



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE FLOR DE
JAMAICA DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS,
LA ESTABILIDAD OXIDATIVA Y LA VIDA ÚTIL DE UNA
MORTADELA DE POLLO**

AUTORA

CALDERON CRUZ LISSETTE KATIUSKA

TUTOR

BLGO. MARTINEZ VALENZUELA GUSTAVO ELIAS, PHD.

**MILAGRO, ECUADOR
2026**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE FLOR DE JAMAICA DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, LA ESTABILIDAD OXIDATIVA Y LA VIDA ÚTIL DE UNA MORTADELA DE POLLO, realizado por la estudiante CALDERON CRUZ LISSETTE KATIUSKA; con cédula de identidad N°0923168793 de la carrera AGROINDUSTRIA, Ciudad Universitaria Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ph.D Martínez Valenzuela Gustavo Elías
TUTOR

Milagro, 21 de abril del 2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE FLOR DE JAMAICA DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, LA ESTABILIDAD OXIDATIVA Y LA VIDA ÚTIL DE UNA MORTADELA DE POLLO”, realizado por la estudiante CALDERON CRUZ LISSETTE KATIUSKA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

GAIBOR VALLEJO LADY MARIA, M.Sc.
PRESIDENTE

FLORES CADENA CRISTIAN, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

CEDEÑO BERMEO JESSICA, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 21 de abril del 2026

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a Dios, por siempre guiar mi camino y cuidarme durante todos estos años que fue mi proceso hasta culminar esta etapa de mi vida profesional.

A mis padres Rosa Cruz y Marino Calderón por todo su esfuerzo durante todo este tiempo que siempre creyeron en mí y nunca me dejaron sola.

Y a mi esposo Alejandro González por haberme apoyado en los momentos más difíciles de esta carrera y haber estado ahí cuando más lo necesite.

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a Dios por brindarme salud, fortaleza y sabiduría lo que me permitió llegar a esta meta. A mi madre por siempre motivarme a seguir estudiando, por ayudarme en cada decisión que tome durante todo este proceso y ser mi guía.

A mi padre por su apoyo constante día a día, por ser mi ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y perseverancia, por cada sacrificio silencioso y por su amor infinito. A mi esposo por ser mi apoyo incondicional, gracias por estar a mi lado en los momentos de esfuerzo y dedicación, este logro también es tuyo porque sin tu apoyo constante no habría sido posible culminar esta etapa de mi vida profesional.

A la Universidad Agraria Del Ecuador por abrirme sus puertas y brindarme la formación académica y profesional.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, CALDERÓN CRUZ LISSETTE KATIUSKA, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “EFECTO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE FLOR DE JAMAICA DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS, LA ESTABILIDAD OXIDATIVA Y LA VIDA ÚTIL DE UNA MORTADELA DE POLLO” para optar el título de INGENIERA AGROINDUSTRIAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 21 de abril del 2026

CALDERON CRUZ LISSETTE KATIUSKA
C.I. 0923168793

RESUMEN

El uso de extractos naturales en productos cárnicos ha cobrado relevancia como alternativa a los antioxidantes sintéticos, debido a la necesidad de mejorar la estabilidad, inocuidad y aceptación del consumidor. En este contexto, el presente estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar la influencia del extracto etanólico de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en las propiedades sensoriales, la estabilidad oxidativa y la vida útil de una mortadela de pollo almacenada en refrigeración. El problema de investigación se centró en determinar si la incorporación de este extracto permitiría mejorar la calidad del producto sin afectar negativamente sus características organolépticas, para lo cual, se formularon mortadelas con diferentes concentraciones de extracto (0,5%, 1,0% y 1,5%), además de un control, las cuales fueron evaluadas mediante análisis sensorial con un panel de catadores. La estabilidad oxidativa se determinó a través del índice de peróxidos en el tratamiento de mayor aceptación, mientras que la vida útil se estimó mediante análisis microbiológicos (aerobios mesófilos, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Salmonella sp.*) a los 0, 15 y 30 días. Los resultados mostraron que la formulación con 1,5 % de extracto alcanzó las mayores puntuaciones sensoriales ($\geq 4,13$), el índice de peróxidos se mantuvo por debajo de 0,2 meq O₂/kg y los parámetros microbiológicos cumplieron con los criterios de inocuidad durante 30 días. En conclusión, el extracto de flor de jamaica demostró ser una alternativa natural eficaz para mejorar la calidad y estabilidad de la mortadela de pollo.

Palabras clave: mortadela de pollo; flor de jamaica; antioxidantes naturales; estabilidad oxidativa; vida útil.

ABSTRACT

The use of natural extracts in meat products has gained relevance as an alternative to synthetic antioxidants, due to the need to improve stability, safety, and consumer acceptance. In this context, the present study was conducted to evaluate the influence of ethanolic extract of hibiscus flower (*Hibiscus sabdariffa* L.) on the sensory properties, oxidative stability, and the shelf life of refrigerated chicken mortadella. The research problem focused on determining whether the incorporation of this extract would improve product quality without negatively affecting its organoleptic characteristics. For which, some types of mortadella were made with different concentrations of extract (0,5%, 1,0%, and 1,5%), in addition a control process was developed through a sensory analysis by a panel of tasters. Oxidative stability was determined using the peroxide value in the most acceptable treatment, while shelf life was estimated through microbiological analyses (mesophilic aerobes, total coliforms, *Escherichia coli*, and *Salmonella* sp.) at 0, 15, and 30 days. The results showed that the formulation with 1.5% extract achieved the highest sensory scores (≥ 4.13), the peroxide value remained below 0.2 meq O_2/kg , and the microbiological parameters met safety criteria for 30 days. In conclusion, hibiscus flower extract proved to be an effective natural alternative for improving the quality and stability of chicken mortadella.

Keywords: chicken mortadella; hibiscus flower; natural antioxidants; oxidative stability; shelf life.

Índice general

RESUMEN	VII
ABSTRACT	viii
Índice general	ix
Índice de anexos	xi
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Antecedentes del problema	12
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.2.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2.2 Formulación del problema.....	14
1.3 Justificación de la investigación	14
1.4 Delimitación de la investigación	15
1.5 Objetivo general	16
1.6 Objetivos específicos	16
1.7 Hipótesis.....	16
2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Estado del arte	17
2.2 Bases teóricas.....	20
2.3 Marco legal.....	41
3. MATERIALES Y MÉTODOS	45
3.1 Enfoque de la investigación.....	45
3.1.1 Tipo de investigación.....	45
3.1.2 Diseño de investigación	45
3.2 Metodología.....	45
3.2.1 Variables	45
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	45
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	46
3.2.2 Matriz de operacionalización de las variables	46
3.2.3 Tratamientos	46
3.2.4 Diseño experimental	47
3.2.5 Recolección de datos	47
3.2.5.1. <i>Recursos</i>	47
3.2.5.2. <i>Métodos y técnicas</i>	48
3.2.6 Análisis Estadístico	55

4. RESULTADOS	56
4.1 Propiedades organolépticas (sabor, olor, color, textura y aceptación general) de la mortadela de pollo formulada con distintas concentraciones de extracto de flor de jamaica	56
4.2 Estabilidad oxidativa de la mortadela de pollo con extracto de flor de jamaica durante el almacenamiento refrigerado, midiendo periódicamente el índice de peróxidos como indicador de la oxidación lipídica en la formulación mejor evaluada en el análisis organoléptico.....	58
4.3 Vida útil del producto (0, 15 y 30 días) en base a criterios microbiológicos (Aerobios mesófilos, Coliformes totales, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella sp.</i>) al tratamiento de mayor aceptación sensorial.....	59
6. CONCLUSIONES	64
7. RECOMENDACIONES	65
8. BIBLIOGRAFÍA	66
9. ANEXOS	74

Índice de anexos

Anexo 1. Boleta para análisis sensorial	74
Anexo 2. Análisis estadístico	74
Anexo 3. Evidencia fotográfica de la elaboración del producto	79
Anexo 4. Análisis de laboratorio	86

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El sector de alimentos procesados, particularmente el de productos cárnicos como las mortadelas, representa un segmento de alta demanda dentro del mercado alimentario ecuatoriano y global. Entre estos productos, la mortadela de pollo ha ganado aceptación por su sabor suave, menor contenido graso en comparación con otras carnes y su precio accesible. No obstante, su composición nutricional, rica en lípidos y proteínas, la convierte en un medio propicio para reacciones de deterioro químico, principalmente oxidación lipídica, y el crecimiento de microorganismos, comprometiendo su calidad, seguridad e inocuidad durante el almacenamiento (Domínguez et al., 2019).

La oxidación lipídica en productos cárnicos es una de las principales causas de degradación de su calidad. Este proceso genera compuestos secundarios como aldehídos, cetonas y alcoholes que afectan negativamente el sabor, color y aroma del alimento, disminuyendo su aceptabilidad por parte del consumidor (Karre et al., 2013). Para contrarrestar estos efectos, la industria alimentaria ha recurrido históricamente al uso de antioxidantes sintéticos como el BHT (butilhidroxitolueno), BHA (butilhidroxianisol) y TBHQ (terc-butilhidroquinona), los cuales han demostrado eficacia en la inhibición de procesos oxidativos. Sin embargo, en las últimas décadas han surgido cuestionamientos de la seguridad de estos compuestos debido a su potencial actividad citotóxica, mutagénica o carcinogénica cuando se consumen de forma crónica (Ganesan et al., 2021).

Esta preocupación ha motivado la búsqueda de alternativas naturales con capacidad antioxidante que sean seguras, eficaces y aceptadas por el consumidor. En este contexto, la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) ha sido objeto de diversas investigaciones por su abundancia en compuestos fenólicos, antocianinas, ácidos orgánicos y flavonoides, con demostrado potencial antioxidante y antimicrobiano (Ali et al., 2021). El extracto etanólico de esta flor ha sido evaluado en alimentos como jugos, yogures y carnes, observándose su capacidad para inhibir la formación de productos de oxidación y prolongar la vida útil sin alterar significativamente las propiedades organolépticas (Álvarez et al., 2020).

A pesar de los múltiples estudios que han confirmado la actividad antioxidante del extracto de jamaica en diversos sistemas alimentarios, pocos han

abordado su aplicación específica en embutidos cárnicos emulsionados como la mortadela de pollo. Estos productos presentan una estructura y composición particular, que puede influir en la interacción del extracto con la matriz cárnica, afectando no solo la eficacia antioxidante, sino también los atributos sensoriales como el sabor, color y textura. Por ello, se hace necesario investigar su impacto de manera integral en productos listos para consumo.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Los embutidos cocidos como la mortadela de pollo están expuestos a un proceso de deterioro que compromete su calidad, siendo la oxidación lipídica uno de los principales factores que limitan su vida útil. Este proceso no solo afecta las características organolépticas, sino que también puede dar lugar a la formación de compuestos perjudiciales para la salud, afectando la aceptación del consumidor y generando pérdidas económicas (Domínguez et al., 2019). En respuesta, la industria cárnica ha dependido de antioxidantes sintéticos, cuya seguridad está actualmente en entredicho, lo que ha generado un impulso hacia la formulación de productos más naturales y saludables.

