | 4 | 3,86 | 3,83 | 3,97 | 3,72 | 4,5 |
| Sabor | 3,67 | 3,89 | 3,89 | 3,75 | 3,08 | 3,61 |
| Textura | 4 | 3,78 | 3,67 | 3,86 | 3,78 | 4 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Estos resultados posicionan al t₆ como el tratamiento de mejor desempeño integral, destacando su equilibrio en atributos clave como color, olor y textura, determinantes de la aceptabilidad general del consumidor. Aunque t₂ y t₃ superaron ligeramente en sabor, el perfil global de t₆ refleja una formulación óptima.

La reformulación con polvo de frutipan (3% a 80 °C) mejores propiedades organolépticas sin comprometer la aceptación sensorial, consistente con estudios que demuestran beneficios de ingredientes vegetales funcionales en productos cárnicos emulsificados. Según (Albuquerque et al., 2021), la reformulación de productos cárnicos mediante la inclusión de ingredientes funcionales de origen vegetal permite mejorar las propiedades sensoriales, especialmente color y textura, manteniendo una adecuada aceptabilidad por parte del consumidor y estudios recientes demuestran que la reformulación de embutidos con ingredientes vegetales funcionales puede incrementar la aceptabilidad sensorial del producto, especialmente en atributos como sabor y textura. En este contexto, (Pira et al., 2021) señalan que la inclusión de ingredientes de origen vegetal en productos cárnicos emulsificados mejora la jugosidad y el perfil sensorial, generando mayor aceptación del consumidor. Esto valida el potencial del frutipan como sustituto funcional en salchichas tipo Frankfurt.

2.12 Vida útil del mejor tratamiento

Los análisis realizados al mejor tratamiento fueron de carácter microbiológico, debido a que este tipo de parámetros son los más susceptibles a variar durante el almacenamiento y tienen una influencia directa sobre la inocuidad, calidad y eficiencia del producto.

Tabla 47*Especificaciones de los resultados*

| Parámetros | Tiempo de seguimiento(días) | | | | VLP | METODO |
|---------------------------|-----------------------------|----------|-------------------|-------------------|----------|-------------|
| | 1 | 7 | 14 | 21 | | |
| | Ensayo 1 | Ensayo 2 | Ensayo 3 | Ensayo 4 | | |
| Coliformes totales, UFC/g | <10 | <100 | 2.8×10^3 | 1.5×10^5 | <10000 | AOAC 991.14 |
| E. Coli, UFC/g | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | AOAC 991.14 |
| Salmonella, UFC/g | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | AOAC 2003.9 |
| Aerobios mesófilos, UFC/g | <10 | <100 | 1.3×10^3 | 1.2×10^5 | <100000 | AOAC 990.12 |
| Mohos y Levaduras, UFC/g | <10 | <100 | 1.5×10^2 | 2.4×10^4 | <10000 | AOAC 975.55 |

Fuente: Resultados obtenidos del laboratorio SETLAB

En la Tabla 47 se presentan los resultados microbiológicos durante el almacenamiento de salchichas tipo Frankfurt refrigeradas, evidenciando un incremento progresivo de la carga microbiana, comportamiento esperable en productos cárnicos cocidos. Todos los valores se mantuvieron dentro de los límites permisibles de la normativa INEN 1338 durante los 14 días iniciales, confirmando condiciones higiénico-sanitarias adecuadas.

El recuento de coliformes totales aumentó desde <10 UFC/g (día 1) hasta $1,5 \times 10^5$ (día 21), reflejando la proliferación de microbiota ambiental bajo refrigeración, aunque los niveles iniciales bajos indican buenas prácticas de fabricación. En tanto la ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en todos los muestreos cumplió los criterios de inocuidad para productos cárnicos cocidos según INEN 1338.

Por su parte, mohos y levaduras alcanzaron $2,4 \times 10^4$ UFC/g al día 21, señalando el inicio de deterioro microbiológico asociado a pérdida de calidad sensorial (Pullutasig, 2022). En salchichas cocidas sin empaque al vacío, la vida útil típica es de 5-7 días por crecimiento aeróbico acelerado (USDA, 2025). Estos resultados establecieron una estabilidad microbiológica adecuada hasta ~21 días, con el incremento final delimitando la vida útil bajo condiciones de almacenamiento evaluadas.

2.13 Costos de producción del mejor tratamiento

Al realizar la evaluación sensorial de la salchicha se determinó que el mejor tratamiento es el t₆ (C2) que contiene el (3% de frutipan a una temperatura de 80°C),

por lo cual a continuación de detalla los costos de producción para la salchicha tipo frankfurt con la adición de harina de frutipan.

2.14 Costos directos

Los gastos aplicados en la elaboración de la salchicha, en la tabla 48 se detallan los ingredientes que se utilizaron para la elaboración del mejor tratamiento con un porcentaje de 3 % de frutipan a una temperatura de 80 °C.

Tabla 48

Costos de la materia prima, aditivos y condimentos del mejor tratamiento

| Materia | Cantidad | Unidad | Costo unitario | Costo total |
|-------------------------|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Carne de pollo | 1,323 | lb | 1,6 | 2,12 |
| Grasa de cerdo | 0,331 | lb | 1,75 | 0,58 |
| Hielo | 0,353 | lb | 0,45 | 0,16 |
| Sal común | 18 | g | 0,00125 | 0,0225 |
| Fosfato | 3 | g | 0,024 | 0,072 |
| Nitrito de sodio | 0,5 | g | 0,00822 | 0,0041 |
| Dextrosa | 5 | g | 0,002 | 0,010 |
| Polvo de frutipan | 0,030 | lb | 3 | 0,20 |
| Proteína vegetal (soya) | 30 | g | 0,02 | 0,60 |
| Pimienta blanca molida | 1 | g | 0,02 | 0,02 |
| Nuez moscada | 0,5 | g | 0,0782 | 0,039 |
| Ajo en polvo | 1 | g | 0,02 | 0,02 |
| Pimentón dulce | 1 | g | 0,02 | 0,02 |
| TOTAL | | | | 3,87 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Tabla 49

