UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Efecto de la inclusión de harina entera (pulpa-piel) de plátano no comercial (*Mussa acuminata*) y harina de residuos de coliflor (*Brassica oleracea var. botrytis)* en el desarrollo de un embutido tipo salchicha

---

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Raquel Patricia Torres Erazo

Tutor: Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

Ambato - Ecuador

Julio - 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

CERTIFICA:

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, ya que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Ambato, 18 de Junio de 2025



Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

1803124294

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Raquel Patricia Torres Erazo, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos son absolutamente originales, autentico y personales; a excepción de las citas bibliográficas



Raquel Patricia Torres Erazo

1723975866

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final del Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final del Trabajo de Titulación, con fin de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Raquel Patricia Torres Erazo

1723975866

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRUBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Por constancia firman:

Firmado electrónicamente por:
LILIANA PATRICIA
ACURIO ARCOS
Validar únicamente con FirmaEC

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
MARIA EUGENIA
GARCIA PAZMINO
Validar únicamente con FirmaEC

Mg. María Eugenia García Pazmiño

2100248505

Firmado electrónicamente por:
MANOELLA ALEJANDRA
SANCHEZ GARNICA
Validar únicamente con FirmaEC

Mg. Manoella Alejandra Sánchez Garnica

0604079871

Ambato, 07 de Julio de 2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios quien siempre me ha sacado a flote en esta y en todas las etapas de mi vida. Sé que nada hubiera sido posible sin su propósito para conmigo; doy gracias a que él puso en mi camino las personas que me brindaron sus enseñanzas, sostén y estima.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme sabiduría, la fortaleza y la perseverancia, sin soltarme de su mano.

Gracias, madre, padre, y hermanos quienes han sido incondicionales con su apoyo y amor.

Agradezco a mi madre, mi ejemplo más grande de fortaleza, valentía y resiliencia, por formar la persona quien soy hasta llegar aquí, por su amor sin límites, sus palabras reconfortantes de vida, y por creer siempre en mí al igual que mi tía Mónica.

A mi padre por su respaldo constante, por su cariño firme, siendo quien me ha impulsado a no rendirme y a dar lo mejor de mí misma.

A mis hermanos, que son mi claro ejemplo a seguir, quienes me motivan día a día a superarme y luego lograr ser una gran profesional sin dejar lo humano ni lo moral de lado, como lo son ellos.

A mi familia, a quienes siempre han estado viendo de cerca mi progreso, gracias por estar presentes, han aportado mucha motivación y enseñanzas.

A los amigos y amigas que obtuve a lo largo de este tiempo y han sido como mi familia en este proceso, cada uno ha sido muy importante para mí, llenando un gran espacio en mi vida siendo muy gratificante poder compartir alegrías y derrotas, saliendo adelante juntos, dando ligereza a la carrera.

A mi tutor, por su valiosa orientación, dedicación y constante apoyo durante el desarrollo de este trabajo y en la vida académica.

Finalmente, a cada persona que fue, es, y será especial en esta trayectoria, de quienes aprendí mucho para lograr estar en este punto.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR....ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR....iv
APROBACIÓN DEL TRUBUNAL DE GRADO....v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO....vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.... viii
ÍNDICE DE TABLAS x
ÍNDICE DE FIGURAS....xi
ÍNDICE DE ANEXOS.... xiii
RESUMEN EJECUTIVO xiv
ABSTRACT....xv
CAPÍTULO I....1
MARCO TEÓRICO....1
1.1 Justificación....1
1.2 Antecedentes investigativos 2
1.3 Coliflor 2
1.4 Plátano verde no comercial 5
1.5 Harinas no comerciales en embutidos.... 7
1.6 Objetivos....8
1.6.1 Objetivo General....8
1.6.2 Objetivos Específicos....8
CAPÍTULO II 9
MATERIALES Y METODOS 9
2.1 Materiales....9
2.1.1 Obtención de harinas....9
2.1.2 Elaboración de productos emulsificados 9
2.2.2 Valor energético....11
2.2.3 Pérdida por cocción....11
2.2.4 Propiedades Fisicoquímicas 12
pH y Acidez....12

Color....12
Actividad de agua....12
2.2.5 Textura....12
2.2.6 Evaluación de la calidad sensorial de las salchichas....13
2.2.7 Evaluación de la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento de las salchichas....13
2.2.8 Diseño Experimental y Análisis Estadístico....13
CAPÍTULO III....14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN....14
3.1 Apariencia visual de las salchichas....14
3.2 Composición proximal....14
3.3 Pérdida por cocción....18
3.4 Propiedades Fisicoquímicas....19
3.4.1 pH y acidez....19
3.4.3 Color....20
3.5 Textura....21
3.6 Análisis sensorial....23
3.7 Estabilidad de pH, acidez, actividad de agua y color....24
3.7.1 Estabilidad de pH y acidez....24
3.7.2 Estabilidad de actividad acuosa (a_w)....26
3.7.3 Estabilidad de color....28
CAPÍTULO IV....30
CONCLUSIONES....30
4.1 Conclusiones....30
Referencias Bibliográficas....31
Anexos....39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de 100 g de una porción fresca comestible de coliflor 3

Tabla 2. Composición nutricional de la harina de plátano no comercial 6

Tabla 3. Respectivas formulaciones con harina de trigo y harinas no convencionales (plátano no comercial y residuos de coliflor) 10

Tabla 4. Composición proximal del embutido tipo salchicha respecto a cada formulación. 18

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de las salchichas, evaluados en el día 0 del almacenamiento 21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Coliflor (Brassica oleraceae L. var. botrytis) 5

Figura 2. Plátano no comercial (Mussa acuminata).....7

Figura 3. Apariencia visual de las diferentes formulaciones. Las muestras se identifican como: C8 (8 % de harina de trigo), C12 (12 % de harina de trigo), F1 (8 % de harina elaborada a partir de residuos de coliflor y plátano no comercial), y F2 (12 % de harina de residuos de coliflor y plátano no comercial). 14

Figura 4. Parámetros correspondientes a la textura de las diferentes formulaciones. Las letras distintas (a, b, c) reflejan cambios significativos, Control 1 (8 % harina de trigo), Control 2 (12 % harina de trigo), Fórmula 1 (8 % harina de residuos de coliflor y plátano no comercial), F2 (12 % harina de residuos de coliflor amarilla y plátano no comercial).....23

Figura 5. Indice de aceptabilidad de las diferentes formulaciones. Las letras distintas (a, b, c) reflejan cambios significativos, Control 1 (8 % harina de trigo), Control 2 (12 % harina de trigo), Fórmula 1 (8 % harina de residuos de coliflor y plátano no comercial), F2 (12 % harina de residuos de coliflor amarilla y plátano no comercial). 24

Figura 6. Estabilidad de pH y de acidez durante el almacenamiento. Letras distintas (a, b, c) reflejan cambios significativos en cada muestra a lo largo del período de almacenamiento de 30 días ($p < 0,05$), y letras diferentes (x, y, z) señalan diferencias importantes entre las muestras comparadas en un mismo día ($p < 0,05$). Control 1 (8 % harina de trigo), Control 2 (12 % harina de trigo), Fórmula 1 (8 % harina de residuos de coliflor y plátano no comercial), F2 (12 % harina de residuos de coliflor amarilla y plátano no comercial).....26

Figura 7. Estabilidad de a_w durante el almacenamiento. Letras distintas (a, b, c) reflejan cambios significativos en cada muestra a lo largo del período de almacenamiento de 30 días ($p < 0,05$), y letras diferentes (x, y, z) señalan diferencias importantes entre las muestras comparadas en un mismo día ($p < 0,05$). Control 1 (8 % harina de trigo), Control 2 (12 % harina de trigo), Fórmula 1 (8 % harina de residuos de coliflor y plátano no comercial), F2 (12 % harina de residuos de coliflor amarilla y plátano no comercial).....27

Figura 8. Estabilidad de Luminosidad (L*), de color rojo (a*) y de color amarillo (a*), cada día y a lo largo del tiempo de las formulaciones. 29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de la harina de residuos de coliflor. 39
Anexo 2. Elaboración de las salchichas. 39
Anexo 3. Medición del parámetro de textura.....40
Anexo 4. Datos del análisis proximal. 40
Anexo 5. Catación por parte de los asistentes.....41
Anexo 6. Hoja de catación.....41

RESUMEN EJECUTIVO

La tendencia actual en el consumo de alimentos ha llevado a los consumidores a preferir productos más saludables, con menor contenido de grasa, mayor valor nutricional, buena aceptación sensorial y costo accesible. En este contexto, el aprovechamiento de subproductos agroindustriales como el plátano no comercial y los residuos de coliflor representa una alternativa viable para enriquecer productos cárnicos, promoviendo la sostenibilidad y la innovación alimentaria. La investigación consistió en la elaboración de salchichas tipo emulsificados. Se evaluaron dos formulaciones con inclusión de harina entera de plátano no comercial y residuos de coliflor en niveles del ocho y doce por ciento (F1 y F2), y se compararon con dos controles elaborados con harina de trigo en las mismas proporciones (Control ocho y Control doce). A cada formulación se le evaluó su composición proximal, propiedades fisicoquímicas, textura, aceptación sensorial y estabilidad durante treinta días de almacenamiento refrigerado. Los resultados mostraron que F1 y F2 presentaron mayor contenido de fibra, cenizas y carbohidratos, y menor cantidad de grasa y calorías respecto a los controles. F2 destacó por su mayor dureza, posiblemente asociada al mayor contenido de fibra y la retrogradación del almidón. Las formulaciones vegetales presentaron menor luminosidad, mientras que los controles mostraron mayores valores de color rojo. F2 presentó menor pH, mayor acidez y menor actividad de agua, condiciones que favorecerían su estabilidad durante el almacenamiento. Sensorialmente, el control ocho fue mejor valorado, aunque F1 alcanzó una aceptabilidad comparable, demostrando la viabilidad de incluir harinas vegetales sin afectar la calidad sensorial.

Palabras clave: salchicha, plátano no comercial, residuos de coliflor, fibra, harinas no convencionales.

ABSTRACT

Current food consumption trends show a growing preference for healthier products with lower fat content, improved nutritional value, good sensory quality, and affordable cost. In this context, the use of agro-industrial by-products such as non-commercial banana and cauliflower residues offers a viable alternative to enrich meat products, promoting sustainability and innovation in the food industry. This research focused on the development of emulsified sausages. Two formulations were prepared using whole flour from non-commercial banana and cauliflower residues at inclusion levels of eight and twelve percent (F1 and F2), and compared to two control formulations made with wheat flour at the same levels (Control eight and Control twelve). Each formulation was evaluated for its nutritional composition, physicochemical properties, texture, sensory acceptance, and stability over thirty days of refrigerated storage. The results showed that F1 and F2 had higher levels of fiber, ash, and carbohydrates, and lower fat and energy content compared to the controls. F2 exhibited the highest hardness, possibly due to its higher fiber content and starch retrogradation. The vegetable-based formulations showed lower luminosity, while the controls had higher red color values. F2 also showed lower pH, higher acidity, and lower water activity, which may contribute to greater stability. In sensory evaluation, Control eight received the highest overall acceptance; however, F1 achieved a comparable level of acceptability, demonstrating that moderate inclusion of these alternative flours is feasible without compromising the product's sensory quality.

Keywords: sausage, non-commercial banana, cauliflower residues, fiber, unconventional flours.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Justificación

La tendencia creciente por productos cárnicos más saludables, reducidos en grasa, sal y enriquecidos con componentes que se perciban menos artificiales y más naturales ha conllevado a las empresas al desarrollo de productos con materias primas no convencionales y con valor nutricional mejorado (Peña, Méndez et al., 2015). Los consumidores han mostrado un mayor interés por los alimentos funcionales, aquellos que aportan beneficios adicionales a la salud más allá de su valor calórico básico (Félix-Amante, 2025). Conforme a Moreno Bejarano (2019) uno de los componentes que resulta de interés tecnológico es la fibra proveniente de pieles de frutas, vegetales, cultivos andinos, entre otros, que se caracterizan por su contenido elevado de fibra en su composición. En este sentido, el uso de harina entera de plátano no comercial y harina de residuos de coliflor en un embutido tipo salchicha representa una solución innovadora que responde tanto a la demanda del consumidor como a la necesidad de optimizar el uso de recursos naturales y aprovechar recursos que de otra manera no se utilizarían (Serna-Cock, 2017).

Las salchichas convencionales por lo general tienen un alto contenido de grasa saturada con bajo perfil de fibra, en donde incluso se emplean aditivos artificiales para que su textura mejore y el producto se conserve a largo plazo (Lozano, 2019). Este tipo de productos se han catalogado en algunos organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) como productos que pueden afectar la salud del consumidor debido a la deficiencia de componentes nutritivos que contribuyan a evitar la obesidad y otro tipo de enfermedades asociadas a una mala alimentación (Arellano, 2023).