La aplicación de extractos naturales de origen vegetal se perfila como una estrategia prometedora. La flor de jamaica, ampliamente utilizada en la medicina tradicional y en la industria alimentaria por sus propiedades funcionales, representa una opción viable. Sin embargo, la eficacia de su extracto, particularmente en sistemas cárnicos emulsionados como la mortadela, puede variar dependiendo de la concentración, del tipo de solvente utilizado en su extracción y de la interacción con la matriz del producto (Rodríguez-Carpena et al., 2011).

Un aspecto crucial a considerar es el posible efecto del extracto de las características sensoriales de la mortadela. Si bien se espera que el extracto de jamaica actúe como un antioxidante eficaz, también podría generar cambios en el color del producto por la presencia de antocianinas, o alterar el sabor por la acidez característica del extracto, lo que podría influir en la aceptación del consumidor (Ali et al., 2021). Por ello, es indispensable realizar una evaluación detallada que considere tanto el comportamiento oxidativo como la percepción sensorial del producto durante el almacenamiento en refrigeración.

La ausencia de estudios concluyentes de la aplicación del extracto de flor de jamaica en mortadela de pollo motiva la presente investigación, la cual tiene como

propósito generar evidencia científica que permita establecer si este extracto natural puede ser utilizado como un conservante eficaz, que además conserve o mejore las características sensoriales del producto, aportando así una alternativa viable a los antioxidantes sintéticos.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de incorporar extracto etanólico de flor de jamaica en diferentes concentraciones (0,5%, 1% y 1,5%) de las características organolépticas, la estabilidad oxidativa y la vida útil de una mortadela de pollo en almacenamiento refrigerado?

1.3 Justificación de la investigación

El diseño y evaluación de productos cárnicos funcionales con ingredientes naturales responde a una necesidad creciente en la industria alimentaria: la formulación de alimentos seguros, saludables, estables y con buena aceptación sensorial. En particular, los embutidos cocidos como la mortadela de pollo representan una categoría de consumo masivo por su practicidad, costo accesible y perfil nutricional. No obstante, su composición rica en lípidos y proteínas los hace altamente susceptibles a procesos de deterioro, como la oxidación lipídica y el crecimiento microbiano, fenómenos que reducen la vida útil, afectan su inocuidad y disminuyen la satisfacción del consumidor (Domínguez et al., 2019).

Actualmente, la industria alimentaria utiliza antioxidantes sintéticos como el BHT y el BHA para retardar la rancidez de los productos cárnicos. Si bien estos compuestos han demostrado eficacia, numerosos estudios han advertido de los posibles efectos negativos en la salud cuando se consumen en exceso o de forma prolongada, incluyendo potenciales riesgos de toxicidad, mutagenicidad y carcinogenicidad (Ganesan et al., 2021). Esta preocupación ha impulsado una tendencia global hacia el uso de aditivos naturales, con preferencia por extractos vegetales ricos en compuestos bioactivos que puedan cumplir funciones antioxidantes, antimicrobianas o incluso funcionales desde el punto de vista nutricional.

En este contexto, la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) se destaca como una fuente natural de polifenoles, flavonoides, ácidos orgánicos y antocianinas, con múltiples propiedades benéficas documentadas. Estos compuestos no solo son potentes captadores de radicales libres, sino que también ejercen efectos antimicrobianos, lo cual es altamente valorado en la conservación de alimentos (Ali

et al., 2021). Además, la flor de jamaica es un recurso accesible, ampliamente cultivado en regiones tropicales, incluyendo zonas rurales del Ecuador, lo que hace viable su aplicación tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Estudios previos han evaluado la eficacia del extracto de jamaica en diferentes matrices alimentarias, observando mejoras en la estabilidad oxidativa, color y perfil sensorial de los productos. Sin embargo, existe una brecha importante en la literatura científica respecto al uso de extractos etanólicos de jamaica en productos cárnicos emulsionados, como la mortadela de pollo. En estos productos, la incorporación de ingredientes funcionales debe evaluarse cuidadosamente, ya que cualquier modificación puede alterar su textura, sabor, color y aceptación general. Por tanto, resulta fundamental analizar no solo el comportamiento oxidativo del producto, sino también su percepción sensorial por parte del consumidor (Álvarez et al., 2020).

Esta investigación contribuye al conocimiento de la funcionalidad tecnológica de extractos vegetales en productos cárnicos emulsionados, especialmente en lo que respecta a su eficacia antioxidante y su impacto sensorial. La evidencia generada permitirá fundamentar el uso racional de extractos naturales en la industria cárnica. Además, ofrece una alternativa innovadora para el desarrollo de mortadelas con valor agregado, sin aditivos sintéticos y con mejor estabilidad durante el almacenamiento. Esto abre oportunidades para nuevas formulaciones alineadas con la tendencia “clean label”, altamente demandada por los consumidores actuales (Karre et al., 2013).

Los resultados de esta investigación podrán ser utilizados como base para innovaciones futuras en la industria alimentaria ecuatoriana y regional, ofreciendo una alternativa natural, segura y aceptada por los consumidores.

1.4 Delimitación de la investigación

El trabajo de titulación se llevó a cabo en la Universidad Agraria del Ecuador, extensión Ciudad Universitaria Milagro, específicamente en el laboratorio de procesamiento de alimentos, durante un período de ocho meses; la población considerada para el estudio estuvo conformada por un panel sensorial de 30 jueces, además de la población en general, exceptuando a las personas con alergias alimentarias, a fin de garantizar la validez y seguridad de los resultados obtenidos.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de la incorporación de extracto etanólico de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en diferentes concentraciones (0,5%, 1% y 1,5%) de las características organolépticas, la estabilidad oxidativa y la vida útil de una mortadela de pollo

1.6 Objetivos específicos

Analizar las propiedades organolépticas (sabor, olor, color, textura y aceptación general) de la mortadela de pollo formulada con distintas concentraciones de extracto de flor de jamaica, mediante análisis sensorial con panel de catadores.

Determinar la estabilidad oxidativa de la mortadela de pollo con extracto de flor de jamaica durante el almacenamiento refrigerado, midiendo periódicamente el índice de peróxidos como indicador de la oxidación lipídica en la formulación mejor evaluada en el análisis organoléptico

Estimar la vida útil del producto (0, 15 y 30 días) en base a criterios microbiológicos (Aerobios mesófilos, Coliformes totales, *E. coli*, *Salmonella* sp.) al tratamiento de mayor aceptación sensorial

1.7 Hipótesis

La incorporación de extracto etanólico de flor de jamaica mejora la estabilidad oxidativa y prolonga la vida útil de la mortadela de pollo, sin afectar negativamente sus características organolépticas

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

En un estudio realizado por Ghorbani et al. (2025), se evaluó el efecto del extracto hidroalcohólico de *Hibiscus sabdariffa* en salchichas de res. La investigación incorporó el extracto en concentraciones de 500, 1000, 1500 y 2000 ppm, tanto en forma libre como microencapsulada, para analizar sus efectos de parámetros fisicoquímicos y sensoriales. Se midieron el contenido de compuestos fenólicos totales mediante el método de Folin-Ciocalteu, la actividad antioxidante por DPPH, y la oxidación lipídica mediante el índice de ácido tiobarbitúrico (TBA). Los resultados mostraron que las salchichas tratadas con extracto microencapsulado presentaron mayor capacidad antioxidante y una reducción significativa en los niveles de oxidación. Además, se reportaron mejoras en la aceptación sensorial, especialmente en aquellas formuladas con concentraciones superiores a 1500 ppm, evidenciando el potencial del extracto como antioxidante natural eficaz en productos cárnicos.

Por su parte, Okere y Olusola (2023) desarrollaron un estudio orientado a la evaluación de hamburguesas de pollo marinadas con extracto de flor de jamaica. El objetivo fue determinar la influencia de diferentes concentraciones del extracto (0.005% a 0.02%) de la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del producto. La metodología contempló la medición de la pérdida por cocción, pH, color instrumental (L^* , a^* , b^*), capacidad de retención de agua, TBARS y recuento microbiano durante 21 días de almacenamiento a 4 °C. Se concluyó que la adición del extracto en una concentración del 0.02% mejoró la capacidad antioxidante y la calidad microbiológica, sin comprometer las características organolépticas. Esta concentración fue considerada la óptima, debido a su eficacia para retardar el deterioro oxidativo y mantener la aceptabilidad del producto.

Pérez-Báez et al. (2021) estudiaron el uso de extractos acuosos de flor de jamaica en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt. Se aplicaron concentraciones del extracto en niveles de 4.08% y 8.17%, evaluando sus efectos de parámetros como humedad, proteínas, lípidos, color y propiedades sensoriales mediante un panel de catadores. Se observó que la adición del extracto en concentración moderada (4.08%) mejoró la estabilidad oxidativa del producto y contribuyó positivamente al color, sin afectar significativamente el sabor. Sin embargo, una concentración elevada (8.17%) generó una disminución en la

aceptación sensorial, posiblemente por el sabor ácido y astringente característico del hibisco. La investigación concluyó que el extracto tiene potencial para sustituir antioxidantes sintéticos, siempre que se controle su dosis.

En otra línea de investigación, Onibi y Osho (2024) evaluaron la estabilidad oxidativa y la calidad microbiológica de carne de pollo proveniente de aves alimentadas con dietas suplementadas con cálices de flor de jamaica. Se establecieron dietas con diferentes niveles de inclusión del cálice seco (0% a 6%) y se analizaron las muestras de carne durante 9 días de almacenamiento refrigerado. Se determinó que los pollos alimentados con 4.5% de cálices presentaron una carne más resistente a la oxidación lipídica (bajo índice TBA) y con menor carga bacteriana total. Este hallazgo demuestra que la suplementación en la dieta puede trasladar beneficios antioxidantes a nivel del producto final, aportando una vía alternativa de aplicación de compuestos bioactivos en productos cárnicos.

Bahrami Feridoni y Khademi Shurmasti (2020) realizaron una revisión científica de el uso de flor de jamaica en productos cárnicos, enfocándose en sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes y efectos tecnológicos. En su análisis se recopilaron estudios experimentales donde se emplearon extractos acuosos, etanólicos y metanólicos de cálices de *Hibiscus sabdariffa* en distintos formatos de carne procesada como hamburguesas, salchichas y nuggets. Los autores destacaron que la flor de jamaica es rica en antocianinas, ácido hibiscico y otros compuestos fenólicos, los cuales contribuyen a prolongar la vida útil del producto, mejorar la estabilidad frente a la oxidación lipídica, y aportar color rojo característico. Asimismo, se resaltó que el uso de este extracto responde a las exigencias de la industria de alimentos por alternativas naturales y funcionales, alineadas con tendencias de consumo saludable.

Okere y Olusola (2023), en otra publicación paralela, profundizaron en los efectos del extracto de flor de jamaica en la microbiota de productos cárnicos refrigerados. Evaluaron el crecimiento microbiano total, coliformes y *Staphylococcus aureus* en hamburguesas de pollo durante el almacenamiento a temperatura controlada, demostrando que el extracto a 0.015% redujo significativamente la carga microbiana al día 14. Estos resultados refuerzan el argumento de que los compuestos fenólicos del hibisco no solo actúan como

antioxidantes, sino también como antimicrobianos naturales, favoreciendo la inocuidad del producto sin necesidad de aditivos sintéticos.

En un segundo análisis de las salchichas Frankfurt por parte de Pérez-Báez et al. (2021), se compararon diferentes tipos de extractos de flor de jamaica (infusión versus extracto etanólico). Se observó que el extracto etanólico ofrecía una mayor eficacia antioxidante y mejor coloración en el producto final. No obstante, el uso de infusión resultó más aceptable sensorialmente en términos de sabor. Este hallazgo sugiere que la elección del tipo de extracto debe considerar tanto su funcionalidad tecnológica como su impacto en la percepción del consumidor.

