UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Efecto de la inclusión de harina de pulpa de plátano no comercial (*Mussa acuminata*) y harina de residuos de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) 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 Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Raúl Mauricio Guerra Castillo

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 el mismo 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, 17 de junio de 2025.

Firmado electrónicamente por:
DIEGO MANOLO
SALAZAR GARCES
Validar únicamente con FirmaEC

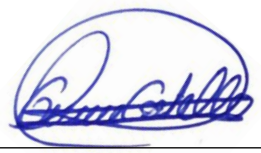
Dr. Diego Manolo Salazar Garcés

1803124294

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Raúl Mauricio Guerra Castillo, 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 Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Raúl Mauricio Guerra Castillo

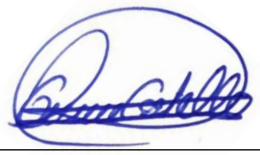
1805114897

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de 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 fines 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.



Raúl Mauricio Guerra Castillo

1805114897

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL 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.

Para constancia firman:

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

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
GABRIEL ALEJANDRO MORENO TOASA
Validar únicamente con FirmaEC

Mg. Gabriel Alejandro Moreno Toasa
1500647910

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

Mg. María Eugenia García Pazmiño
2100248505

Ambato, 08 de Julio de 2025

DEDICATORIA

A mis padres, por ser ejemplo de esfuerzo, perseverancia y dedicación. Por confiar en mí, por su apoyo incondicional, los sacrificios y las palabras de aliento que han sido mi combustible, ya que sin ustedes no habría sido posible.

A mis hermanas y sobrinos por estar presentes en cada etapa de mi vida, por sus consejos, por recordarme que puedo hacerlo, que puedo solucionarlo y que puedo dar mucho más. Sin duda han sido un pilar invaluable.

A mi novia, por su amor, sus conocimientos, por ser mi paz en medio del caos, por abrazarme cuando todo dolía y por sostenerme en momentos en los que dudaba de mí mismo.

A mi gato, por estar siempre acompañándome en las frías noches de estudio.

Y, en especial, a mi abuela Flor de María que ha sido mi motor y a mis abuelos Raúl Guerra, Piedad Artos y Andrés Castillo, cuya ausencia me acompaña cada día. Me duele que no estén para abrazarlos y decirles que pude hacerlo. Este trabajo es un fragmento de mi alma dedicado a cada uno de ustedes, que tanto me dieron y hoy tanto me faltan.

Con un profundo sentimiento Raúl Guerra

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, a mis hermanas y sobrinos a quienes debo no solo la vida, sino toda mi formación personal y profesional que hoy me definen como individuo. Su ejemplo de honestidad, esfuerzo y perseverancia ha sido el pilar sobre el cual he construido y sigo construyendo mi camino.

Gracias por compartir conmigo las alegrías y frustraciones que implicó culminar este proceso. Me enseñaron que todas las metas se cumplen con constancia, dedicación y humildad, que los problemas no se evitan sino se enfrentan con madurez.

A mi novia Verónica Sánchez, gracias por caminar a mi lado durante todo este transcurso, su amor ha sido un refugio y una fuente de energía, ya que en cada momento que me sentí cansado y estresado estuvo ahí para sostener mi mano y sin palabra alguna con un solo gesto me decía “Ud. Puede”. Gracias por nutrir mi vida con conocimiento, con ideas que en más de una ocasión me ayudaron.

A mi Tutor Ing. Diego Salazar, le expreso mi más sincero y profundo agradecimiento por haberme ayudado en este recorrido académico con compromiso, claridad y una profunda enseñanza que no solo fue técnica sino también formativa. Gracias por la paciencia y la disposición del tiempo.

Finalmente, a mis mejores amigos Nicolás, Iván y David, esos hermanos que la vida me regaló. Gracias por su preocupación constante, por los buenos y los malos momentos, las charlas profundas, los consejos y por sobre todo gracias por los 6 años de amistad auténtica.

¡Gracias a todos!

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR....ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR....iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO....vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.... viii
ÍNDICE DE TABLAS xi
ÍNDICE DE FIGURAS....xii
ÍNDICE DE ANEXOS.... xiii
RESUMEN EJECUTIVO xiv
ABSTRACT....xv
CAPÍTULO I....1
MARCO TEÓRICO....1
1.1 Antecedentes investigativos 1
1.2 Panorama actual....2
1.3 Productos cárnicos....3
1.3.1 Productos de pasta fina 4
1.4 Harinas no convencionales....4
1.5 Brócoli 5
1.6 Plátano 7
1.7 Objetivos....9
1.7.1 Objetivo general....9

1.7.2 Objetivos específicos 9
CAPÍTULO II 10
MATERIALES Y METODOS 10
2.1 Materiales 10
2.1.1 Obtención de harinas 10
2.1.2 Elaboración de productos emulsificados 10
2.2 Métodos 11
2.2.1 Composición proximal 11
2.2.2 Valor energético 12
2.2.3 Pérdidas por cocción 12
2.2.4 Propiedades fisicoquímicas 13
pH y acidez 13
Color 13
Actividad de agua 13
2.2.5 Textura 13
2.2.6 Evaluación de la calidad sensorial de las salchichas 14
2.2.7 Evaluación de la estabilidad de pH, acidez y color durante 30 días de almacenamiento de las salchichas 14
2.2.8 Diseño experimental y análisis estadístico 14
CAPÍTULO III 15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 15
3.1 Apariencia visual de las salchichas elaboradas a partir de harina de brócoli, harina de plátano y harina de trigo 15
3.2 Composición proximal 16
3.3 Propiedades fisicoquímicas 20

3.3.1 pH y acidez 20
3.3.2 Actividad de agua 20
3.3.3 Color 21
3.3.4 Pérdidas por cocción 23
3.3.5 Textura 24
3.4 Análisis sensorial 27
3.5 Evolución de pH, acidez, actividad de agua y color durante el almacenamiento 29
3.5.1 Evolución de pH y acidez 29
3.5.2 Evolución de actividad de agua 30
3.5.3 Evolución de los parámetros de color 31
CAPÍTULO IV 35
CONCLUSIONES 35
4.1 Conclusiones 35
Referencias Bibliográficas 36
Anexos 41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional aproximada de partes botánicas del brócoli.....6
Tabla 2. Composición nutricional aproximada del plátano verde.....8
Tabla 3. Formulaciones de las salchichas con harina de residuos de brócoli y harina de plátano.....11
Tabla 4. Composición proximal de salchichas elaboradas a partir de harina de brócoli, plátano y harina de trigo como muestra control.....19
Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas de salchichas a base de harina de brócoli, plátano y harina de trigo al inicio del almacenamiento. 23
Tabla 6. Pérdidas por cocción de las salchichas elaboradas con harina de brócoli + plátano y harina de trigo. 24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*).....6
Figura 2. Plátano verde (*Mussa acuminata*). 8
Figura 3. Salchichas elaboradas con: A. Harina de trigo 8 % (Control 1). B. Harina de trigo 12 % (Control 2). C. Harina de brócoli + harina de plátano 8 % (8BP). D. Harina de brócoli + harina de plátano 12 % (12BP).....16
Figura 4. Efecto de la harina brócoli + plátano en el aspecto superficial de las salchichas comparado a las salchichas control (harina de trigo). 22
Figura 5. Análisis del perfil de textura (TPA) de las salchichas elaboradas con harinas de brócoli + plátano y harina de trigo como control al 8 y 12 %. Los resultados obtenidos corresponden al análisis comparativo de las 4 formulaciones, las letras a, b, c indican diferencias significativas ($p<0,05$). 27
Figura 6. Índice de aceptabilidad de las salchichas elaboradas con harina de brócoli + plátano (8BP. 8 % de harina y 12BP. 12 % de harina) respecto a los controles 1 y 2 elaborados con harina de trigo al 8 y 12 % respectivamente. 29
Figura 7. Evolución de pH y acidez en función del tiempo de almacenamiento. Las letras a, b, c indican diferencias significativas entre las muestras en el mismo tiempo ($p<0,05$) y las letras w, x, y, z representan las diferencias significativas de una sola muestra en el tiempo ($p<0,05$).....30
Figura 8. Evolución de la actividad de agua en función del tiempo de almacenamiento. Las letras a, b, c indican diferencias significativas entre las muestras en el mismo tiempo ($p<0,05$) y las letras x, y, z representan las diferencias significativas de una sola muestra en el tiempo ($p<0,05$). 31
Figura 9. Evolución de la luminosidad (L*), tendencia de rojos y verdes (b*) y tendencia de amarillos y azules (b*) en función del tiempo de almacenamiento. Las letras a, b, c indican diferencias significativas entre las muestras en el mismo tiempo ($p<0,05$) y las letras x, y, z representan las diferencias significativas de una sola muestra en el tiempo ($p<0,05$).....34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de harina de residuos de brócoli. 41
Anexo 2. Elaboración de las salchichas con la adición de 8 % y 12 % de harina de brócoli, plátano y trigo como control. 42
Anexo 3. Análisis de las salchichas 8BP, 12BP, Control 1 y Control 2 realizados en los laboratorios de la FCIAB. 42
Anexo 4. Evolución del color de salchicha con 8 % de harina de trigo (Control 1).....42
Anexo 5. Evolución del color de salchicha con 12 % de harina de trigo (Control 2).....43
Anexo 6. Evolución del color de salchicha con 8 % de harina de brócoli y plátano. 43
Anexo 7. Evolución del color de salchicha con 12 % de harina de brócoli y plátano. 43
Anexo 8. Proceso de evaluación de propiedades sensoriales de las salchichas 8BP, 12BP, Control 1 y Control 2. 43
Anexo 9. Hoja de cata empleada para el análisis sensorial de las formulaciones con 8BP (J021), 12BP (V190), Control 1 y Control 2.....44
Anexo 10. Certificado emitido por LACONAL de los resultados obtenidos de proteína, grasa y fibra de las formulaciones 8BP, 12BP, Control 1 y Control 2. 45

RESUMEN EJECUTIVO

En respuesta al aumento de las demandas de los consumidores por productos alimenticios más saludables, la industria alimentaria ha enfocado sus esfuerzos al desarrollo de productos con perfiles nutricionales mejorados, caracterizados por una reducción en el contenido de grasas, azúcares o sal y con aumento en el aporte de fibra, en este sentido, el uso de harinas no convencionales provenientes de residuos agroindustriales representa una alternativa prometedora, al ofrecer tanto propiedades tecnológicas como beneficios nutricionales. En el estudio se formularon salchichas utilizando mezclas de harinas de brócoli y plátano no comercial en concentraciones del 8 y 12 por ciento, comparadas con muestras control elaboradas a base de harina de trigo. Las formulaciones fueron evaluadas respecto a su composición proximal, propiedades fisicoquímicas, de textura, sensoriales y estabilidad durante 30 días de almacenamiento. Los resultados indicaron que la concentración de harina de brócoli y plátano (12 por ciento) mejoró el contenido de proteína y fibra de 15,47 y 3,16 por ciento respectivamente, en el análisis de color se evidenció alteraciones atribuidas a la naturaleza de los pigmentos de la mezcla de harina de brócoli y plátano típicamente por la clorofila y compuestos como betacarotenos y luteína, asimismo, se observaron modificaciones en la dureza de las salchichas, en este sentido, mayor cantidad de harina mayor será su dureza por el contenido de fibra, el análisis sensorial reveló una baja aceptación de las formulaciones con brócoli y plátano, sin embargo, las harinas constituyen una alternativa para mejorar el perfil nutricional de productos cárnicos procesados.

Palabras clave: Plátano no comercial, residuos agroindustriales, brócoli, productos cárnicos, salchichas, harinas no convencionales.

ABSTRACT

In response to increasing consumer demand for healthier food products, the food industry has focused its efforts on developing products with improved nutritional profiles, characterized by reduced fat, sugar, and salt content and increased fiber content. In this regard, the use of non-conventional flour derived from agro-industrial waste represents a promising alternative, offering both technological properties and nutritional benefits. In this study, sausages were formulated using blends of broccoli and non-commercial plantain flour at concentrations of 8 and 12 percent, compared with control samples made with wheat flour. The formulations were evaluated for their proximate composition, physicochemical, textural, and sensory properties, and stability over 30 days of storage. The results indicated that the concentration of broccoli and banana flour (12 percent) improved the protein and fiber content of 15.47 and 3.16 percent respectively, in the color analysis alterations were evidenced attributed to the nature of the pigments of the mixture of broccoli and banana flour typically by chlorophyll and compounds such as beta-carotene and lutein, likewise, modifications were observed in the hardness of the sausages, in this sense, a greater amount of flour, the greater its hardness will be due to the fiber content, the sensory analysis revealed a low acceptance of the formulations with broccoli and banana, however, the flours constitute an alternative to improve the nutritional profile of processed meat products.