La harina de plátano, especialmente cuando incluye la cáscara, ha demostrado ser un sustituto adecuado de grasa en geles cárnicos, mejorando propiedades tecnológicas como la capacidad de absorción de agua y grasa, lo que favorece la textura y jugosidad del producto final (Calderón Altamirano, 2018). Ecuador es uno de los principales

exportadores y productores de banano a nivel mundial, sin embargo, gran cantidad de esta producción se desecha debido a la exigencia del mercado internacional en cuanto a la estética rigurosa con estándares de tamaño, color, forma, apariencia o bananas que no alcanzan el nivel de madurez adecuado (Rosero Vera, 2023). Por otro lado, el aprovechamiento de residuos infrautilizados en la industria alimentaria en Ecuador aún no ha sido ampliamente adoptado, lo que representa una oportunidad única para innovar en la creación de productos novedosos y con mejor valor nutritivo, el uso de la coliflor como fuente de fibra en forma de harina no solo contribuye a la reducción de desechos agroindustriales, sino que también permite la diversificación de productos alimentarios con un valor agregado en términos de salud y sostenibilidad (Calderón Loor, Andrade et al., 2017)

1.2 Antecedentes investigativos

La industria alimentaria durante las últimas décadas ha apostado por reducir el uso de aditivos que podrían generar efectos negativos sobre la salud del consumidor (Meléndez-Sosa, García-Barrales et al., 2020). En este sentido la industria cárnica actualmente se ha centrado en el uso de fibras que provienen de frutas, verduras, oleaginosas y cereales revalorizando los productos cárnicos, siendo que incluso, algunas fibras que permiten la reducción y sustitución de grasas y que actúan como antioxidantes que ayudan al retardo de la oxidación lipídica (Frómeta Cardentey, 2022).

1.3 Coliflor

La coliflor *Brassica oleraceae L. var. botrytis*, pertenece a la familia de las crucíferas , es un tipo de repollo de la familia de las crucíferas (Zamora, 2016). Es una hortaliza cuya porción comestible es la inflorescencia atrofiada conocida como "pella" o "cabeza". Este órgano es compacto, carnoso y, generalmente blanco, también existen variedades de color verde, amarillo y morado(Cotrina Vila, 1981; Widiatningrum y Pukan, 2010).

Tabla 1. Composición nutricional de 100 g de una porción fresca comestible de coliflor

Nutriente	Valor por 100 g
Agua (%)	92
Energía (kcal)	24
Proteína (g)	2.0
Grasa (g)	0.2
Carbohidrato (g)	4.9
Fibra (g)	0.9
Calcio (Ca, mg)	29
Fósforo (P, mg)	46
Hierro (Fe, mg)	0.6
Sodio (Na, mg)	15
Potasio (K, mg)	355
Vitamina A (UI)	16
Tiamina (mg)	0.08
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.63
Ácido ascórbico (Vitamina C, mg)	71.5
Vitamina B6 (mg)	0.23

La coliflor es fuente concentrada de fibra dietética y vitamina C, complejo B, en especial ácido fólico (Baloch, Xia et al., 2015). La composición proximal de la coliflor destaca por su bajo contenido calórico y su alto contenido de vitamina C, fibra y potasio, haciendo que sea una excelente opción para quienes buscan una dieta nutritiva ya que contiene compuestos bioactivos como los glucosinolatos, que tienen propiedades anticancerígenas, ya que al descomponerse liberan compuestos que pueden ayudar a la prevención de ciertos tipos de cáncer (Picchi, Fibiani et al., 2020). El consumo de coliflor también se ha asociado con la mejora de la salud digestiva, debido a su contenido en fibra, que favorece el tránsito intestinal y la salud del microbioma intestinal (Slavin, 2013).

El aroma característico de la coliflor proviene del 3-metiltiopropilisotiocianato y otros compuestos azufrados, conocidos como isotiocianatos o aceites de mostaza. En algunas variedades se encuentran leucoantocianos, compuestos incoloros que son precursores de antocianos. Además, las crucíferas como la coliflor contienen glucosinolatos, sustancias sulfuradas con propiedades bociógenas, ya que al hidrolizarse producen compuestos como la 5-vinil-oxazolidintiona, que afecta la fijación de yodo en la tiroides esto resalta su complejidad química y su impacto en aroma y salud (Astiasarán Anchía y Martínez Hernández, 2000).

La harina de coliflor elaborada a partir de este vegetal, podrían ser un ingrediente versátil que contribuye con un alto contenido de fibra insoluble que favorece la mejora de la textura, la retención de agua y la estabilidad durante el almacenamiento, así como la presencia de micronutrientes (Nartea, Fanesi et al., 2023). La fibra insoluble tiene la capacidad de retener agua, lo que permite mantener la jugosidad del embutido y evita que se seque durante el almacenamiento (Frómeta Cardentey, 2022).

La fibra de coliflor ayuda a reducir la actividad de agua en el producto, inhibiendo la proliferación bacteriana y extendiendo la vida útil del embutido sin la necesidad de recurrir a conservantes artificiales (Mishra, Mishra et al., 2023). Además, al utilizar harina de coliflor, los embutidos pueden adquirir un perfil nutricional más equilibrado, al incluir una mayor cantidad de fibra dietética, lo cual es beneficioso para la salud digestiva y puede contribuir a la reducción del riesgo de enfermedades relacionadas con la dieta, como la obesidad y las enfermedades cardiovasculares (Haque, Ahmad et al., 2023).



Figura 1. Coliflor (*Brassica oleraceae L. var. botrytis*)

1.4 Plátano verde no comercial

El plátano de tipo *Mussa acuminata* es una planta perenne de la familia Musaceae, conocida comúnmente como banana o plátano, y es una de las principales especies cultivadas en el mundo, considerada un cultivo vital en la agricultura global. Este cultivo ocupa el quinto lugar en términos de intercambio comercial mundial, después del café, los cereales, el azúcar y el cacao, con una producción significativa de 71 millones de toneladas métricas, existen variedades como *Musa acuminata Cavendish, ,Musa acuminata AAA, Musa acuminata Nain, Musa acuminata Red, Musa acuminata AAB* y *Musa acuminata Colla* (Aina, Anjuwon et al., 2019)

El plátano se cultiva ampliamente en regiones tropicales y subtropicales siendo una de las frutas más consumidas a nivel mundial, tanto en su forma fresca como procesada, y se distingue por su relevancia nutricional y su papel socioeconómico y dentro de sus variedades, destacan aquellas del grupo genético AAA y AA, que presentan diferencias importantes en su composición química y usos industriales (Amarasinghe, Wickramasinghe et al., 2021).

El grupo AA, que incluye cultivares como Pisang Awak, destaca por un mayor contenido de proteínas y fibra dietética, lo que las convierte en una opción atractiva para productos procesados y dietas funcionales, además la versatilidad de las harinas elaboradas a partir de *Musa acuminata,* presenta alta capacidad de retención de agua y aceite, propiedades que mejoran la textura y estabilidad de los productos (Amarasinghe et al., 2021; da Mota, Lajolo et al., 2000). Existen variedades no comerciales o de rechazo, que no cumplen con los estándares de exportación y estas estas representan una proporción significativa de la producción de plátano, y aunque

no se destinan a la exportación, se utilizan para consumo interno o se procesan para producir bioetanol o en este caso harina (Gomez Perez, 2010).

El grupo genético AAA incluye variedades como Cavendish y Saro, que son conocidas por su alto contenido en carbohidratos y azúcares simples, altas en potasio que regula la presión arterial manteniendo también la función muscular, tiene una producción significativa de 71 millones de toneladas métricas (Aina et al., 2019).

Tabla 2. Composición nutricional de la harina de plátano no comercial

Parámetro	Valor
Humedad	9,96
Proteína	3,41
Grasa	0,15
Cenizas	2,64
Fibra	1,28
Carbohidratos	82,56
Amilosa	17,98
Amilopectina	60,23
pH	5,71

Por otro lado, la harina de plátano es mayoritariamente rica en fibra insoluble, aproximadamente con un 18.82 % y en almidón resistente, estas propiedades no solo mejoran el perfil nutricional del embutido, incrementando la cantidad de fibra, sino que también contribuyen a una mejor retención de agua y textura, factores críticos en productos cárnicos que influyen en la calidad proteica que brindan mejoría en la calidad en el rendimiento y jugosidad durante la cocción en ambos casos ese es el aporte de la fibra hacia la estabilidad en la cohesividad y textura durante el almacenamiento del producto (Calderón, 2018)

Diversas partes de la planta *Musa acuminata*, incluyendo el fruto, la cáscara, la flor, la hoja, el pseudo-tallo y el rizoma, son ricas en una variedad de fitoquímicos como saponinas, terpenoides, esteroides, antocianinas, ácidos grasos, taninos, fenoles y alcaloides. Esta riqueza fitoquímica es la base de las propiedades medicinales demostradas de *M. acuminata*, que incluyen actividades antioxidantes, antidiabéticas,

inmunomoduladoras, hipolipidémicas , anticancerígenas y antimicrobianas, siendo que estas propiedades respaldan su uso tradicional en la curación de diversas enfermedades(Yadav y Sciences, 2021).



Figura 2. Plátano no comercial (*Mussa acuminata*)

1.5 Harinas no comerciales en embutidos

La incorporación de harinas no convencionales en la elaboración de embutidos ha demostrado mejorar las propiedades físicas y sensoriales de los productos cárnicos (Hleap-Zapata, Burbano-Portillo et al., 2017). El uso de harinas en la elaboración de embutidos tiene la funcionalidad de relleno y extensor, permitiendo la sustitución parcial de la carne en la mezcla, disminuyendo costos y mejorando la retención de agua y grasa, lo que deriva en una mayor jugosidad y una textura más agradable en el producto final (L. L. Rodríguez, Cisneros et al., 2021). Además, la utilización de harinas no convencionales contribuye a la innovación en la industria alimentaria, ofreciendo alternativas más nutritivas y naturales en la producción de derivados cárnicos. Estas harinas, provenientes de legumbres, tubérculos y semillas, mejoran las propiedades funcionales y aportan beneficios adicionales para la salud debido a su contenido en fibra y compuestos bioactivos (Guevara Núñez, 2021). Por ejemplo, la incorporación de harina de lenteja (*Lens culinaris*) como extensor en la elaboración de salchichas ha mostrado efectos positivos en las características físicas y la aceptabilidad sensorial del producto, sin comprometer su calidad (Torres González, González Morelo et al., 2016).

La presente investigación se enfoca en la inclusión de harina de plátano no comercial y harina de residuos de coliflor en la elaboración de un embutido tipo salchicha. En el

producto se evaluarán las propiedades fisicoquímicas, de textura y sensorial con la finalidad de establecer el efecto de la inclusión de dos materias primas no convencionales.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la inclusión de harina entera (Pulpa-Piel) de plátano no comercial (*Mussa acuminata*) y harina de residuos de coliflor (*Brassica oleracea var. botrytis)* en el desarrollo de un embutido tipo salchicha.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de textura de las de salchichas desarrolladas.
- Establecer la calidad sensorial de las salchichas.
- Evaluar la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento de las salchichas.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 Materiales

2.1.1 Obtención de harinas

Para obtener las harinas se empleó la metodología descrita por Salazar, Arancibia, Calderón, López-Caballero et al. (2021), la coliflor fue sometida a un proceso de limpieza con agua y cepillado hasta eliminar todas las impurezas que se encuentran en la superficie. Se realizaron cortes de ~3 mm, se colocaron en bandejas y se secaron a 60°C durante 8 horas en un horno secador convectivo (Gander MTN, Saint Paul, MN, EE. UU). Finalmente, las rodajas secas se procedieron a moler en un molino para granos (Inox, Riobamba, Ecuador). La molienda se realizó mediante el proceso de trituración hasta obtener un polvo fino. Todas las muestras fueron empacadas herméticamente y almacenadas a temperatura ambiente hasta su posterior análisis. Las harinas de plátano comercial fueron facilitadas por el proyecto de investigación interinstitucional Universidad Técnica de Ambato-Universidad Politécnica de Valencia, resolución Nro. UTA-CONIN-2022-0269-R.UTA-UPV.

2.1.2 Elaboración de productos emulsificados

Para la elaboración de las salchichas se utilizó el método de producción de embutidos escaldados, realizando modificaciones específicas que se ajusten a las materias primas seleccionadas. Este proceso emplea una formulación base compuesta por 31 % de carne de res, 27 % de carne de cerdo, 15 % de grasa de lomo de cerdo, 9 % de hielo, entre 8 % y 12 % de harina, y 6 % de aditivos y condimentos. Dentro de los aditivos se incluyen especias como pimienta, nuez moscada, canela, ajo y cebolla, junto con cloruro de sodio, nitrito de sodio, polifosfatos, ácido ascórbico y azúcar (Salazar, Arancibia, Calderón et al., 2021)

En este estudio se prepararon dos formulaciones experimentales: La formulación 1 (F1) con 4 % de harina de plátano y 4 % de harina de coliflor; y la formulación 2 (F2), con 6 % de harina de plátano y 6 % de harina de coliflor, manteniendo constantes los demás ingredientes. Como referencia, se incluyeron dos formulaciones control en las

que se incorporaron harina de trigo en concentraciones de 8 % (Control 8) y 12 % (Control 12).