En un ensayo experimental más reciente, Onibi y Osho (2024) profundizaron en la relación entre extracto de hibisco y tiempo de almacenamiento. Se observó que en carne de pollo con inclusión de extracto dietario, los valores de TBARS se mantuvieron bajos hasta el día 6 de almacenamiento refrigerado, mientras que la carne sin tratamiento mostró un incremento acelerado de productos de oxidación desde el tercer día. Esto valida la función antioxidante del hibisco en condiciones reales de conservación.

Finalmente, en su revisión más amplia, Bahrami Feridoni y Khademi Shurmasti (2020) indicaron que el efecto del extracto de *Hibiscus sabdariffa* puede variar según la matriz alimentaria, el método de extracción, la concentración utilizada y la forma de aplicación. Adicionalmente, recomendaron realizar más estudios sensoriales con consumidores para determinar el umbral de aceptación de los atributos impartidos por el hibisco en carnes procesadas, especialmente en relación al sabor ácido y el cambio de color.

Estas investigaciones demuestran que la incorporación de extracto de flor de jamaica en productos cárnicos puede ofrecer beneficios sustanciales en cuanto a estabilidad oxidativa, vida útil microbiológica y calidad sensorial. Las investigaciones coinciden en que su eficacia depende de factores como el tipo de extracto (acuoso o etanólico), la concentración utilizada y la interacción con los componentes del producto. Además, la mayoría de los autores destacan que el hibisco representa una alternativa prometedora frente a los aditivos sintéticos comúnmente empleados en la industria cárnica, posicionándose como una opción funcional con valor agregado.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Caracterización de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y su potencial como antioxidante natural

2.2.1.1. Origen, distribución y aprovechamiento agroindustrial de la flor de jamaica

La flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es una especie ampliamente reconocida en regiones tropicales y subtropicales, destacándose por su adaptabilidad y valor económico en diversos sistemas productivos. Originaria de África Central y Asia Sudoriental, esta planta se ha diseminado exitosamente en América Latina, con México, Sudán y Tailandia como principales países productores a nivel mundial (Ali et al., 2022). En estos territorios, su cultivo es favorecido por la rusticidad de la especie y la diversidad de productos derivados que pueden desarrollarse, desde infusiones y bebidas refrescantes hasta ingredientes funcionales para la industria alimentaria.

La parte más aprovechada de *Hibiscus sabdariffa* corresponde a sus cálices carnosos, de intenso color rojo, ricos en pigmentos naturales y compuestos bioactivos de interés nutracéutico. Gracias a su composición, la flor de jamaica se ha consolidado como materia prima estratégica para la elaboración de extractos, polvos deshidratados y concentrados líquidos, los cuales se utilizan en la formulación de alimentos y bebidas, farmacéuticos y cosméticos (Kumar et al., 2021). Este aprovechamiento ha permitido valorizar su cultivo dentro de cadenas agroindustriales de bajo impacto ambiental y con potencial de diversificación productiva.

Uno de los atributos más relevantes de la flor de jamaica es su alto contenido de polifenoles, flavonoides y antocianinas, responsables no solo de su color característico, sino también de su notable capacidad antioxidante (Abubakar et al., 2020). Dichos compuestos confieren propiedades funcionales que contribuyen a contrarrestar la oxidación lipídica en alimentos, fenómeno que afecta directamente la calidad y vida útil de productos cárnicos como embutidos y mortadelas. Por ello, en la última década, diversas investigaciones han documentado el uso de extractos de *H. sabdariffa* como alternativas naturales a los conservantes sintéticos, alineándose con la tendencia de la industria alimentaria hacia ingredientes limpios y sostenibles (Sindi et al., 2022).

Adicionalmente, su cultivo representa una opción valiosa para comunidades rurales, generando ingresos mediante procesos de transformación artesanal y semi-industrial. En países como México y Centroamérica, la flor de jamaica constituye un componente esencial de la gastronomía tradicional, pero su proyección agroindustrial va mucho más allá, gracias a iniciativas de innovación que promueven su inclusión en productos funcionales de valor agregado (Hernández-Carranza et al., 2020).

De esta forma, la caracterización de la flor de jamaica como fuente de compuestos antioxidantes refuerza su potencial como insumo natural para extender la vida útil de alimentos perecederos, mejorar perfiles nutricionales y responder a la demanda de consumidores por alternativas más saludables y respetuosas con el medio ambiente.

2.2.1.2. Composición fitoquímica: polifenoles, antocianinas y otros compuestos bioactivos

La flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) destaca por su notable riqueza fitoquímica, lo que la posiciona como una de las especies vegetales de mayor interés para la obtención de compuestos funcionales aplicables en la industria alimentaria y nutracéutica. Esta planta posee un perfil químico complejo, en el que predominan los polifenoles y antocianinas, complementados por ácidos orgánicos, polisacáridos, vitaminas y minerales que, en conjunto, potencian sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorias (Ali et al., 2022).

Los polifenoles son uno de los grupos más relevantes, debido a su capacidad de neutralizar radicales libres y retardar reacciones de oxidación que deterioran la calidad de los alimentos. Dentro de los polifenoles presentes en la flor de jamaica se encuentran ácidos fenólicos como el ácido protocatecuico, gálico y el hibiscus ácido (Hernández-Carranza et al., 2020). Estas moléculas, ampliamente estudiadas, actúan como donadores de electrones, capturando especies reactivas de oxígeno y contribuyendo a la protección de lípidos, proteínas y otros componentes sensibles de matrices alimentarias.

Por su parte, las antocianinas representan los pigmentos responsables de la tonalidad rojiza característica de la flor. Este grupo pertenece a los flavonoides y se ha identificado principalmente en forma de delfinidina-3-sambubiósido y cianidina-3-sambubiósido, compuestos que confieren una alta capacidad antioxidante, además de aportar estabilidad visual a productos en los que se

incorpora el extracto (Sindi et al., 2022). La actividad antioxidante de las antocianinas no solo es relevante por su acción directa, sino porque se ha demostrado su efecto sinérgico con otros compuestos fenólicos presentes en la planta, lo que maximiza su eficacia como agente protector contra la oxidación lipídica.

A esta matriz bioactiva se suman otros metabolitos secundarios como flavonoides no antociánicos (quercetina, luteolina), taninos y ácidos orgánicos, entre ellos el ácido hibiscico, cítrico y málico, los cuales favorecen la conservación y brindan propiedades sensoriales particulares, como la acidez y el sabor refrescante típicos de la infusión de jamaica (Kumar et al., 2021). Asimismo, se han detectado niveles significativos de vitamina C, minerales como calcio y hierro, y polisacáridos con potencial prebiótico, ampliando el espectro funcional de esta especie (Abubakar et al., 2020).

Gracias a esta composición fitoquímica diversa y concentrada, el extracto etanólico de flor de jamaica se perfila como un recurso natural eficaz para reemplazar antioxidantes sintéticos en formulaciones de productos cárnicos, contribuyendo a extender su vida útil, conservar características organolépticas deseables y responder a las expectativas de consumidores cada vez más exigentes en cuanto a calidad y naturalidad de los ingredientes. Su potencial como fuente de compuestos bioactivos continúa motivando investigaciones orientadas a optimizar métodos de extracción y caracterización, así como a explorar su comportamiento en diferentes matrices alimentarias (Ali et al., 2022).

2.2.1.3. Principios de extracción: métodos y solventes aplicados para obtener extractos etanólicos

La obtención de extractos etanólicos de *Hibiscus sabdariffa L.* constituye un proceso fundamental para garantizar la concentración y estabilidad de los compuestos bioactivos presentes en los cálices. La elección del método de extracción y del solvente adecuado es determinante para preservar la integridad de polifenoles, antocianinas y otros metabolitos secundarios de interés funcional y tecnológico (Ullah et al., 2021).

En el caso de la flor de jamaica, la extracción convencional por maceración sigue siendo uno de los métodos más utilizados, debido a su sencillez operativa y bajo costo. Esta técnica implica el contacto directo del material vegetal deshidratado con el solvente etílico durante un tiempo prolongado, facilitando la

difusión de los compuestos solubles (Moussa-Ayoub et al., 2017). La maceración se puede realizar a temperatura ambiente o con agitación controlada para optimizar la transferencia de masa y aumentar el rendimiento del extracto.

No obstante, en la última década se han promovido métodos alternativos de extracción, como la extracción asistida por ultrasonido (UAE) y la extracción por microondas (MAE). Estas técnicas se orientan a reducir tiempos de procesamiento y consumo energético, incrementando la eficiencia en la liberación de polifenoles y antocianinas (Pangestu et al., 2020). La extracción asistida por ultrasonido, por ejemplo, genera cavitación acústica que rompe la pared celular de los tejidos vegetales, mejorando la liberación de los compuestos diana sin recurrir a temperaturas excesivas que podrían degradar los pigmentos.

En cuanto al solvente, el etanol destaca como uno de los más apropiados por su carácter polar intermedio, alta afinidad por los compuestos fenólicos y baja toxicidad residual, lo que facilita su aplicación en matrices alimentarias (Jiménez-Zamora et al., 2018). Además, el etanol cuenta con la ventaja de estar permitido como solvente GRAS (*Generally Recognized As Safe*), cumpliendo con estándares regulatorios internacionales para ingredientes naturales.

Varios estudios han demostrado que la eficiencia de la extracción etanólica depende de variables operativas como la concentración de etanol (normalmente en mezclas acuosas entre 50% y 80%), la relación sólido-líquido, el pH, la temperatura y el tiempo de contacto (Mekonnen et al., 2022). Por ello, la optimización de parámetros mediante diseño experimental se ha convertido en una práctica esencial para maximizar el rendimiento y la actividad antioxidante del extracto final.

Los principios de extracción aplicados a *Hibiscus sabdariffa* responden a la necesidad de obtener fracciones con alta concentración de compuestos funcionales, manteniendo estándares de inocuidad y calidad tecnológica. La adopción de métodos alternativos y la adecuada selección del etanol como solvente reafirman el compromiso de la industria alimentaria con procesos más limpios, seguros y eficientes, alineados con la tendencia hacia el aprovechamiento integral de recursos vegetales con fines funcionales y conservantes.

2.2.1.4. Propiedades antioxidantes de la flor de jamaica y su aplicación en productos cárnicos

El potencial antioxidante de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) ha despertado un interés considerable en la industria alimentaria, especialmente en la

formulación de productos cárnicos donde la oxidación lipídica representa uno de los principales desafíos para garantizar calidad y vida útil. Los cálices de esta planta concentran una diversidad de compuestos bioactivos —principalmente antocianinas, ácidos fenólicos y flavonoides— cuya actividad antioxidante ha sido ampliamente validada en estudios recientes (Ekezie et al., 2022).

La oxidación de lípidos en productos cárnicos emulsionados, como embutidos y mortadelas, es un proceso complejo que genera hidroperóxidos y radicales libres, afectando color, sabor, textura y, en última instancia, la aceptación del consumidor (Tosun et al., 2020). En este contexto, los extractos naturales derivados de *Hibiscus sabdariffa* emergen como alternativa frente a los antioxidantes sintéticos (como BHT y BHA), cuya seguridad y aceptación se encuentran cada vez más cuestionadas por consumidores y reguladores.