Costos de empaque

| Materia | Cantidad | Unidad | Costo unitario | Costo total |
|---------------------------------|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Tripa sintética | 1 | Empaque | 2,95 | 2,95 |
| Fundas para el sellado al vacío | 3 | Empaque | 0,20 | 0,60 |
| SUBTOTAL | | | | 3,55 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Tabla 50*Costos de equipos*

| Materia | Cantidad | Vida útil | Depreciación | Costo total |
|-------------------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------------|
| Picadora de carne | 1 | 5 años | 3,50 | 3,50 |
| Picadora de Hielo | 1 | 5 años | 2,80 | 2,80 |
| Emulsionadora o cutter | 1 | 5 años | 4,50 | 4,50 |
| Embutidora manual | 1 | 5 años | 3,20 | 3,20 |
| Marmita de cocción | 1 | 5 años | 6,00 | 6,00 |
| Cocina | 1 | 5 años | 5,80 | 5,80 |
| Cámara de refrigeración | 1 | 5 años | 7,00 | 7,00 |
| SUBTOTAL | | | | 32,80 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Tabla 51*Costo de mano de obra*

| Recursos | Cantidad | Unidad | valor unitario | Valor total |
|-----------------|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Personal 1 | 8 | Horas | \$ 3,0125 | \$ 24,10 |
| Personal 2 | 8 | Horas | \$ 3,0125 | \$ 24,10 |
| SUBTOTAL | | | | \$ 48,2 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

En la tabla 51 se presenta los costos de mano de obra para la producción de la salchicha del mejor tratamiento. Cabe mencionar que según el ministerio de trabajo (2026) el sueldo básico unificado a partir del 1 de enero de 2026 el sueldo es de \$482 y la jornada máxima de trabajo son de 160 horas mensuales. Con estos datos se calculan el valor de la hora de trabajo como: $\$hora=482/160=\$3,0125$

2.1 Costos indirectos

Seguidamente, se detallan los costos indirectos de producción de derivan recursos durante el proceso de elaboración de la salchicha con la incorporación de harina de frutipan diferentes temperaturas.

Tabla 52*Costos indirectos de producción*

| Recursos | Cantidad | Unidad | Valor Unitario | Valor total |
|---------------|----------|--------|----------------|---------------|
| Agua potable | 3,5 | m3 | \$ 3,48 | \$ 3,48 |
| Electricidad | 1 | Días | \$ 0,27 | \$ 0,27 |
| Gas | 1 | Unidad | \$ 2,75 | \$2,75 |
| Cocina | 1 | Días | \$ 0,00 | \$0,00 |
| Refrigeradora | 1 | Días | \$ 0,00 | \$0,00 |
| Total | | | | \$ 6.5 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

2.2 Costos totales de producción

Esto hace referencia al dinero necesario para la elaboración de la salchicha, donde se agregan los gastos de manufactura junto con el trabajo manual y los gastos indirectos de producción, resultando en el costo total de producción.

Tabla 53*Costo total de producción*

| | Costo total de 1 Kg |
|----------------------------------|---------------------|
| Materia prima | \$ 3,87 |
| Empaque | \$ 3,55 |
| Equipos | \$ 32,80 |
| Mano de obra | \$ 48,2 |
| Costos indirectos de fabricación | \$ 6,5 |
| Total | \$ 94,92 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

$$\frac{810 \text{ g}}{50 \text{ g}} = 16,20 \text{ unidades}$$

$$\text{Costo de producción unitario} = \frac{94,92}{16} = 5,93 \text{ USD/unidad}$$

$$\text{Costo por Kg} = \frac{94,92}{0,81} = 117,19 \text{ USD/kg}$$

Tabla 54 *Tabla final de costos*

| Indicador | Valor |
|------------------------------|-----------------|
| Costo total del lote | 94,92USD |
| Cantidad producida | 0.81 kg |
| Número de unidades | 16 |
| Costo por kilogramo | 117,19 USD/kg |
| Costo de producción unitario | 5,93 USD/unidad |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

En la Tabla 54 se muestra el costo de producción es de 94,92 dólares por lote. Esto significa que cuesta 117,19 dólares por kilogramo y 5,93 dólares por unidad. Esto se debe a que los costos fijos son muy altos cuando se produce una cantidad pequeña de producto. Los costos de equipos y mano de obra son los más altos. Como se produce muy poco, estos costos no se pueden dividir entre muchos productos. En este caso, el lote es de solo 0,81 kilogramos de producto terminado, obtenido en el balance de materia (anexo 3).

Finalmente, los costos indirectos de fabricación, como el consumo de energía, agua y otros insumos auxiliares, también contribuyen al aumento del costo total, ya que se prorratan sobre una cantidad limitada de producto. Por lo tanto, el costo obtenido no representa un escenario industrial, sino un contexto experimental, en el cual el objetivo principal es la evaluación técnica del producto más que la optimización económica.

3 Impactos del proyecto.

3.1 Técnicos

Dentro de esta investigación se genera un impacto técnico positivo al incorporar el polvo de frutipan (*Artocarpus altilis*) como un ingrediente funcional en la formulación de una salchicha Frankfurt. La investigación también aporta al desarrollo de formulaciones de las salchichas, dejando analizar el efecto del frutipan en las propiedades funcionales, como la capacidad de retención de agua, capacidad emulsificante y capacidad gelificante, así como las propiedades bromatológicas como humedad y cenizas y por último los análisis sensoriales de las salchichas tipo frankfurt tales. Fortaleciendo así el uso de metodologías experimentales.

3.2 Sociales

En el ámbito social, este proyecto aporta para que se aproveche las semillas de plantas no usuales, como es el caso del frutipan, impulsando a dar un valor agregado. También brinda un aporte social a la población del cantón La Mana que comercializa esta fruta. Indirectamente, la investigación podría apoyar la incorporación en alimentos y así al crecimiento de negocios locales y generando fuente de empleo.

3.3 Económicos

En el ámbito económico el implementar el polvo de frutipan en la elaboración de una salchicha y generar así un producto innovador, representa una oportunidad clave para generar un valor agregado para los vendedores, mejorando así los recursos de los agricultores y fortalecer la economía de la zona de La Mana.

3.4 Ambientales

No genera impacto ambiental negativo ya que en el proceso de elaboración de salchicha tipo frankfurt se aprovecharon las semillas de frutipan y en la producción se elimina un porcentaje bajo de huesos de pollo y empaques.

4 Recursos y Presupuesto.

La tabla presenta los datos detallados de los recursos utilizados para la elaboración de la salchicha tipo Frankfurt con adición del polvo de frutipan. Este examen financiero es crucial para valorar los gastos iniciales, involucrados en la producción, creando una base firme para la planificación y propósito financiero del análisis.