Para elaborar las salchichas, se inició triturando las carnes en una máquina picadora (Mainca PM-21, España). La carne molida se mezcló junto con la grasa y el 25 % del hielo picado en un cutter (Mainca CM-21, España) hasta lograr una textura uniforme. Después, se agregaron los condimentos y otro 25 % de hielo picado, seguido, el proceso de homogenización durante 2 minutos. Luego, se incorporó la harina junto con el restante 50 % de hielo picado y se mezcló por un minuto adicional hasta obtener una masa bien integrada.

Una vez lista, la masa se embutió en tripas artificiales Viscofan de 16 mm de diámetro y 150 mm de longitud. Luego, las salchichas fueron cocidas en un baño de agua a 80-85 °C durante 30 minutos. Al terminar la cocción, se enfriaron en agua fría hasta alcanzar una temperatura interna de 30 °C. Finalmente, fueron envasadas en bolsas de plástico de alta densidad aptas para alimentos y se almacenaron en refrigeración a 4 °C.

Tabla 3. Respectivas formulaciones con harina de trigo y harinas no convencionales (plátano no comercial y residuos de coliflor)

Ingredientes (%)	**Formulaciones**			
	F1	**F2**	**C8**	**C12**
Carne de res	31	31	31	31
Carne de cerdo	27	27	27	27
Grasa de lomo de cerdo	15	15	15	15
Hielo	9	9	9	9
Condimentos	-	-	-	-
Harina de Coliflor	4	6	-	-
Harina de Plátano	4	6	-	-
Harina de Trigo	-	-	8	12

Las formulaciones se identifican como: C8 (8 % de harina de trigo), C12 (12 % de harina de trigo), F1 (8 % de harina elaborada a partir de residuos de coliflor y plátano no comercial), y F2 (12 % de harina de residuos de coliflor y plátano no comercial).

2.2 Métodos

2.2.1 Composición proximal

Los parámetros de humedad, proteínas, grasa, cenizas, se evaluaron en concordancia a lo descrito en las normas oficiales AOAC 19 927,05, AOAC 923,03, AOAC 2001,11 y AOAC 2033,06. El contenido de carbohidratos se estimó por la diferencia entre los componentes principales. El contenido de proteína se calculó en función del nitrógeno obtenido y se utilizó el factor 6,25. La determinación del contenido de fibra se realizó mediante el método enzimático-gravimétrico (AOAC 985,29) (PRT-701,03-019, 2011) (AOAC, 2005). Cada determinación se la realizó por triplicado y los resultados se expresaron en porcentaje. La determinación de cenizas se aplicó el método que establece la normativa (INEN-786, 1985) y su cálculo se realizó en base a la siguiente ecuación:

$$\%\ de\ cenizas = \frac{(m_2 - m)}{m_1 - m} * 100$$

Donde:

m: masa del crisol vacío

m1: masa del crisol con la muestra antes de la incineración

m2: masa del crisol con las cenizas

2.2.2 Valor energético

Para el cálculo del contenido calórico se sumaron las calorías aportadas por cada componente presente en la salchicha: grasa (9 kcal/g), carbohidratos (4 kcal/g), proteína (4 kcal/g) y fibra (2 kcal/g) (Salazar, Arancibia, Ocaña, Rodríguez-Maecker et al., 2021).

2.2.3 Pérdida por cocción

La pérdida por cocción se calculó a partir de la diferencia entre el peso inicial y el peso final de las salchichas, antes y después de someterlas al proceso de cocción. Este valor se expresó como porcentaje utilizando la ecuación correspondiente.

$$Perdidad\ de\ cocción = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

P1: masa inicial de la muestra antes de la cocción

P2: masa de la muestra después de la cocción

(Choe et al., 2013).

2.2.4 Propiedades Fisicoquímicas

pH y Acidez

La determinación del pH se determina utilizando un potenciómetro (HANNA HI 9126, Rhode Island, RI, EE. UU.). La acidez se determinó mediante titulación con NaOH 0,01 N, utilizando fenolftaleína como indicador. Según lo establecido en las normas NTE INEN 783, INEN (1985), los resultados se expresaron como porcentaje de ácido láctico. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Color

Los parámetros de color CIE Lab, L* (luminosidad), a* (rojo/verde) y b* (amarillo/azul), se midieron con un colorímetro Lovibond que fue calibrado con un iluminador D65 y un observador estándar D10. Se realizaron mediciones en varias zonas de la salchicha siguiendo la metodología escrito por Salazar, Arancibia, Ocaña, Rodríguez Maecker et al. (2021).

Actividad de agua

La actividad de agua (a_w) se evaluó utilizando un medidor para actividad acuosa (Aqualab serie 3te, Decagon Devices Inc., Pullman, EE. UU.) en base a lo descrito en la normativa ISO 18787 (ISO, 2017). Las mediciones se realizaron en tres repeticiones para garantizar la fiabilidad de los resultados.

2.2.5 Textura

Para el análisis de la textura se consideró la metodología descrita por Salazar, Arancibia, Calderon et al. (2021) se preparó probetas de diámetro de 2.1 cm y 1.0 cm de largo. Se analizó el perfil de textura que comprendió dos ciclos con un porcentaje de deformación del 50 %, en el primer ciclo, se analizó la dureza y adhesividad. Mientras que en el segundo ciclo se analizó dureza, cohesividad, elasticidad y masticabilidad; se utilizó una sonda TA4/1000 con una velocidad de testeo de 1mm/s.

2.2.6 Evaluación de la calidad sensorial de las salchichas

En el análisis sensorial se evaluaron parámetros como olor, color, sabor, textura y aceptación general de las muestras y su apariencia. Para calificarlos, se empleó una escala hedónica de 3 puntos, donde 3 representa "me gusta mucho"; 2 “ni me gusta ni me disgusta” y 1: “no me gusta”). Los resultados de las preferencias se presentaron en porcentajes. Participaron 20 panelistas en este análisis, quienes recibieron una breve capacitación para evaluar los diferentes atributos. Se les entregaron dos muestras codificadas, preparadas a la parrilla sin tripa, junto con un vaso de agua para limpiar el paladar entre evaluaciones.

2.2.7 Evaluación de la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento de las salchichas

La estabilidad del pH, acidez y color se evaluó mediante mediciones periódicas realizadas cada 7 días durante un periodo total de 30 días de almacenamiento del producto. Estas mediciones siguieron la metodología establecida en el punto 2.2.4. Los parámetros analizados fueron tomados como indicadores clave para determinar la calidad, el grado de salubridad y la preservación de las salchichas.

2.2.8 Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se aplicó un diseño completamente aleatorio simple para estudiar el impacto de la adición de harinas de residuos de coliflor (*Brassica oleracea var. botrytis)* y plátano verde no comercial *(Musa acuminata)* sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de las salchichas. Los datos obtenidos se procesaron utilizando el software estadístico Infostat. Para analizar la varianza se usó la prueba ANOVA de una o dos vías, y si se encontraron diferencias significativas, se compararon las medias mediante la prueba Tukey, con un 5 % de nivel de significancia y un 95 % de confianza.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Apariencia visual de las salchichas

La apariencia visual de las salchichas se muestra la Figura 3, no se observaron diferencias aparentes marcadas en la apariencia general de las salchichas entre las distintas formulaciones. En todas las muestras, independientemente del tipo de harina utilizada, se mantuvo una forma cilíndrica y un color rosado relativamente uniforme, con ligeros cambios en tonalidad y textura superficial en el transcurso del tiempo. Alvarez Ochoa y Montesdeoca Montesdeoca (2020) reportaron que, durante más de un mes, las muestras enriquecidas con harina de garbanzo al 12 % y 15 % mantuvieron un color rosado estable. Por otro lado Peña et al. (2015) en su estudio a de salchichas elaboradas a base de harina de quinua al 5 y 10 % no afectó la apariencia visual.

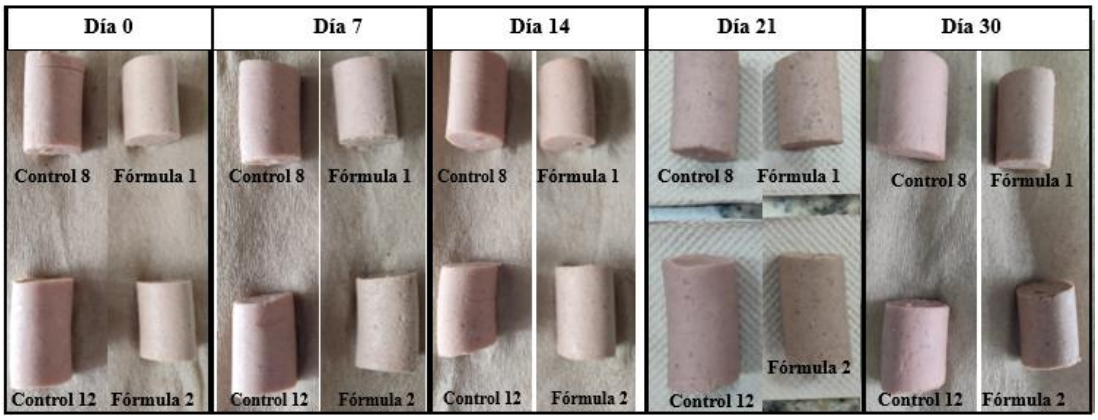


Figura 3. Apariencia visual de las diferentes formulaciones. Las muestras se identifican como: C8 (8 % de harina de trigo), C12 (12 % de harina de trigo), F1 (8 % de harina elaborada a partir de residuos de coliflor y plátano no comercial), y F2 (12 % de harina de residuos de coliflor y plátano no comercial).

3.2 Composición proximal

En la tabla 4, se muestran los resultados en cuanto a la composición proximal de las salchichas con sus respectivas formulaciones ($p<0.05$). El contenido de humedad fue mayor ($p<0.05$) en la muestra control C8 (67,18±0,37 %), seguido de la formulación F1 (66,52±0,21 %). La muestra F2 presentó el valor más bajo (62,84±0,18 %). Esta disminución puede atribuirse a la mayor inclusión de harinas vegetales, las cuales al poseer una mayor proporción de fibra insoluble, presentan menor capacidad de

retención de agua respecto a la harina de trigo (Arellano Salazar, 2022). Aunque algunos estudios como el de Serna-Cock (2017) indica que la harina de cáscara de plátano tiene una alta capacidad de absorción de agua con un 7.5 % más que la harina de trigo; este comportamiento no siempre se traduce en un mayor contenido de humedad en el producto final, debido a que durante el procesamiento, puede producirse una matriz más compacta que limita la retención efectiva de agua en la salchicha. Mishra et al. (2023) también reportan que en productos cárnicos enriquecidos con fibra como albóndigas, la inclusión de salvado de avena o centeno disminuye el contenido de humedad en comparación con ingredientes como harina de arroz o zanahoria, lo cual sugiere que el tipo de fibra influye en la capacidad de retención de agua de la matriz alimentaria.

En cuanto al contenido de proteína, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p<0.05$). Numéricamente la diferencia fue leve; C12 (12,70±0,05 %) presentó el mayor valor, seguida de F2 (12,30±0,05 %), las resultados obtenidos se encuentran dentro de la norma NTE INEN 1338:96, es decir cumplen con el contenido mínimo de proteína que es del 12 % para salchichas escaldadas (NTE, 1996). Las formulaciones C8 y F1 registraron valores iguales (11,00±0,05 %). De acuerdo con de la Vega Ruiz (2009) el valor elevado de proteína en C12 puede atribuirse a la inclusión del 12 % de harina de trigo, la cual aporta entre 11 y 12 % de proteína. El trigo contiene gluten, una fracción proteica compuesta por gliadinas y gluteninas que representa hasta el 85 % del total proteico (Badui, 2006). Por su parte, la formulación F2, elaborada con 12 % de harina de plátano y coliflor, también presentó un contenido proteico elevado. Aunque estas harinas no convencionales poseen un contenido proteico inferior al del trigo, por cada 100 g brindan alrededor de un 2 % en coliflor y 3,41 % en plátano (Salazar, Arancibia, Calderón, López Caballero et al., 2021; Zamora, 2016). Este aporte proteico, sumado al contenido proteico de la matriz cárnica usada, contribuye significativamente al valor final del porcentaje proteico (Lucas, 2021). Bejarano Miranda (2023) quien elaboró salchichas con harina de zanahoria blanca y mashua, reporto valores proteicos de 16,10 % y 17 %, respectivamente, frente a un 15,5 % en la muestra con harina de trigo.