Keywords: Non-commercial bananas, agro-industrial waste, broccoli, meat products, sausages, non-conventional flours.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

El estilo de vida que la población experimenta en la actualidad ha provocado que las personas busquen fuentes de alimentación alternativas y con valor nutricional representativo. Los productos cárnicos históricamente se han convertido en una opción viable y rápida de la población para solventar esta necesidad, sin embargo, el consumo excesivo de estos productos trae consigo consecuencias en la salud como sobrepeso y afecciones cardiovasculares, riesgos de cáncer relacionadas por el consumo de alimentos altos en grasa y sal (Villalobos, 2021).

En este contexto, se ha evidenciado que existe un aumento significativo por la demanda de productos más saludables y funcionales, la mayoría de formulaciones tradicionales o artesanales quedan en un segundo plano por su constitución, ya que al poseer altos niveles de grasas y otros aditivos rompen con estas nuevas tendencias saludables, lo que ha conllevado a cuestionar el consumo de alimentos tradicionales y buscar alternativas mucho más sanas (García, González et al., 2018).

La incorporación de harinas no convencionales en formulaciones cárnicas no solo se contribuye a la demanda de alimentos más nutritivos, sino que además se ofrecen alternativas efectivas para solucionar la sostenibilidad de la industria alimentaria, los subproductos a menudo provenientes de otras industrias no se suelen utilizar, a causa de que generan residuos o descartes que no son aprovechados, esto resulta en un problema crítico en la producción de alimentos, por ejemplo, en el caso de la industria de producción de pulpas las cáscaras no se usan como un recurso aprovechable ya que se convierten en un desperdicio, convirtiéndose en una problemática medioambiental. El desarrollo de

subproductos como harinas permite un aprovechamiento significativo de productos que no se consumen o que se catalogan como residuos (González, Morelo et al., 2016).

La inclusión de harinas no convencionales permitirá la sustitución de estas por harinas de uso común como la harina de trigo en las formulaciones alimenticias, por lo tanto, en el aspecto sensorial podría influir y ser un factor crucial para la adquisición de este tipo de productos. A pesar de la viabilidad para comercializar productos embutidos enriquecidos, la aceptabilidad de estos dependerá de las expectativas del consumidor, en este contexto las harinas pueden modificar y generar efectos negativos, siendo esencial que para su incorporación y uso en formulaciones se ajusten las proporciones para obtener un producto con gran valor nutricional, textural y con propiedades sensoriales aceptables desde el punto de vista de sabor, olor y aromas agradables (León y Sarmiento, 2015).

En consecuencia, la clave para generar productos cárnicos nutricionalmente mejorados radica en sus propiedades sensoriales, ya que este es un aspecto crítico que determina su aceptabilidad en el mercado (Capillas y Herrero, 2021). Las necesidades de los consumidores se orientan al consumo de productos saludables y que en términos generales, posean buena jugosidad, cohesión, textura, firmeza, masticabilidad que complementen y maticen el sabor de la carne, similares a sus homólogos desarrollados con harinas o almidones convencionales (Hernández, Gómez et al., 2013).

1.2 Panorama actual

En la actualidad, los problemas de malnutrición representan un desafío considerable a nivel mundial (Padhani, Das et al., 2022). Este problema ha impulsado a las industrias alimentarias a desarrollar alimentos más nutritivos a la par de funcionales. Estos alimentos no solo buscan aportar el bienestar general mediante el uso de ingredientes que promuevan funciones en el organismo como la mejora de la digestión, sino que se busca mediante este esfuerzo satisfacer la creciente demanda alimentaria generada por una tendencia a alimentos más saludables y sostenibles (Ávila, Bermejo et al., 2022).

Los embutidos como las salchichas son fáciles de preparar, gustan en su mayoría a todas las personas, pero suponen un elevado aporte de grasa saturada, colesterol y grandes

cantidades de sodio, por ello los derivados cárnicos y en especial las salchichas han sido fuertemente criticados por los organismos como la organización mundial de la salud (OMS) que buscan la salud de la población en general (Redondo, Valenzuela et al., 2023). Bajo este contexto diversas investigaciones proponen reformulaciones de los productos cárnicos basadas en ingredientes funcionales o no convencionales, esta estrategia es la más usada y es de rápida aplicación ya que afecta directamente en el producto terminado, por lo tanto, otorga un mejor perfil sensorial y nutricional. Algunos de estos ingredientes no convencionales que pueden usarse en derivados cárnicos son las harinas provenientes de pieles de frutas, vegetales, cultivos infrautilizados y residuos agroindustriales (A. J. Pérez, Camou et al., 2021).

El brócoli es uno de los productos que ha captado interés de las industrias alimentarias por su versatilidad, el principal inconveniente con este producto es la cantidad de residuos que genera su producción, lo cual resulta en un problema medio ambiental, por ello para reducir este impacto se busca utilizar este residuo agroindustrial en el desarrollo de harinas representando de esta manera una oportunidad para aprovechar los subproductos de alto valor nutricional (Baptista, Barros et al., 2021). Por otro lado, una parte significativa de la producción de plátano (*Mussa acuminata*) en Ecuador son descartados debido a que no cumplen con los estándares de mercados internacionales, en este sentido el descarte representa una nueva oportunidad para el desarrollo de productos derivados no convencionales como la harina de pulpa de plátano no comercial, cuyas características son su alto contenido de fibra y almidón resistente (Salazar, Arancibia, Casado et al., 2021).

1.3 Productos cárnicos

En términos prácticos, los productos cárnicos son todos aquellos alimentos que se encuentran elaborados a partir de carne, grasa y subproductos comestibles de animales como res, cerdo, pollo, entre otros (O'Connor, Gifford et al., 2020). Para su producción atraviesan varios procesos de transformación para incrementar su valor en el mercado y generar productos que se conserven con el tiempo sin perder su calidad nutricional, microbiológica y sensorial, según Meinilä y Virtanen (2024) la carne y derivados son alimentos con gran densidad en nutrientes que suministran al organismo cantidades

significativas de proteína de alto valor, vitaminas del complejo B y minerales como zinc y hierro.

1.3.1 Productos de pasta fina

Los productos cárnicos de pasta fina o típicamente denominados como emulsionados son todos aquellos elaborados a partir de matrices cárnicas como la carne de res, carne de cerdo, grasa, hielo y condimentos que sufren un proceso de mezcla y escaldado hasta obtenerse un producto con una estructura elástica y firme. Una emulsión es un mecanismo o sistema por el cual un líquido se difunde sobre otro a manera de pequeñas gotas, creando una combinación uniforme, mediante este sistema se combinan elementos que por su naturaleza, no se combinan con facilidad; para obtener una emulsión estable se usan agentes estabilizantes que permiten una mayor distribución de las gotas de grasa y agua, ligándolas y evitando su separación (Henao, Quintanilla et al., 2024).

El funcionamiento de estabilizantes como las proteínas presentes en la carne provocan que las partículas de grasa se mantengan suspendidas sobre las partículas de agua, de esta forma impiden su separación cuando el producto es sometido a tratamientos térmicos como el escaldado, la emulsión conserva su estructura (se coagulan las proteínas) lo cual favorece a las propiedades texturales, sensoriales y reduce la presencia de microorganismos, mejorando así la estabilidad durante largos periodos de almacenamiento en frío (Rašeta, Branković et al., 2023).

1.4 Harinas no convencionales

Las fuentes no tradicionales de almidón o harinas no convencionales se distinguen por métodos de extracción y uso atípicos, la búsqueda de dichas fuentes no convencionales de almidón se encuentra motivada por un aumento en la población mundial, la importancia de adoptar métodos de producción más sustentables, valorizar subproductos provenientes de las industrias alimentarias y no alimentarias, y fomentar el uso de materias primas con identidad cultural o autóctona. Según Carvalho, Barcia et al. (2024) las fuentes de almidón han despertado el interés de la industria de los alimentos por su capacidad para potenciar los productos con componentes presentes en su estructura; se ha evidenciado que las fuentes de almidón constituyen una diversa y extensa variedad de plantas, semillas,

pulpas, cáscaras de frutos, tubérculos y otras fuentes como animales en donde se incluyen insectos de gran calidad proteica.

1.5 Brócoli

El brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) (Figura 1) es uno de los vegetales crucíferos con mayores bondades nutricionales, dichas bondades se derivan de componentes denominados glucosinolatos, estos componentes se encuentran de forma inactiva y son los encargados de otorgar el sabor y olor característico del brócoli (Chevilly, Dolz-Edo et al., 2023). Cuando los vegetales crucíferos sufren algún tipo de daño mecánico (mordedura o corte) se activa la enzima mirosina que en presencia de los glucosinolatos provoca su degradación y en consecuencia la generación de componentes activos como los isotiocianatos.

Dentro del grupo de isotiocianatos se encuentran en mayor concentración los sulforafanos, los cuales ejercen efectos beneficiosos sobre la salud, especialmente en la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes, cáncer y afecciones cardiovasculares, además, suministran grandes cantidades de vitamina C, B2, A y minerales (Mazataud, 2020). En su etapa madura el brócoli desarrolla diversas partes botánicas diferenciadas entre las que se destaca la cabeza (pella) que consiste en brotes de color verde, el tallo de la flor es carnoso y espeso, la raíz es pivotante, hojas rizadas de color verde oscuro, en cuanto a las inflorescencias se encuentra constituida por primordios foliares comúnmente llamados flores inmaduras situadas en el extremo superior del tallo (Morocho y Hidalgo, 2018).



Figura 1. Brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*)

Las diferentes partes del brócoli presentan variaciones respecto a su composición nutricional (Tabla 1) (Quizhpe, Ayuso et al., 2024, p. 3), las variedades y las condiciones de desarrollo tanto climáticas como geográficas pueden ser responsables de dichas variaciones.

Tabla 1. Composición nutricional aproximada de partes botánicas del brócoli.

Composición	Unidad	Tallos	Hojas	Flor
Energía	kcal/100 g de peso fresco	29,80	50,90	31,00
Humedad	g/100 g de peso fresco	85,00	90,00	87,00
Ceniza	g/100 g de peso seco	10,34 – 12,37	14,41 – 18,62	7,62 – 8,11
Proteína	g/100 g de peso seco	13,73 – 18,14	21,65 – 27,49	26,44 – 31,28
	g/100 g de peso fresco	1,00	2,50	2,57
Carbohidrato	g/100 g de peso seco	75,42	66,48	65,13
	g/100 g de peso fresco	4,10	2,30	6.67
Lípidos	g/100 g de peso seco	6,58	6,72	4,59
	g/100 g de peso fresco	0,10	0,50	0,37

Por otra parte, la fibra dietética se encuentra formada por carbohidratos y polímeros complejos como la celulosa, hemicelulosa, gomas, almidón resistente e inulina. La fibra dietética se encuentra formada por dos fracciones la soluble (FDS) e insoluble (FDI) y su

presencia depende de la parte del brócoli siendo de menor proporción (2.1 %) en brotes, mientras que un 77.28 % se encuentra presente en tallos y hojas, en general todas las partes del brócoli contienen una mayor concentración FDI (66.18 %) que FDS (11 %); el tallo es la parte botánica con mayor cantidad de FDI, esto se debe por la función fisiológica del tallo durante el crecimiento (Schafer, Stanojlovic et al., 2017).

La utilidad de subproductos del brócoli como las flores, hojas y los tallos en forma de harina no convencional o "polvo" puede enriquecer diversas matrices alimentarias para la producción de pan, snacks, pasteles o derivados cárnicos, el aporte de fibra y otros componentes presentes en la harina pueden resultar en la obtención de productos con alto valor biológico (Quizhpe et al., 2024).

1.6 Plátano

El plátano (*Mussa spp*.) (Figura 2) tiene su origen en las regiones tropicales y subtropicales del Sudeste Asiático y Oceanía, es una planta perenne no herbácea, caracterizada por producir frutos comestibles y por su importante relevancia económica en países tropicales. Los cultivares de plátano se categorizan por su complejo genético basado en dos variedades diploides silvestres de origen asiático *Mussa acuminata* (AA) y *Mussa balbisiana* (BB), en la actualidad los grupos genómicos más relevantes son las variedades AA y AAA, las cuales se diferencian por sus características morfológicas, en el grupo AA son pequeños, dulces y amarillos, mientras que en el grupo AAA son grades, gruesos y de color llamativo (Maseko, Regnier et al., 2024).

El genoma utilizado para la comercialización en Ecuador es el grupo de Subgenomas Cavendish Valery (AAA) conocido como plátano verde, es el de mayor importancia por su capacidad para resistir enfermedades y sus características organolépticas, sin embargo, los plátanos presentan efectos adversos causados por la producción de etileno y la tasa de respiración lo cual trae como consecuencia pérdidas de volumen significativas durante su cosecha y almacenamiento (Bi, Zhang et al., 2017).



Figura 2. Plátano verde (*Mussa acuminata*).