Tabla 55

Costo del frutipan

| Análisis | Cantidad | Unidad | Costo unitario | Costo total |
|-------------------|----------|--------|----------------|--------------|
| Frutipan | 25 | Lb | 3,00 | 75,00 |
| SUBTOTAL 1 | | | | 75,00 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Tabla 56*Costo de los análisis del polvo de frutipan*

| Análisis | Cantidad | Unidad | Costo unitario | Costo total |
|--------------------------------|----------|----------|----------------|--------------|
| ABTS | 1 | Análisis | 25,69 | 25,69 |
| Capacidad de retención de agua | 1 | Análisis | 5,00 | 5,00 |
| Capacidad emulsificante | 1 | Análisis | 3,00 | 3,00 |
| Capacidad gelificante | 1 | Análisis | 5,00 | 5,00 |
| Humedad | 1 | Análisis | 3,00 | 3,00 |
| SUBTOTAL 2 | | | | 41,69 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)**Tabla 57***Costo de materia prima*

| Materia | Cantidad | Unidad | Costo unitario | Costo total |
|-------------------------|----------|--------|----------------|---------------|
| Carne de pollo | 14 | Kg | 6,862 | 96,07 |
| Grasa de cerdo | 12 | Lb | 1,75 | 21,00 |
| Hielo | 30 | Lb | 0,45 | 13,50 |
| Sal común (NaCl) | 800 | G | 0,00125 | 1,00 |
| Fosfato | 1 | Kg | 24 | 24,00 |
| Nitrito de sodio | 1000 | G | 0,00822 | 8,22 |
| Azúcar (dextrosa o | 1 | Kg | 2,00 | 2,00 |
| Almidón de yuca | 500 | G | 0,00328 | 1,64 |
| Proteína vegetal (soya) | 1 | Kg | 15,00 | 15,00 |
| Pimienta blanca molida | 100 | G | 0,02 | 2 |
| Nuez moscada | 60 | G | 0,0782 | 4,69 |
| Ajo en polvo | 100 | G | 0,02 | 2 |
| Pimentón dulce | 100 | G | 0,02 | 2 |
| SUBTOTAL 3 | | | | 174,05 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Tabla 58*Costo de empaque*

| Materia | Cantidad | Unidad | Costo unitario | Costo total |
|---------------------------------|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Tripa sintética | 3 | Empaque | 2,95 | 8,85 |
| Fundas para el sellado al vacío | 25 | Empaque | 0,20 | 5,00 |
| SUBTOTAL 4 | | | | 13.85 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Tabla 59*Costos de los análisis funcionales de la salchicha tipo frankfurt*

| Materia | Cantidad | Unidad | Costo unitario | Costo total |
|--------------------------------|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Capacidad de retención de agua | 14 | Análisis | 3,00 | 42,00 |
| Capacidad emulsificante | 14 | Análisis | 5,00 | 70,00 |
| Capacidad gelificante | 14 | Análisis | 3,00 | 42,00 |
| Humedad | 14 | Análisis | 4,00 | 56,00 |
| SUBTOTAL 5 | | | | 210,00 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Tabla 60*Costos de los análisis bromatológicos de la salchicha tipo frankfurt*

| Materia | Cantidad | Unidad | Costo unitario | Costo total |
|-------------------|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Grasa total | 14 | Análisis | 3.25 | 45,50 |
| Cenizas | 14 | Análisis | 3.00 | 42,00 |
| SUBTOTAL 6 | | | | 87,50 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Tabla 61

Costo de los análisis microbiológicos del mejor tratamiento para determinar la vida útil

| Materia | Cantidad | Unidad | Costo unitario | Costo total |
|--------------------|-----------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Coliformes totales | 4 | Análisis | 7,00 | 28,00 |
| E. Coli | 4 | Análisis | 7,00 | 28,00 |
| Salmonella | 4 | Análisis | 7,00 | 28,00 |
| Aerobios mesófilos | 4 | Análisis | 7,00 | 28,00 |
| Mohos y Levaduras | 4 | Análisis | 7,00 | 28,00 |
| SUBTOTAL 7 | | | | 140,00 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

Tabla 62

Presupuesto para maquinaria y equipos

| Materia | Cantidad | Vida útil | Depreciación | Costo total |
|-------------------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------------|
| Picadora de carne | 1 | 5 años | 3,50 | 3,50 |
| Picadora de Hielo | | 5 años | 2,80 | 2,80 |
| Emulsionadora o Cutter | 1 | 5 años | 4,50 | 4,50 |
| Embutidora manual | 1 | 5 años | 3,20 | 3,20 |
| Marmita de cocción | 1 | 5 años | 6,00 | 6,00 |
| Cocina | 1 | 5 años | 5,80 | 5,80 |
| Cámara de refrigeración | 1 | 5 años | 7,00 | 7,00 |
| SUBTOTAL 8 | | | | 32,80 |

Elaborado por: (Chunga & Gutierrez, 2025)

| | | |
|------------------------|--|----------------|
| Subtotales | | 774,89 |
| Imprevistos 15% | | 116,234 |
| Total | | 891,124 |

5 Conclusiones

- El polvo de frutipan presentó una capacidad antioxidante de 44,05 μmol Trolox/g, mostrado que es apto como ingrediente funcional con propiedades antioxidantes aplicables en la formulación de productos cárnicos.
- Se desarrollaron formulaciones de salchichas tipo frankfurt con la adición de polvo de frutipan a diferentes porcentajes y temperaturas de cocción, las cuales fueron con (t₁) 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C, (t₂) 2% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C, (t₃) 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 72°C, (t₄) 1% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C, (t₅) 2% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C y (t₆) 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C.
- Al evaluar las propiedades funcionales, bromatológicas y sensoriales obtuvimos que el mejor tratamiento es el t₆ (con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C) en cual, resalto en la retención de agua siendo superior con un valor del 108%, en su capacidad emulsificante el tratamiento t₆ (con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C) registro un valor de 68,0500%, en el caso de la capacidad gelificante el valor obtenido fue de 86,7500%, como también en el caso de la humedad presento una valor de 67,3500% , evidenciando así su retención de agua y en el caso de las grasas totales 12,05 00% y cenizas totales 3,1500% mantuvieron, por otra parte desde el punto de vista del análisis sensorial el tratamiento t₆ (con el 3% de polvo de frutipan a una temperatura de 80°C) obtuvo un puntaje promedio superior a 4,0 de una escala hedónica de 5 puntos para color, olor, sabor y textura, el cual no presento rechazo por el panel evaluado de 18 personas lo que demuestra que el incremento del porcentaje de polvo de frutipan y la temperatura no afectan negativamente a la salchicha.
- La salchicha tipo Frankfurt cumplió con los límites microbiológicos permisibles hasta el día 14 de almacenamiento, manteniendo la ausencia de E. coli y Salmonella; A partir del día 21 se evidencia deterioro microbiológico, por lo que su vida útil se establece en 14 días.

- El mejor tratamiento presentó un costo total de producción de 94,92 USD para un lote de 1 kg, equivalente a 16 unidades, lo que resultó en un costo de 117,19 USD/kg y un costo unitario de 5,93 USD por salchicha, evidenciando la viabilidad económica del producto a escala experimental.