La actividad antioxidante de la jamaica radica principalmente en su alta concentración de antocianinas, destacando la delfinidina y la cianidina, que funcionan como potentes captadores de radicales libres. Además, los ácidos orgánicos presentes —protocatecuico, hibíscico y málico— refuerzan esta acción mediante la quelación de metales pesados, inhibiendo catalizadores de reacciones oxidativas (Ochoa-Velasco et al., 2019). Estudios comparativos han demostrado que la incorporación de extractos etanólicos de jamaica en matrices cárnicas no solo retrasa la formación de compuestos prooxidantes, sino que contribuye a mantener la estabilidad del color y la aceptabilidad sensorial durante almacenamiento refrigerado (Rojas-Armas et al., 2021).

La forma de incorporación de estos extractos resulta clave. Generalmente, se adicionan a la emulsión cárnica durante la fase de mezcla, asegurando una distribución homogénea. La concentración empleada suele oscilar entre 0,5% y 2% p/p, ajustándose según la intensidad de color y sabor que se desee lograr sin comprometer la aceptación sensorial (Pateiro et al., 2021). Además de su función antioxidante, la flor de jamaica puede aportar matices de sabor ligeramente ácidos y notas astringentes, que pueden ser apreciadas por ciertos perfiles de consumidores interesados en productos con atributos funcionales distintivos.

Un aspecto destacado es que el extracto de jamaica no solo combate la oxidación lipídica, sino que ejerce una acción antimicrobiana complementaria, reforzando la seguridad microbiológica de los embutidos (Ogunbanwo y Ogunsanya, 2022). Esta doble funcionalidad lo convierte en un candidato idóneo

para líneas de productos cárnicos más naturales, alineados con tendencias de etiquetado limpio y menor dependencia de aditivos artificiales.

En consecuencia, la aplicación de la flor de jamaica como antioxidante natural no solo prolonga la vida útil de mortadelas y otros embutidos, sino que fortalece la propuesta de valor frente a un mercado cada vez más orientado hacia alternativas sostenibles y saludables. Su aprovechamiento contribuye así a diversificar la oferta agroindustrial y a impulsar la innovación en cadenas de valor locales.

2.2.2. Caracterización de la mortadela de pollo como producto cárnico emulsionado

2.2.2.1. Definición, historia y consumo de mortadelas: aspectos tecnológicos y normativos

La mortadela es un embutido cárnico emulsionado ampliamente consumido a nivel mundial, cuyo origen histórico se remonta a la región de Bolonia, Italia, donde desde el siglo XIV se elaboraban productos de carne picada fina mezclada con especias y grasa, cocida y empaquetada para prolongar su conservación (Fernández et al., 2019). Con el desarrollo de la industria cárnica moderna, la mortadela se expandió a otras regiones, diversificando sus ingredientes y técnicas de procesamiento para adaptarse a las preferencias locales y a nuevas tendencias de consumo. En Latinoamérica, la mortadela es uno de los embutidos más populares por su accesibilidad, versatilidad culinaria y valor nutritivo aceptable a bajo costo (Monteiro et al., 2021).

La mortadela de pollo surge como una variante tecnológica de interés para consumidores que buscan productos cárnicos con menor contenido de grasa saturada y colesterol, en comparación con la mortadela de cerdo tradicional (Cittadini et al., 2022). Esta versión utiliza carne magra de pechuga o muslo de pollo, combinada con grasa de ave o aceites vegetales, además de especias, sal, estabilizantes, fosfatos y agua. El proceso tecnológico incluye etapas de desmenuzado, emulsificación, embutido en tripas artificiales y cocción controlada a temperaturas de 72–75 °C para garantizar la inactivación de patógenos y la formación estable de la emulsión (Herrero et al., 2020).

Desde un punto de vista normativo, la mortadela de pollo debe cumplir especificaciones técnicas establecidas por autoridades alimentarias nacionales e internacionales. Por ejemplo, el Codex Alimentarius establece parámetros mínimos

de contenido proteico, límites de grasa, aditivos permitidos y etiquetado nutricional (Codex Alimentarius, 2019). Las legislaciones nacionales, como las normas INEN en Ecuador o equivalentes en otros países, precisan además requisitos microbiológicos que aseguren la inocuidad del producto durante su almacenamiento en refrigeración.

El control de la estabilidad de la emulsión es un factor crítico en la calidad tecnológica de la mortadela, pues influye en la textura, jugosidad y apariencia del corte. Para lograrlo, se utilizan proteínas funcionales como aislados de soya, caseinatos o proteínas plasmáticas, que aumentan la capacidad de retención de agua y la unión de grasa (Pateiro et al., 2021). No obstante, la presencia de lípidos insaturados en la grasa de ave y aceites vegetales hace que la mortadela de pollo sea susceptible a la oxidación lipídica, lo que afecta negativamente color, sabor y vida útil.

En respuesta a este desafío, investigaciones recientes proponen la incorporación de extractos naturales con actividad antioxidante, como el extracto etanólico de flor de jamaica, para sustituir parcialmente antioxidantes sintéticos como BHA o BHT (Domínguez et al., 2022). Este enfoque no solo preserva la estabilidad oxidativa, sino que aporta un valor agregado al producto al responder a la demanda de consumidores que buscan alternativas con etiqueta limpia y menor carga química.

La mortadela de pollo es un producto que combina tradición y evolución tecnológica, bajo un marco regulatorio estricto, y que actualmente se proyecta como un vehículo para innovar con ingredientes funcionales de origen natural.

2.2.2.2. Ingredientes principales y formulación básica de una mortadela de pollo

La mortadela de pollo, como producto cárnico emulsionado, combina materias primas animales y aditivos tecnológicos cuidadosamente seleccionados para garantizar atributos sensoriales y de inocuidad acordes a los estándares de calidad y normativas vigentes. La base proteica principal está constituida por carne magra de pollo, que suele provenir de pechuga y muslo deshuesado, seleccionada por su bajo contenido de grasa intramuscular y su capacidad de emulsificación (Youssef y Barbut, 2020).

A diferencia de la mortadela de cerdo tradicional, la formulación con carne de ave requiere equilibrar la relación entre proteína y grasa para mantener la

textura, la jugosidad y la palatabilidad características. Por ello, se adiciona grasa de pollo, grasa vegetal o aceites refinados (por ejemplo, aceite de girasol o canola) para aportar la fase lipídica necesaria. Esta fracción grasa debe estabilizarse dentro de la matriz proteica mediante el uso de proteínas funcionales y sales de curado (Nowak et al., 2021).

Los ingredientes básicos incluyen sal, que cumple una triple función: resalta el sabor, ayuda a extraer proteínas miofibrilares que facilitan la formación de la emulsión y contribuye a la conservación al reducir la actividad de agua (Barbut, 2019). Los fosfatos son otro aditivo clave; actúan incrementando la capacidad de retención de agua, mejoran la textura final y estabilizan la emulsión al reforzar la interacción entre proteínas y grasa (Zhang et al., 2021).

Dentro de la formulación estándar, se incorpora agua o hielo triturado para facilitar la mezcla, reducir la temperatura durante la emulsificación y garantizar la dispersión homogénea de ingredientes. En algunos casos se agregan proteínas no cárnicas (aislados de soya, caseinatos o proteínas lácteas) que optimizan la funcionalidad, especialmente en formulaciones con menor contenido de grasa (Serdaroğlu et al., 2018).

Los condimentos, especias y aditivos secundarios (nuez moscada, pimienta blanca, ajo en polvo, entre otros) contribuyen a definir el perfil organoléptico, mientras que los colorantes y antioxidantes regulados ayudan a mantener un color uniforme y retrasar la rancidez oxidativa (Pateiro et al., 2021). Sin embargo, la tendencia actual apunta a minimizar o sustituir aditivos sintéticos por extractos naturales con actividad antioxidante y potencial antimicrobiano. En este contexto, la inclusión de extractos de flor de jamaica representa una innovación interesante: estos aportan compuestos fenólicos y antocianinas que no solo inhiben la oxidación lipídica, sino que también pueden contribuir a tonalidades atractivas y diferenciadas en el producto final (Oboh et al., 2019).

Una formulación típica para mortadela de pollo oscila entre 60 y 70% de carne magra, 10 a 20% de grasa (animal o vegetal), 15 a 20% de agua o hielo, 1,5 a 2% de sal, 0,3 a 0,5% de fosfatos y cantidades ajustadas de especias y extractos funcionales (Domínguez et al., 2022). La mezcla se emulsiona en cutter a temperaturas controladas y posteriormente se embute y cuece a temperatura interna adecuada para asegurar inocuidad.

El desarrollo de formulaciones más saludables y funcionales depende de la optimización de estos ingredientes, buscando un balance entre perfil nutricional, estabilidad tecnológica, vida útil y aceptación sensorial.

2.2.2.3. Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas relevantes en mortadelas

La calidad y seguridad de la mortadela de pollo dependen en gran medida de sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, las cuales determinan la estabilidad del producto durante su almacenamiento, así como su aceptación sensorial y cumplimiento normativo. Desde el punto de vista fisicoquímico, parámetros como pH, capacidad de retención de agua, estabilidad de la emulsión, actividad de agua (a_w) y perfil de lípidos son indicadores clave que inciden en la textura, jugosidad, color y vida útil del embutido (Pateiro et al., 2021).

El pH de la mortadela se sitúa típicamente en un rango de 6,0 a 6,3, valor que favorece la solubilización de proteínas miofibrilares necesarias para formar una red estable que retiene grasa y agua durante la cocción (Herrero et al., 2020). Un pH adecuado también influye en la estabilidad microbiológica, ya que valores más bajos limitan el crecimiento de microorganismos alterantes y patógenos. En formulaciones funcionales, como aquellas con extracto de flor de jamaica, es posible que los ácidos orgánicos presentes en el extracto contribuyan a ajustar levemente este parámetro, mejorando la conservación (Rojas-Armas et al., 2021).

La capacidad de retención de agua es otro atributo tecnológico fundamental. Determina el rendimiento del proceso y la jugosidad del producto final. Aditivos como sales, fosfatos y proteínas funcionales, junto con una emulsificación eficiente, son responsables de maximizar este parámetro. Sin embargo, la oxidación lipídica puede afectar la integridad de la emulsión, generando exudación de grasa y agua, lo que disminuye la calidad (Fernández et al., 2021). En este sentido, la incorporación de extractos antioxidantes naturales, como el de jamaica, ha mostrado efectos positivos en la estabilidad estructural de embutidos, al retardar la rancidez y proteger las membranas lipídicas (Oboh et al., 2019).

Desde el enfoque microbiológico, la mortadela de pollo se clasifica como un producto cocido listo para consumo, por lo que debe cumplir estándares estrictos en cuanto a la ausencia de patógenos como *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli* O157:H7 (Codex Alimentarius, 2019). Además, es indispensable controlar la carga microbiana total, los mesófilos aerobios,

psicrotrofos y microorganismos indicadores como coliformes y mohos, para garantizar la estabilidad durante el almacenamiento refrigerado (García-González et al., 2021).