El aporte nutricional del plátano (Tabla 2) (Olubukola, Anjuwon et al., 2019) varía según la especie, genoma, suelo, agua y condiciones climáticas bajo las cuales se desarrolla la planta por tal motivo, diversos estudios sugieren que el consumo de la pulpa de plátano mejora la salud por su concentración de almidón resistente de tipo II (alrededor del 61.3 al 76.5 g por cada 100 g de base seca), este promueve e incrementa la salud intestinal, previene la diabetes, reduce el colesterol y controla el índice glucémico, lo que lo hace adecuado para pacientes que sufren de diabetes. Cuando el almidón se descompone por fermentación se generan ácidos grasos de cadena corta que ejercen un efecto beneficioso en el intestino grueso al inhibir el desarrollo de cáncer y promover la salud del colon (Maseko et al., 2024).

Tabla 2. Composición nutricional aproximada del plátano verde.

Composición	Unidad	Valor
Humedad	%	18,20
Cenizas	%	2,95
Lípidos	%	1,03
Proteína	%	8,32
Fibra	%	11,03
Carbohidratos	%	58,47
Calorías	Kcal/100 kg	5636

Una alternativa para el aprovechamiento de plátanos de rechazo es la deshidratación, utilizada como base para su valorización y aplicación en derivados cárnicos, la harina ha sido empleada en la industria de los productos cárnicos como un mejorador de calidad, debido a que contribuye con la estabilidad del producto al formar una masa viscoelástica (Resconi, Keenan et al., 2016). En este sentido, el comportamiento que se espera de una harina no convencional es mucho mayor, ya que varios estudios como por ejemplo Salazar, Arancibia, Calderon et al. (2021) mencionan que las harinas no convencionales en productos cárnicos generan menos pérdidas de cocción, lo cual implica que existe un mejor aprovechamiento de todos los componentes de la matriz y por tanto el rendimiento de cocción aumenta.

La presente investigación se enfoca en la inclusión de harina de residuos de brócoli y pulpa de plátano no comercial en el desarrollo de un embutido tipo salchicha. En el producto desarrollado se evaluarán propiedades proximales, propiedades fisicoquímicas, de textura y sensorial con la finalidad de establecer el efecto de la inclusión de dos materias primas no convencionales.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de harina de residuos de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) y harina de plátano no comercial (*Mussa acuminata*) en el desarrollo de salchichas.

1.7.2 Objetivos específicos

- Determinar la composición proximal, propiedades fisicoquímicas y de textura de las salchichas elaboradas.
- 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, Calderon, et al., 2021), el brócoli se obtuvo de un mercado local de la ciudad de Ambato, dicha materia prima fue sometida a un proceso de limpieza con agua y cepillado hasta eliminar todas las impurezas que se encuentran en la superficie. Se utilizó la flor, el tallo y hojas del brócoli en donde se realizaron cortes de ≈3 mm y se colocaron en bandejas y se secó a 60°C durante 8 horas en un horno secador convectivo (Gander MTN, Saint Paul, MN, EE. UU). Finalmente, las rodajas secas se molieron 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 se almacenaron a temperatura ambiente hasta su posterior análisis (INEN, 2015). Las harinas de plátano no 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

Las salchichas, se elaboraron siguiendo la metodología de producción de embutidos escaldados, con ligeras modificaciones, en concordancia con las materias primas utilizadas. En la Tabla 3 se muestran las formulaciones utilizadas. Para la producción de las salchichas, las carnes fueron molidas en una picadora (Mainca PM-21 España), luego

la carne picada, la grasa y 25 % de hielo picado se homogenizó en un cutter (Mainca CM-21 España), se procedió a la adición de condimentos y 25 % de hielo picado y se homogenizó por 2 minutos, finalmente se añadió la harina y 50 % de hielo picado restante, se homogenizó por 1 minuto.

La masa obtenida se embutió en una tripa artificial Viscofan (16 mm de diámetro/150 mm de longitud). Se procedió a cocinarlas en un baño de agua a 80-85 °C durante 30 minutos, posteriormente se enfrió en un baño frío hasta que alcance una temperatura interna de 30 °C. Finalmente se envasó en bolsas de plástico de alta densidad especiales para alimentos y se procedió a refrigerar a 4 °C.

Tabla 3. Formulaciones de las salchichas con harina de residuos de brócoli y harina de plátano.

Ingredientes (%)	Formulaciones			
	8BP	12BP	Control 1	Control 2
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 Brócoli	4	6	-	-
Harina de Plátano	4	6	-	-
Harina de Trigo	-	-	8	12

8BP: Formulación con 8 % de harina de brócoli + plátano. 12BP: Formulación con 12 % de harina de brócoli + plátano. Control 1 y Control 2: Formulaciones con 8 y 12 % de harina de trigo respectivamente.

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 la determinación del contenido calórico se basó en la suma total de las calorías que cada componente presente en la salchicha, grasa (X9 kcal/g), carbohidratos (X4 kcal/g), proteína (X4 kcal/g) y fibra (X2 kcal/g) (Salazar, Arancibia, Calderon, et al., 2021).

2.2.3 Pérdidas por cocción

La pérdida de rendimiento generada durante el procesamiento se evaluó mediante la diferencia de peso, para los cual fue necesario pesar las salchichas antes y después de ser sometidas al proceso de cocción (Salazar, Arancibia, Calderon, et al., 2021). El valor se expresó en porcentaje mediante la aplicación de la ecuación.

$$Pérdidas\ de\ Cocción = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

(Ecuación 4)

Donde:

P_1: Masa inicial de la muestra antes de la cocción

P_2: Masa de la muestra después de la cocción

2.2.4 Propiedades fisicoquímicas

pH y acidez

Para la determinación de los parámetros de pH se midió mediante un potenciómetro (HANNA HI 9126, Rhode Island, RI, EE.UU.). Y para la acidez se determinó por titulación con NaOH 0.01 N, utilizando como indicador fenolftaleína y aplicando la metodología que se encuentra descrita en la norma (INEN, 2013) los valores de acidez se expresaron en porcentaje de ácido láctico. Los ensayos se realizaron por triplicado.

Color

La determinación de los parámetros de color CIE Lab L* (luminosidad), a* (rojo/verde), y b* (amarillo/azul), se midió mediante un colorímetro Lovibond siguiendo la metodología por Salazar, Arancibia, Calderon, et al. (2021).

Actividad de agua

La a_w (Actividad de agua) se determinó según la normativa ISO 18787 (ISO, 2017), por medio de un medidor de actividad acuosa (Aqualab serie 3te, Decagon devices inc., Pullman, EE. UU), mediante el método de punto de rocío. Las mediciones se realizaron por triplicado.

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

Para el análisis sensorial se evaluó los parámetros de apariencia, color, olor, textura, sabor y la aceptabilidad de la muestra. Para la calificación de estos se utilizó una escala hedónica de 3 puntos (1: no me gusta, 2: ni me gusta ni me disgusta, 3: me gusta mucho). En el análisis sensorial se utilizó 15 panelistas que recibieron la inducción para evaluar los diversos atributos. Se entregaron a los participantes 4 muestras que se prepararon a la parrilla sin tripa para evaluarlas y que tuvieron una codificación específica para cada una. Junto a las muestras se entregó un vaso de agua para limpiar el paladar.

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

Para evaluar la estabilidad de pH, acidez y color se realizó mediciones de los parámetros indicados cada 7 días hasta completar los 30 días de almacenamiento del producto. Las mediciones de pH, acidez y color se desarrollaron en base a la metodología descrita en el punto 2.2.4. Todos estos parámetros son una medida fundamental como indicadores de calidad, grado de salubridad y preservación del producto final elaborado.

2.2.8 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorio simple; en donde se conoció el efecto que tiene la adición de harinas de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) y pulpa de plátano no comercial (*Mussa acuminata*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una salchicha. Los datos obtenidos se analizaron en el programa estadístico Infostat (versión 2020e), la varianza se realizó mediante la prueba ANOVA de una o dos vías, la comparación de medias se realizó mediante la prueba Tukey con un 5 % de nivel de significancia y un 95 % de nivel de confianza.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Apariencia visual de las salchichas elaboradas a partir de harina de brócoli, harina de plátano y harina de trigo

El aspecto visual de las salchichas se presentan en la Figura 3, las imágenes de las 4 formulaciones muestran una estructura homogénea sin separación de fases, esto indica que existe una adecuada integración de todos los componentes presentes en la matriz cárnica, lo cual es tecnológicamente favorable, puesto que la ausencia de agua libre o exudada sugiere que la harina de brócoli + plátano presentan buena capacidad de retención de agua, lo que en términos de estabilidad tecnológica representa que los resultados son favorables a sus homólogos con harina de trigo. Estos resultados concuerdan con lo reportado en el estudio de Hurtado, Barrios et al. (2020) en donde se evaluaron harinas obtenidas de residuos de brócoli, se evidenció que las harinas con tallos de brócoli mostraron altos índices de absorción de agua debido a que la fibra actúa como una especie de esponja por su estructura porosa lo que permite mejorar la hidratación y retención de agua en matrices alimentarias.

Con relación al plátano, en el estudio de Candra, Sofianur et al. (2021) se reporta que la harina de plátano gracias a la presencia de fibra (típicamente proveniente de la cáscara) a la forma, cantidad y estructura del almidón resistente con sitios hidrofílicos existe una mayor interacción con las moléculas de agua facilitando la absorción y por tanto aumentando la retención del agua en productos sometidos a procesos térmicos como las salchichas.



Figura 3. Salchichas elaboradas con: A. Harina de trigo 8 % (Control 1). B. Harina de trigo 12 % (Control 2). C. Harina de brócoli + harina de plátano 8 % (8BP). D. Harina de brócoli + harina de plátano 12 % (12BP).

3.2 Composición proximal

Los resultados obtenidos de la composición proximal de las salchichas elaboradas con harina de brócoli + plátano y harina de trigo como control se muestran en la Tabla 4, los resultados evidencian que en la mayoría de los resultados se presentan diferencias significativas. Las salchichas elaboradas con 8 % de brócoli + plátano y el control con 8 % de harina de trigo (Control 1) presentaron los valores más altos respecto al Control 2; la fórmula con 12 % de harina de brócoli + plátano registró el valor más bajo. Este comportamiento se atribuye a un efecto de la fibra dietética presente en las matrices vegetales, según lo presentado en el estudio de Talukder (2015) un aumento moderado en la adición de harina mejora significativamente la capacidad de retención de agua, sin embargo, cuando se adiciona excesivamente puede generarse una sobresaturación de la proteína presente en la matriz cárnica, reduciendo la capacidad para retener humedad. De igual forma, Elleuch, Bedigian et al. (2011) explican que el tamaño de la partícula, la

porosidad y el tipo de fibra tienen un efecto directo sobre la absorción y distribución del agua interna del producto, por lo que un incremento por sobre el 8 % puede alterar esta funcionalidad, en este contexto, la salchicha 12BP presenta un menor porcentaje de humedad en comparación a las otras salchichas.

Los datos obtenidos de proteína muestran diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$), la salchicha control con el 12 % de harina de trigo presentó el mayor contenido de proteína (12,70±0,05 %) seguida por el Control 1 con 11,00±0,05 %. En contraste, las formulaciones con mezcla de harinas de brócoli + plátano al 8 y 12% mostraron contenidos de proteína de 10,70±0,05 % y 11,20±0,05 % respectivamente, estas diferencias en el contenido de proteína de cada formulación pueden atribuirse al menor aporte proteico proveniente de la harina de brócoli. En el estudio de Rodriguez, Guerra et al. (2025) se incorporó harina de berenjena en diferentes proporciones (alrededor del 2 – 9 %) en salchichas, y se observó que existe una disminución progresiva en el contenido de proteína a medida que se incrementa el porcentaje de harina de berenjena, de manera similar Kurt (2016) explica que al elaborar salchichas con harina de semillas de uva el contenido de proteína disminuye a manera que se aumenta la proporción de harina vegetal, lo que se relaciona con su menor valor proteico, estos resultados concuerdan con la tendencia observada en las formulaciones 8BP y 12 BP que son significativamente diferentes al Control 2 cuyo contenido de proteína es mayor.

La sustitución de harina de trigo por mezclas de harina de brócoli + plátano (8BP y 12BP) evidenció diferencias significativas ($p<0,05$) en el contenido de grasa en comparación de los controles elaborados exclusivamente con harina de trigo (16,70±0,05 y 13,30±0,05 %) respectivamente para el Control 1 y Control 2. Dado que las formulaciones presentan el mismo tipo de contenido de grasa, carne y condimentos, estas diferencias se atribuyen principalmente a las propiedades de las harinas empleadas. Las formulaciones con harina de brócoli + plátano son menores en comparación al Control 1 debido a dos factores principales, el menor contenido lipídico de las harinas y al mayor contenido de fibra que puede afectar en la retención de grasa durante el procesamiento (Rivera-De Alba y Flores Girón, 2022).