6 Recomendaciones

- Es conveniente seguir haciendo estudios de polvo de frutipan para evaluar su comportamiento en otros tipos de embutidos y productos cárnicos, y así ampliar la posibilidad de su aplicación industrial.
- Sería conveniente llevar a cabo estudios de la vida útil en periodos más largos bajo diferentes condiciones de almacenamiento (refrigeración, congelación) para obtener más información sobre la estabilidad del producto realizado.
- Se sugiere propiciar el uso del frutipan como ingrediente alternativo de origen natural en la elaboración de alimentos funcionales, dado su aporte nutricional y al permitir revalorizar producciones locales. Para futuras investigaciones sería conveniente complementar el estudio con análisis de perfiles de ácidos grasos o de compuestos bioactivos para comprender mejor cómo influye el polvo de frutipan en el producto final en términos nutricionales.

7 Bibliografía

Albuquerque, B. R., Dias, M. I., Pereira, C., Petrović, J., Soković, M., Calhelha, R. C., Oliveira, M. B. P. P., Ferreira, I. C. F. R., & Barros, L. (2021). Valorization of *Sicanaodorifera* (Vell.) Naudin Epicarp as a Source of Bioactive Compounds: Chemical Characterization and Evaluation of Its Bioactive Properties. *Foods*, *10*(4). <https://doi.org/10.3390/foods10040700>

Allouch, W., Terras, D., Haj Yahia, N., Zarroug, Y., Doggui, L., Bouhadida, M., Oujj, A., Kamessi, K., Kharrat, M., & Debbabi, H. (2025). *Sustainable Local Gluten-free Flours: Nutritional, Physical, and Functional Characterization*. <https://doi.org/10.12691/jfnr-13-3-1>

Alvarez, C. (2011, febrero 2). *Aglutinante* [nciAppModulePage]. (nciglobal,ncienterprise). <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/aglutinante>

Amaral, A. M. P. do, Amorim, E. M., Carmo, E. G. S. do, Santos, J. V. P. dos, Canova, M. T., Dalan, P. A., Bettanin, L., Robazza, W. da S., Moroni, L. S., Sehn, G. A. R., & Cavalheiro, D. (2025). Different commercial technological ingredients: Impact on the shelf life of refrigerated fresh sausages. *Ciência Animal Brasileira*, *26*, 80480E. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v26e-80480E>

Aranda, M., Martinez, M., & Camacho. (2024, noviembre 10). Análisis documental, un proceso de apropiación del conocimiento. *RDU UNAM*. https://www.revista.unam.mx/2024v25n6/analisis_documental_un_proceso_de_a_propiacion_del_conocimiento/

Argel, N. S. (2022). *Diseño y desarrollo de productos cárnicos magros adicionados con fuentes vegetales de elevado valor nutricional* [Doctor en Ciencias Exactas, área Química, Universidad Nacional de La Plata]. <https://doi.org/10.35537/10915/138278>

Augustyńska, A., Ormian, M., Topczewska, J., Sokołowicz, Z., & Tobiasz-Salach, R. (2025). *Quality Characteristics of Poultry Products Containing Plant Components with Enhanced Health Benefits*. <https://doi.org/10.3390/foods14244307>

Avendaño, G., Chávez, O., Vargas, K., Bustos, K., Barreda, F., & Varela, E. (2023). Efecto de oleogeles (cera de arroz) sobre las características texturales de salchicha tipo Frankfurt. *Agro Sur*, *51*(3), Article 3. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2023.v51n.3-02>

Ayala, K. D. R. (2017). *ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE HARINA DE CHOCHO (Lupinus mutabilis) EN LAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS Y NUTRICIONALES DE LA SALCHICHA DE POLLO*. <https://repositorio.ute.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eb8b17e4-cb3e-4dd2-ada4-d90ee445151e/content>

Badia, C., Laguna, L., Haros, C. M., & Tárrega, A. (2023). *Techno-Functional and Rheological Properties of Alternative Plant-Based Flours*. <https://doi.org/10.3390/foods12071411>

Bastidas, A. O. S. (2017). *INGENIERO AGROPECUARIO*. file:///C:/Users/c/Documents/tesis%20027%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Silva%20Arsenio%20-%20cd%20027.pdf

Becerra De la Cruz, A. (2024, junio). *Becerra_De la Cruz_Anel_Alexandra (2)*. file:///C:/Users/c/Documents/Becerra_De%20la%20Cruz_Anel_Alexandra%20(2).pdf

Bejarano. (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* [Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Alimentos]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37894>

Bühler, J. M., Schlangen, M., Möller, A. C., Bruins, M. E., & van der Goot, A. J. (2022). Starch in Plant-Based Meat Replacers: A New Approach to Using Endogenous Starch from Cereals and Legumes. *Starch - Stärke*, 74(1-2), 2100157. <https://doi.org/10.1002/star.202100157>

Calderón, L. (2018). “Aprovechamiento integral de banana de rechazo en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt”.

Capúz, N. G., & Pilamala, A. (2015). *ELABORACIÓN DE SALCHICHA ESCALDADA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE AMARANTO*.

Carballo, J. (2021). Embutidos: Nutrición, seguridad, procesamiento y mejora de la calidad. *Foods*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/foods10040890>

Cárdenas, K. (2024). *Análisis comparativo de la harina de fruta de pan (ARTOCARPUS ALTÍLIS) y harina de trigo (TRITICUM VULGARE) para uso en la industria panificadora en la provincia de Tungurahua* [bachelorThesis, UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES]. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/17761>

Carhuancho-Colca, K. P., Silva-Paz, R. J., Elías-Peñañiel, C., Salvá-Ruiz, B. K., Encina-Zelada, C. R., Carhuancho-Colca, K. P., Silva-Paz, R. J., Elías-Peñañiel, C., Salvá-Ruiz, B. K., & Encina-Zelada, C. R. (2024). Comparison of Vegetarian Sausages: Proximal Composition, Instrumental Texture, Rapid Descriptive Sensory Method and Overall Consumer Liking. *Foods*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/foods13111733>

Carrillo, A., & Rocha, J. (2022). “MANUAL DE FUNCIONAMIENTO, MANTENIMIENTO Y APLICACIÓN PEDAGÓGICA DE LA MEZCLADORA DE CARNE PARA EL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN CÁRNICOS DE LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”. 101.

Carrillo, V. (2025). *Elaboración de salchicha de pollo en reemplazo de la grasa de cerdo por crema de leche pasteurizada-fusionado*.