El control microbiológico se refuerza mediante prácticas adecuadas de higiene, tecnologías de pasteurización y empaques al vacío o en atmósfera modificada. Complementariamente, la tendencia actual busca potenciar la seguridad mediante el uso de extractos naturales con actividad antimicrobiana. En el caso de la flor de jamaica, estudios recientes demuestran que sus polifenoles ejercen un efecto bacteriostático de microorganismos comunes en productos cárnicos, contribuyendo a prolongar la vida útil y reducir el riesgo de contaminación (Chang et al., 2022).

La caracterización fisicoquímica y microbiológica de la mortadela de pollo debe integrarse en cualquier estrategia de innovación que contemple ingredientes funcionales. El objetivo es garantizar que la adición de extractos como el de jamaica mantenga o incluso mejore la estabilidad del pH, retención de agua, perfil de lípidos y control microbiológico, alineándose con la demanda de alimentos más saludables, seguros y naturales.

2.2.2.4. Factores que afectan la estabilidad oxidativa de productos cárnicos emulsionados

La estabilidad oxidativa es un parámetro crítico en la calidad de productos cárnicos emulsionados como la mortadela de pollo, pues determina en gran medida su vida útil, seguridad y aceptación sensorial. La oxidación lipídica es el principal proceso de deterioro en estos productos, dado que la emulsión combina lípidos insaturados, agua y oxígeno, generando un entorno favorable para la formación de radicales libres (Lorenzo et al., 2019).

Uno de los factores clave que afectan la oxidación es la composición de la grasa. En la mortadela de pollo, la fracción lipídica suele contener un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados, principalmente oleico y linoleico, en comparación con la mortadela de cerdo. Aunque esto mejora el perfil nutricional, también incrementa la susceptibilidad a la rancidez oxidativa (Zhang et al., 2021). La oxidación se intensifica en presencia de metales prooxidantes, como hierro y cobre, que actúan como catalizadores, acelerando la formación de hidroperóxidos y compuestos volátiles responsables de sabores y olores indeseables (Munekata et al., 2021).

Las condiciones de procesamiento y almacenamiento constituyen otro factor determinante. Un picado excesivo, temperaturas elevadas o tiempos prolongados de emulsificación pueden favorecer la incorporación de oxígeno, generando un ambiente propicio para reacciones de autooxidación (Barbut, 2019). Por ello, la industria optimiza el uso de hielo y mezclado en frío, buscando reducir la temperatura de la masa y limitar la exposición al oxígeno.

El pH del producto influye directamente de la actividad de enzimas lipolíticas y la solubilidad de los metales prooxidantes. Valores de pH más bajos tienden a ralentizar la oxidación, mientras que un pH cercano a la neutralidad puede acelerar la reacción (Pateiro et al., 2021). Asimismo, la presencia de sales de curado (como nitrito de sodio) ejerce una acción antioxidante secundaria al secuestrar radicales y estabilizar el color, pero existe una tendencia creciente a limitar su uso debido a restricciones regulatorias y preferencias del consumidor (Domínguez et al., 2022).

En este escenario, la adición de antioxidantes naturales se plantea como una estrategia efectiva para retardar la oxidación lipídica. Los extractos de flor de jamaica destacan por su contenido en polifenoles y antocianinas, moléculas con alta capacidad de donar electrones y capturar radicales libres. Además, su acción quelante limita la disponibilidad de metales catalizadores en la emulsión (Oboh et al., 2019). Investigaciones recientes muestran que concentraciones entre 0,5% y 1,5% de extracto etanólico de jamaica logran reducir significativamente los índices de peróxidos en productos cárnicos durante almacenamiento refrigerado, sin afectar negativamente las características sensoriales (Chang et al., 2022).

Las condiciones de envasado y atmósfera de almacenamiento completan los factores que modulan la estabilidad oxidativa. El uso de envases al vacío o atmósfera modificada con reducción de oxígeno minimiza la exposición del producto a condiciones que favorezcan la rancidez (Kumar et al., 2021). Por ello, la aplicación conjunta de tecnologías de envasado con extractos naturales representa una solución integral para extender la vida útil de mortadelas de pollo, optimizando su calidad y satisfaciendo exigencias de sostenibilidad y consumo responsable.

2.2.3. Evaluación de las características organolépticas de productos cárnicos

2.2.3.1. Principios de análisis sensorial: definición, objetivos y fundamentos metodológicos

El análisis sensorial es una herramienta indispensable para evaluar la calidad de productos cárnicos emulsionados como la mortadela de pollo, ya que permite medir de forma objetiva las reacciones humanas ante atributos como sabor, olor, textura, color y aceptación general. A diferencia de los ensayos instrumentales, el análisis sensorial interpreta la percepción subjetiva del consumidor, convirtiéndose en un puente esencial entre el diseño tecnológico del alimento y su éxito comercial (Meilgaard et al., 2016).

El objetivo central del análisis sensorial es traducir las experiencias sensoriales en datos cuantificables mediante métodos estadísticos robustos. Esto permite a los desarrolladores de productos tomar decisiones fundamentadas de formulaciones, aditivos y mejoras tecnológicas. En el caso de la mortadela de pollo enriquecida con extracto de flor de jamaica, el análisis sensorial es clave para determinar la influencia de este extracto de el perfil organoléptico y la aceptación final (Sánchez-Zapata et al., 2020).

Existen múltiples metodologías para análisis sensorial, que se clasifican generalmente en pruebas discriminativas, descriptivas y afectivas. Las pruebas discriminativas, como la triangular o de pareado, determinan si existen diferencias perceptibles entre muestras. Las pruebas descriptivas, como el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), caracterizan la intensidad de atributos específicos mediante paneles entrenados. Finalmente, las pruebas afectivas evalúan la aceptación o preferencia mediante paneles de consumidores no entrenados, que representan la opinión real del mercado objetivo (Stone y Sidel, 2020).

Un diseño sensorial sólido requiere cumplir principios metodológicos básicos: definición clara del objetivo de la prueba, selección y entrenamiento adecuado del panel de catadores, diseño experimental con control de variables externas (luz, temperatura, presentación de muestras) y uso de escalas estadísticas apropiadas. Para la mortadela de pollo con extracto de jamaica, es recomendable emplear escalas hedónicas de 9 puntos para variables como sabor, olor, textura y aceptación global, complementadas con pruebas discriminativas que detecten diferencias sutiles en color y sabor generadas por los compuestos fenólicos del extracto (Toldrá et al., 2021).

El análisis sensorial debe estar respaldado por protocolos de ética y bioseguridad, garantizando la salud y neutralidad de los participantes. Además, los datos recolectados requieren tratamiento estadístico mediante análisis de varianza

(ANOVA) y pruebas post hoc para validar diferencias significativas. La integración de resultados sensoriales con indicadores fisicoquímicos y microbiológicos ofrece una visión holística del comportamiento del producto (Pateiro et al., 2021).

El análisis sensorial es un pilar metodológico para optimizar la formulación de mortadelas funcionales, asegurando que la inclusión de extractos naturales, como la flor de jamaica, mantenga o potencie atributos clave para el consumidor sin comprometer la aceptabilidad.

2.2.3.2. Variables organolépticas clave: color, olor, sabor, textura y aceptación global

Las variables organolépticas determinan la percepción sensorial que tiene el consumidor de un producto cárnico emulsionado como la mortadela de pollo. Estas variables incluyen principalmente color, olor, sabor, textura y aceptación global, todos factores interrelacionados que definen la calidad y la posibilidad de compra repetida (Fernández et al., 2020).

El color es uno de los atributos más influyentes en la decisión de compra. En embutidos cocidos, se asocia con frescura, calidad y atractivo visual. El color rosado uniforme de la mortadela de pollo se logra mediante el control del proceso térmico, la calidad de la carne y el uso de aditivos como nitrito de sodio. Sin embargo, la tendencia de reducir aditivos sintéticos abre la puerta a pigmentos naturales como las antocianinas presentes en la flor de jamaica, que pueden aportar tonalidades atractivas, aunque su estabilidad frente al calor y pH debe ser cuidadosamente controlada (Oboh et al., 2019).

El olor constituye el primer contacto sensorial durante la apertura del empaque. Un aroma fresco, ligeramente especiado y sin indicios de rancidez es indicador de calidad y frescura. La oxidación de lípidos, en particular en mortadelas bajas en grasa saturada y con aceites vegetales, puede generar olores rancios que afectan negativamente la aceptabilidad (Pateiro et al., 2021). La flor de jamaica, rica en compuestos fenólicos volátiles, puede influir discretamente en el aroma final, aportando matices herbales que deben ser evaluados sensorialmente.

El sabor combina sensaciones básicas (salado, umami) y notas derivadas de especias y condimentos. Para mortadelas reformuladas con extractos, es fundamental verificar que los compuestos bioactivos no generen sabores astringentes o ácidos excesivos, que podrían reducir la aceptación (Kumar et al., 2021). Estudios recientes destacan que extractos de jamaica correctamente

dosificados no alteran negativamente el perfil de sabor y contribuyen a un sabor más fresco y natural (Chang et al., 2022).

La textura es otro factor clave, ya que está asociada con la estructura de la emulsión y la interacción de proteínas, grasa y agua. Una textura firme, homogénea y jugosa es resultado de una buena retención de agua y una emulsión estable. El extracto de jamaica, al contener polisacáridos y compuestos fenólicos, puede interactuar con proteínas miofibrilares y afectar suavemente la firmeza y cohesividad, lo que hace indispensable validar su efecto mediante análisis instrumental y paneles entrenados (Herrero et al., 2020).

La aceptación global es la síntesis de todas estas percepciones. Los consumidores evalúan de forma integral la armonía entre color, aroma, sabor y textura. Pruebas hedónicas permiten medir esta variable clave, especialmente cuando se comparan formulaciones con y sin extractos funcionales. La aceptación global es esencial para garantizar la viabilidad comercial de mortadelas con ingredientes naturales (Domínguez et al., 2022).

2.2.3.3. Diseño de pruebas sensoriales para embutidos: tipos de paneles y escalas de evaluación

El diseño de pruebas sensoriales en productos cárnicos emulsionados como la mortadela de pollo resulta esencial para evaluar objetivamente la percepción del consumidor y optimizar la formulación cuando se incorporan extractos funcionales como el de flor de jamaica. La selección de paneles, escalas de medición y condiciones de prueba son factores determinantes para garantizar resultados válidos, reproducibles y comparables (Meilgaard et al., 2016).

Para mortadelas reformuladas, se recomienda combinar paneles entrenados y no entrenados. El panel entrenado compuesto por 8 a 12 personas se forma mediante sesiones sistemáticas de capacitación, donde los evaluadores aprenden a identificar, describir y cuantificar atributos específicos como firmeza, cohesividad, jugosidad y notas de sabor (Stone y Sidel, 2020). Este panel se aplica a pruebas descriptivas, como el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), útil para caracterizar diferencias generadas por la adición de extractos de jamaica.

El panel de consumidores, en cambio, es no entrenado, heterogéneo y numeroso (mínimo 50 personas). Su función es medir la aceptación hedónica, es decir, si la mortadela reformulada es preferida o rechazada. Las escalas hedónicas de 9 puntos son las más usadas para evaluar variables clave: color, olor, sabor,

textura y aceptación global. En productos con extractos vegetales, es esencial comprobar que el sabor no presente notas indeseables (astringencia, acidez excesiva) que afecten la aceptación (Pateiro et al., 2021).

En mortadelas con extracto etanólico de flor de jamaica, el color es un atributo sensible. Las antocianinas pueden modificar tonalidades, por lo que conviene validar el impacto con escalas de intensidad de color (de 0 a 10) y pruebas discriminativas como la triangular, para detectar diferencias perceptibles frente a la versión sin extracto (Sánchez-Zapata et al., 2020).