Los resultados del contenido de fibra mostraron diferencias significativas ($p<0,05$) entre las formulaciones, siendo la de mayor fibra el Control 2 con 3,68±0,05 % seguido de la formulación 12BP, 8BP y la de menor porcentaje el Control 1 con 2,11±0,05 %, lo que evidencia que tanto el tipo como el porcentaje de harina adicionado influye directamente en el contenido final de fibra en la salchicha, según lo presentado en el estudio de Villaño, Fernández-Pan et al. (2023) la harina de brócoli es especialmente valiosa puesto que es rica en fibra insoluble y compuestos bioactivos que por sí solos incrementan la calidad nutricional y funcional de los productos cárnicos, esta fibra contribuye a una mejor retención de agua, estabilidad y textura en las salchichas, esto a su vez concuerda con lo obtenido por Devi, Soekopitojo et al. (2022), ya que en su estudio con la adición de harina de brócoli en un porcentaje de 3, 4 y 5 % incrementó el contenido de fibra del producto, por lo que a diferencia de una harina convencional, la harina de brócoli puede aumentar la calidad nutricional general de las salchichas.

El contenido de cenizas en las salchichas no mostró diferencias significativas ($p>0,05$), los valores de cenizas oscilaron los 2,76±0,14 % a 3,16±0,11 % las formulaciones que muestran un mayor contenido de cenizas son las de harina de brócoli + plátano, esta ligera diferencia respecto a los controles se debe a una mayor concentración de minerales presentes en la harina de plátano como calcio, fósforo y potasio, esto concuerda con lo reportado por Salazar, Arancibia, Calderon, et al. (2021) en donde explican que el contenido de cenizas de la harina de plátano ronda los 2,64 %, de manera similar la harina de brócoli presenta un alto contenido de minerales según la parte botánica (7,87±0,12; 9,24±0,12; 14,67±0,34 % en floretes, tallo y hojas) en este sentido, el alto contenido de cenizas en las formulaciones 8BP y 12BP refleja que adicionar harina de brócoli + plátano puede ser una estrategia para enriquecer el perfil mineral de productos cárnicos (Baypoli, Machado et al., 2009).

En cuanto al contenido de carbohidratos, los resultados muestran diferencias significativas ($p<0,05$), la adición del 12 % de harina de brócoli + plátano (3,85±0,25 %) mostro el mayor valor de carbohidratos, seguido del control con 12 % de harina de trigo (2,48±0,29 %) mientras que las formulaciones al 8 % registraron el menor contenido, lo cual evidencia el efecto asociado al porcentaje de harina añadida, estas diferencias pueden estar

relacionadas principalmente a la composición de las harinas. El plátano es reconocido por el alto contenido de almidón resistente, que contribuye al aumento de los carbohidratos en los productos cárnicos (Munir, Alam et al., 2024). Por otro lado, las formulaciones con harina de trigo mostraron contenidos menores a las formulaciones 8BP y 12BP, estos resultados concuerdan con lo obtenido por Mohd Zaini, Sintang et al. (2021) que reportaron que el plátano verde incrementa significativamente el contenido de carbohidratos en salchichas de pollo, de igual forma, la presencia de carbohidratos también se ve influenciada por las fracciones de grasa, proteína, ceniza y humedad como lo afirma Rodrigo de la Inglesia (2023).

Finalmente, los valores de calorías totales (Kcal/100g) reflejan que no existen diferencias significativas ($p>0,05$) , la formulación de menor aporte energético corresponde al Control 2, sin embargo, los valores están relacionados a la composición de la harina, lo que concuerda con el estudio de Villagómez (2016) en donde obtuvo una salchicha con 300 calorías utilizando harina de haba, lo que sugiere que la harina influye ligeramente sobre el aporte energético, Villagómez (2016) afirma a su vez que las calorías totales dependen directamente de la calidad y la cantidad de grasa utilizada en las formulaciones.

Tabla 4. Composición proximal de salchichas elaboradas a partir de harina de brócoli, plátano y harina de trigo como muestra control.

Parámetros (%)	8BP	12BP	Control 1	Control 2
Humedad	$67,13\pm0,24^{a}$	$63,16\pm0,24^{c}$	$67,18\pm0,37^{a}$	$65,08\pm0,08^{b}$
Proteína	$10,70\pm0,05^{d}$	$11,20\pm0,05^{b}$	$11,00\pm0,05^{c}$	$12,70\pm0,05^{a}$
Grasa	$15,30\pm0,05^{c}$	$15,47\pm0,03^{b}$	$16,70\pm0,05^{a}$	$13,30\pm0,05^{d}$
Fibra	$2,89\pm0,05^{c}$	$3,16\pm0,05^{b}$	$2,11\pm0,05^{d}$	$3,68\pm0,05^{a}$
Carbohidratos	$0,87\pm0,24^{c}$	$3,85\pm0,25^{a}$	$0,09\pm0,29^{d}$	$2,48\pm0,29^{b}$
Cenizas	$3,11\pm0,08^{a}$	$3,16\pm0,11^{a}$	$2,91\pm0,13^{ab}$	$2,76\pm0,14^{b}$
Calorías Totales (Kcal/100g)	$194,85\pm9,03^{ab}$	$205,71\pm9,24^{a}$	$198,90\pm0,84^{ab}$	$187,77\pm1,39^{b}$

Los resultados corresponden a la comparación de las propiedades proximales de las formulaciones. Las letras a, b, c, d indican diferencias significativas evaluadas con Tukey al 95 % de nivel de confianza.

3.3 Propiedades fisicoquímicas

3.3.1 pH y acidez

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos de pH, las muestras varían entre 6,38 y 6,56 y se observan diferencias significativas ($p<0,05$), se observó que existe un ligero aumento de las muestras Control 1 (6,59) y Control 2 (6,41) respecto a las formulaciones 8BP (6,38) y 12BP (6,41), cabe destacar que el pH máximo permitido por la INEN (1996) es de 6,2 estos resultados evidencian que existe una ligera disminución del pH con el aumento en la sustitución total de harina de trigo por harina de brócoli + plátano, lo cual puede atribuirse a la acidez intrínseca de las harinas, es decir, las harinas presentan un comportamiento ácido debido a que el pH de estas es de 5,32±0,04 para la harina de brócoli (Baypoli et al., 2009), Mientras que para la harina de plátano según lo reportado por Salazar, Arancibia, Calderon, et al. (2021) ronda entre 4,7 a 5,7 de este modo, dichos valores podrían haber influido los resultados obtenidos en las salchichas elaboradas con harina de brócoli + plátano.

La acidez es un parámetro que indica la calidad general del producto, en la Tabla 5 se muestran los valores de acidez ($p<0,05$). Las diferencias encontradas entre las muestras son mínimas y estas no comprometieron el equilibrio general del producto, sin embargo, el comportamiento observado en el Control 1 (0,0006 %) y Control 2 (0,0007 %) respecto a las formulaciones 8BP (0,0013 %) y 12BP (0,0013 %) sugiere que las harinas vegetales como el brócoli y el plátano no afectan significativamente la acidez del producto, aunque si pueden disminuir el pH inicial de forma leve (Díaz, Sánchez et al., 2025), lo que concuerda con lo reportado por Özvural y Vural (2011) quién explica que las matrices ricas en compuestos fenólicos (provenientes del brócoli y plátano) no solo afecta el pH sino que puede aumentar la acidez, de igual forma, Mehta, Ahlawat et al. (2015) argumenta que la presencia de ácidos orgánicos (ácido oxálico o ácido ascórbico presentes en el brócoli) pueden ser los responsables de dichas variaciones.

3.3.2 Actividad de agua

La actividad de agua (a_w) es un parámetro determinante para asegurar la estabilidad microbiológica, física y química de los alimentos, especialmente de los productos

cárnicos. En las salchichas una elevada a_w facilita el crecimiento de microorganismos deteriorantes y patógenos, comprometiendo la vida útil del producto y por tanto reduciendo su calidad, en el presente estudio los valores de actividad de agua en todas las muestras rondan alrededor de 0,96 a 0,97 por lo que no se encontraron diferencias significativas entre cada formulación ($p>0,05$), esto indica una composición similar o uniforme entre las formulaciones (Tabla 5). Los resultados obtenidos se corresponden con lo reportado por L. Pérez, Pincay et al. (2023) quienes observaron que las salchichas artesanales tienen una actividad de agua de 0,96 a 0,98 coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente estudio, por otro lado, el estudio de López, Cisneros et al. (2022) reportaron una a_w de 0,98 reforzando la necesidad de un mayor control de las condiciones de almacenamiento para garantizar la vida útil del producto.

3.3.3 Color

Respecto al color, no se emplearon colorantes artificiales con el objetivo de establecer con claridad el efecto de la adición de harina de brócoli + plátano sobre las características de color a tiempo inicial de las salchichas, los resultados se presentan en la Tabla 5. En la luminosidad de las muestras existen diferencias significativas entre las formulaciones 8BP, 12 BP en función a los controles 1 y 2, aunque los 4 se hallan dentro del rango considerado como luminosidad media alta (entre 55 a 65), las formulaciones con adición de harina de brócoli + plátano presentan menor luminosidad atribuido a la pigmentación propia del plátano y el brócoli, esto concuerda con lo expuesto por Salazar, Arancibia, Calderon, et al. (2021) que reportaron que las salchichas elaboradas con harina de plátano verde tienden a oscurecer el producto final, de manera similar, con la harina de brócoli el tratamiento térmico aplicado en la deshidratación provoca que algunos pigmentos se conserven y provoquen que la harina presente un color verde oliva que se extrapola a la salchicha confiriéndole tonalidades oscuras como se observa en la Figura 4.

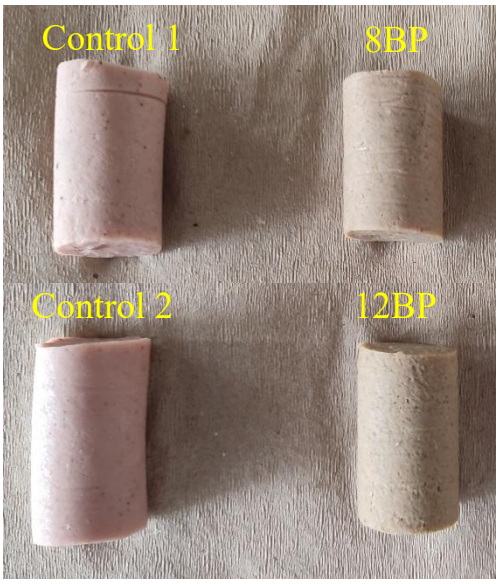


Figura 4. Efecto de la harina brócoli + plátano en el aspecto superficial de las salchichas comparado a las salchichas control (harina de trigo).

En cuanto al parámetro de a* o tendencia de rojos y verdes se identificaron diferencias significativas ($p<0,05$), las muestras con proporción de harina de brócoli + plátano mostraron valores reducidos de a* lo cual puede sugerir que a medida que se adicione harina la intensidad del color rojo típico de la carne desaparece, los controles 1 y 2 presentan valores más altos de a* ya que la harina de trigo no posee ningún tipo de pigmento y por tanto el color de la salchicha es el propio de la carne. Esta reducción en la intensidad del color rojo se atribuye a la presencia de pigmentos como clorofilas, las cuales permanecen incluso después del proceso de deshidratación (63 °C) logrando el color característico verde oliva u opaco. Además, el contenido de fibra proveniente del brócoli y el plátano interfiere en la dispersión de los pigmentos de la carne (mioglobina).

Con relación al parámetro de b* mismo que representa la tendencia de colores amarillos en las muestras, se observaron diferencias significativas ($p<0,05$), la muestra 12BP compuesta por harina de brócoli + plátano presentó el valor más alto de b* (20,40±0,75), esto sugiere que existe una mayor presencia de pigmentos amarillos derivados del plátano que contribuyen a incrementar la tonalidad amarilla, en cuanto a la muestra 8BP se evidencia que se mantiene la tonalidad amarilla pero esta es menor comparada a la 12BP,

lo cual mantiene una relación proporcional ya que a medida que se incrementa el contenido de harina de brócoli + plátano la tendencia a los colores amarillos aumenta (Salazar, Arancibia, Calderon, et al., 2021). Por otro lado, los controles 1 y 2 presentaron valores más bajos lo que apunta que existen diferencias significativas respecto a las otras formulaciones, esto confirma que la harina de trigo genera una menor influencia sobre la matriz cárnica en cuanto a este parámetro.

Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas de salchichas a base de harina de brócoli, plátano y harina de trigo al inicio del almacenamiento.