Castro, J. L. (2024). *Fruta de Pan (Artocarpus altilis) como una alternativa en la industria de confiterías*. [UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO]. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16377/E-UTB-FACIAG-%20AGROINDUSTRIA-000025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cengiz, E., & Gokoglu, N. (2007a). *Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausages*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01357.x>

Cengiz, E., & Gokoglu, N. (2007b). *Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausages*. 366-372. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01357.x>

Chacón, E. M. (2023). *Influencia del uso de harina de achira (Canna indica) y papa china (Colocasia esculenta) en la producción de salchicha tipo Frankfurt* [Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Alimentos]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/39207>

Chaparro, S., Tavera, M., Martínez, J., & Jesús, G. (2014, junio). <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/download/950/1171>. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/download/950/1171>

Cheng, L. (2022). Recent progress in understanding starch gelatinization—An important property determining food quality. *Carbohydrate Polymers*, 293, 119735. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119735>

Chimbo, A. E. R., Jumbo, L. D. J., Ruiz, S. L. R., & Aguilera, D. S. (2024). Influencia de las Variables de Proceso en los Parámetros de Grasa y Actividad de Agua en Diferentes Tipos de Café de la amazonia ecuatoriana. *Revista Social Fronteriza*, 4(5), e45411-e45411. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)411](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)411)

Chung Nguyen, D., Tabor, R. F., Tang, Y., Bennett, L., & Mansouri, S. (2026). Effects of selected food-compatible printing materials on product properties towards 3D binder jetting. *Journal of Food Engineering*, 405, 112779. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2025.112779>

Coyago, E., Guachamin, A., Villacís, M., Rivera, J., Neto, M., Méndez, G., Heredia-Moya, J., & Vera, E. (2023). Evaluation of Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in 51 Minor Tropical Fruits of Ecuador. *Foods*, 12(24). <https://doi.org/10.3390/foods12244439>

Dautova, A., Amirkhsnov, K., & Baytukenova, S. (2024). *Full article: Enhancing emulsified sausages: A comprehensive study of the nutritional, sensory, and sustainability advantages of quinoa flour incorporation*. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2024.2426612?utm_source=chatgpt.com#abstract

Díaz, H., Olivera, A., Aguilar, R., & Guevara, Y. (2021). *Capacidad Emulsificante de la Carne | PDF | Emulsión | Tejido adiposo*. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/488137946/PRACT-N-2-CAPACIDAD-EMULSIFICANTE-DE-LA-CARNE>

Egas, K. P. (2024). *DISEÑO DEL PROCESO Y CONTROL DE CALIDAD PARA OBTENER HARINA DE FRUTIPAN (Artocarpus Altilis) Y CHOCHO (Lupinus Mutabilis)* [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/7a213fb1-8a30-4e88-8323-4b3bebe9e4ce/content>

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). *Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>

Esfandiari, Z., Rostamabadi, H., Noori, S. M. A., Sabahi, S., & Nasab, M. S. (2025). Microbial safety and chemical characteristics of sausage coated by chitosan and postbiotics obtained from *Lactobacillus bulgaricus* during cold storage. *Scientific Reports*, 15(1), 358. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-82810-z>

Estévez, C. (2021). *ESTUDIO BROMATOLÓGICO DE SALCHICHAS VIENESAS COMERCIALIZADAS EN QUITO*.

Fernandez, C. (2020). *Universitat Politècnica de València*. <https://doi.org/10.4995/ia.2014.3293>

Fernández, D., & Oto, V. (2025). *OBTENCIÓN DE POLVO A PARTIR DE FRUTIPAN (Artocarpus Altilis)*. UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI.

Flores, I. E. (2024). *SUSTITUCIÓN DE CARNE DE RES POR CARNE DE ALPACA EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA TIPO VIENESA*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Fu, Q., Song, S., Xia, T., & Wang, R. (2022). *Effects of Cherry (Prunus cerasus L.) Powder Addition on the Physicochemical Properties and Oxidation Stability of Jiangsu-Type Sausage during Refrigerated Storage*. <https://doi.org/10.3390/foods11223590>

Gamez, H., & Santacruz, E. (2021, abril). *Libro carnes digital*. <https://sired.udenar.edu.co/7320/1/libro%20carnes%20digital.pdf>

Garcés, D. M. S. (2021). *APROBACIÓN DEL TUTOR*. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2858898d-d6d9-4cf1-bcbc-3600939cc20c/content>

García, E. (2024). *Evaluación de la harina de frutipán (Artocarpus altilis), sobre los índices productivos y morfometría de órganos linfoides en pollos de engorde Cobb 500* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO]. <https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a7537854-98f0-4edc-8272-8cf8499ee18b/content>

García, J., Hernández, A., Meléndez, J. M., Ortega, M. I., & Ruiz, A. (Eds.). (2025). *Ambiente, alimentación y salud para el bienestar* (1.ª ed.). Ediciones Comunicación

Científica; Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.
<https://doi.org/10.52501/cc.360>

Godoy, J. E. (2015). *Elaboración de un manual de buenas prácticas de manufactura (bpm) en el laboratorio académico de materia prima animal e industria cárnica de la carrera de ingeniería agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi periodo octubre 2014- febrero 2015*.
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2638>

Gómez, F. P. G. (2022). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD E INOCUIDAD DE SALCHICHA ELABORADA CON CAMARÓN, CORVINA Y HARINA DE QUINUA*.

Gonzabay, M. E. (2021). *ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO TIPO FRANKFURT MEDIANTE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CARNE DE RES CON HARINA DE FRIJOL BLANCO (Phaseolus vulgaris L.)*. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR.

González, J. D. T., Morelo, K. J. G., Correa, D. A., & Morales, J. D. C. J. (2016). *Efecto de la utilización de harina de Lens culinaris como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha*.
https://www.redalyc.org/journal/2570/257047577002/?utm_source=chatgpt.com

Granda, R., & Alejandro, D. (2022a). *Determinación de la capacidad emulsionante de proteína extraída de la arveja (Pisum sativum L.) para su aprovechamiento y valorización en la industria alimentaria*.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23674/1/UPS-CT010154.pdf>

Granda, R., & Alejandro, D. (2022b). *Determinación de la capacidad emulsionante de proteína extraída de la arveja (Pisum sativum L.) para su aprovechamiento y valorización en la industria alimentaria*.

Guananga, J. E., Yaulema, J. L., & Bolaños, P. F. (2022). Análisis de la incidencia de una fuente radiactiva en un bisturí bipolar para resección de carcinomas en tejido ex vivo. *AlfaPublicaciones*, 4(3), 130-148. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.230>

Guevara. (2025). *Elaboración de la salchicha Frankfurt utilizando harina de remolacha (Beta vulgaris var. Conditiva) y harina de linaza (Linum usitatissimum L.)*.