El diseño experimental debe contemplar aleatorización en la presentación de muestras para evitar sesgos de orden. Además, el ambiente de cata debe ser controlado: luz neutra, cabinas individuales, temperatura estable, utensilios neutros. Las muestras se codifican con números aleatorios para garantizar imparcialidad (Toldrá et al., 2021).

La recopilación de datos sensoriales se complementa con análisis estadísticos robustos, principalmente ANOVA de medidas repetidas y pruebas post hoc (Tukey) para identificar diferencias significativas entre formulaciones. La correlación de resultados sensoriales con variables instrumentales, por ejemplo, perfil de textura medido con texturómetro o color mediante colorímetro permite validar y explicar las percepciones del panel (Fernández et al., 2020).

En la industria, esta metodología facilita ajustar dosificaciones del extracto de jamaica, optimizando la concentración que prolongue la vida útil sin comprometer el perfil sensorial. Además, los resultados de paneles de consumidores orientan estrategias de marketing, empaques y etiquetado, reforzando mensajes de “producto natural” o “libre de conservantes artificiales”.

El diseño riguroso de pruebas sensoriales es una herramienta clave para garantizar que la innovación tecnológica como la incorporación de flor de jamaica— logre un equilibrio entre funcionalidad antioxidante y aceptación del consumidor final.

2.2.3.4. Factores que influyen en la percepción sensorial y aceptación del consumidor

La aceptación de un producto cárnico como la mortadela de pollo enriquecida con extracto etanólico de flor de jamaica no depende solo de su composición, sino de una compleja interacción de factores sensoriales, culturales y psicológicos que determinan la percepción global del consumidor (Grunert, 2019).

Uno de los factores determinantes es la familiaridad del consumidor con ingredientes no convencionales. El uso de extractos de flor de jamaica, con sus antocianinas y compuestos fenólicos, puede generar cambios perceptibles en color, sabor o aroma. Estos cambios pueden ser valorados positivamente si se comunican como beneficios funcionales, pero también pueden generar resistencia si se interpretan como alteraciones indeseadas (Ares y Jaeger, 2017).

La información en la etiqueta y la credibilidad del mensaje influyen decisivamente. Un etiquetado que destaque “antioxidantes naturales”, “libre de sintéticos” o “con extracto de flor de jamaica” predispone a los consumidores a percibir atributos sensoriales bajo un sesgo positivo. Esto se conoce como efecto halo, ampliamente estudiado en alimentos funcionales (Varela y Fiszman, 2013).

El contexto de consumo también afecta la percepción. Un consumidor que prueba la mortadela en un ambiente controlado (cabina de análisis sensorial) puede percibir diferencias más claras que en un contexto real de consumo, acompañado de pan, salsas u otros alimentos que enmascaran atributos sutiles (Sultana et al., 2020).

Además, el perfil sociodemográfico incide en la aceptabilidad. Estudios muestran que consumidores jóvenes, con mayor interés en dietas saludables, aceptan mejores innovaciones como extractos naturales. Grupos con menor familiaridad con ingredientes funcionales pueden mostrar reticencia inicial, lo que subraya la importancia de estrategias de comunicación y degustación para generar confianza (Ares y Jaeger, 2017).

Finalmente, la percepción sensorial se correlaciona con la expectativa de beneficio. Si el consumidor percibe que la mortadela con extracto de jamaica tiene propiedades antioxidantes y contribuye a una dieta más limpia, tolera mejores cambios leves en textura o sabor (Varela y Fiszman, 2013). La clave es lograr un balance entre innovación y mantenimiento de atributos organolépticos tradicionales.

Por ello, la integración de factores sensoriales, estudios de consumidores y estrategias de marketing resulta indispensable para el éxito de productos cárnicos funcionales. En mortadelas reformuladas, esta combinación permite diseñar no solo un alimento aceptable técnicamente, sino también deseable y coherente con las tendencias de salud y sostenibilidad.

2.2.4 Estabilidad oxidativa y vida útil de embutidos con aditivos naturales

2.2.4.1. Oxidación lipídica en productos cárnicos: mecanismos, etapas y efectos de la calidad

La oxidación lipídica es uno de los procesos de deterioro más importantes que afectan la calidad de productos cárnicos emulsionados como la mortadela de pollo. Este fenómeno consiste en reacciones químicas que afectan la integridad de los ácidos grasos insaturados, generando compuestos secundarios responsables de sabores rancios, decoloración y reducción de la aceptabilidad del producto (Lorenzo et al., 2019).

En términos bioquímicos, la oxidación lipídica implica tres fases: iniciación, propagación y terminación. En la fase de iniciación, la presencia de oxígeno, calor, luz o metales pesados (como hierro libre de la hemoglobina o cobre de maquinaria) genera radicales libres, que atacan los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados (Munekata et al., 2021). Esto es especialmente relevante en mortadelas de pollo, donde la fracción lipídica tiene mayor proporción de ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico), más susceptibles a la oxidación que la grasa porcina tradicional (Barbut, 2019).

En la fase de propagación, estos radicales libres reaccionan con oxígeno formando hidroperóxidos, que a su vez descomponen otras moléculas lipídicas, generando una reacción en cadena difícil de detener. Los hidroperóxidos son inestables y se descomponen en aldehídos, cetonas y ácidos grasos de cadena corta, compuestos responsables de sabores rancios y olores desagradables (Pateiro et al., 2021). Finalmente, la fase de terminación ocurre cuando los radicales se estabilizan formando productos no reactivos, aunque a costa de una degradación irreversible del perfil lipídico y nutricional.

Los efectos prácticos de la oxidación en mortadelas se manifiestan principalmente en la pérdida de color rosado, desarrollo de olores rancios y textura menos jugosa. Esta degradación sensorial disminuye la vida útil y afecta la percepción de frescura, reduciendo la disposición de compra del consumidor (Domínguez et al., 2022).

Tradicionalmente, la industria controla este fenómeno mediante antioxidantes sintéticos (BHA, BHT), pero la presión de consumidores y regulaciones ha impulsado la búsqueda de antioxidantes naturales. Los extractos

de plantas, como la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*), se perfilan como alternativas viables gracias a su contenido en polifenoles y antocianinas, que neutralizan radicales libres y quelan metales prooxidantes (Chang et al., 2022).

Estudios recientes destacan que la incorporación de extracto etanólico de flor de jamaica en mortadelas de pollo reduce la formación de compuestos oxidativos primarios (índice de peróxidos) y secundarios (TBARS) durante almacenamiento refrigerado, contribuyendo a preservar atributos sensoriales y prolongar la vida útil sin comprometer la calidad (Oboh et al., 2019).

Comprender la oxidación lipídica y su control mediante antioxidantes naturales es esencial para el diseño de mortadelas funcionales, más estables, con etiqueta limpia y alineadas con tendencias de innovación responsable.

2.2.4.2. Indicadores de oxidación: índice de peróxidos y metodologías analíticas

El monitoreo de la oxidación lipídica es una etapa esencial en la producción de productos cárnicos emulsionados como la mortadela de pollo. Para demostrar la eficacia de antioxidantes naturales, como el extracto etanólico de flor de jamaica, es indispensable contar con indicadores confiables que permitan cuantificar de forma precisa la magnitud y la evolución de la oxidación a lo largo del almacenamiento (Pateiro et al., 2021).

Uno de los indicadores más empleados en la industria es el índice de peróxidos (IP), que mide la concentración de hidroperóxidos, productos primarios formados en la fase inicial de la oxidación. Su medición permite detectar el inicio del proceso antes de que se generen compuestos secundarios responsables de sabores y olores indeseables (Kumar et al., 2021). Los resultados se expresan en miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de grasa y proporcionan una referencia clara para comparar lotes tratados con antioxidantes frente a lotes control.

Sin embargo, el IP tiene limitaciones: los hidroperóxidos son inestables y tienden a descomponerse en aldehídos, cetonas y otros compuestos volátiles. Por ello, se complementa con métodos que cuantifican productos secundarios. Entre estos destaca el ensayo TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substances*), que mide la presencia de malonaldehído (MDA), un marcador clave de oxidación secundaria y de impacto sensorial directo por su asociación con aromas rancios (Domínguez et al., 2022).

Además del IP y TBARS, algunas investigaciones integran análisis cromatográficos para identificar aldehídos volátiles como hexanal y heptanal, que se correlacionan con la percepción de rancidez. Estos compuestos pueden ser evaluados mediante técnicas de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), proporcionando un perfil más detallado del deterioro lipídico (Munekata et al., 2021).

En el caso de mortadelas de pollo reformuladas con extracto de flor de jamaica, la combinación de estos indicadores permite validar científicamente su efecto protector. Estudios recientes han demostrado que la incorporación de 0,5% a 1,5% de extracto etanólico reduce significativamente el IP y TBARS durante periodos de almacenamiento refrigerado de 21 a 28 días, comparado con muestras sin extracto (Chang et al., 2022). Este resultado confirma la acción antioxidante de los polifenoles y antocianinas presentes en la jamaica, que donan electrones y estabilizan radicales libres.

Asimismo, algunos trabajos complementan estos indicadores con ensayos de capacidad antioxidante total, como DPPH y FRAP, que evalúan la habilidad del extracto para neutralizar radicales libres in vitro. Aunque estos métodos no sustituyen al IP y TBARS, aportan datos adicionales para comprender la eficacia funcional del extracto dentro de la matriz cárnica (Oboh et al., 2019).

La interpretación de los indicadores de oxidación debe correlacionarse con resultados sensoriales y parámetros instrumentales como el color (L^* , a^* , b^*), ya que la oxidación afecta directamente la apariencia visual y la aceptación del consumidor. Esta integración analítica permite definir la dosificación óptima del extracto de jamaica, garantizar su funcionalidad y justificar la sustitución de conservantes sintéticos.

Una estrategia de control de oxidación basada en indicadores validados respalda la innovación de mortadelas de pollo más estables, seguras y alineadas con las preferencias de consumidores que valoran ingredientes de origen natural.

2.2.4.3. Estrategias para prolongar la vida útil mediante antioxidantes naturales

La búsqueda de estrategias efectivas para prolongar la vida útil de productos cárnicos emulsionados como la mortadela de pollo responde a la necesidad de mantener la calidad sensorial, la seguridad microbiológica y la aceptación del consumidor. Uno de los principales desafíos tecnológicos es frenar la oxidación

lipídica, un fenómeno que impacta negativamente en el sabor, el aroma, la textura y el color, acortando la vida de anaquel y generando rechazo por parte del consumidor (Lorenzo et al., 2019).

Tradicionalmente, la industria ha utilizado antioxidantes sintéticos como BHA, BHT o TBHQ para retardar la formación de radicales libres y la propagación de reacciones de autooxidación. Sin embargo, la presión de los consumidores por productos más naturales y la regulación cada vez más estricta de aditivos sintéticos han impulsado el uso de alternativas de origen vegetal. Este giro hacia soluciones naturales ha permitido posicionar extractos ricos en polifenoles y antocianinas como la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) como opción viable para la reformulación de embutidos cocidos (Domínguez et al., 2022).