Parámetro fisicoquímico		8BP	12BP	Control 1	Control 2
pH		6,38±0,01^{c}	6,41±0,03^{b}	6,59±0,04^{a}	6,41±0,04^{b}
Acidez		0,0013±0,0001^{a}	0,0013±0,0001^{a}	0,0006±0,0001^{b}	0,0007±0,0004^{c}
Aw		0,9688±0,0011^{a}	0,9631±0,0070^{a}	0,9724±0,0004^{a}	0,9719±0,0004^{a}
Color	L	56,46±1,94^{b}	55,27±1,45^{b}	63,34±1,21^{a}	62,90±1,23^{a}
	a*	5,04±0,71^{b}	4,17±0,34^{c}	8,52±1,14^{a}	8,75±0,86^{a}
	b*	18,82±0,65^{b}	20,40±0,75^{a}	15,95±1,27^{c}	15,17±1,01^{c}

Los resultados corresponden a la comparación de medias de las propiedades fisicoquímicas de las salchichas en el primer día. Los superíndices a, b, c indican diferencias significativas evaluadas con prueba de Tukey al 95% de nivel de confianza.

3.3.4 Pérdidas por cocción

Los resultados de las perdidas por cocción se presentan en la Tabla 6, no presentan diferencias significativas entre las cuatro formulaciones ($p>0,05$), asimismo, los resultados se encuentran sobre el límite máximo indicado en la INEN (1996), si bien no es común una baja pérdida por cocción en productos cárnicos como las salchichas, la presencia de harinas con alta capacidad de retención de agua como la harina de brócoli + plátano pudo favorecer la retención de la humedad durante el proceso de esterilización, evitando de esta manera pérdidas y reducción del rendimiento por evaporación. La principal particularidad de las harinas empleadas es que son ricas en fibra lo que les permite poseer una mayor absorción, así como una mayor retención de agua dentro de la

salchicha, produciendo una formulación caracterizada por su capacidad para mantener estable la estructura y los líquidos del producto durante la esterilización.

Tabla 6. Pérdidas por cocción de las salchichas elaboradas con harina de brócoli + plátano y harina de trigo.

Formulación	Peso antes de la cocción (Kg)	Peso después de la cocción (Kg)	Pérdidas por cocción (%)	Rendimiento (%)
8BP	3,10	3,10	0	100
12BP	3,40	3,40	0	100
Control 1	2,80	2,80	0	100
Control 2	3,85	3,85	0	100

El proceso térmico no generó perdidas por cocción, por tanto, no existen diferencias significativas.

3.3.5 Textura

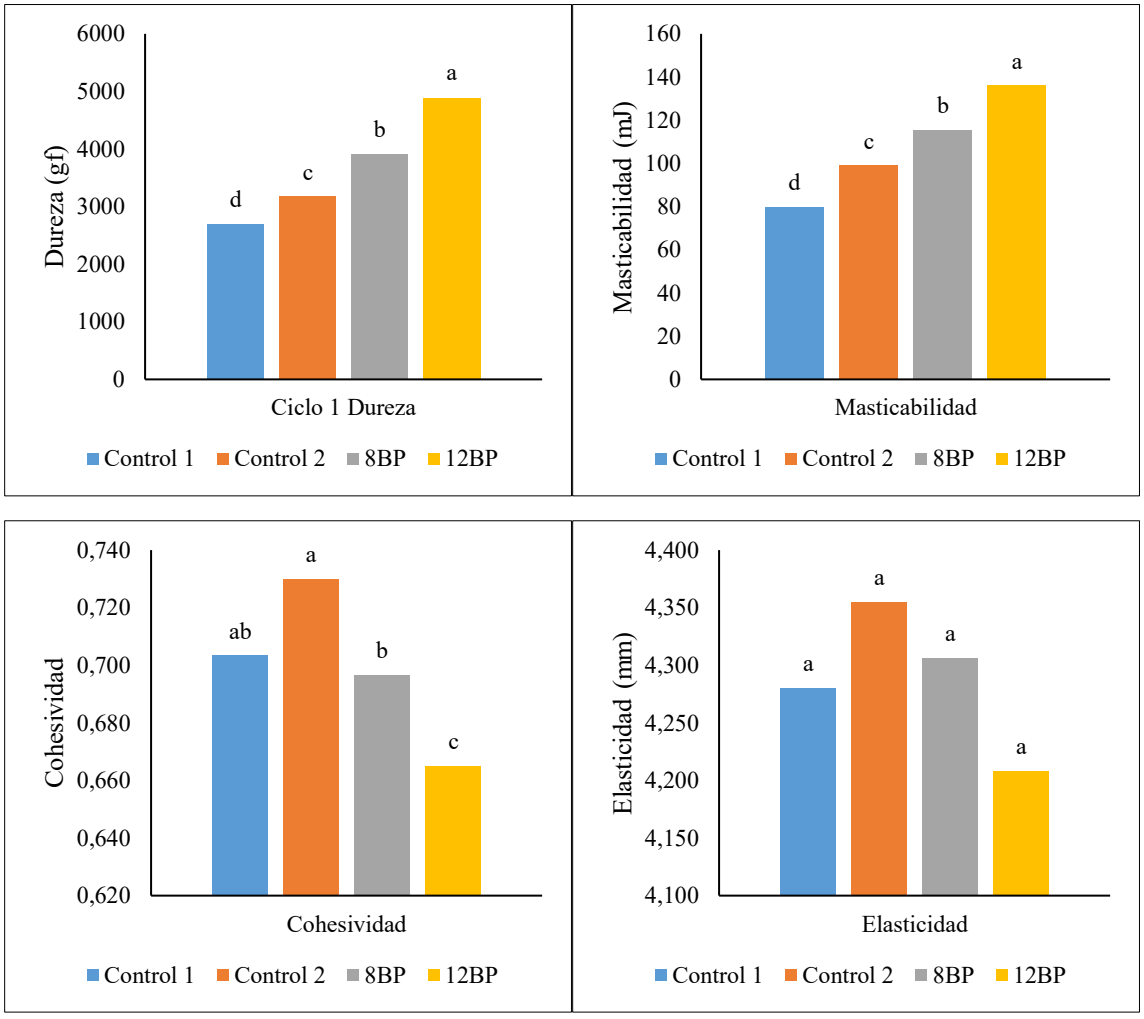
En la Figura 5 se presentan los parámetros de dureza, masticabilidad, cohesividad, adhesividad y elasticidad entre las formulaciones, los resultados de la dureza evidenciaron cambios notables tras reemplazar la harina de trigo con harina de brócoli + plátano, se observó diferencias estadísticamente significativas entre todas las formulaciones ($p<0,05$), lo que confirma que por el tipo de harina empleada se observa un cambio en esta propiedad ; la muestra Control 1 y Control 2 mostraron un menor valor de dureza (2699,67±125,21 y 3174,33±335,06 gf respectivamente) esto concuerda con lo obtenido por (González et al., 2016) en cuyo estudio obtuvo que las muestras control tiene una dureza de 3252,89±321,21 gf. Mientras tanto, las formulaciones 8BP y 12BP que poseen harina de brócoli + plátano al 8 y 12 % respectivamente mostraron un incremento considerable, esto se asocia al contenido de fibra más elevado en estas matrices, lo que favorece a mantener una estructura más densa a la par de resistente a la compresión. Este patrón coincide con lo obtenido por Atashkar, Hojjatoleslamy et al. (2018) quienes señalan que el enriquecimiento con matrices que posean un alto contenido de fibra que puede intensificar la dureza del producto debido a la capacidad de retención de agua. En cuanto

a los datos de masticabilidad guardan relación con los datos de dureza ya que, una mayor dureza en la salchicha suele reflejar una estructura más compacta y por ende con menos agua libre, lo que se traduce en una mayor masticabilidad, en este sentido, como se observa en la Figura 5 la masticabilidad incrementa progresivamente entre las formulaciones conforme mayor sea el contenido de fibra.

La cohesividad y elasticidad se mantienen similares en cuanto a su tendencia, por una parte, la cohesividad presenta diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones ($p<0,05$). Las muestras Control 1 y Control 2 son las que presentan un mayor nivel de cohesividad lo que significa que presentan un mayor grado para resistir la deformación ante una segunda compresión, mientras que las salchichas 8BP y 12BP mostraron una disminución de cohesividad, lo cual se encuentra relacionado al nivel de harina adicionada en las matrices cárnicas, esta disminución le confiere al producto mayor vulnerabilidad para mantener su estructura ante una compresión (Shin y Choi, 2021). Por otra parte, en la elasticidad no se presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) entre las muestras, aunque estas diferencias no son tan marcadas, si existe una ligera disminución de la elasticidad con el incremento del contenido de harina de brócoli + plátano, este comportamiento coincide con el estudio de Huang y Bohrer (2020) quienes evidenciaron que a medida que aumenta el nivel de sustitución, la fibra capta una mayor cantidad de agua, lo que resulta en una reducción de la disponibilidad de estas para interactuar con las proteínas, reduciendo en gran medida su elasticidad.

Finalmente, con relación a la adhesividad los resultados no mostraron diferencias significativas ($p>0,05$), los valores variaron entre $0,22\pm0,08$ a $0,40\pm0,13$, estas ligeras diferencias sugieren que debido a la cantidad de harina utilizada en cada formulación no se ejercieron marcadas influencias de estas sobre la pegajosidad de las salchichas, resultados que son similares a lo reportado por Elavarasan, Malini et al. (2024), quienes también obtuvieron bajos y altos niveles de adhesividad tras la inclusión de harina de mijo. Para una salchicha, según lo reportado por Lago, Pimenta et al. (2018) se prefiere que los valores de adhesividad sean más bajos y esto está asociado a que existe una menor capacidad de emulsión que provoca una pérdida parcial de la humedad durante la

compresión, en el aspecto sensorial es un atributo importante para presentar una textura más suave, a la par de firme con el objetivo de tener una mínima adherencia en boca.



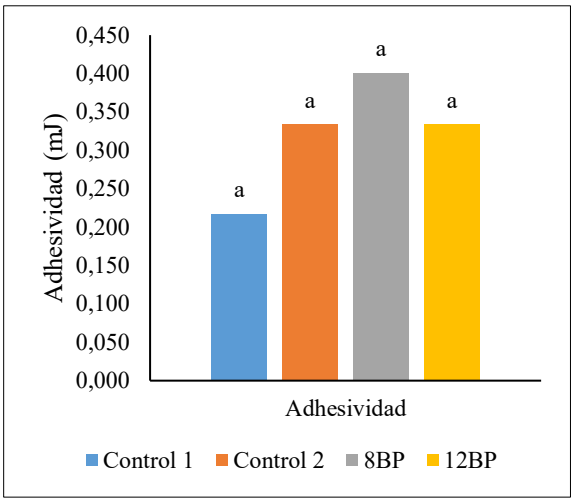


Figura 5. Análisis del perfil de textura (TPA) de las salchichas elaboradas con harinas de brócoli + plátano y harina de trigo como control al 8 y 12 %. Los resultados obtenidos corresponden al análisis comparativo de las 4 formulaciones, las letras a, b, c indican diferencias significativas ($p<0,05$).

3.4 Análisis sensorial

Los resultados derivados del análisis sensorial realizado mediante una escala hedónica de 3 puntos se presentan en la Figura 6. El análisis se efectuó considerando los siguientes atributos: apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptabilidad; los resultados muestran que las salchichas elaboradas con harina de trigo al 8 y 12 % presentan similitudes sensoriales en todos los parámetros, los evaluadores no percibieron diferencias marcadas entre las formulaciones citadas, pero sí entre los controles y las formulaciones, por lo tanto, en cuanto a la apariencia de las salchichas Control 1 (87,50 %) y Control 2 (84,38 %) fue mayor a las formulaciones 8BP (65,63 %) y 12BP (68,75 %), en este contexto los controles 1 y 2 presentan una alta aceptación (índice de aceptabilidad ≥ 70 %) a diferencia de las formulaciones que presentan una aceptación moderada (índice de aceptación moderado entre 50 – 69 %).

Contrariamente en el caso de las formulaciones 8BP y 12 BP que tienen incorporados harina de brócoli + plátano en el color tuvieron las valoraciones más bajas (59,38 y 56,25 % respectivamente) con una tendencia al rechazo, esto se debe a dos factores. El primer factor es consecuencia de la adición de harina puesto que los pigmentos propios del brócoli y el plátano pueden afectar los atributos sensoriales, en este sentido, la clorofila puede

absorber luz y acelerar la oxidación, generando como consecuencia una salchicha más oscura en comparación al Control 1 (90,63 %) y el Control 2 (96,88 %).

El segundo factor se fundamenta en la psicología, visualmente los productos cárnicos más oscuros pueden ser interpretados como oxidados, quemados o envejecidos, lo que sugiere una percepción de pérdida de frescura, esto concuerda con lo expuesto por Ciobanu, Manoliu et al. (2023) que explica que los consumidores están condicionados a los estándares industriales definidos, típicamente el color rosa o rojizo de las salchichas convencionales, por tal motivo, cualquier desviación a este patrón puede generar rechazo.