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/16097/1/Guevara%20Ch.%2c%20Mishel%20E.%20%282025%29%20Elaboraci%20de%20la%20salchicha%20Frankfurt%20utilizando%20harina%20de%20remolacha%20%28Beta%20vulgaris%20var.%20conditiva%29%20y%20harina%20de%20linaza%20%28Linum%20us.pdf>

Guillén, J. (2025, marzo 27). *¿Qué son las Proteínas? Tipos, Alimentos y Beneficios*. <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/proteinas.html>

Gutiérrez, M. (2024). *Proceso tecnológico para la obtención de harina nutritiva a partir de semillas de "Artocarpus camansi"*.
<https://doi.org/10.5377/esteli.v13i51.19007>

Gutiérrez, Y. A. (2009). *Departamento de Química Agrícola*.

Hafid, H., Nuraini, Agustina, D., Fitriyaningsih, Inderawati, Ananda, S. H., Angraini, D. U., & Nurhidayati, F. (2019). Chicken nugget nutrition composition with an additional variation of breadfruit flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 382(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/382/1/012004>

Hernandez, J. (205d. C.). *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL*.

Huanca, J., Asqui, M., Mamani, D., Mamani, H., Huayanca Medina, P., & Charaja, F. (2021). Habilidades lingüísticas y comprensión lectora en la oquedad del siglo XXI: Una mirada a la Institución Educativa Politécnica de Puno – Perú. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(18), 537-555. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.194>

Huang, S. (2020). *Functional Properties of Breadfruit Flour and Its Application in Processed Meat*.

Huillcas, A. A. (2022). *PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE Artocarpus altilis (Pan de Árbol) MEDIANTE MÉTODOS DE INJERTO EN TINGO MARÍA [UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA]*. [https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ab7c2b01-cc13-41c2-aefa-24fdd0083ef2/content#:~:text=Asimismo%2C%20en%20el%20a%C3%B1o%201595%20fue%20reconocida,M%C3%A9xico%20y%20Centroam%C3%A9rica%20\(Rojas%20y%20Cordova%2C%202013\).](https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ab7c2b01-cc13-41c2-aefa-24fdd0083ef2/content#:~:text=Asimismo%2C%20en%20el%20a%C3%B1o%201595%20fue%20reconocida,M%C3%A9xico%20y%20Centroam%C3%A9rica%20(Rojas%20y%20Cordova%2C%202013).)

INEN 1338.doc. (s. f.). Recuperado 29 de noviembre de 2025, de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/149/4/03%20AGP%2063%20NTE%20INEN%201338.pdf>

Jianyu, Ying, C., Li, X., Kuang, J., Li, J., Huang, T., & Li, J. (2025). *Study on structure, properties and formation mechanism of cassava starch-faba bean protein heat-induced gel*. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.140216>

Jimenez, I., & Salgado, D. (2018). *Fortificaacion de salchicha d eres tipo coctel utilizando harina de amaranto (amanthus) y quinua (chenopodium quinoa)*. <file:///C:/Users/c/Documents/PC-000339.pdf>

Jung, D. Y., Lee, H. J., Shin, D.-J., Kim, C. H., & Jo, C. (2022). Mecanismo de mejora de la estabilidad de la emulsión de salchichas tipo emulsión con polvo de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) como sustituto del fosfato. *Meat Science*, 194, 108993. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108993>

Jurado, C. D., & Yzarra, L. H. (2021). La Calidad del agua potable y su influencia en la salud humana. *GnosisWisdom*, 1(3), Article 3. <https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v1i3.19>

Lam, R. S. H., & Nickerson, M. T. (2013). *Food proteins: A review on their emulsifying properties using a structure-function approach*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.038>

Łepecka, A., Zielińska, D., Szymański, P., Buras, I., Kołożyn-Krajewska, D., Łepecka, A., Zielińska, D., Szymański, P., Buras, I., & Kołożyn-Krajewska, D.

(2022). Alternativas no convencionales para la elaboración de salchichas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph19031582>

Lopez, C., & Gomez, J. (2017). *Tesis Lopez-Gomez*. <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1169/Tesis%20Lopez-Gomez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López, L. R., & Jaramillo, C. P. (2025). *El rol del método inductivo como vínculo entre las teorías educativas y las prácticas de aula*. <https://doi.org/10.17163/soph.n38.2025.01>

López, M., & Arias, S. (2022). Usos, propiedades nutricionales y evaluación sensorial del amaranto, quinua y subproductos de uva y café. *Ingeniería y Competitividad*, 24(1). <https://doi.org/10.25100/iyc.v24i1.11000>

Lopez, R. (2017). *ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO MIXTO A BASE DE DISTINTAS CONCENTRACIONES DE CARNE DE CUY (Cavia porcellus) Y CONEJO (Oryctolagus cuniculus) CON HARINA DE PLÁTANO (Musa paradisiaca) Y HARINA DE SOYA (Glycine max). TRABAJO EXPERIMENTAL*. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LOPEZ%20MORALES%20ROSA%20VERONICA.pdf?utm_source=chatgpt.com

Lucero, J. F. O. (2014). *INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/41e0e108-8a9c-4281-b121-c6950533a8f0/content>

Marroquin, T. (2021). *ELABORACIÓN DE SALCHICHA TIPO FRANKFURT UTILIZANDO CARNE DE PATO (Pekín) Y POLLO (Broiler) CON ALMIDÓN DE PAPA (Solanum tuberosum)*ll.

Matailo, D. C. C., & Zhune, N. S. T. (2011). *PROCESO DE ELABORACIÓN DE JAMÓN CON ADICIÓN DE ALMIDONES, ENRIQUECIDO CON PROTEÍNAS ANIMAL Y VEGETAL*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/601791c5-4377-42a1-b73f-3934926b60f2/content>

Matas, A. (2025, septiembre 22). *Zenodo_UD_Metodo_Cientifico*. https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/27649/Zenodo_UD_Metodo_Cientifico.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mateo, J., Caro, I., Kasiayan, S., Salvá, B. K., Carhuallanqui, A., & Ramos, D. D. (2021). Potential of Pulse Flours as Partial Meat Replacers in Heat-Treated Emulsion-Type Meat Sausages. *Frontiers in Animal Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.693086>

Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación* (1.ª ed.). Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>