Por otra parte, el contenido graso de las salchichas se evidenció una disminución significativa ($p<0.05$) en las formulaciones con harinas vegetales, siendo F1 la de

menor contenido (11,10±0,05 %). La muestra con mayor contenido graso fue el control C8 (16,70±0,05 %), mientras que C12 y F2 mostraron valores intermedios. Esta disminución en F1 y F2 podría estar relacionada con la capacidad de absorción de grasa de las fibras presentes en la harina de plátano y coliflor las cuales interactúan con la matriz cárnica durante la emulsificación, Chamorro y Mamani (2010) sugieren que las fibras de origen vegetal actúan como agentes funcionales que por su estructura rica en ácidos galacturónicos y glucurónicos, que pueden modificar la retención de lípidos y minerales dentro del sistema alimentario, así como Zaini, Sintang et al. (2020) observaron que la incorporación de harina de cáscara de plátano en salchichas de pollo condujo a una disminución del contenido graso al igual que Diego Salazar, Mirari Arancibia, Lenin Calderón, et al. (2021) lo confirman utilizando formulaciones similares ya que este efecto se relaciona con la capacidad de la fibra para alterar la distribución de fase adiposa en la emulsión. Lo que concuerda con resultados obtenidos por Quino-Huasco, Alvarado Kirigin et al. (2014) quienes reportaron una reducción en el contenido graso en salchichas tipo Viena al adicionar fibra de alcachofa como ingrediente funcional.

En el contenido de fibra se observaron diferencias significativas entre las formulaciones ($p<0.05$). La muestra F2 presentó el valor más alto (3,91±0,05 %), lo cual era esperado, debido a que en esta formulación se incorporó el 12 % de harinas vegetales, conocidas por su alto contenido en fibra dietética. El plátano no comercial, particularmente su cáscara, constituye aproximadamente el 35 % del fruto y es una fuente rica en fibra dietética insoluble y almidón resistente (Giri, Jun et al., 2016), por otro lado Pereira, Brohi et al. (2020) indican que la fibra total en el plátano verde puede variar entre 6 % y 15,5 %, además de aportar compuestos con capacidad antioxidante. Asimismo la coliflor posee de igual manera fibra cruda, Abul-Fadl (2012) detalla que el contenido en fibra de la harina de tallo superior es de 10.05 % y de la Harina de nervaduras centrales de las hojas: 13.67 % (en base a peso húmedo). Es notable que las muestras C12 y F1 presentaran valores similares, a pesar de estar formuladas con diferentes tipos de harina. Esta similitud puede atribuirse al nivel de inclusión del ingrediente, fijado en 8 %, lo que sugiere que el contenido de fibra está influenciado tanto por la proporción añadida como por la naturaleza específica de la harina empleada. De acuerdo con Fernández-Ginés, Fernández-López et al. (2004) la fibra aumenta conforme sube su contenido en la formulación, de manera similar Diego-

Zarate, Méndez-Zamora et al. (2021), en su estudio de salchichas con nopal detalla que el contenido de fibra cruda incrementó a la par mientras se incorpora el nopal deshidratado en las salchichas.

Al analizar el contenido de carbohidratos, se observaron diferencias significativas ($p<0.05$) entre las formulaciones. La muestra con mayor contenido fue F1, seguida de F2, mientras que los controles presentaron los valores más bajos. Según Mehta, Chatli et al. (2019), las harinas vegetales ricas en fibra tienden a incrementar la fracción de carbohidratos en la matriz del producto, debido probablemente a que la fibra dietética está compuesta por múltiples polímeros como celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, almidón resistente e inulina (Rivera-De Alba y Girón, 2022). Este efecto también se reportó en el estudio de Salazar, Arancibia, Raza, et al. (2021), quienes mencionan que un chorizo elaborado con harina de plátano presentó un contenido significativamente mayor de carbohidratos en comparación con el chorizo tradicional formulado con harina de trigo.

EL contenido de cenizas asociado principalmente al contenido de minerales mostró que el mayor valor se encuentra en F2 (3,54±0,22 %), seguido de F1 (3,22±0,18 %). El control C12 tuvo el valor más bajo (2,76±0,14 %). La presencia de micronutrientes naturales provenientes presentes en las harinas podría explicar los contenidos de cenizas, los minerales que posee la coliflor como el potasio incluyendo al calcio, sodio, magnesio, fósforo, hierro y zinc (Abul-Fadl, 2012), así también el banano también posee potasio fosforo y azucares naturales (Chávez, 2020) . Los resultados obtenidos son comparables con lo reportado en el estudio realizado por Y.-S. Choi, Choi, Han, Kim, Lee, Jeong et al. (2010) que afirman que el contenido de cenizas incrementa acorde a la concentración de fibra de salvado de arroz dentro del embutido, debido al contenido mineral presente. De forma similar Núñez (2025) reportó un incremento en el contenido de cenizas al incorporar fibras de plátano y achira en salchichas tipo Frankfurt. Quinzo (2025) también tuvo valores elevados en el contenido de cenizas al usar harina de yuca amarilla y plátano no comercial, en comparación de la harina convencional de trigo.

Las calorías totales en la muestra F1 mostró un valor significativamente menor (169,32±11,35 kcal), mientras que las muestras C8 y F2 presentaron los valores más altos (202,20±4,41 y 197,18±0,42 kcal, respectivamente), no hubo diferencia

significativa (P>0,05). Las calorías están asociadas a los componentes de los productos y en este caso el efecto de la inclusión de harinas no convencionales. Así como se observa en el trabajo realizado por Zapata (2025) en donde sus resultados demuestran que la grasa principalmente va a la par con el contenido calórico de las salchichas realizadas con harina de trigo a comparación de las de papa china y plátano.

Tabla 4. Composición proximal del embutido tipo salchicha respecto a cada formulación.

Parámetros	**C8**	**C12**	**F1**	**F2**
Humedad	67,18±0,37^{a}	65,08±0,08^{c}	66,52±0,21^{b}	62,84±0,18^{d}
Proteína	11,00±0,05^{c}	12,70±0,05^{a}	11,00±0,05^{c}	12,30±0,05^{b}
Grasa	16,70±0,05^{a}	13,30±0,05^{c}	11,10±0,05^{d}	14,10±0,05^{b}
Fibra	2,11±0,05^{c}	3,68±0,05^{b}	3,62±0,05^{b}	3,91±0,05^{a}
Carbohidratos	0,09±0,28^{d}	2,48±0,29^{c}	4,55±0,34^{a}	3,32±0,25^{b}
Cenizas	2,91±0,13^{bc}	2,76±0,14^{c}	3,22±0,18^{ab}	3,54±0,22^{a}
Calorías Totales	202,20±4,41^{a}	187,77±10,12^{b}	169,32±11,35^{c}	197,18±0,42^{a}

Los resultados corresponden a la media con la desviación estándar. Los superíndices a, b, c, d indican diferencias estadísticamente significativas. Las muestras se identifican como: C8 (8 % de harina de trigo), C12 (12 % de harina de trigo), F1 (8 % de harina elaborada a partir de residuos de coliflor y plátano no comercial), y F2 (12 % de harina de residuos de coliflor y plátano no comercial).

3.3 Pérdida por cocción

Los resultados en torno al parámetro de pérdida por cocción muestran que no existen diferencias significativas (p>0,05), todas las formulaciones no mostraron pérdidas durante la cocción , este resultado se podría atribuir al uso de las harinas no convencionales como la de coliflor y plátano no comercial que por su contenido de fibra dietética permiten retención de agua del embutido, Frómeta Cardentey (2022) menciona que la fibra permite una mejora en la estabilidad de las emulsiones y se obtiene un buen rendimiento de cocción. Choe, Kim et al. (2013) detallan que el uso de fibra de trigo combinada con piel de cerdo, permite mantener la calidad tecnológica en salchichas tipo Frankfurt; por su parte según lo descrito por Segura López y Vargas Urquijo (2017) que mencionan que el gluten de la harina de trigo también cumple una función estructurante al igual que la fibra de la harina de guayaba, lo cual explica que

tanto las formulaciones con harinas no convencionales como las formuladas con harina de trigo mostraran una estabilidad térmica comparable.

3.4 Propiedades Fisicoquímicas

Los parámetros fisicoquímicos evaluados al día inicial del almacenamiento muestran diferencias significativas ($p>0,05$) entre las formulaciones, evidenciando el efecto directo de los ingredientes utilizados sobre las propiedades iniciales del embutido.

3.4.1 pH y acidez

En relación con el pH, se observó una diferencia estadísticamente significativa entre las muestras analizadas ($p<0,05$). La muestra C8 presentó el valor más elevado (6,53), mientras que C12, F1 y F2 mostraron valores inferiores, estadísticamente similares entre sí, en el rango de 6,38 a 6,36. Estos resultados sugieren que la incorporación de harinas vegetales tiende a disminuir el pH del producto desde su etapa de elaboración. Esta disminución podría atribuirse a interacciones entre las proteínas miofibrilares y compuestos poliméricos presentes en las harinas, como pectinas e inulina, los cuales pueden formar complejos con dichas proteínas, modificando su carga superficial y liberando iones que contribuyen a la reducción del pH (Chen, Qiu et al., 2020). Syuhairah, Huda et al. (2016) reportaron que al elaborar salchichas con 30–50 % de incorporación de verduras, el pH varió entre 6,47–6,64 dependiendo de la verdura añadida (6,51). Weigel, Nistler et al. (2023) midieron el pH de 14 vegetales, se observan valores de pH que van desde 5,45 hasta 7,25; incluso vegetales más alcalinos como arveja y espinaca elevaron ligeramente el pH de la matriz cárnica.

En cuanto a la acidez titulable, se observó un comportamiento inverso al registrado para el pH. La muestra F2 presentó el valor más elevado (0,0019 %), seguida por F1 y C12, cuyos valores no difirieron significativamente entre sí. Por el contrario, la muestra C8 mostró la acidez más baja (0,0006 %), con diferencias estadísticamente significativas respecto al resto de las muestras. Estos resultados confirman que la incorporación de ingredientes de origen vegetal ejerce un efecto acidificante más pronunciado en el producto. En un estudio de Cerón-Guevara, Rangel-Vargas et al. (2020) con harinas de setas (*Agaricus* y *Pleurotus*) observaron una tendencia a mayor acidez, probablemente atribuida a la fermentación de la fibra.

3.4.2 Actividad de agua

En el caso de la actividad de agua (a_w), F2 se diferencia significativamente del resto de muestras, con un valor ligeramente menor (0,96), mientras que F1, C8 y C12 se mantienen en valores más altos (0,97), aunque F1 también presenta una leve diferencia con los controles. Esta variación inicial sugiere que la presencia de fibra en las harinas o convencionales comienza a influir en la disponibilidad de agua desde el primer día. Estos resultados concuerdan con lo reportado por J. S. Rodríguez, Simental et al. (2014) que evaluaron que la adición del 40 % de harina de plátano en sus salchichas presentó menos aw (0.96), sugiriendo que a mayor uso de harinas no convencionales reduce la actividad de agua. Pacheco (2015) reporto que cuando se incorpora el 2 % de granada en salchichas, presentó la menor actividad de agua con 0.88, frente al control con harina convencional.

3.4.3 Color

En lo referente al color, el parámetro L* (luminosidad) presentó diferencias estadísticamente significativas entre las muestras, siendo C12 la de mayor luminosidad y F2 la de menor. Las muestras C8 y F1 no mostraron diferencias significativas entre sí, con valores que oscilaron entre 60 y 64. De acuerdo con Romero, Alvarado et al. (2019), la incorporación de harina de cáscara de pepino en productos cárnicos puede reducir la luminosidad, atribuida al contenido de clorofila, además de la ocurrencia de reacciones de Maillard durante el secado de la harina, lo cual contribuye a una coloración más oscura. En cuanto al parámetro a* (intensidad del color rojo), la muestra C8 presentó el valor más alto, mientras que F1 y F2 fueron estadísticamente similares entre sí, pero con valores inferiores, lo que indica una menor intensidad del color cárnico en las formulaciones elaboradas con harinas alternativas

Rodrigo de la Iglesia (2024) detalla que sus muestras añadidas germen de trigo perdieron el color rojizo, cuanto más porcentaje de la fibra se añadía, estos resultados concuerdan con lo reportado por J. S. Rodríguez et al. (2014) en la inclusión de harina de plátano . En contraste, el componente b* (amarillo) no presentó diferencias significativas entre tratamientos lo cual difiere con Santana Padilla (2025) quien en sus controles no tuvo diferencias significativas, pero entre los tratamientos con harina de plátano y yuca sí difiere debido a la tonalidad más amarillenta de las mismas.