En la Figura 6 se observa los parámetros de olor (62,50 %; 59,38 %), sabor (78,13 %; 81,25 %) y textura (81,25 %; 75,00 %) de las formulaciones 8BP y 12BP , estos valores son inferiores a los controles 1 y 2 (Olor: 71,88 %; 75,00 %. Sabor: 90,63 %; 84,38 %. Textura: 87,50 %; 84,38 %), de acuerdo con el estudio de Spence y Zampini (2012) el color actúa como un estimulante anticipatorio que puede afectar la percepción gustativa, olfativa y textural, por tanto, aunque los catadores cuenten con un entrenamiento sensorial (catadores semi entrenados) su percepción no está completamente exenta de la influencia visual, esta afirmación se debe a que la percepción opera de manera multisensorial e integradora, si bien se reduce la subjetividad con un entrenamiento sensorial, no elimina sesgos causados por la visión, es por ello, que a causa de la adición de la harina de brócoli + plátano en las formulaciones 8BP y 12BP la aceptabilidad general de las mismas está en un rango de aceptación moderado (comprendido entre 50 – 69 % en la escala de aceptabilidad), por lo tanto, desde el punto de vista sensorial las salchichas 8BP y 12BP resultan insatisfactorias por parte del catador.

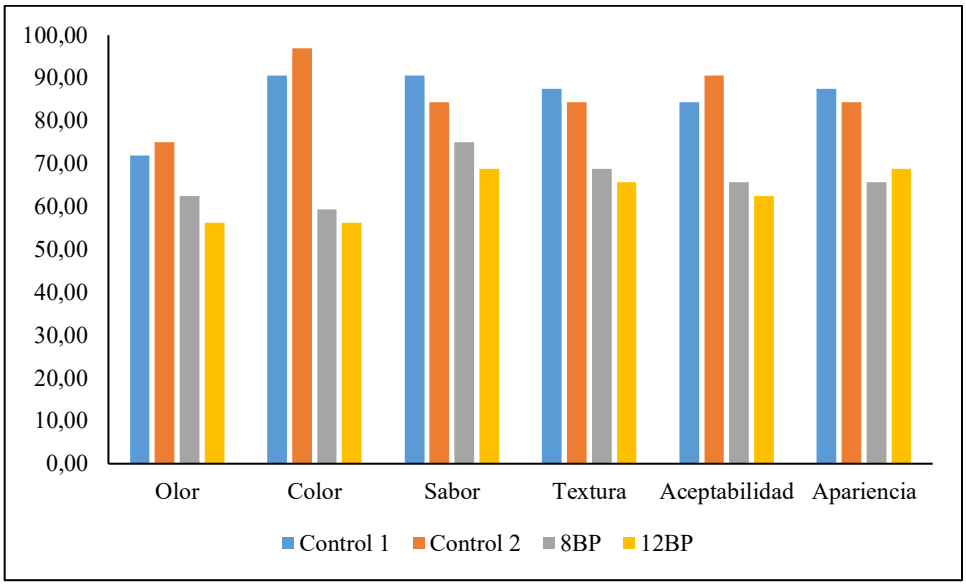


Figura 6. Índice de aceptabilidad de las salchichas elaboradas con harina de brócoli + plátano (8BP. 8 % de harina y 12BP. 12 % de harina) respecto a los controles 1 y 2 elaborados con harina de trigo al 8 y 12 % respectivamente.

3.5 Evolución de pH, acidez, actividad de agua y color durante el almacenamiento

3.5.1 Evolución de pH y acidez

En la Figura 7 se muestran los datos de pH y acidez durante 30 días de almacenamiento en refrigeración. Las salchichas Control 1 y Control 2 (8 % y 12 % de harina de trigo) inicialmente presentaron un pH alto comparado a las salchichas 8BP y 12BP , los valores oscilaron entre los 6,38 a 6,59, se observó que a medida que pasaban los días el pH no descendía por el proceso natural de acidificación sino que se mantuvo ligeramente estable hasta el día 30 en donde el pH llegó hasta los valores comprendidos de 6.58, 6.62, 6.37 y 6.36 (Control 1, Control 2, 8BP y 12BP respectivamente) , esta estabilidad con tendencia a la neutralidad se atribuye al proceso natural de generación de compuestos basificantes causadas por la degradación de las proteínas a causa del tratamiento térmico (Flores, 2016), estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Serio, Laika et al. (2020) que evaluaron el efecto de la proteólisis de salchichas, concluyeron que el pH disminuye de forma natural hasta el día 11, después el pH incrementó debido a los fenómenos de degradación de compuestos proteicos. Así mismo, en el estudio de Salazar, Arancibia, Calderon, et al. (2021) el pH de las salchichas enriquecidas oscila entre 6,42 a 6,56

mientras que el control tiene un valor de 6,69, explican que la fibra y el almidón proveniente de la harina de plátano tiene la capacidad de neutralizar, asegurando que la salchicha se mantenga estable en el tiempo.

Los datos de acidez en el día 0 a pesar de la corta diferencia entre las muestras, no se observan diferencias significativas (p>0,05), para el día 7 la acidez de las muestras 8BP y 12BP se reduce ligeramente, probablemente debido a la presencia de compuestos básicos, cabe destacar que para las muestras control el porcentaje de ácido láctico incrementa con la misma tendencia hasta llegar al día 30 en donde no presentaron diferencias significativas (p>0,05), en cuanto a las formulaciones 8BP y 12BP tras el día 7 hubo un incremento hasta el día 30 , los valores son superiores a los controles debido a que estas variaciones en contraste a la harina de trigo podrían deberse a la presencia de ácidos orgánicos naturales que se encuentran en la harina de brócoli + plátano, mostrando correlación con los datos de pH, ya que para el día 7 hubo un ligero incremento del mismo mientras que la acidez disminuía, posteriormente el pH baja conforme incrementa el porcentaje de ácido láctico.

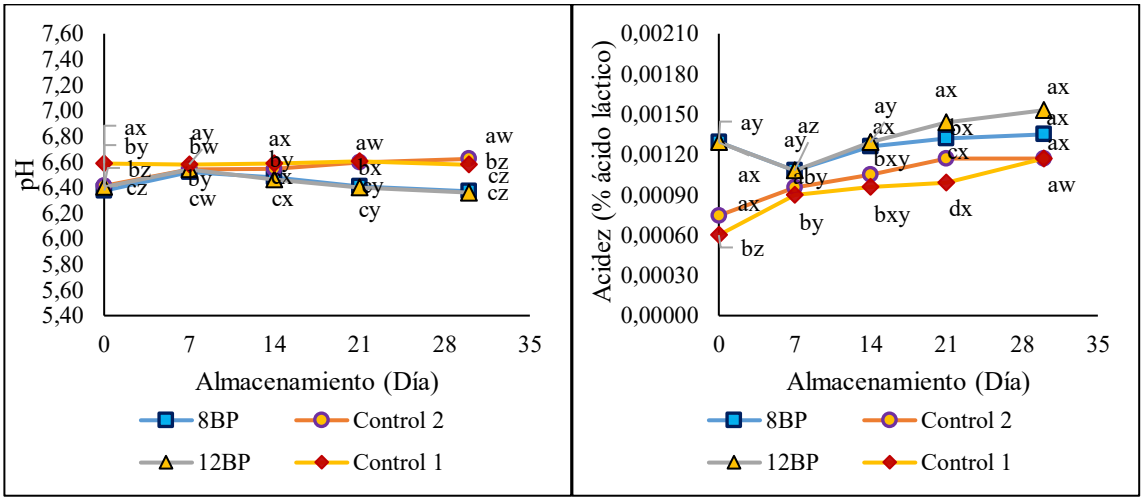


Figura 7. Evolución de pH y acidez en función del tiempo de almacenamiento**.** Las letras a, b, c indican diferencias significativas entre las muestras en el mismo tiempo (p<0,05) y las letras w, x, y, z representan las diferencias significativas de una sola muestra en el tiempo (p<0,05).

3.5.2 Evolución de actividad de agua

Durante el periodo de almacenamiento de 30 días de las salchichas (Figura 8), se realizaron mediciones de la actividad de agua, no se observaron diferencias significativas

(p>0,05) lo que indica que existe una estabilidad fisicoquímica del producto en todo el periodo de tiempo, esta estabilidad se atribuye a factores como el equilibrio higroscópico entre todos los ingredientes, la retención de humedad facilitada por el proceso térmico, la tripa utilizada y las condiciones de almacenamiento estables. Otro factor asociado se debe a la incorporación de las harinas de brócoli + plátano, las fibras y almidones presentes en las harinas que no afectaron de manera significativa la disponibilidad de agua libre en la matriz cárnica, este comportamiento es positivo desde el punto de vista tecnológico puesto que, una actividad de agua constante ayuda a preservar la textura y el cuerpo de la salchicha, en síntesis, la estabilidad de la actividad de agua ayuda a mantener la calidad sensorial de la salchicha, se minimiza la oxidación, la condensación dentro del empaque y sirve de indicador para conocer si las formulaciones son óptimas para tiempos prolongados de almacenamiento (L. Pérez et al., 2023).

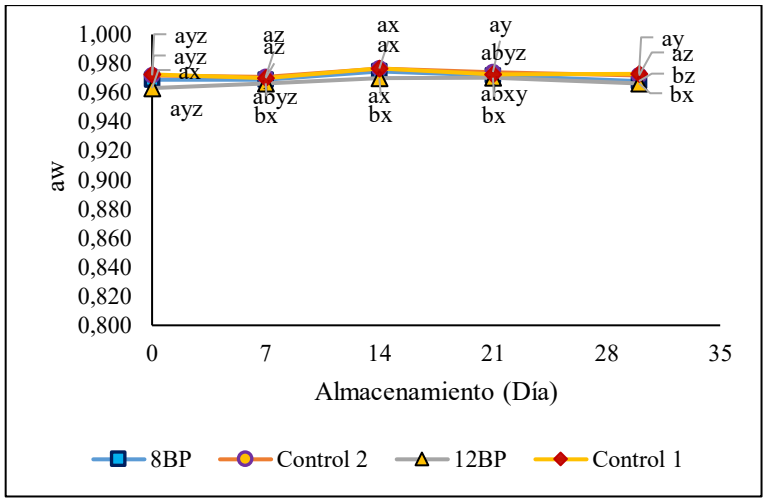


Figura 8. Evolución de la actividad de agua en función del tiempo de almacenamiento. Las letras a, b, c indican diferencias significativas entre las muestras en el mismo tiempo (p<0,05) y las letras x, y, z representan las diferencias significativas de una sola muestra en el tiempo (p<0,05).

3.5.3 Evolución de los parámetros de color

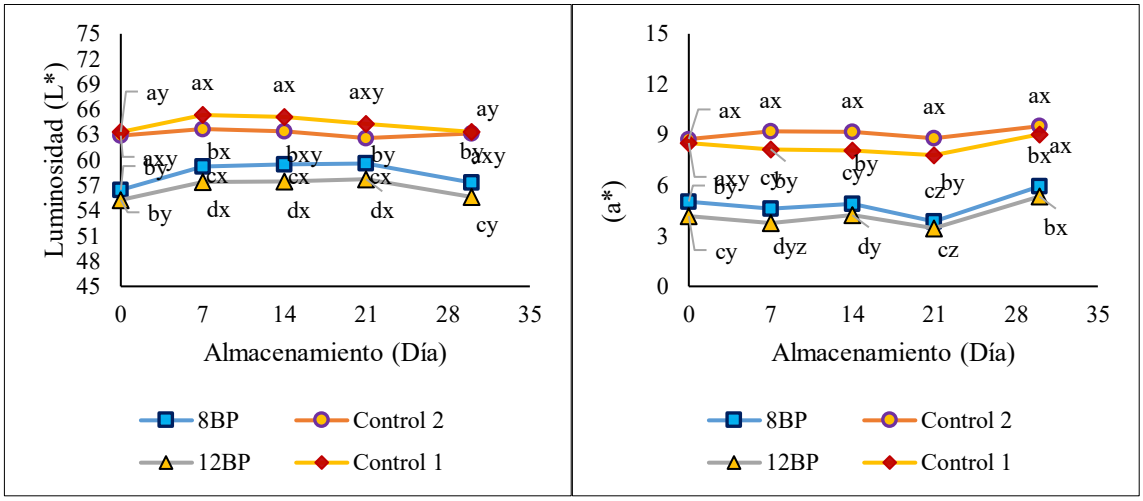
Con relación a la luminosidad (L*), es un parámetro que mide el grado de claridad o de oscuridad de un color, como se visualiza en la Figura 9 los resultados obtenidos de luminosidad durante un periodo de almacenamiento de 30 días muestran diferencias significativas (p<0,05) entre las muestras 8BP, 12BP y los controles. En el caso de los controles no presentan diferencias significativas en el día 0 con valores de 63,36 y 63,19

en contraste a las formulaciones con harina de brócoli + plátano (8BP y 12BP), los cuales presentan valores más bajos de 57,32 y 55,65 esto se debe a la presencia de pigmentos oscuros provenientes de la harina empleada, en este sentido, a medida que se aumenta la concentración de harina en la matriz cárnica esta se tornará más oscura. En todas las formulaciones de control se mantiene constante la luminosidad, sin embargo, en las muestras 8BP y 12BP no ocurre esto, lo que concuerda con el estudio de (Muñoz, Ruiz-Capillas et al., 2016) que elaboraron un chorizo mexicano verde con extractos vegetales y evaluaron la estabilidad del color, concluyeron que a medida que el tiempo de almacenamiento avanza el color se atenúa u oscurece, proceso que puede observarse en el presente estudio a partir del día 21 en ambas formulaciones (8BP y 12BP) que a diferencia de los controles que se mantienen constantes en el tiempo estos se oscurecen más rápido.