- Mehta, K. A., Quek, Y. C. R., & Henry, C. J. (2023a). Breadfruit (*Artocarpus altilis*): Processing, nutritional quality, and food applications. *Frontiers in Nutrition*, *10*, 1156155. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1156155>
- Mehta, K. A., Quek, Y. C. R., & Henry, C. J. (2023b). *Breadfruit (Artocarpus altilis): Processing, nutritional quality, and food applications*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1156155>
- Mena, G. (2016). *Análisis de tres índices de madurez del fruto de pan artocarpus altilis para el aprovechamiento de sus semillas en la elaboración de un snack*.
- Mendez, F., Saldaña, Y., & Domingues, L. (2024). *Meat Science and Technology – Processing and Products*. <https://www.sciknowpub.com/download.php?ref=ZmVhdHVyZWQtYm9vay1jaGFwdGVyJTJGU2NpS25vd1B1Yi04NjEucGRm>
- Mira, serikkyzy. (2025). Development of functional meat products based on the food safety system. *Scientific Reports*, *16*(1), 601. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-30088-0>
- Miranda, R. M., Domínguez, N. E., Giménez, M. A., Lobo, M. O., & Sammán, N. C. (2022). *Tecnofuncionalidad de harinas integrales de maíces andinos (Zea Mays) nativas y extrudidas*. https://www.redalyc.org/journal/6061/606172508002/?utm_source=chatgpt.com
- Mongi, R. J., & Gomezulu, A. D. (2022). Descriptive sensory analysis, consumer acceptability, and conjoint analysis of beef sausages prepared from a pigeon pea protein binder. *Heliyon*, *8*(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10703>
- Montgomery, D. C. (Ed.). (2013). *Design and analysis of experiments*.
- Morocho, O. A. G., & Caraguay, D. E. G. (2021). Desarrollo de películas biodegradables usando zeolitas impregnadas con plata. *Avances Investigación en Ingeniería*, *18*(1 (Enero-Junio)). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.6751>
- Muchekeza, J. T., Jombo, T. Z., Magogo, C., Mugari, A., Manjeru, P., & Manhokwe, S. (2021). Proximate, physico-chemical, functional and sensory properties OF quinoa and amaranth flour AS potential binders in beef sausages. *Food Chemistry*, *365*, 130619. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130619>
- Nieto, E. G. (2022). *DESARROLLO DE UN SNACK A PARTIR DE LA SEMILLA DE FRUTA DE PAN (Artocarpus altilis) Y CHÍA (Salvia hispanica) COMO FUENTE DE FIBRA [UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR]*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/NIETO%20MENOSCAL%20ERICK%20GABRIEL.pdf>
- Ochoa, G. (2023, septiembre). *Influencia del uso de Harina de Cultivos Andinos Melloco Blanco (Ullucus tuberosus) y Melloco Rojo (Iniap-Puca) en el desarrollo de Salchichas Tipo Frankfurt*. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/169a0fbc-b99e-470b-b78f-bcb7aa127e75/content>

Oluwaseun, F. H., Ojeniyi, O. O., Bunmi, F. F., Oluwadamilola, A. E., Olapeju, O. S., & Bode, T. A. (2025). Phytoadditive effects of breadnut (*Artocarpus camansi*) and breadfruit (*Artocarpus altilis*) leaf meals on performance and nutrient digestibility of Broiler chickens. *Bulgarian Journal of Animal Husbandry*, 62(5), 65-77. <https://doi.org/10.61308/IEBZ2268>

Ortegon, N. M. (2025). *Heat-Induced Gelation of Faba Bean and Rice Protein Isolates with Egg White Powder and Hydrocolloids*. <https://mro.massey.ac.nz/server/api/core/bitstreams/dd184ad3-c62f-4bd1-85e6-95f96da5863a/content>

Pateiro, M., Domínguez, R., Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2021). Recent Research Advances in Meat Products. *Foods*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/foods10061303>

Pérez, Á. A. (2024). *Uso de la carne de cuy (Cavia porcellus) en la elaboración de un embutido tipo salchicha Frankfurt* [Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Alimentos]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/42494>

Pietrasik, Z. (2020). *Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages*. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00068-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00068-0)

Pira, C., Trapani, G., Fadda, M., Finocchiaro, C., Bertino, E., Coscia, A., Ciocan, C., Cuciureanu, M., Hegheş, S.-C., Vranceanu, M., Miere, D., & Filip, L. (2021). Comparative Study Regarding the Adherence to the Mediterranean Diet and the Eating Habits of Two Groups—The Romanian Children and Adolescents Living in Nord-West of Romania and Their Romanian Counterparts Living in Italy. *Foods*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/foods10092045>

Pokornik. (2023, marzo 3). *La química y usos del nitrito sódico—Noah Chemicals*. <https://espanol.noahchemicals.com/blog/la-quimica-y-usos-del-nitrito-sodico/>

Poland, N. (2022, mayo 27). Propiedades y usos del fosfato de sodio. *NATURAL POLAND - Distribuidor Mayorista de Materias Primas*. <https://naturalpoland.com/es/articulos/fosfato-de-sodio-en-los-alimentos/propiedades-y-usos-del-fosfato-de-sodio/>

Pozo, F. A., Lechón, B. A., & Anchundia, M. Á. (2022). *Caracterización fisicoquímica y funcional de almidón de papa súperchola y su utilización en la formulación de salchicha tipo Frankfurt*. <https://doi.org/10.32645/13906925.1137>

proE.info. (2025). *E452 – Polifosfatos* | *proE.info*. <https://proe.info/es/additives/e452>

Pullutasig, E. D. (2022). *Modelo Servqual como estrategia para medir el nivel de atención al cliente en la empresa Imexa Group Sucursal Ambato*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36251>

Quintana, S. C., Torres, O. N., Mora, M. L., & Sjostrom, P. D. (2023). Salmonella spp como contaminante de la carne de pollo: Una revisión. *Revista Científica*

Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 5(5), 187-204.
<https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i5.596>

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (2021). *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay*. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)

Reddy, D. M., Babu, A. J., Rao, B. E., Moorthy, P. R. S., & Vani, S. (2017). *Process Optimization for the Development of Value Added Chicken Meat Sausages*. file:///C:/Users/c/Documents/V6i21_50_CS092048023_Maheswar_274-278.pdf

Rodríguez, S. A. (2022). *OBTENCIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO A PARTIR DE FRUTIPAN (Artocarpus communis) [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]*.

<https://dspace.epoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/79016cff-865d-4d28-ab0f-dc79a8081248/content>

Romero, P. (2021). *Emulsiones Cárnicas: Proceso y Estabilidad | PDF | Emulsión / Carne*. Scribd. <https://es.scribd.com/presentation/479534878/Emulsiones-carnicas>

Ruiz, O. A. (2021). *SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CARNE DE RES, POR HARINA DE GARBANZO (Cicer arietinum) PARA LA ELABORACIÓN DE UNA SALCHICHA FRANKFURT*. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR.

Saltos, N. I. (2024). *Elaboración de una bebida tipo mocaccino a partir de semillas de frutipan (Artocarpus altilis (Park.) Fosb.) con bebida de avena (Avena sativa L.) [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]*.