Los extractos etanólicos de flor de jamaica concentran compuestos fenólicos bioactivos con doble función: actuar como donadores de electrones para neutralizar radicales libres y secuestrar metales prooxidantes como hierro y cobre, que suelen encontrarse en matrices cárnicas tras el procesamiento (Chang et al., 2022). Estos mecanismos interrumpen las etapas de propagación de la oxidación lipídica, manteniendo la estabilidad de los lípidos insaturados, responsables de la jugosidad y textura de la mortadela de pollo.

Estudios recientes reportan que dosis de extracto etanólico de jamaica entre 0,5% y 1,5% pueden reducir significativamente los valores de índice de peróxidos y TBARS durante 21 a 28 días de almacenamiento refrigerado, manteniendo parámetros de color aceptables y mejor perfil sensorial (Oboh et al., 2019). Además, algunos trabajos resaltan la actividad antimicrobiana complementaria de los flavonoides y ácidos orgánicos presentes, que contribuyen a limitar la proliferación de bacterias alterantes y extender la vida útil microbiológica (Pateiro et al., 2021).

Para maximizar estos efectos, la industria combina estrategias sinérgicas: además de la adición de antioxidantes naturales, se optimizan procesos como la emulsificación en frío, el uso de envases al vacío o en atmósfera modificada y la refrigeración controlada. Estas prácticas limitan la exposición al oxígeno y la humedad, factores determinantes para la autooxidación y la degradación microbiana (Munekata et al., 2021).

Sin embargo, es clave validar la compatibilidad sensorial del extracto. Aunque la flor de jamaica aporta beneficios antioxidantes y antimicrobianos, una

concentración excesiva puede inducir notas ácidas o astringentes que podrían reducir la aceptación. Por ello, las pruebas sensoriales y el monitoreo de indicadores de oxidación permiten establecer la dosificación óptima para garantizar un equilibrio entre funcionalidad tecnológica y atributos organolépticos (Kumar et al., 2021).

El uso de antioxidantes naturales como la flor de jamaica, articulado con prácticas de conservación y envasado adecuadas, representa una estrategia sostenible para prolongar la vida útil de mortadelas de pollo, atender la demanda de etiquetado limpio y fortalecer la competitividad del sector cárnico ante consumidores cada vez más informados y exigentes.

2.2.4.4. Efectos combinados de extractos antioxidantes y condiciones de almacenamiento

El desarrollo de mortadelas de pollo más estables y con mayor vida útil no depende únicamente de la incorporación de antioxidantes naturales, sino de la interacción de estos extractos con las condiciones de almacenamiento y las prácticas tecnológicas complementarias. En la industria cárnica moderna, la optimización conjunta de formulación, procesamiento y conservación se reconoce como una estrategia integrada para garantizar la inocuidad y mantener atributos sensoriales aceptables durante toda la vida de anaquel (Lorenzo et al., 2019).

Los extractos etanólicos de flor de jamaica, ricos en polifenoles y antocianinas, han demostrado ser efectivos para retardar la oxidación lipídica gracias a su capacidad de donar electrones y neutralizar radicales libres (Chang et al., 2022). Sin embargo, su potencial se maximiza cuando se complementa con prácticas de almacenamiento adecuadas, como la refrigeración continua, el envasado al vacío o la atmósfera modificada (Munekata et al., 2021).

El almacenamiento refrigerado, a temperaturas entre 0 y 4 °C, es el primer control físico para frenar la actividad enzimática y el desarrollo microbiano. Bajo estas condiciones, la velocidad de propagación de la oxidación disminuye, permitiendo que los antioxidantes naturales ejerzan su efecto protector de forma más prolongada (Pateiro et al., 2021). En mortadelas sin extractos, la oxidación puede generar incrementos rápidos del índice de peróxidos y compuestos secundarios volátiles, incluso en frío. Por ello, la adición de extracto de flor de jamaica refuerza esta barrera pasiva, generando un doble mecanismo de control.

Otra práctica complementaria es el envasado al vacío o en atmósfera modificada con gases inertes (por ejemplo, nitrógeno y dióxido de carbono). Estos sistemas limitan drásticamente la disponibilidad de oxígeno, elemento clave para la formación de radicales libres. La combinación de bajo oxígeno y extractos antioxidantes genera un entorno desfavorable para la rancidez lipídica, manteniendo atributos como color rosado, aroma neutro y textura jugosa por más tiempo (Domínguez et al., 2022).

Estudios recientes muestran que el efecto sinérgico de extractos de flor de jamaica y envasado al vacío puede reducir hasta en un 40 % los valores de TBARS y retrasar significativamente la aparición de sabores rancios durante almacenamiento refrigerado de 21 a 28 días (Oboh et al., 2019). Este control combinado también limita el crecimiento de microorganismos alterantes, ya que la jamaica aporta una ligera actividad antimicrobiana atribuida a sus ácidos orgánicos y flavonoides (Kumar et al., 2021).

Sin embargo, es fundamental validar que las concentraciones empleadas no alteren negativamente la percepción sensorial. La interacción de compuestos fenólicos con proteínas puede modificar levemente textura y color, de ahí la importancia de correlacionar datos fisicoquímicos con resultados de paneles sensoriales y análisis instrumentales.

En síntesis, la aplicación de extractos antioxidantes como la flor de jamaica, articulada con almacenamiento refrigerado, envasado al vacío o atmósfera modificada, constituye una estrategia tecnológica integral para prolongar la vida útil de mortadelas de pollo. Esta sinergia responde a la demanda de productos con menos aditivos sintéticos y mayor valor agregado, alineando innovación, funcionalidad y confianza del consumidor.

2.3 Marco legal

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1338:2012

CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS, PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS - MADURADOS Y PRODUCTOS CÁRNICOS PRECOCIDOS - COCIDOS. REQUISITOS.

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los productos cárnicos crudos, los productos cárnicos curados - madurados y los productos cárnicos precocidos - cocidos a nivel de expendio y consumo

final.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a los productos cárnicos crudos, los productos cárnicos curados - madurados y los productos cárnicos precocidos - cocidos.

2.2 Esta norma no aplica a los productos a base de pescado, mariscos o crustáceos crudos y alimento sucedáneos de cárnicos.

3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 1217,

NTE INEN 2346, además las siguientes:

3.1.1 Producto cárnico procesado. Es el producto elaborado a base de carne, grasa, vísceras u

otros subproductos de origen animal comestibles, con adición o no de sustancias permitidas, especias

o ambas, sometido a procesos tecnológicos adecuados. Se considera que el producto cárnico está

terminado cuando ha concluido con todas las etapas de procesamiento y está listo para la venta.

3.1.2 Productos cárnicos crudos. Son los productos que no han sido sometidos a ningún proceso

tecnológico ni tratamiento térmico en su elaboración.

3.1.3 Productos cárnicos curados - madurados. Son los productos sometidos a la acción de sales

curantes permitidas, madurados por fermentación o acidificación y que luego pueden ser cocidos,

ahumados y/o secados.

3.1.4 Productos cárnicos precocidos. Son los productos sometidos a un tratamiento térmico

superficial, previo a su consumo requiere tratamiento térmico completo; se los conoce también como

parcialmente cocidos.

3.1.5 Productos cárnicos cocidos. Son los productos sometidos a tratamiento térmico que deben

alcanzar como mínimo 70 °C en su centro térmico o una relación tiempo temperatura equivalente que

garantice la destrucción de microorganismos patógenos.

3.1.6 Producto cárnico acidificado. Son los productos cárnicos a los cuales se les ha adicionado un

aditivo permitido o ácido orgánico para descender su pH.

3.1.7 Producto cárnico ahumado. Son los productos cárnicos expuestos al humo y/o adicionado de humo a fin de obtener olor, sabor y color propios.

3.1.8 Producto cárnico rebozado y/o apanado. Son los productos cárnicos recubiertos con ingredientes y aditivos de uso permitido.

3.1.9 Producto cárnico congelado. Son los productos cárnicos que se mantienen a una temperatura igual o inferior a -18 °C.

3.1.10 Producto cárnico refrigerado. Son los productos cárnicos que se mantienen a una temperatura entre 0°C – 4 °C

3.1.11 Productos cárnicos preformados. Son mezclas de carnes, no emulsionadas, adicionadas de aditivos y otros ingredientes permitidos, a las que se les da una forma determinada por medio de moldeo.

3.1.12 Productos cárnicos recubiertos. Productos cárnicos a los que se les cubre con uno o más ingredientes permitidos. Por ejemplo: apanados, enharinados y otros.

3.1.13 Jamón. Producto cárnico, curado-madurado ó cocido ahumado o no, embutido, moldeado o prensado, elaborado con músculo sea este entero o troceado, con la adición de ingredientes y aditivos de uso permitido.

3.1.14 Pasta de carne (paté). Es el embutido cocido, de consistencia pastosa, ahumado o no, elaborado a base de carne emulsionada y/o vísceras, de animales de abasto mezclada o no y otros tejidos comestibles de estas especies, con ingredientes y aditivos permitidos.

3.1.15 Tocineta (tocino o panceta). Es el producto obtenido de la pared costo – abdominal o del tejido adiposo subcutáneo de porcinos, curado o no, cocido o no, ahumado o no.

3.1.16 Salami o salame. Es el embutido seco, curado, madurado o cocido, elaborado a base de carne y grasa de porcino y/o bovino, con ingredientes y aditivos permitidos.

3.1.17 Salchichón. Es el embutido seco, curado y/o madurado, elaborado a base de carne y grasa de porcino o con mezclas de animales de abasto con ingredientes y aditivos permitidos.

3.1.18 Queso de cerdo (queso de chancho). Es el producto cocido elaborado por una mezcla de carnes, orejas, hocico, cachetes de porcino, porciones gelatinosas de la cabeza y patas, con ingredientes y aditivos de uso permitido, prensado y/o embutido.

3.1.19 Chorizo. Es el producto elaborado con carne de animales de abasto, solas o en mezcla, con ingredientes y aditivos de uso permitido y embutidos en tripas naturales o artificiales de uso permitido, puede ser fresco (crudo), cocido, madurado, ahumado o no.

3.1.20 Salchicha. Es el producto elaborado a base de una masa emulsificada preparada con carne seleccionada y grasa de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; embutido en tripas naturales o artificiales de uso permitido, crudas, cocidas, maduradas, ahumadas o no.

3.1.21 Morcillas de sangre. Es el producto cocido, elaborado a base de sangre de porcino y/o bovino, obtenida en condiciones higiénicas, desfibrinada y filtrada con o sin grasa y carne de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; embutido en tripas naturales o artificiales de uso permitido, ahumadas o no.

3.1.22 Mortadela. Es el producto elaborado a base de una masa emulsificada preparada con carne seleccionada y grasa de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; embutidos en tripas naturales o artificiales de uso permitido, cocidas, ahumadas o no.

3.1.23 Pastel de carne. Es el producto elaborado a base de una masa emulsificada preparada con carne seleccionada y grasa de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; moldeados o embutidos en tripas naturales o artificiales de uso permitido, cocidas, ahumadas o no.

3.1.24 Fiambre. Producto cárnico procesado, cocido, embutido, moldeado o prensado elaborado con carne de animales de abasto, picada u homogeneizada o ambas, con la adición de sustancias de uso permitido.

3.1.25 Hamburguesa. Es la carne molida (o picada) de animales de abasto homogeneizada y preformada, cruda o precocida y con ingredientes y aditivos de uso permitido.