En torno al parámetro a*, los controles 1 y 2 se mantuvieron estables y con valores altos (8,85 y 8,75) debido a que la harina de trigo no aporta ningún tipo de pigmento, por lo que el color característico de los controles proviene de la carne. Respecto a las formulaciones 8BP y 12BP se mantienen estables y con valores menores a los controles (5,04 y 4,17) debido a que probablemente no hay presencia de un proceso oxidativo de los pigmentos de las salchichas, este comportamiento se debe a que las harinas utilizadas pueden contener antioxidantes que retardan o minimizan el proceso oxidativo, según lo reportado por Selani, Herrero et al. (2022) que reportaron que los antioxidantes son especialmente importantes para los productos cárnicos debido a que previenen la oxidación de los lípidos, retrasan el desarrollo de sabores y olores desagradables, mejoran la estabilidad del color y permiten extender el tiempo de vida útil, en base a esta premisa, se evidencia que al mantenerse estable el parámetro de a* durante los 30 días de almacenamiento puede existir presencia de antioxidantes en las matrices utilizadas (harina de brócoli + plátano). Además, a medida que se incrementa el contenido de harina de brócoli + plátano en la salchicha se enmascara los pigmentos de la carne.

Los valores del parámetro de b* o tendencia de amarillos y azules se muestran en la Figura 9, las muestras presentan diferencias significativas ($p<0,05$). En el presente estudio los valores obtenidos tras el análisis en un periodo de almacenamiento de 30 días son positivos. Las salchichas control en todo el periodo de almacenamiento se mantuvieron

constantes por lo que no presentan diferencias significativas entre sí (p>0,05), mientras tanto las muestras 8BP y 12 BP denotan valores mayores (18,82 y 20,40 respectivamente) a los del Control 1 (15,95) y Control 2 (15,17), esta diferencia se debe a que posiblemente las muestras con harina de brócoli + plátano reflejan mayor intensidad amarilla atribuido a la presencia de carotenoides naturales (típicamente beta caroteno y luteína) que se encuentran presentes en el brócoli, además, en el caso de la harina de plátano según lo presentado en el estudio de Salazar, Arancibia, Calderon, et al. (2021) evidenciaron que la incorporación de harina de plátano no generó cambios significativos en las salchichas tipo frankfurt, lo que supone que la tendencia del parámetro b* en las formulaciones 8BP y 12BP es causada por la harina de brócoli. Esto concuerda con lo obtenido por Muñoz et al. (2016) en el que el parámetro b* en chorizo con extractos vegetales (espinaca) la tendencia de las muestras sigue la misma que se observa en la Figura 9.



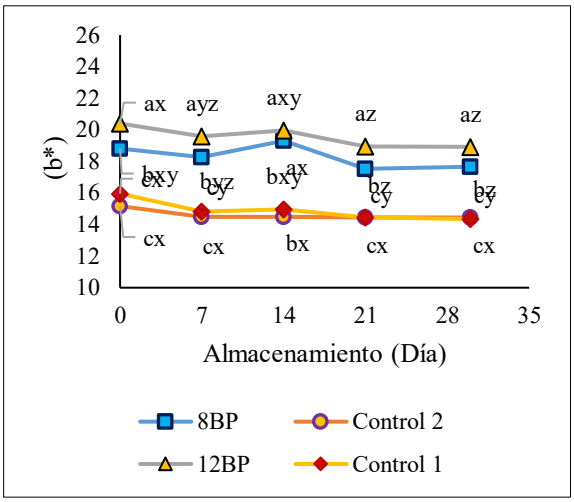


Figura 9. Evolución de la luminosidad (L*), tendencia de rojos y verdes (b*) y tendencia de amarillos y azules (b*) en función del tiempo de almacenamiento. Las letras a, b, c indican diferencias significativas entre las muestras en el mismo tiempo ($p<0,05$) y las letras x, y, z representan las diferencias significativas de una sola muestra en el tiempo ($p<0,05$).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

- El uso de harina de brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) y harina de plátano (*Mussa acuminata*) representa una potencial oportunidad para sustituir la utilización de harina de trigo en la producción de productos emulsionados debido a que estas harinas presentan características tecnológicas que pueden ser aprovechadas para generar productos nutricionalmente mejorados, ricos en fibra y bajos en grasa.
- Se estableció la calidad sensorial de las salchichas mediante una prueba con catadores semi entrenados, se determinó que las salchichas elaboradas con el 8 y 12 % de harina de brócoli + plátano están en un rango de aceptación moderado, presentando valores en un rango de índice de aceptabilidad entre 50 – 69 %, esto principalmente se debe a que las salchichas no lucen atractivas a simple vista pudiéndose confundir los colores con un producto que no está fresco.
- Respecto a la estabilidad en los 30 días de almacenamiento, presentaron ligeros cambios en el pH y acidez, lo cual refleja una buena estabilidad, sin embargo, esto puede tratarse por un proceso de neutralización por la producción de ácido láctico y la presencia de compuestos basificantes provenientes de la proteólisis natural del producto. En cuanto a la actividad de agua no se presenta cambios en los 30 días de almacenamiento, por lo que se concluye que estas matrices usadas poseen una buena capacidad de retención de agua. Finalmente, en la estabilidad de color se observó que este se mantiene estable hasta el día 21.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

AOAC. (2005). Official methods of analysis of AOAC International.

Atashkar, M., Hojjatoleslamy, M., & Sedaghat Boroujeni, L. (2018). The influence of fat substitution with κ-carrageenan, konjac, and tragacanth on the textural properties of low-fat sausage. *Food Sci Nutr, 6*(4), 1015-1022. doi:https://doi.org/10.1002/fsn3.620

Ávila, F. J., Bermejo, M. C., & Castillo, A. C. (2022). Hábitos alimenticios y sus efectos en la salud de los estudiantes universitarios. Una revisión sistemática de la literatura. *Psicogente, 25*(47), 1-31. doi:10.17081/psico.25.47.4861

Baptista, J., Barros, A., Martins, T., Rosa, E., & Sardão, V. A. (2021). Three in One: The Potential of Brassica By-Products against Economic Waste, Environmental Hazard, and Metabolic Disruption in Obesity. *Nutrients, 13*(12). doi:10.3390/nu13124194

Baypoli, O. N., Machado, D. I., Solano, C., Gastélum, J. A., Moreno, C., & Cervantes, J. (2009). Biochemical composition and physicochemical properties of broccoli flours. *Int J Food Sci Nutr, 60 Suppl 4*, 163-173. doi:10.1080/09637480802702015

Bi, Y., Zhang, Y., Jiang, H., Hong, Y., Gu, Z., Cheng, L., . . . Li, C. (2017). Molecular structure and digestibility of banana flour and starch. *Food Hydrocolloids, 72*, 219-227. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.06.003

Candra, K. P., Sofianur, A., Saragih, B., & Yuliani, Y. (2021). Physical Characteristics of Kepok, Talas, and Cevendish Bananas Flour. *Food ScienTech Journal, 3*, 48. doi:10.33512/fsj.v3i1.12476

Capillas, C., & Herrero, A. M. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Product Development. *Foods, 10*(3), 582. doi:https://doi.org/10.3390/foods10030582

Carvalho, H. J. M., Barcia, M. T., & Schmiele, M. (2024). Non-Conventional Starches: Properties and Potential Applications in Food and Non-Food Products. *Macromol, 4*(4), 886-909. doi:https://doi.org/10.3390/macromol4040052

Chevilly, S., Dolz-Edo, L., Blanca, J., Yenush, L., & Mulet, J. M. (2023). Identification of Distinctive Primary Metabolites Influencing Broccoli (Brassica oleracea, var. Italica) Taste. *Foods, 12*(2). doi:10.3390/foods12020339

Ciobanu, M.-M., Manoliu, D.-R., Ciobotaru, M.-C., Anchidin, B.-G., Matei, M., Munteanu, M., . . . Boișteanu, P.-C. (2023). The Influence of Sensory Characteristics of Game Meat on Consumer Neuroperception: A Narrative Review. *Foods, 12*(6), 1341.

Devi, M., Soekopitojo, S., Putri, A., Pratikto, H., Wibawa, A. P., & Hamid, M. A. (2022). The addition of dried broccoli (Brassica oleacea L.) leaves can improve the nutrition of noodles. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1116*(1), 012024. doi:10.1088/1755-1315/1116/1/012024

Díaz, G. N., Sánchez, E., & Maldonado, M. Á. (2025). Efecto de la adición de harinas no convencionales y reducción del contenido de sodio en productos reestructurados de macabil (Albula vulpes). *CienciaUAT, 18*, 122-135. doi:https://doi.org/10.29059/cienciauat.v18i2.1799

Elavarasan, K., Malini, M., Ninan, G., Ravishankar, C. N., & Dayakar, B. R. (2024). Millet flour as a potential ingredient in fish sausage for health and sustainability. *Sustainable Food Technology, 2*(4), 1088-1100. doi:https://doi.org/10.1039/d4fb00067f

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. *Food Chemistry, 124*(2), 411-421. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077

Flores, J. L. (2016). *Efecto de la harina de fibra de trigo (Triticum aestivum) o de soya (Glycine max) en la elaboración de chorizos parrilleros como fuente de fibra.* Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2016.,

García, E. M., González , J. U., de la Cruz, M. C., Pérez, C. d. C., Guzmán, J., Ramírez, I. Y., & Durán, T. (2018). Hibiscus sabdariffa L. en un embutido cárnico y su efecto en las características fisicoquímicas, nutritivas, microbiológicas, y aceptación sensorial. *Nacameh, 12*(2), 15-29.

González, J. D., Morelo, K. J., Correa, D., & 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. *Revista Tecnura, 20*(49), 15-28. doi:10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a01

Henao, A., Quintanilla, M. X., & Moreno, F. L. (2024). Emulsification and stabilisation technologies used for the inclusion of lipophilic functional ingredients in food systems. *Heliyon, 10*(11), e32150. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e32150

Hernández, J., Gómez, B. I., Escutia, R. P., Buendía, H. B., & Chabela, M. d. L. (2013). Evaluación sensorial de salchichas con harina de cáscara de naranja y/o penca de maguey. *Nacameh, 7*(1), 23-40.

Huang, S., & Bohrer, B. M. (2020). The effect of tropical flours (breadfruit and banana) on structural and technological properties of beef emulsion modeling systems. *Meat Science, 163*, 108082. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108082

Hurtado, M., Barrios, M., Gonzalez, E., Celestino, D., Pastrana, D., & Silva, E. (2020). Nutritional, nutraceutical and functional properties of flours obtained from broccoli waste material dried at different temperatures. *Acta Horticulturae*, 137-144. doi:10.17660/ActaHortic.2020.1292.18

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

INEN. (1996). Carnes y Productos Cárnicos. Salchichas. Requisitos (NTE INEN 1338:96). In *Servicio Ecuatoriano de Normalización*: Quito - Ecuador.

INEN. (2013). Carne y productos carnicos. Determinacion de pH (NTE INEN-ISO 2917:2013). In *Servicio Ecuatoriano de Normalización*: Quito - Ecuador.

INEN. (2015). Harina de Trigo. Requisitos (NTE INEN 616). In *Servicio Ecuatoriano de Normalización*: Quito - Ecuador.

ISO. (2017). Determination of water activity (ISO 18787). In *International Organization for Standardization*: Switzerland.