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de las salchichas, evaluados en el día 0 del almacenamiento

Parámetros	C8	C12	F1	F2
pH	6,53±0,05^{a}	6,38±0,04^{b}	6,42±0,01^{b}	6,36±0,01^{b}
Acidez	0,0006±0,0001^{c}	0,0012±0,0001^{b}	0,0013±0,0001^{b}	0,0019±0,0001^{a}
a_w	0,97±0,00^{a}	0,97±0,00^{a}	0,97±0,00^{b}	0,96±0,00^{c}
L*	60,93±3,70^{ab}	63,24±1,46^{a}	61,81±1,78^{ab}	60,29±2,41^{b}
a*	8,88±1,43^{a}	8,71±0,81^{ab}	7,71±1,00^{b}	7,69±1,01^{b}
b*	16,18±1,36^{a}	15,17±0,97^{a}	16,14±0,95^{a}	16,77±2,85^{a}

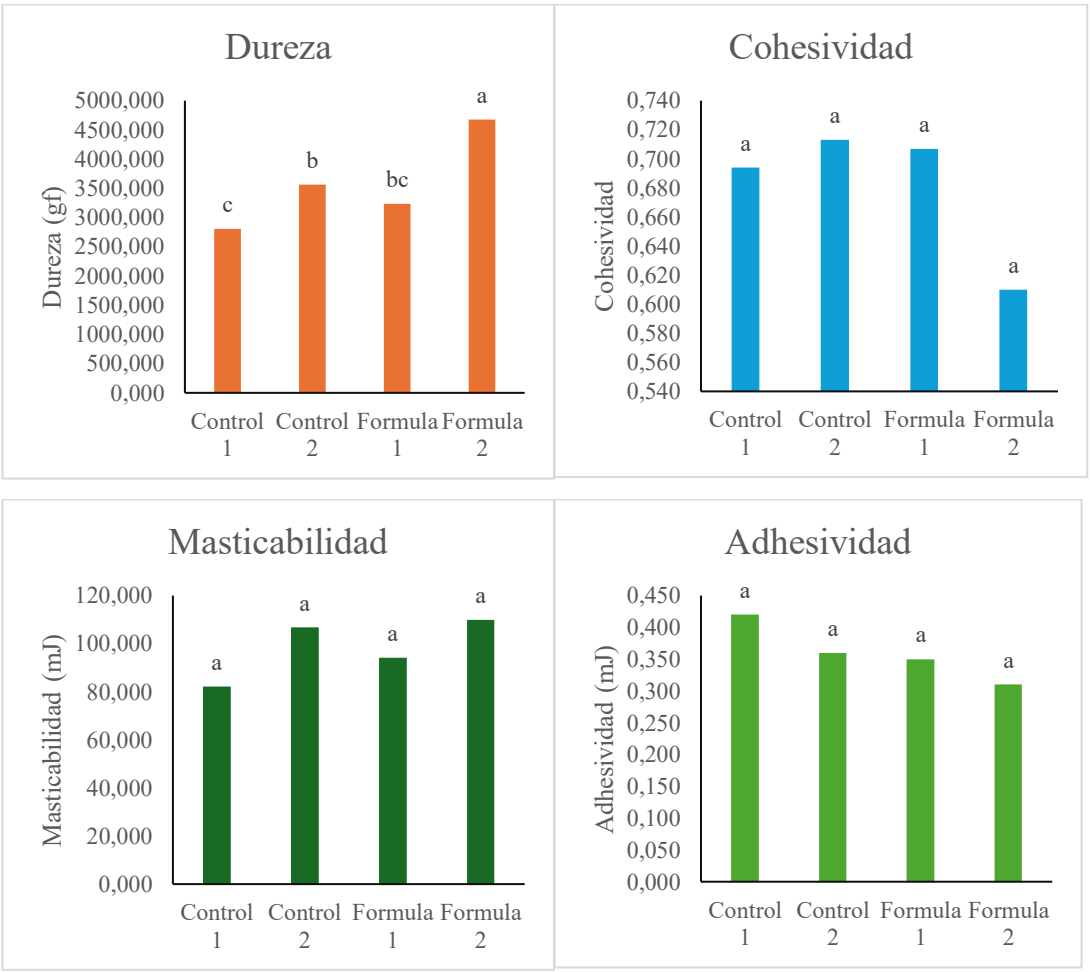
Los resultados corresponden a la media y la desviación estándar de tres mediciones (n=3). Los superíndices a, b, c, d indican diferencias estadísticamente significativas. Las muestras se identifican como: C8 (8 % de harina de trigo), C12 (12 % de harina de trigo), F1 (8 % de harina elaborada a partir de residuos de coliflor y plátano no comercial), y F2 (12 % de harina de residuos de coliflor y plátano no comercial).

3.5 Textura

Los resultados del perfil de textura se muestran en la Figura 4. En el parámetro de dureza se evidencia que la Fórmula 2 mostró mucha más dureza, significativamente mayor que el resto de muestras ($p<0.05$), lo que se puede atribuir al mayor contenido de fibra dietética que proviene de la piel de plátano y los residuos de coliflor, que tienden a reforzar la red proteica de la matriz cárnica (Rivera-De Alba y Girón, 2022). En este sentido, el almidón presente en las harinas vegetales utilizadas especialmente en la harina de plátano puede experimentar un proceso de retrogradación; este fenómeno ocurre cuando después de la gelatinización durante la cocción las cadenas de almidón se reorganizan formando estructuras más rígidas y menos solubles, siendo así que la capacidad de retención de agua baja y por ello es más firme reforzando la red interna del embutido (Badui, 2006).

García y Vera (2010) reportaron que en mortadelas bolognas cocidas, la fibra podría se la responsable de la mayor dureza, y que la cohesividad no se afectó. No se observaron diferencias significativas en cohesividad, elasticidad, masticabilidad ni

adhesividad, lo cual sugiere que la incorporación de harinas alternativas no afectó negativamente la textura global del producto. La textura se mantuvo funcional y aceptable, aun en sustitución parcial de harina de trigo. Como menciona Torres González et al. (2016) en su estudio con la inclusión de fibra de *Lens culinaris* no tienen diferencias significativa en cuanto a cohesividad y adhesividad a comparación de las salchichas comerciales con uso de harinas convencionales como la del trigo. A su vez Ponce-Fernández, Pollorena-López et al. (2020) en su estudio con cáscara de granada reporto que influyó en una mayor dureza afectando la formación de red de la emulsión. J. S. Rodríguez et al. (2014) en la inclusión de varias proporciones de harina de plátano (20, 30, 40 %), la cohesividad y elasticidad no presentó diferencias significativas. Por otro Pineda Pastor (2023) sugiere que las salchichas a las que se añadió trigo sarraceno la adhesividad, cohesión y masticabilidad no difieren, dependiendo todo de la emulsión y las características fisicoquímicas que cumplen su función en la matriz cárnica.



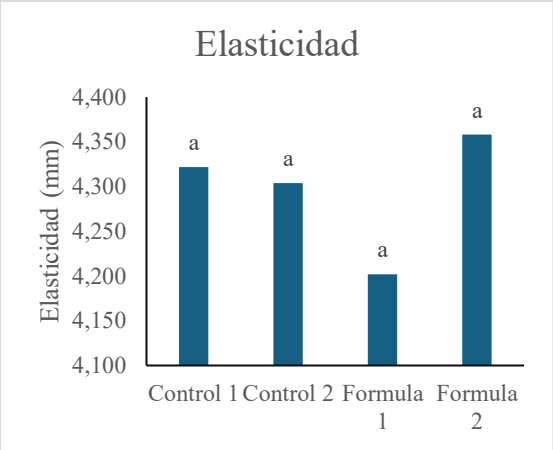


Figura 4. Parámetros correspondientes a la textura de las diferentes formulaciones. Las letras distintas (a, b, c) reflejan cambios significativos, Control 8 (8 % harina de trigo), Control 12 (12 % harina de trigo), Fórmula 1 (8 % harina de residuos de coliflor y plátano no comercial), F2 (12 % harina de residuos de coliflor amarilla y plátano no comercial).

3.6 Análisis sensorial

Al analizar el índice de aceptabilidad sensorial (Figura 5) se observa que las salchichas con harina de trigo (Control 8 % y Control 12 %) presentaron los valores más altos en todos los atributos sensoriales evaluados, con diferencias en color, sabor, textura y aceptabilidad general respecto a las formulaciones con harinas no convencionales. El Control 12 % mostró una ventaja significativa en color y textura, lo cual se evidencia que una mayor proporción de harina de trigo contribuye positivamente a la apariencia y estructura del producto. La Fórmula 2 en base a los resultados muestras un impacto negativo de los residuos vegetales en las características sensoriales destacando una caída marcada en sabor (55 %) y aceptabilidad general (50 %). La Fórmula 1 mostró una aceptabilidad intermedia, sin diferencias en algunos atributos respecto al Control 8 %, lo cual sugiere que una inclusión moderada de estas harinas no comerciales podría ser viable sin afectar negativamente la percepción sensorial del consumidor. Como mencionan Rivera-De Alba y Girón (2022) la textura es un punto crucial para la aceptabilidad de los productos cárnicos y los consumidores lo asocian con la calidad del producto. Ruiz-Capillas, Herrero et al. (2021) expresan que el color también es lo que hace que al consumidor le guste el producto, de hecho es el primer parámetro sensorial el cual se activa para una aceptabilidad total, influyendo de manera directa, además de que para entender las preferencias del consumidor a un producto es primordial considerar no solo sus necesidades y limitaciones, sino también factores como su capacidad económica, el costo de los alimentos frescos o procesados, la

calidad percibida, aspectos relacionados con la salud (como el contenido de grasa o sal), y el contexto en el que se consume. Más allá de estas variables, una de las principales barreras al momento de introducir nuevas formulaciones es el arraigo cultural y la costumbre del consumidor a elegir productos tradicionales, lo que influye fuertemente en su aceptación, incluso cuando se ofrecen alternativas más saludables o sostenibles (Estrada-Domínguez, Cantú-Mata et al., 2020). Como lo menciona Olalde, Suárez et al. (2015) en sus resultados de análisis sensorial en cuanto a la aceptabilidad descubrieron que su producto no se debe incluir más de 2.5 % de harina de cáscara de tuna para que este sea sensorialmente apetecible. Güemes Vera (2010) menciona que su salchicha realizada a base de cáscara de naranja no tuvo tan buena aceptabilidad y sugiere que si se hubiera utilizado algún aditivo para potenciar el sabor se hubiera obtenido una mejor aceptación.

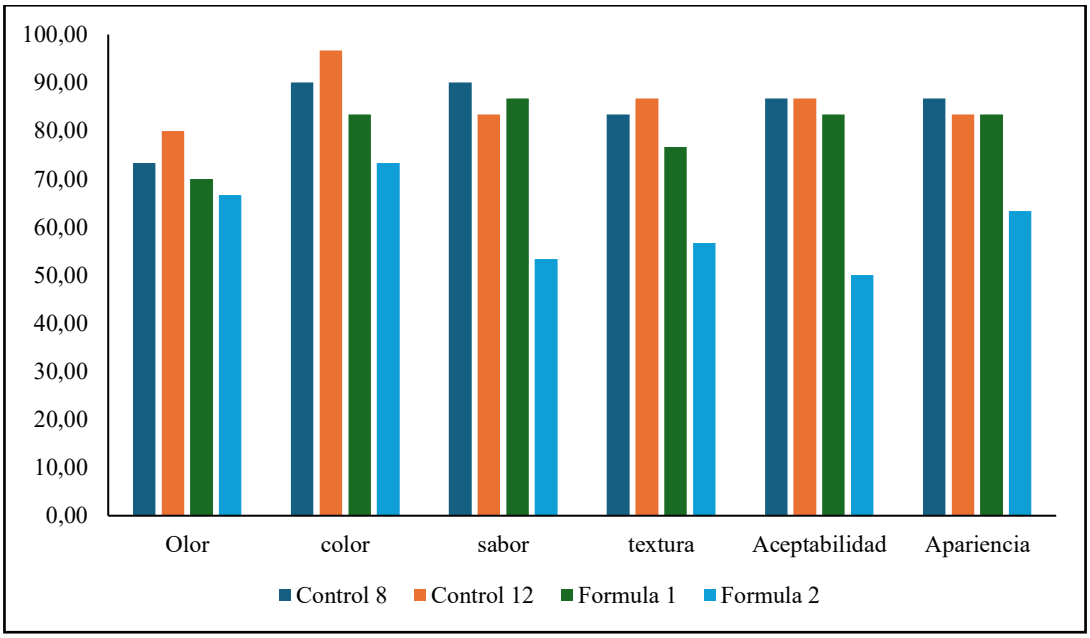


Figura 5. Índice de aceptabilidad de las diferentes formulaciones. Control 8 (8 % harina de trigo), Control 12 (12 % harina de trigo), Fórmula 1 (8 % harina de residuos de coliflor y plátano no comercial), F2 (12 % harina de residuos de coliflor amarilla y plátano no comercial).

3.7 Estabilidad de pH, acidez, actividad de agua y color

3.7.1 Estabilidad de pH y acidez

En la Figura 5 se presenta los resultados de la evolución del pH durante el almacenamiento de las salchichas por 30 días. La muestra C8 mantuvo un pH relativamente estable en la mayoría del tiempo, se observo un aumento significativo

al final del periodo. En contraste, la formulación F2 presentó el pH más bajo desde el inicio, con diferencias significativas ($p<0.05$) frente a los demás tratamientos. Este comportamiento se mantuvo en varios puntos, mostrando similitud estadística entre los días 0 y 7, y entre los días 7 y 14, con un aumento puntual en el día 21.