<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a0dcc2bc-3809-458a-9b6d-27d2527b7f77/content>

Sam, F. E., Ma, T.-Z., Atuna, R. A., Salifu, R., Nubalanaan, B.-A., Amagloh, F. K., & Han, S.-Y. (2021a). Physicochemical, Oxidative Stability and Sensory Properties of Frankfurter-Type Sausage as Influenced by the Addition of Carrot (*Daucus carota*) Paste. *Foods*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/foods10123032>

Sam, F. E., Ma, T.-Z., Atuna, R. A., Salifu, R., Nubalanaan, B.-A., Amagloh, F. K., & Han, S.-Y. (2021b). *Physicochemical, Oxidative Stability and Sensory Properties of Frankfurter-Type Sausage as Influenced by the Addition of Carrot (Daucus carota) Paste*. <https://doi.org/10.3390/foods10123032>

Sánchez, M., Fernández, M., & Díaz, J. (2021). *Técnicas e instrumentos de recolección de información: Análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo*. <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400>

Sasu, P., Baidoo, J. K., Adjei-Mensah, B., Bredu, G. A., Ansah, T. O., Attoh-Kotoku, V., Appiah, F., & Donkoh, A. (2024). Breadfruit (*Artocarpus altilis*) Pulp Flour as a Non-Conventional Filler in Comminuted Pork: Effect on Physicochemical, Sensory Attributes and Cost of Meatloaves. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 6(2), 33-38. <https://doi.org/10.24018/ejfood.2024.6.2.778>

Scaramella, J. C. (2020). *Contenido de Yodo en Sal de Mesa y variación del mismo durante el proceso de cocción*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO.

Sholeha, Z. A. C., & Amertaningtyas, D. (2024). The Effect of Storage Time on Fat Content, Ash Content, and Organoleptic of Mutton Soup Meat. *BIO Web of Conferences*, 88, 00037. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248800037>

Silva, V. T., Mateus, N., de Freitas, V., & Fernandes, A. (2024). Plant-Based Meat Analogues: Exploring Proteins, Fibers and Polyphenolic Compounds as Functional Ingredients for Future Food Solutions. *Foods*, 13(14), 2303. <https://doi.org/10.3390/foods13142303>

Słota, P., Pejcz, E., & Harasym, J. (2025). *Bioactive Profile and Rheological Characteristics of Breadfruit (Artocarpus altilis) Pulp Commercial Flour*. <https://doi.org/10.3390/molecules30183732>

Sousa, S. C., Fragoso, S. P., Penna, C. R. A., Arcanjo, N. M. O., Silva, F. A. P., Ferreira, V. C. S., Barreto, M. D. S., & Araújo, Í. B. S. (2017). *Quality parameters of frankfurter-type sausages with partial replacement of fat by hydrolyzed collagen*. 76. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.034>

Suryoprabowo, S., Wu, A., Liu, L., Kuang, H., Xu, C., & Guo, L. (2023). A Rapid Immunochromatographic Method Based on Gold Nanoparticles for the Determination of Imidacloprid on Fruits and Vegetables. *Foods*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/foods12030512>

Szmarko, T., Lesiow, T., & Górecka, J. (2021, marzo). *La capacidad de retención de agua de la carne: Un método analítico de referencia*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/350493571_The_water-holding_capacity_of_meat_A_reference_analytical_method

Teixeira, A., Ferreira, I., Pereira, E., Vasconcelos, L., Leite, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Ferreira, I., Pereira, E., Vasconcelos, L., Leite, A., & Rodrigues, S. (2021). Physicochemical Composition and Sensory Quality of Goat Meat Burgers. Effect of Fat Source. *Foods*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/foods10081824>

Thomson, L. A. J., Butaud, J.-F., Geraghty, P. A., Wilson, W. H., & Mabblerley, D. (2024). Breadfruit in the Pacific Islands, its domestication and origins of cultivars grown in East Polynesia and Micronesia. *Journal of South Pacific Agriculture*, 26(0), Article 0. (morphology, dna, linguistics). <https://journalofsouthpacificagriculture.com/index.php/JOSPA/article/view/101>

Tornberg, E. (2005). *Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products*. 50th International Congress of Meat Science and Technology, (ICoMST), 8-13 August 2004, Helsinki, Finland. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.021>

Torres, J. D., González, K. J., Acevedo, D., & Jaimes, J. D. C. (2016). *Efecto de la utilización de harina de Lens culinaris como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha*. (49). <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a01>

- Uguña, M. V. C. (2021). *UNIVERSIDAD DE CUENCA*. <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a858b20b-c185-47cc-bc13-6225121ee765/content>
- USDA. (2025). *Servicio de Inspección y Seguridad Alimentaria*. <http://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/meat-catfish/sausages-and-food-safety>
- Vasquez, F. (2021). *Efecto del tratamiento térmico en harina de avena utilizada en la sustitución de harina de trigo para la elaboración de pan*. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i2.1388>
- Vásquez, J. J. (2024). *Elaboración, caracterización fisicoquímica, análisis sensorial de una hojuela a base de harina de frutipan (Artocarpus Altilis) y harina de maíz (Zea Mays)*.
- Wang, X. J. (2010). *Assessment of Sensory and Textural Properties and Water-Holding Capacity of Pork Sausages Containing Oat Flour*. [file:///C:/Users/c/Downloads/Assessment%20of%20Sensory%20and%20Textural%20Properties%20and%20Water-Holding%20Capacity%20of%20Pork%20Sausages%20Containing%20Oat%20Flour%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/c/Downloads/Assessment%20of%20Sensory%20and%20Textural%20Properties%20and%20Water-Holding%20Capacity%20of%20Pork%20Sausages%20Containing%20Oat%20Flour%20(1).pdf)
- Yaguache, M. C. (2021). *CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y ORGANOLÉPTICA DE LA HARINA DE FRUTO DE PAN (Artocarpus altilis) PARA SU USO EN PANADERÍA Y GALLETERÍA [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/c6e44c17-4c4a-4d41-8a4a-2b487bfbe26c/content>
- Yazdanparast, S., Mohammadi-Nasrabadi, F., Hashmati, A., Rezazadeh, R., Taheri, M., Alhouei, B., & Esfarjani, F. (2025). Comprehensive assessment of fatty acid profiles of meat products to develop action plan strategies for healthier products. *Scientific Reports*, 15(1), 23188. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-04749-z>
- Zaini, H. B. M., Sintang, M. D. B., & Pindi, W. (2020). *The roles of banana peel powders to alter technological functionality, sensory and nutritional quality of chicken sausage*. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1847>
- Zainol, N., Zulfikree, H. S., Nor, N. F. A., Yaakob, H., & Zaidel, D. N. A. (2023). *HEALTH SUPPLEMENT INGREDIENT*.
- Zhao, D., Yan, S., Liu, J., Jiang, X., Li, J., Wang, Y., Zhao, J., & Bai, Y. (2023). *Effect of Chickpea Dietary Fiber on the Emulsion Gel Properties of Pork Myofibrillar Protein*. <https://doi.org/10.3390/foods12132597>