Kurt, Ş. (2016). The Effects of Grape Seed Flour on the Quality of Turkish Dry Fermented Sausage (Sucuk) during Ripening and Refrigerated Storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 36*, 300-308. doi:10.5851/kosfa.2016.36.3.300

Lago, A., Pimenta, M., Aoki, I., Figueiredo, A., Schiassi, M., & Pimenta, C. (2018). Fish sausages prepared with inclusion of Nile tilapia minced: Correlation between nutritional, chemical, and physical properties: XXXX. *Journal of Food Processing and Preservation, 42*. doi:10.1111/jfpp.13716

León, C. A., & Sarmiento, Y. P. (2015). *Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de una salchicha estándar con adición de harina de mango Mangifera indica L.* (Tesis de grado), Universidad de La Salle, Ciencia Unisalle. Retrieved from https://hdl.handle.net/20.500.14625/32992La

López, S. O., Cisneros, Y. M., Soberanes, J., Buendía, H. B., & Sánchez, C. N. (2022). Physicochemical and Sensory Characteristics of Sausages Made with Grasshopper

(Sphenarium purpurascens) Flour. *Foods, 11*(5), 704. doi: https://doi.org/10.3390/foods11050704

Maseko, K. H., Regnier, T., Meiring, B., Wokadala, O. C., & Anyasi, T. A. (2024). Musa species variation, production, and the application of its processed flour: A review. *Scientia Horticulturae, 325*, 112688. doi:10.1016/j.scienta.2023.112688

Mazataud, E. (2020). El Sulforafano. Los secretos del principal principio activo del brócoli. *Medicina Naturista, 14*(2), 84-88.

Mehta, N., Ahlawat, S. S., Sharma, D. P., & Dabur, R. S. (2015). Novel trends in development of dietary fiber rich meat products-a critical review. *J Food Sci Technol, 52*(2), 633-647. doi:10.1007/s13197-013-1010-2

Meinilä, J., & Virtanen, J. K. (2024). Meat and meat products – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food & Nutrition Research, 68*. doi:10.29219/fnr.v68.10538

Mohd Zaini, H., Sintang, M. D. B., Roslan, J., Saallah, S., Munsu, E., Sulaiman, N. S., & Pindi, W. (2021). Functional and Sensorial Properties of Chicken Sausage Supplemented with Banana Peel Flours of Different Varieties. *Appl. Sci, 11*(22), 10849. doi:https://doi.org/10.3390/app112210849

Morocho, C. M., & Hidalgo, L. (2018). Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 20 cultivares de brócoli (Brassica oleracea L. Var. Itálica.), a campo abierto. *Revista Alfa, 2*(5), 117-121. doi:10.33996/revistaalfa.v2i5.43

Munir, H., Alam, H., Nadeem, M. T., Almalki, R. S., Arshad, M. S., & Suleria, H. A. R. (2024). Green banana resistant starch: A promising potential as functional ingredient against certain maladies. *Food Sci Nutr, 12*(6), 3787-3805. doi:10.1002/fsn3.4063

Muñoz, R., Ruiz-Capillas, C., Herrero, A., Colmenero, F., Pintado, T., Rivas, B., . . . Balagurusamy, N. (2016). Caracterización del chorizo verde mexicano durante el procesado y conservation a distintas temperaturas: Aminas biógenas. *Alimentos Hoy Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 24*, 20-41.

O'Connor, L. E., Gifford, C. L., Woerner, D. R., Sharp, J. L., Belk, K. E., & Campbell, W. W. (2020). Dietary Meat Categories and Descriptions in Chronic Disease Research Are Substantively Different within and between Experimental and Observational Studies: A Systematic Review and Landscape Analysis. *Adv Nutr, 11*(1), 41-51. doi:10.1093/advances/nmz072

Olubukola, B., Anjuwon, T. M., Shuaibu, M. N., Owolabi, O. A., & James, D. B. (2019). Comparative Study on Nutritional Composition of Six Musa acuminata Pulp Varieties Available in Zaria, Nigeria. *International Journal of Biochemistry Research & Review, 28*(2), 1-9. doi:10.9734/ijbcrr/2019/v28i230139

Özvural, E. B., & Vural, H. (2011). Grape seed flour is a viable ingredient to improve the nutritional profile and reduce lipid oxidation of frankfurters. *Meat Sci, 88*(1), 179-183. doi:10.1016/j.meatsci.2010.12.022

Padhani, Z. A., Das, J. K., Akhtar, S., Ismail, T., & Bhutta, Z. A. (2022). Tackling Protein-Calorie Malnutrition during World Crises. *Ann Nutr Metab, 78*(Suppl. 1), 1-11. doi:10.1159/000522242

Pérez, A. J., Camou, J. P., Valenzuela, M., Lucas, R., & Viuda, M. (2021). Assessment of Chemical, Physico-Chemical and Sensorial Properties of Frankfurter-Type Sausages Added with Roselle (Hibiscus sabdariffa L.), Extracts. *Proceedings, 70*(1), 73. doi:https://doi.org/10.3390/foods_2020-07690

Pérez, L., Pincay, R., Salazar, D., Flores, N., & Escolastico, C. (2023). Evaluation of the Quality and Lipid Content of Artisan Sausages Produced in Tungurahua, Ecuador. *Foods, 12*(23). doi:10.3390/foods12234288

Quizhpe, J., Ayuso, P., Rosell, M. L. A., Penalver, R., & Nieto, G. (2024). Brassica oleracea var italica and Their By-Products as Source of Bioactive Compounds and Food Applications in Bakery Products. *Foods, 13*(21), 3513. doi:10.3390/foods13213513

Rašeta, M., Branković, I., Mrdović, B., Simunović, S., Simunović, S., Jovanović, J., & Becskei, Z. (2023). Ensuring the safety of cooked and smoked sausages of a narrower diameter, in a cellulose casing, by heat treatment. *Scientific Journal "Meat Technology", 64*, 453-459. doi:https://doi.org/10.18485/meattech.2023.64.2.87

Redondo, M., Valenzuela, C., Cordero, V., & Araya, A. (2023). Calidad microbiológica de embutidos crudos: estudio del caso en Latinoamérica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 73*(3), 201-213. doi:https://doi.org/10.37527/2023.73.3.004

Resconi, V. C., Keenan, D. F., García, E., Allen, P., Kerry, J. P., & Hamill, R. M. (2016). The effects of potato and rice starch as substitutes for phosphate in and degree of comminution on the technological, instrumental and sensory characteristics of restructured ham. *Meat Science, 121*, 127-134. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.05.017

Rivera-De Alba, J. A., & Flores Girón, E. (2022). La fibra dietética como ingrediente funcional en la formulación de productos cárnicos: Dietary fiber as functional ingredient in the formulation of meat products. *TECNOCIENCIA Chihuahua, 16*(1), e 892. doi:10.54167/tecnociencia.v16i1.892

Rodrigo de la Inglesia, P. (2023). *Elaboración de salchichas de frankfurt usando germen de trigo como sustituto de la carne.* (Trabajo de Fin de Grado), Universidad DSalamanca,

Rodriguez, J., Guerra, C. A., Ramos, A., Hernández, S. L., Villarreal, M., González, J. G., . . . Alvarez, C. (2025). Eggplant Flour as a Functional Ingredient in Frankfurt-Type Sausages: Design, Preparation and Evaluation. *Foods, 14*(4), 624. doi:https://doi.org/10.3390/foods14040624

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., Casado, S., Viteri, A., Lopez, M. E., & Montero, M. P. (2021). Green Banana (Musa acuminata AAA) Wastes to Develop an Edible Film for Food Applications. *Polymers (Basel), 13*(18), 3183. doi:10.3390/polym13183183

Schafer, J., Stanojlovic, L., Trierweiler, B., & Bunzel, M. (2017). Storage related changes of cell wall based dietary fiber components of broccoli (Brassica oleracea var. italica) stems. *Food Res Int, 93*, 43-51. doi:10.1016/j.foodres.2016.12.025

Selani, M. M., Herrero, A. M., & Ruiz-Capillas, C. (2022). Plant Antioxidants in Dry Fermented Meat Products with a Healthier Lipid Profile. *Foods, 11*(22), 3558. doi:https://doi.org/10.3390/foods11223558

Serio, A., Laika, J., Maggio, F., Sacchetti, G., D'Alessandro, F., Rossi, C., . . . Paparella, A. (2020). Casing Contribution to Proteolytic Changes and Biogenic Amines Content in the Production of an Artisanal Naturally Fermented Dry Sausage. *Foods, 9*(9). doi:10.3390/foods9091286

Shin, S. H., & Choi, W. S. (2021). Variation in Significant Difference of Sausage Textural Parameters Measured by Texture Profile Analysis (TPA) under Changing Measurement Conditions. *Food Sci Anim Resour, 41*(4), 739-747. doi:10.5851/kosfa.2021.e26

Spence, C., & Zampini, M. (2012). Assessing the Role of Visual and Auditory Cues in Multisensory Perception of Flavor. In M. Murray & M. Wallace (Eds.), *The Neural Bases of Multisensory Processes*. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis.

Talukder, S. (2015). Effect of dietary fiber on properties and acceptance of meat products: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr, 55*(7), 1005-1011. doi:10.1080/10408398.2012.682230

Villagómez, J. d. L. (2016). *Evaluación de la calidad de la salchicha elaborada con carne de cuy (cavia porcellus) y varios niveles de harina de haba (Vicia faba).* (Trabajo de Titulación), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,

Villalobos, A. (2021). Consumption of meat and meat products among students of the University of Costa Rica. *Población Y Salud En Mesoamérica, 19*(2). doi:https://doi.org/10.15517/psm.v19i2.46174

Villaño, D., Fernández-Pan, I., Arozarena, Í., Ibañez, F. C., Vírseda, P., & Beriain, M. J. (2023). Revalorisation of broccoli crop surpluses and field residues: novel ingredients for food industry uses. *European Food Research and Technology, 249*(12), 3227-3237. doi:10.1007/s00217-023-04362-2

Anexos



Anexo 1. Proceso de elaboración de harina de residuos de brócoli.

Nota: A. Recepción de la materia prima, limpieza del brócoli. **B.** Troceado en láminas de 3 mm de grosor, diferenciado hojas, tallo y flor. **C.** Brócoli troceado. **D.** Dispersión del brócoli troceado en bandejas. **E.** Deshidratación de tallo, hojas y flor a 60 ºC por 8 horas. **F.** Brócoli deshidratado. **G.** Molienda hasta obtener un polvo fino. **H.** producto final harina de residuos de brócoli.





Anexo 2. Elaboración de las salchichas con la adición de 8 % y 12 % de harina de brócoli, plátano y trigo como control.



Anexo 3. Análisis de las salchichas 8BP, 12BP, Control 1 y Control 2 realizados en los laboratorios de la FCIAB.



Anexo 4. Evolución del color de salchicha con 8 % de harina de trigo (Control 1).



Anexo 5. Evolución del color de salchicha con 12 % de harina de trigo (Control 2).



Anexo 6. Evolución del color de salchicha con 8 % de harina de brócoli y plátano.



Anexo 7. Evolución del color de salchicha con 12 % de harina de brócoli y plátano.



Anexo 8. Proceso de evaluación de propiedades sensoriales de las salchichas 8BP, 12BP, Control 1 y Control 2.

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 9. Hoja de cata empleada para el análisis sensorial de las formulaciones con 8BP (J021), 12BP (V190), Control 1 y Control 2.



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

LACONAL

"Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación N°: SAE LEN 10-008" 01581

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 25-009						R01-7.8 03
Solicitud Nº: 25-009						Pág.:1 de 1
Fecha recepción: 25 de abril de 2025				Fecha de ejecución de ensayos: 01 al 09 de mayo de 2025		
Información del cliente:						
Empresa:				C.I./RUC: 1805114897		
Representante: Raúl Guerra; Daniela Chamorro; Raquel Torres				Tlf: 0983063455		
Dirección: Ambato				E mail: rguerra4897@uta.edu.ec		
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto: Salchichas				Peso / Volumen: 200g		
Marca comercial: n/a				Tipo de envase: funda resellable		
Lote: n/a				No de muestras: cuatro		
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 C1	00925028	Ninguno	*Proteína total, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	11,0
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 991.36	%	16,7
			*Fibra dietética total , Gravimetrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	2,11
Salchicha C2	00925029	Ninguno	*Proteína total, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	12,7
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 991.36	%	13,3
			*Fibra dietética total , Gravimetrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	3,68
Salchicha 8 BP	00925030	Ninguno	*Proteína total, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	10,7
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 991.36	%	15,3
			*Fibra dietética total , Gravimetrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	2,89
Salchicha 12 BP	00925031	Ninguno	*Proteína total, Kjeldhal	PE11-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	11,2
			Grasa, Gravimetría	PE04-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 991.36	%	15,5
			*Fibra dietética total , Gravimetrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	3,16

Conds. Ambientales: 21,5°C; 56,9%HR
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: SI
Fecha de emisión del certificado: 12 de mayo de 2025

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.
El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

UTA
Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. Los chasquis y Río Payamino
Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
(593) 32400987 ext. 5517; 5518 http://laconal.uta.edu.ec laconal@uta.edu.ec

Anexo 10. Certificado emitido por LACONAL de los resultados obtenidos de proteína, grasa y fibra de las formulaciones 8BP, 12BP, Control 1 y Control 2.