Las muestras F1 y C12 presentaron valores intermedios de pH. F1 se comportó de manera más cercana a C12, aunque mostró diferencias significativas en algunos días. El comportamiento observado podría explicarse por la composición de cada formulación. Las harinas no convencionales utilizadas en F2, como la de plátano y coliflor, son ricas en compuestos como fibras dietéticas y antioxidantes con potencial acidificante. Según Salazar, Arancibia, Raza et al. (2021), el pH de los ingredientes puede influir directamente en el pH final del embutido, siendo las harinas de plátano entero (pH 4.30–5.65) más ácidas que la harina de trigo (pH 6.3); además, un menor contenido graso en F2 también puede contribuir a una disminución del pH, debido a la menor liberación de lípidos durante la cocción.

En cuanto a la acidez titulable, las formulaciones con menor pH (F1 y F2) presentaron los valores más altos de acidez, lo cual es coherente con la relación inversa entre ambos parámetros. Todas las formulaciones mostraron estabilidad en los niveles de acidez, con ligeras oscilaciones durante el almacenamiento. Mehta et al. (2019) sugieren que esta estabilidad puede estar relacionada con la presencia de ácidos orgánicos en las harinas no convencionales.

Un comportamiento particular se observó en el día 21, donde todas las formulaciones mostraron un aumento en el pH. Este fenómeno podría deberse a procesos de proteólisis, que liberan aminas de carácter básico, o a una disminución en la actividad de bacterias ácido-lácticas (BAL) (Wang, Hu et al., 2021). Este mismo efecto ha sido descrito por Quino-Huasco et al. (2014), quienes reportaron que el pH disminuye a medida que se incrementa la adición de inulina en sus salchichas tipo Viena, mientras que J. H. Choi, Bae et al. (2020) observaron una reducción del pH en productos cárnicos tratados con polvos de kimchi blanco y acerola. Finalmente, Mishra et al. (2023) indican que el comportamiento del pH también depende del tipo de fibra utilizada. En su revisión, observaron que fibras provenientes de frutas y hortalizas tienden a reducir el pH, mientras que aquellas derivadas de trigo o salvado de maíz no mostraron cambios significativos.

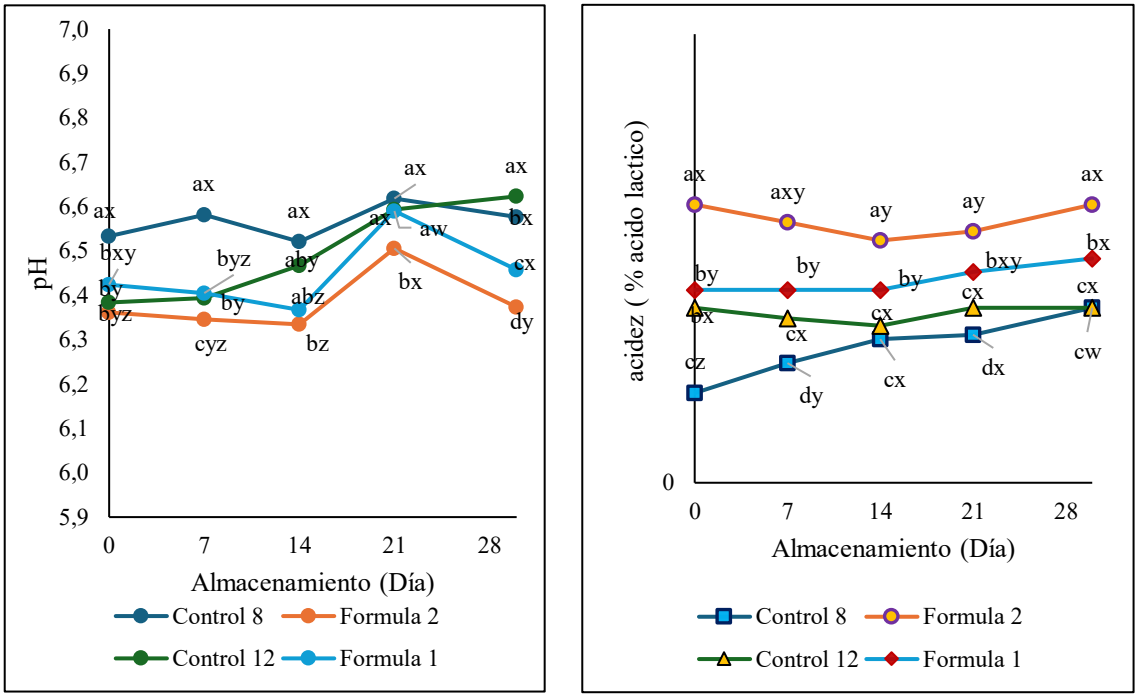


Figura 6. Estabilidad de pH y de acidez durante el almacenamiento. Letras distintas (a, b, c) reflejan cambios significativos en cada muestra a lo largo del período de almacenamiento de 30 días ($p < 0,05$), y letras diferentes (x, y, z) señalan diferencias importantes entre las muestras comparadas en un mismo día ($p < 0,05$). Control 8 (8 % harina de trigo), Control 12 (12 % harina de trigo), Fórmula 1 (8 % harina de residuos de coliflor y plátano no comercial), F2 (12 % harina de residuos de coliflor amarilla y plátano no comercial).

3.7.2 Estabilidad de actividad acuosa (a_w)

La estabilidad de la actividad de agua de las salchichas durante el almacenamiento de muestran en la Figura 3. Los resultados muestran que la muestra F2 es diferente de la muestra C8 y C12 ($p<0.05$), mostrando un valor de a_w menor y estadísticamente distinto. Esta reducción puede atribuirse a la incorporación de fibras dietéticas provenientes del plátano y la coliflor, las cuales poseen una alta capacidad de retención de agua, lo que contribuye a disminuir la fracción de agua libre disponible para reacciones microbianas y químicas (Frómeta Cardentey, 2022). La muestra F1 no mostró diferencias significativas con ningún otro tratamiento, lo que indica un comportamiento compartido a lo largo del tiempo. De igual manera, los controles C8 y C12 no presentaron diferencias significativas entre sí. Respecto a los valores generales, todos los tratamientos se mantuvieron en un rango de a_w entre 0.9640 y 0.9765, lo cual indica condiciones relativamente estables, aunque especialmente en el día 14 del almacenamiento todas las formulaciones incrementaron la cantidad, lo cual

podría representar un riesgo mayor para crecimiento microbiano dado que según Badui (2006) cuanto más alta sea la a_w y se acerca a 1, la inestabilidad será mucho más grande. Este pico de actividad de agua podría deberse a una liberación de humedad desde la matriz proteica al medio tras una fase de reorganización interna del embutido, como han reportado Y.-S. Choi, Choi, Han, Kim, Lee, Kim et al. (2010) al estudiar emulsiones cárnicas con sustitutos de grasa y fibra. Estudios como en el de Huang, Tsai et al. (2011) observaron que la adición de 3,5 % de fibra de trigo a salchichas chinas redujo notablemente la a_w inicial, en comparación con el control. Giri et al. (2016) identificaron que la fibra de cáscara de plátano forma una red física que atrapa agua, disminuyendo la fracción libre, lo cual confirma el comportamiento observado en F2. Quino-Huasco et al. (2014) también reportaron una disminución de aw en salchichas tipo Viena al agregar inulina, lo que respalda esta tendencia. Por otro lado Ponce-Fernández et al. (2020) detalla que en salchichas Frankfurt con harina de garbanzo y tomate la a_w disminuyó con el tiempo por interacción de los demás factores fisicoquímicos y microbiológicos

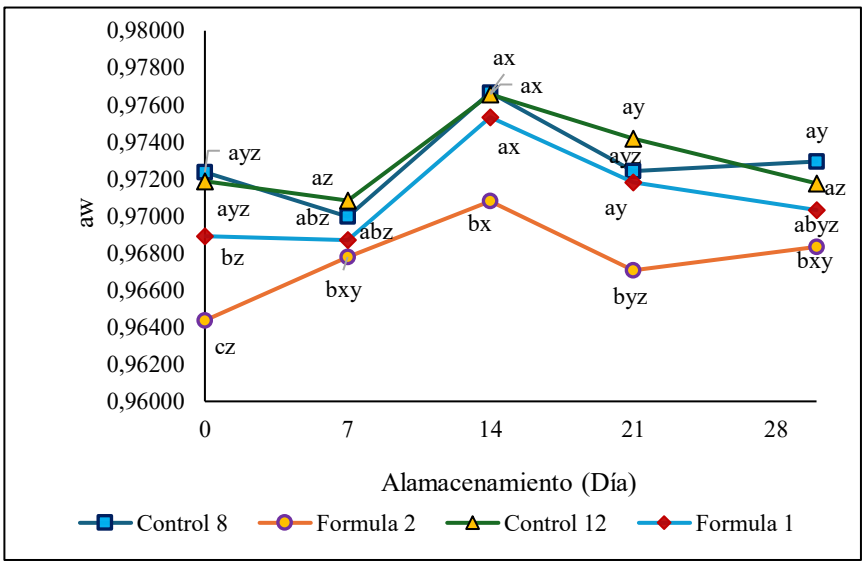


Figura 7. Estabilidad de a_w durante el almacenamiento. Letras distintas (a, b, c) reflejan cambios significativos en cada muestra a lo largo del período de almacenamiento de 30 días ($p < 0,05$), y letras diferentes (x, y, z) señalan diferencias importantes entre las muestras comparadas en un mismo día ($p < 0,05$). Control 8 (8 % harina de trigo), Control 12 (12 % harina de trigo), Fórmula 1 (8 % harina de residuos de coliflor y plátano no comercial), F2 (12 % harina de residuos de coliflor amarilla y plátano no comercial).

3.7.3 Estabilidad de color

En cuanto a la luminosidad (L*) (Figura 4) se observa que la formulación más estable en salchichas formuladas con harinas convencionales y alternativas corresponde al Control 8 % que a su vez presentó los valores más altos de luminosidad durante el almacenamiento, lo que indica una alta estabilidad y atractivo visual. La muestra Control 12 % que,aunque mantuvo una buena luminosidad, mostró ligeras variaciones estadísticas, lo que sugiere una estabilidad moderada. Tarté (2009) menciona que el alto contenido de almidón presente en la harina de trigo en conjunto con la matriz cárnica tiene acción reflectiva de luz, por ello las dos formulaciones tienen valores más altos de luminosidad. En el caso de Fórmula 1, la luminosidad decayó notablemente en el día 7, coincidiendo con un cambio estadístico significativo, reflejando cierta variabilidad. Por último, la Fórmula 2 mostró los valores más bajos de L* desde el inicio del almacenamiento, pero sin cambios estadísticos a lo largo del tiempo, lo que indica una estabilidad visual, aunque con un color más oscuro y que podría afectar la aceptabilidad, Rivera-De Alba y Girón (2022) reportaron que la coloración y luminosidad depende de los pigmentos naturalmente más oscuros de la fibra y de sus compuestos antioxidantes.

El parámetro a* (intensidad del color rojo) se ha evaluado en función de la concentración de fibra, específicamente la proveniente de la quinua, observándose en estas formulaciones una tonalidad más cercana a un rosado oscuro que a un rojo intenso. Según Diego Salazar, Mirari Arancibia, Karen Raza, et al. (2021) el color observado en formulaciones elaboradas con plátano no comercial puede atribuirse a reacciones de Maillard ocurridas durante el proceso de secado de la materia prima, lo que resultó en una coloración débil en las salchichas obtenidas. De manera similar, en el parámetro b* (tonalidad amarilla), el plátano tiende a inducir matices amarillentos debido a la presencia de pigmentos en su cáscara. En este contexto, la Formulación 2 mostró una mayor estabilidad en este parámetro a lo largo del tiempo, siendo estadísticamente superior, seguida por la Formulación 1, que presentó una estabilidad ligeramente inferior. Por su parte, García y Vera (2010) reportaron que la incorporación de fibra de cáscara de naranja aumentó la intensidad del color amarillo, atribuida a la presencia de carotenos en dicha matriz vegetal.

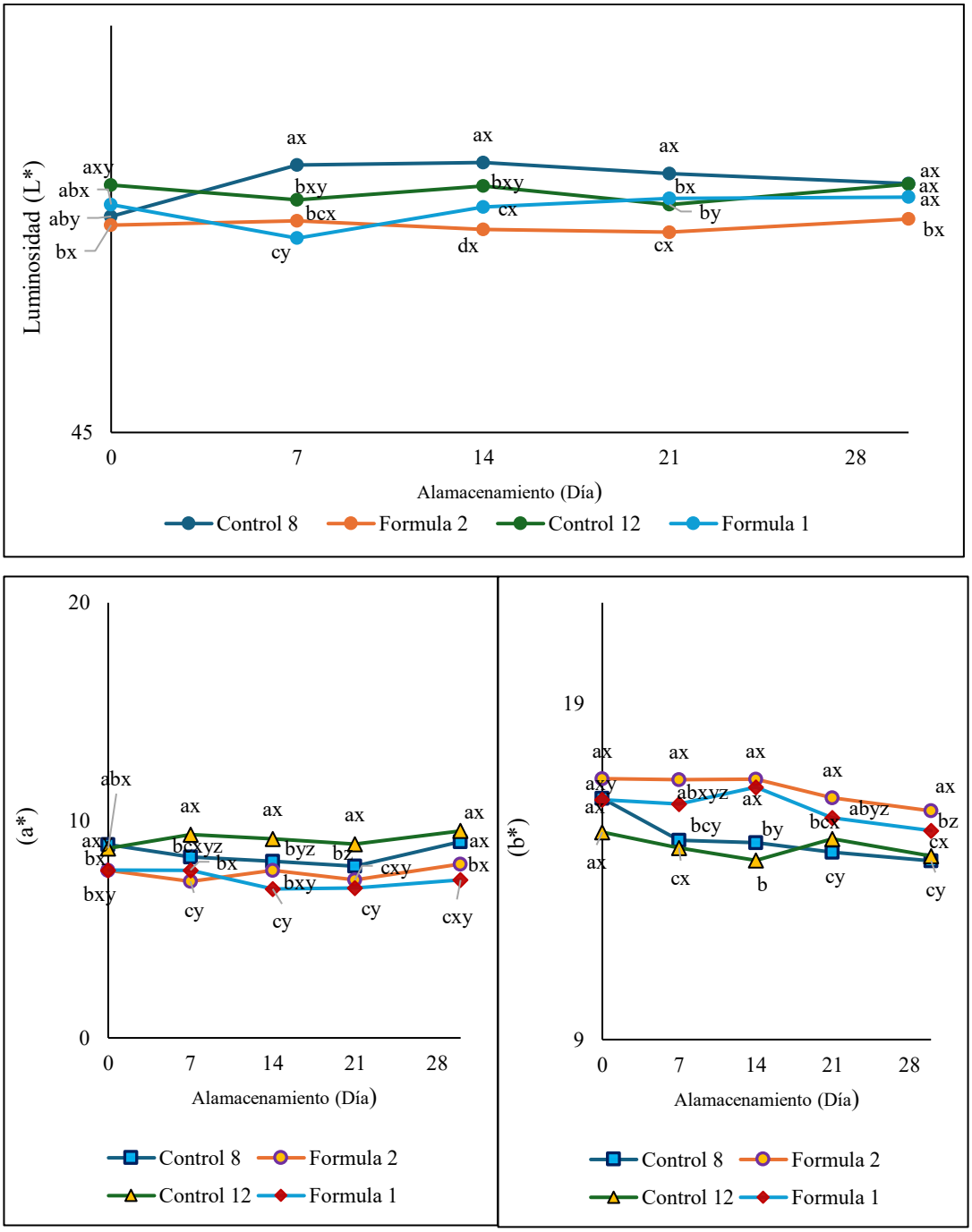


Figura 8. Estabilidad de Luminosidad (L*), de color rojo (a*) y de color amarillo (a*), cada día y a lo largo del tiempo de las formulaciones. Letras distintas (a, b, c) reflejan cambios significativos en cada muestra a lo largo del período de almacenamiento de 30 días ($p < 0,05$), y letras diferentes (x, y, z) señalan diferencias importantes entre las muestras comparadas en un mismo día ($p < 0,05$). Control 8 (8 % harina de trigo), Control 12 (12 % harina de trigo), Fórmula 1 (8 % harina de residuos de coliflor y plátano no comercial), F2 (12 % harina de residuos de coliflor amarilla y plátano no comercial).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

- La incorporación de harina entera de plátano no comercial (pulpas y cáscaras) y harina de residuos de coliflor (tallos y pedúnculos) tuvo un impacto significativo sobre la composición nutricional y tecnológica de las salchichas. En cuanto a la composición proximal se observó que las formulaciones F1 (8 %) y F2 (12 %) enriquecidas con estas harinas mostraron un aumento considerable en el contenido de fibra dietética y cenizas, reflejando un mayor aporte de minerales y componentes funcionales en comparación con los controles elaborados con harina de trigo.
- Las salchichas elaboradas con harina de trigo presentaron los mayores niveles de aceptación sensorial, destacándose en atributos como sabor, textura, color y apariencia general. La formulación F1 mostró una aceptabilidad intermedia, sin diferencias significativas en ciertos atributos con respecto al control. La inclusión moderada de harinas no convencionales es viable sin comprometer la percepción sensorial del consumidor.
- Durante el almacenamiento, las formulaciones con harina de coliflor y plátano evidenciaron valores más bajos de pH y mayor acidez titulable, lo que podría estar relacionado con la presencia de ácidos orgánicos y compuestos bioactivos en los ingredientes añadidos. En lo que respecta al color, los controles elaborados con harina de trigo conservaron mejor la luminosidad (L*) y la intensidad del rojo (a*), mientras que F1 y F2 tendieron hacia tonalidades más oscuras y menos rojizas, probablemente como resultado de reacciones de Maillard y la composición pigmentaria de las harinas vegetales. No obstante, la actividad de agua (aw) se mantuvo en rangos estables en todas las formulaciones, siendo más baja en F2, lo cual podría contribuir a una mayor vida útil del producto.

Referencias Bibliográficas

Abul-Fadl, M. J. J. o. A. S. R. (2012). Nutritional and chemical evaluation of white cauliflower by-products flour and the effect of its addition on beef sausage quality. *8*(2), 693-704.

Aina, O. B., Anjuwon, T. M., Shuaibu, M. N., Owolabi, O. A., James, D. B. J. I. J. o. B. R., & Review. (2019). Comparative study on nutritional composition of six Musa acuminata pulp varieties available in Zaria, Nigeria. *28*(2), 1-9.

Alvarez Ochoa, B. V., & Montesdeoca Montesdeoca, J. P. (2020). Elaboración de salchichas tipo Viena enriquecidas con harina de garbanzo (Cicer arietinum L) de la variedad Kabuli.

Amarasinghe, N. K., Wickramasinghe, I., Wijesekara, I., Thilakarathna, G., & Deyalage, S. T. J. I. J. o. F. S. (2021). Functional, physicochemical, and antioxidant properties of flour and cookies from two different banana varieties (Musa acuminata cv. Pisang awak and Musa acuminata cv. Red dacca). *2021*(1), 6681687.

AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists: Gaithersburg, MD, USA., 18th ed.*

Arellano, M. (2023). Factores que contribuyen al consumo de ultraprocesados en los hogares vulnerables con jefatura femenina de Cuautla, Morelos.

Arellano Salazar, M. L. (2022). Efecto de la adición de fibra para la producción y enriquecimiento de embutidos.

Astiasarán Anchía, I., & Martínez Hernández, J. A. (2000). Composición y propiedades. *Universidad de Navarra*.

Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (Cuarta ed.). Mexico: Person Educación.

Baloch, A., Xia, X., & Sheikh, S. (2015). Proximate and Mineral Compositions of Dried Cauliflower (Brassica Oleracea L.) Grown In Sindh, Pakistan. *Journal of Food and Nutrition Research, 3*, 213-219. doi:10.12691/jfnr-3-3-14

Bejarano Miranda, M. E. (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.

Calderón Altamirano, L. A. (2018). *Aprovechamiento integral de banana de rechazo en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt* Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

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

Calderón Loor, M., Andrade, F., Lizarzaburu, L., & Masache, M. (2017). *Valoración económica de los cobeneficios del aprovechamiento energético de los residuos agrícolas en el Ecuador*. Retrieved from

Cerón-Guevara, M. I., Rangel-Vargas, E., Lorenzo, J. M., Bermúdez, R., Pateiro, M., Rodríguez, J. A., . . . Santos, E. M. (2020). Reduction of Salt and Fat in Frankfurter Sausages by Addition of Agaricus bisporus and Pleurotus ostreatus Flour. *9*(6), 760.

Chamorro, R. A. M., & Mamani, E. C. J. R. d. i. e. c. y. t. d. a. (2010). Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. *1*(1).

Chávez, H. (2020). *Caracterización físico química del banano maqueño red dacca (Mussa acuminata).* UTEQ, Quevedo

Chen, X., Qiu, Q., Chen, K., Li, D., & Liang, L. (2020). Water-soluble myofibrillar protein-pectin complex for enhanced physical stability near the isoelectric point: Fabrication, rheology and thermal property. *Int J Biol Macromol, 142*, 615-623. doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.10.003

Choe, J.-H., Kim, H.-Y., Lee, J.-M., Kim, Y.-J., & Kim, C.-J. J. M. s. (2013). Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *93*(4), 849-854.

Choi, J. H., Bae, S. M., & Jeong, J. Y. J. F. S. o. A. R. (2020). Effects of the addition levels of white kimchi powder and acerola juice powder on the qualities of indirectly cured meat products. *40*(4), 636.

Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Jeong, J.-Y., . . . Kim, C.-J. (2010). Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Science, 84*(3), 557-563.

Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Lee, M.-A., Kim, H.-W., . . . Kim, C.-J. (2010). Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. *Meat Science, 84*(1), 212-218.

Cotrina Vila, F. (1981). Cultivo de la coliflor. *MAGAP*.

da Mota, R. V., Lajolo, F. M., Cordenunsi, B. R., & Ciacco, C. (2000). Composition and functional properties of banana flour from different varieties. *Starch-Stärke, 52*(2-3), 63-68.

de la Vega Ruiz, G. (2009). Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. *%J Temas de Ciencia y Tecnología*

13(38), 27-32.

Diego-Zarate, L. M., Méndez-Zamora, G., Rivera-De Alba, J. A., & Flores-Girón, E. J. B. (2021). Efecto del nopal (Opuntia spp) deshidratado en polvo sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de salchichas Viena. *23*(2), 89-95.

Estrada-Domínguez, J. E., Cantú-Mata, J. L., Torres-Castillo, F., & Barajas-Ávila, E. J. I. (2020). Factores que influyen en el consumidor para la adquisición de producto sustentables. *45*(1), 36-41.

Félix-Amante, A. P. (2025). Desarrollo de base de datos para plataforma de recomendación sobre suplementación alimenticia con base en alimentos funcionales y nutracéuticos utilizando inteligencia artificial.

Fernández-Ginés, J., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., & Pérez-Álvarez, J. J. M. s. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *67*(1), 7-13.

Frómeta Cardentey, R. (2022). *Revisión bibliográfica: Incorporación de fibras en embutidos cárnicos.* (info:eu-repo/semantics/masterThesis), Retrieved from https://uvadoc.uva.es/handle/10324/55726

García, S. H., & Vera, N. G. J. N. (2010). Efecto de la Adición de Harina de Cáscara de Naranja sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Textuales y Sensoriales de Salchichas Cocidas. *4*(1), 23-36.

Giri, S. S., Jun, J. W., Sukumaran, V., & Park, S. C. J. J. o. i. r. (2016). Dietary administration of banana (Musa acuminata) peel flour affects the growth, antioxidant status, cytokine responses, and disease susceptibility of rohu, Labeo rohita. *2016*(1), 4086591.

Gomez Perez, R. P. (2010). *Analisis espacial de datos para clasificar musaceas en zonas bananeras del Ecuador.*

Güemes Vera, N. (2010). Efecto de la adición de harina de cáscara de naranja sobre las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de salchichas cocidas.

Haque, A., Ahmad, S., Azad, Z., Adnan, M., & Ashraf, S. A. J. P. (2023). Incorporating dietary fiber from fruit and vegetable waste in meat products: a systematic approach for sustainable meat processing and improving the functional, nutritional and health attributes. *11*, e14977.

Hleap-Zapata, J. I., Burbano-Portillo, M. Y., & Mora-Vera, J. M. (2017). Evaluación fisicoquímica y sensorial de salchichas con inclusión de harina de quinua (Chenopodium quinoa W.). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 15*(2), 61-71.

Huang, S., Tsai, Y., & Chen, C. (2011). Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of Chinese-style sausages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 24*(6), 875-880.

INEN-786. (1985). Carne y Prodctos Cárnicos. Determinación de Cenizas. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.

INEN, N. (1985). Carne y productos carnicos. Determinacion de pH

Determination of water activity, (2017).

Lozano, A. A. (2019). Reformulación de salchichas tipo Frankfurt. Influencia en sus propiedades físico-químicas, organolépticas y aceptabilidad. *%J Journal of Negative, 4*(5), 507-526.

Lucas, J. (2021). *Incidencia del amaranto (amaranthus caudatus) en las características fisicoquímicas y sensoriales de una mortadela a base de codorniz (coturnix coturnix).* Tesis pregrado,

Mehta, N., Chatli, M. K., Kumar, P., Malav, O. P., Verma, A. K., Kumar, Y., & Kumar, D. (2019). Development of dietary fiber-rich meat products: Technological advancements and functional significance. In *Bioactive molecules in food* (pp. 763-795): Springer.

Meléndez-Sosa, M. F., García-Barrales, A. M., & Ventura-García, N. A. J. R.-I. (2020). Perspectivas e impacto en la salud del consumo de los alimentos funcionales y nutracéuticos en México. *6*(1), 114-136.

Mishra, Mishra, J., Paital, B., Rath, P. K., Jena, M. K., Reddy, B. V. V., . . . Sahoo, D. K. (2023). Properties and physiological effects of dietary fiber-enriched meat products: a review. *Front Nutr, 10*, 1275341. doi:10.3389/fnut.2023.1275341

Moreno Bejarano, E. J. (2019). Efecto del proceso de liofilización en la extracción y caracterización de pectina, a partir del albedo de naranja (Citrus sinensis L. Osbeck) y limón (Citrus limon L. Osbeck).

Nartea, A., Fanesi, B., Pacetti, D., Lenti, L., Fiorini, D., Lucci, P., . . . Falcone, P. M. J. C. r. i. f. s. (2023). Cauliflower by-products as functional ingredient in bakery foods: Fortification of pizza with glucosinolates, carotenoids and phytosterols. *6*, 100437. doi:https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100437

NTE, I. (1996). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 340:96 CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. SALCHICHAS. REQUISITOS.* .

Núñez, L. (2025). *Efecto de la inclusión de harina de achira (Canna Indica) y plátano no comercial (Mussa Acuminata) en el desarrollo de un embutido tipo salchicha Frankfurt.* UTA, Retrieved from https://repositorio.uta.edu.ec/items/071caff4-5537-4f95-87ea-a640d32039c8

Olalde, R. O., Suárez, E. J. D., & Pabello, J. A. G. J. N. (2015). Harina de cáscara de tuna como fuente de fibra y su efecto sobre las características físico-químicas y sensoriales de salchichas bajas en sodio y grasa. *9*(2), 54-65.

Pacheco, L. (2015). CALIDAD Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE SALCHICHAS DE CERDO ADICIONADAS CON JUGO Y CÁSCARA DE GRANADA (Punica granatum L.).

Peña, M. A., Méndez, O., Guerra, M. A., & Peña, S. A. (2015). Desarrollo de productos cárnicos funcionales: utilización de harina de quinua.

Pereira, J., Brohi, S. A., Malairaj, S., Zhang, W., & Zhou, G.-H. J. I. J. o. F. P. (2020). Quality of fat-reduced frankfurter formulated with unripe banana by-products and pre-emulsified sunflower oil. *23*(1), 420-433.

Picchi, V., Fibiani, M., & Lo Scalzo, R. (2020). Chapter 2 - Cauliflower. In A. K. Jaiswal (Ed.), *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables* (pp. 19-32): Academic Press.

Pineda Pastor, M. (2023). Salchichas tipo Frankfurt con sustitución de grasa mediante una emulsión gelificada a base de harina de trigo sarraceno y aceite de cáñamo.

Ponce-Fernández, N. E., Pollorena-López, G., Rosas-Domínguez, C., López-Peñuelas, V. M., & Osuna-Izaguirre, S. C. J. A. (2020). ADICIÓN DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) Y TOMATE (Solanum lycopersicum)

DESHIDRATADO EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y VIDA DE ANAQUEL DE SALCHICHA TIPO FRANKFURT. *54*(3).

Quino-Huasco, M. L., Alvarado Kirigin, J. A., & Fernández Deheza, H. (2014). *Efectos en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del uso de fibra dietaria en salchichas tipo viena reducida en grasas.* Universidad Mayor de San Andres. Facultad de Ciencias Puras y Naturales …,

Quinzo, J. (2025). *Efecto de la inclusión de harina de yuca amarilla (Manihot esculenta) y plátano no comercial (Mussa acuminata) en el desarrollo de un embutido tipo salchicha*

Frankfurt. UTA, Ambato. Retrieved from https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3b46d269-66be-4576-b665-139f6b33cb48/content

Rivera-De Alba, J. A., & Girón, E. F. J. T. C. (2022). La fibra dietética como ingrediente funcional en la formulación de productos cárnicos: Dietary fiber as functional ingredient in the formulation of meat products. *16*(1), 892-892.

Rodrigo de la Iglesia, P. (2024). Elaboración de salchichas de Frankfurt usando germen de trigo como sustituto de la carne.

Rodríguez, J. S., Simental, S. S., & Vera, N. G. J. R. B. A. T. (2014). Estudio físico-químico en salchichas adicionadas con almidón de plátano macho (Musa paradisiaca). *2*(1), 221-228.

Rodríguez, L. L., Cisneros, X. C., González, G. Z., López, V. A., Barrera, C. S. G., & Cancela, T. U. J. N. (2021). Revisión: Alternativas no convencionales para la elaboración de salchichas. *15*(1), 16-29.

Romero, M. A., Alvarado, Á. V., & Otálvaro, Á. M. J. I. (2019). Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (Cyclanthera pedata) en una salchicha tipo Frankfurt. *14*(26), 43-51.

Rosero Vera, J. D. (2023). *Descripción de los parámetros de producción para incrementar el rendimiento en el cultivo de banano (Musa AAA) en el Ecuador.* BABAHOYO: UTB, 2023,

Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Pintado, T., & Delgado-Pando, G. J. F. (2021). Sensory analysis and consumer research in new meat products development. *10*(2), 429.

Salazar, D., Arancibia, M., Calderon, L., Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Underutilized Green Banana (Musa acuminata AAA) Flours to Develop Fiber Enriched Frankfurter-Type Sausages. *Foods, 10*(5), 1142. doi:10.3390/foods10051142

Salazar, D., Arancibia, M., Calderón, L., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Underutilized Green Banana (Musa acuminata AAA) Flours to Develop Fiber Enriched Frankfurter-Type Sausages. *Foods, 10*(5). doi:10.3390/foods10051142

Salazar, D., Arancibia, M., Calderón, L., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. J. F. (2021). Underutilized Green Banana (Musa acuminata AAA) flours to develop fiber enriched frankfurter-type sausages. *10*(5), 1142.

Salazar, D., Arancibia, M., Calderón, L., López Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Underutilized green banana (Musa acuminata aaa) flours to develop fiber enriched frankfurter-type sausages. *Foods, 10*(5). doi:10.3390/foods10051142

Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from Ecuador. *Agronomy, 11*(9), 1693. doi:https://doi.org/10.3390/agronomy11091693

Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez Maecker, R., Bedón, M., López Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from Ecuador. *Agronomy 11*(9), 1693.

Salazar, D., Arancibia, M., Raza, K., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Influence of Underutilized Unripe Banana (Cavendish) Flour in the Formulation of Healthier Chorizo. *10*(7), 1486.

Santana Padilla, A. S. (2025). Efecto de la inclusión de harina de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) y plátano no comercial (Musa balbisiana) en el desarrollo de un embutido tipo salchicha Frankfurt.

Segura López, Á. P., & Vargas Urquijo, L. P. (2017). Evaluación del comportamiento tecnológico de harina de guayaba (Psidium guajava L) como sustituto de la harina de trigo en un producto cárnico cocido tipo salchicha.

Serna-Cock, L. (2017). Harina de cáscara de plátano, materia prima para salchichas.

Slavin, J. (2013). Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *%J Nutrients, 5*(4), 1417-1435.

Syuhairah, A., Huda, N., Syahariza, Z., & Fazilah, A. J. A. J. P. S. (2016). Research article effects of vegetable incorporation on physical and sensory characteristics of sausages. *10*(3), 117-125.

Tarté, R. (2009). *Ingredients in meat products: properties, functionality and applications*: Springer.

Torres González, J. D., González Morelo, K. J., Acevedo Correa, D., & Jaimes Morales, J. d. C. (2016). Efecto de la utilización de harina de Lens culinaris como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha %J Tecnura. *20*, 15-28.

Wang, D., Hu, G., Wang, H., Wang, L., Zhang, Y., Zou, Y., . . . Jin, Y. J. F. (2021). Effect of mixed starters on proteolysis and formation of biogenic amines in dry fermented mutton sausages. *10*(12), 2939.

Weigel, I., Nistler, S., Pichner, R., Budday, S., & Gensberger-Reigl, S. (2023). Dried Vegetables as Potential Clean-Label Phosphate Substitutes in Cooked Sausage Meat. *12*(10), 1960.

Widiatningrum, T., & Pukan, K. K. (2010). Pertumbuhan dan produksi kubis bunga (Brassica oleracea var botrytis) dengan sistem pertanian organik di dataran rendah. *Biology Education 2*(2).

Yadav, A. J. W. J. o. B. P., & Sciences, H. (2021). Banana (Musa acuminata): Most popular and common Indian plant with multiple pharmacological potentials. *7*(1), 036-044.

Zaini, H. B. M., Sintang, M. D. B., Pindi, W. J. F. s., & nutrition. (2020). The roles of banana peel powders to alter technological functionality, sensory and nutritional quality of chicken sausage. *8*(10), 5497-5507.

Zamora, E. (2016). El cultivo de coliflor. *Departamento de Agricultura y Ganadería de La Universidad de Sonora-Hermosillo*, 1-8.

Zapata, J. (2025). *Efecto de la inclusión de harina de papa china (Colocasia Esculenta) y plátano no comercial (Mussa Acuminata) en el desarrollo de un embutido tipo salchicha Frankfurt.* UTA, Ambato. Retrieved from https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ba56cf17-fd68-4f36-a09b-223863531078/content

Anexos



Anexo 1. Proceso de elaboración de la harina de residuos de coliflor.



Anexo 2. Elaboración de las salchichas.



Anexo 3. Medición del parámetro de textura

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

"Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación N°: SAE LEN 10-008" 01580

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 25-007			
Solicitud N°: 25-007			Pág.:1 de 1
Fecha recepción: 25 de abril de 2025		Fecha de ejecución de ensayos: 29 de abril al 05 de mayo de 2025	
Información del cliente:			
Empresa:		C.I./RUC: 1723975866	
Representante: Raquel Torres		Tlf: 0979202414	
Dirección: Ambato		E mail: rtorres5866@uta.edu.ec	
Ciudad: Ambato			
Descripción de las muestras:			
Producto: Salchicha		Peso / Volumen:	200g
Marca comercial: n/a		Tipo de envase:	funda resellable
Lote: n/a		No de muestras:	dos
F. Elb.: n/a		F. Exp.: n/a	
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:		Almac. en Lab:	30 días
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente:	22 de abril de 2025

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Salchicha 8%	00725023	Ninguno	*Proteína total, Kjeldhal	PE01-7.2-FQ AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(N×6,25)	11,0
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ AOAC Ed. 22, 2023 991.36	%	11,1
			*Fibra dietética total , Gravimetría Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	3,62
Salchicha 12%	00725024	Ninguno	*Proteína total, Kjeldhal	PE01-7.2-FQ AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(N×6,25)	12,2
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ AOAC Ed. 22, 2023 991.36	%	14,1
			*Fibra dietética total, Gravimetría Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	3,91

Conds. Ambientales: 21,0 °C; 57,9%HR

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

Ing. Nadya Rosero
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: SI

Fecha de emisión del certificado: 12 de mayo de 2025

Anexo 4. Datos del análisis proximal.



Anexo 5. Catación por parte de los asistentes.

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
PROYECTO
APROVECHAMIENTO VEGETAL UTA-YACHAY TECH

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Instrucciones:

- Se le entregara muestras, cada una identificada como muestra XXXX
- Pruebe la muestra e identifique su nivel de agrado y marque con una X la opción que usted considera. Considerando que 5 es el mayor puntaje y 1 el menor puntaje.
- Luego de consumir cada muestra, por favor mastique un trazo de salchicha y tome un sorbo de agua para poder limpiar su paladar, y continúe con la siguiente muestra.

Característica	Alternativa	Muestras							
		Muestra 1 (J021)	Muestra 2 (V190)	Muestra 3 (M964)	Muestra 4 (P769)	Muestra 5 (R082)	Muestra 6 (E120)	Control 1	Control 2
APARIENCIA	1. No me gusta								
	2. Ni me gusta ni me disgusta								
	3. Me gusta mucho								
COLOR	1. No me gusta								
	2. Ni me gusta ni me disgusta								
	3. Me gusta mucho								
OLOR	1. No me gusta								
	2. Ni me gusta ni me disgusta								
	3. Me gusta mucho								
TEXTURA	1. No me gusta								
	2. Ni me gusta ni me disgusta								
	3. Me gusta mucho								
SABOR	1. No me gusta								
	2. Ni me gusta ni me disgusta								
	3. Me gusta mucho								
ACEPTABILIDAD	1. No me gusta								
	2. Ni me gusta ni me disgusta								
	3. Me gusta mucho								

OBSERVACIONES:

_____

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 6. Hoja de catación