3.1.26 Aditivo alimentario. Son sustancias o mezcla de sustancias de origen natural o artificial, de uso permitido que se agregan a los alimentos modificando directa o indirectamente sus características físicas, químicas y/o biológicas con el fin de preservarlos, estabilizarlos o mejorar sus características organolépticas sin alterar su naturaleza y valor nutritivo.

3.1.27 Especies. Producto constituido por ciertas plantas o partes de ellas que por tener sustancias saborizantes o aromatizantes se emplean para aderezar, aliñar o modificar el aroma y sabor de los alimentos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente estudio tiene un enfoque de investigación aplicada y experimental. Su naturaleza es aplicada, ya que busca aportar soluciones prácticas a la industria cárnica mediante el uso de extractos naturales con potencial antioxidante y conservante, en concordancia con la tendencia actual de sustituir aditivos sintéticos por alternativas de origen natural. (Gómez et al., 2022). Asimismo, se cataloga como investigación experimental, ya que se manipulan deliberadamente variables independientes, en este caso, la adición de diferentes concentraciones del extracto etanólico de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), para observar su efecto de variables dependientes como atributos sensoriales, parámetros fisicoquímicos (índice de peróxidos, TBARS), perfil microbiológico y vida útil del producto (Martínez y Paredes, 2021).

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación fue de tipo experimental con enfoque cuantitativo. Se desarrollará mediante la formulación de tratamientos experimentales que involucren diferentes niveles de concentración del extracto etanólico de flor de Jamaica, comparándolos con un control sin extracto. El diseño factorial permitirá evaluar la interacción de factores como la concentración del extracto y el tiempo de almacenamiento de las variables (García et al., 2019).

La metodología incluyó la elaboración de lotes piloto de mortadela de pollo bajo condiciones estandarizadas de procesamiento y almacenamiento refrigerado. A intervalos determinados se realizarán análisis fisicoquímicos (pH, índice de peróxidos, TBARS), microbiológicos (recuento de aerobios mesófilos, coliformes totales) y sensoriales (color, sabor, textura y aceptación general) con paneles semientrenados, siguiendo un protocolo longitudinal que permitió monitorear la evolución de los parámetros durante la vida útil estimada del producto (Pérez et al., 2022).

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Extracto acético de flor de jamaica en diferentes concentraciones

3.2.1.2. Variable dependiente

- Propiedades organolépticas (sabor, olor, color, textura y aceptación general)
- Índice de peróxidos al tratamiento de mayor aceptación sensorial
- Vida útil en base a criterios microbiológicos (Aerobios, Coliformes totales, *E. coli*, *Salmonella* sp.) al tratamiento de mayor aceptación sensorial a 0, 15 y 30 días de conservación a temperatura ambiente.

3.2.2 Matriz de operacionalización de las variables

En las tablas 1 y 2 se describe la matriz de operacionalización de las variables para el desarrollo de esta investigación.

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de las variables independientes

Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Extracto acético de flor de jamaica en diferentes concentraciones	Cuantitativo	Razón	Porcentaje de extracto

Elaborado por: La autora, 2026

Tabla 2.

Matriz de operacionalización de las variables dependientes

Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Características organolépticas	Cualitativa	Ordinal	Criterio hedónico
Índice de peróxidos	Cuantitativa	Razón	meq O ₂ /kg
Tiempo de vida útil	Cuantitativa	Razón	>30 días

Elaborado por: La autora, 2026

3.2.3 Tratamientos

Para el desarrollo de la investigación se establecieron 3 fórmulas las cuales se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3.
Tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción
T0 (Control)	sin adición del extracto etanólico de flor de jamaica.
T1	0,5% del extracto etanólico de flor de jamaica
T2	1,0% del extracto etanólico de flor de jamaica
T3	1,5% del extracto etanólico de flor de jamaica

Elaborado por: La autora, 2026

3.2.4 Diseño experimental

Con base en los objetivos propuestos, se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con el propósito de evaluar las características sensoriales del producto, tales como color, olor, sabor, textura y aceptación general. Para llevar a cabo esta evaluación, se formará un panel de 30 jueces no entrenados, quienes realizaron calificaciones utilizando una escala hedónica, en la cual 1 representa "me disgusta" y 5 equivale a "me gusta mucho". Las muestras utilizadas en la prueba sensorial tuvieron un volumen aproximado de 10 g por unidad experimental.

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos

Recursos bibliográficos

- Artículos científicos
- Libros
- Sitios web
- Tesis

Recursos institucionales

- Universidad Agraria del Ecuador
- Laboratorio de procesamiento de alimentos

Materia prima e insumos

Carne de pollo

Grasa de cerdo

Hielo

Polifosfato

Eritorbato de Sodio

Polifosfato

Harina de trigo

Pimienta negra

Ajo en polvo

Sal de cura

Condimento para salchicha

Materiales de proceso:

Cuchillos de acero inoxidable

Mesa de acero inoxidable

Bandejas de acero inoxidable

Ollas de escaldado

Cucharas

Tabla de picar de plástico

Tinas plásticas para enfriado

Guantes

Mandil

Fundas de empaque

Fundas de plástico para mortadela

Piola para amarrar la mortadela

Equipos de proceso

Balanza digital de 300kg, marca Camry.

Molino eléctrico de Carne 1800w Molino Mgg-180

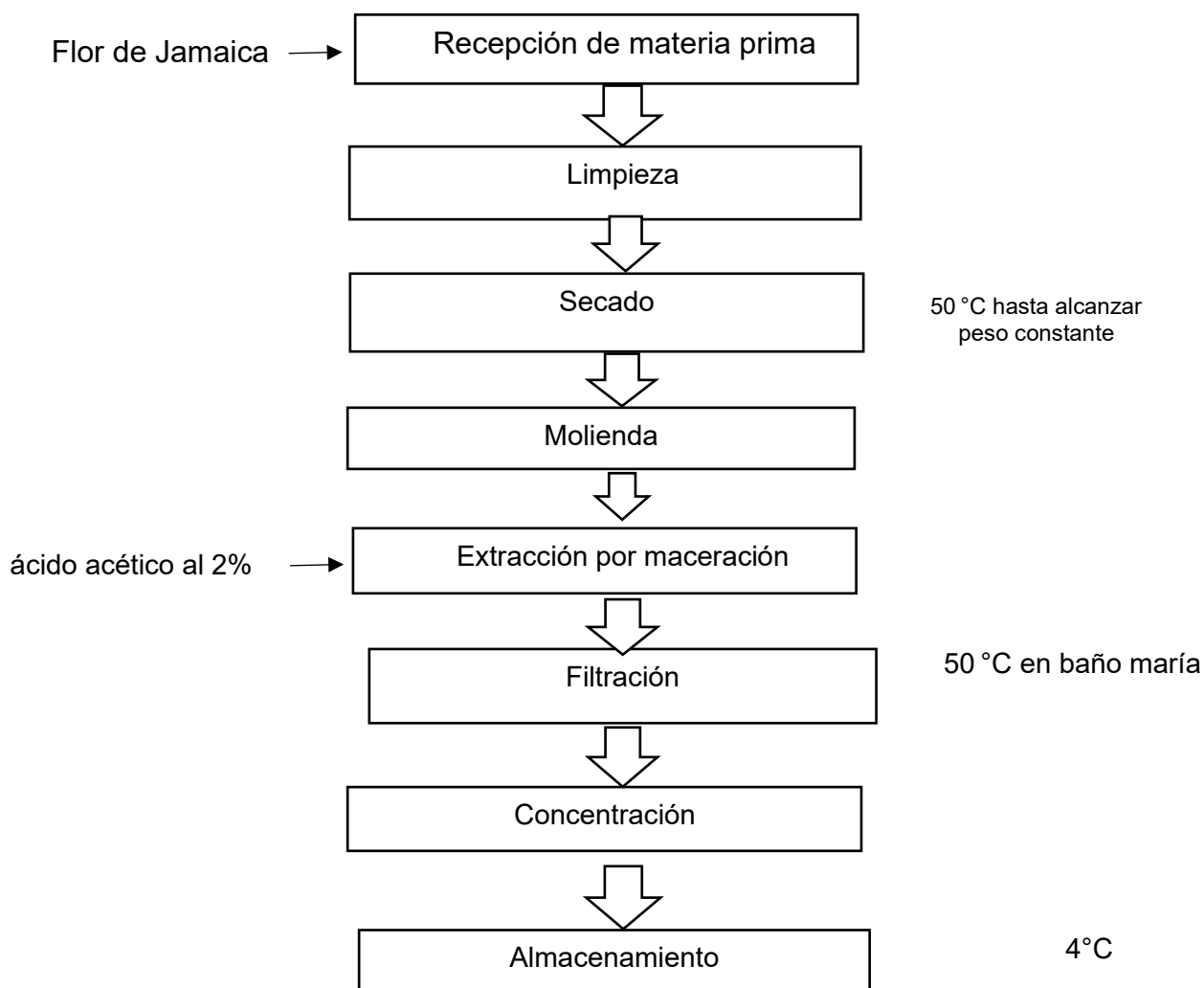
Embutidora / 1800 watts

Cutter / CM-41S

3.2.5.2. Métodos y técnicas

Para la extracción de los compuestos fenólicos se emplearon dos soluciones (etanol y ácido acético), este procedimiento se detalla en la Figura 1.

Figura 1.
Extracción de compuestos fenólicos



Elaborado por: La autora, 2026

Descripción del diagrama de flujo

- **Recepción**

Las flores de Jamaica secas (cálices) fueron recibidas y evaluadas mediante una inspección visual y sensorial, verificándose su integridad física, color característico, olor propio y la ausencia de contaminantes visibles. De manera paralela, se registraron los datos correspondientes a la procedencia, el peso y las condiciones iniciales.

- **Limpieza**

Posteriormente, las flores fueron sometidas a un proceso de lavado con agua potable, con el propósito de eliminar polvo, restos de tierra, insectos u otras

impurezas adheridas. El enjuague se realizó de forma cuidadosa, evitando daños en la estructura de los cálices.

- **Secado**

Tras el lavado, las flores se secaron en un horno con circulación de aire forzado a baja temperatura (50 °C) hasta alcanzar un peso constante. Esta etapa permitió reducir la actividad de agua, prevenir el deterioro microbiológico y facilitar las operaciones posteriores de molienda.

- **Molienda**

Una vez secas, las flores fueron molidas en un molino de cuchillas hasta obtener una granulometría fina. Este procedimiento incrementó el área superficial del material vegetal, favoreciendo la eficiencia del proceso de extracción de los compuestos bioactivos.

- **Extracción por maceración**

El material pulverizado de flor de Jamaica se mezcló con el solvente, ácido acético al 2 %, en una proporción de 1:10 (p/v). La mezcla se mantuvo en reposo durante 48 horas a temperatura ambiente, con agitaciones ocasionales, lo que permitió una adecuada transferencia de compuestos fenólicos, antocianinas y ácidos orgánicos hacia la fase líquida.

- **Filtración**

Finalizada la maceración, el extracto líquido se separó del material vegetal sólido mediante filtración con papel filtro. Posteriormente, se aplicó una centrifugación con el fin de eliminar partículas finas residuales y obtener un extracto de mayor pureza.

- **Concentración**

El extracto obtenido fue sometido, de manera opcional, a un proceso de concentración mediante evaporación a baja temperatura (50 °C) en baño maría. Esta etapa permitió incrementar la concentración de compuestos bioactivos, minimizando su degradación térmica.

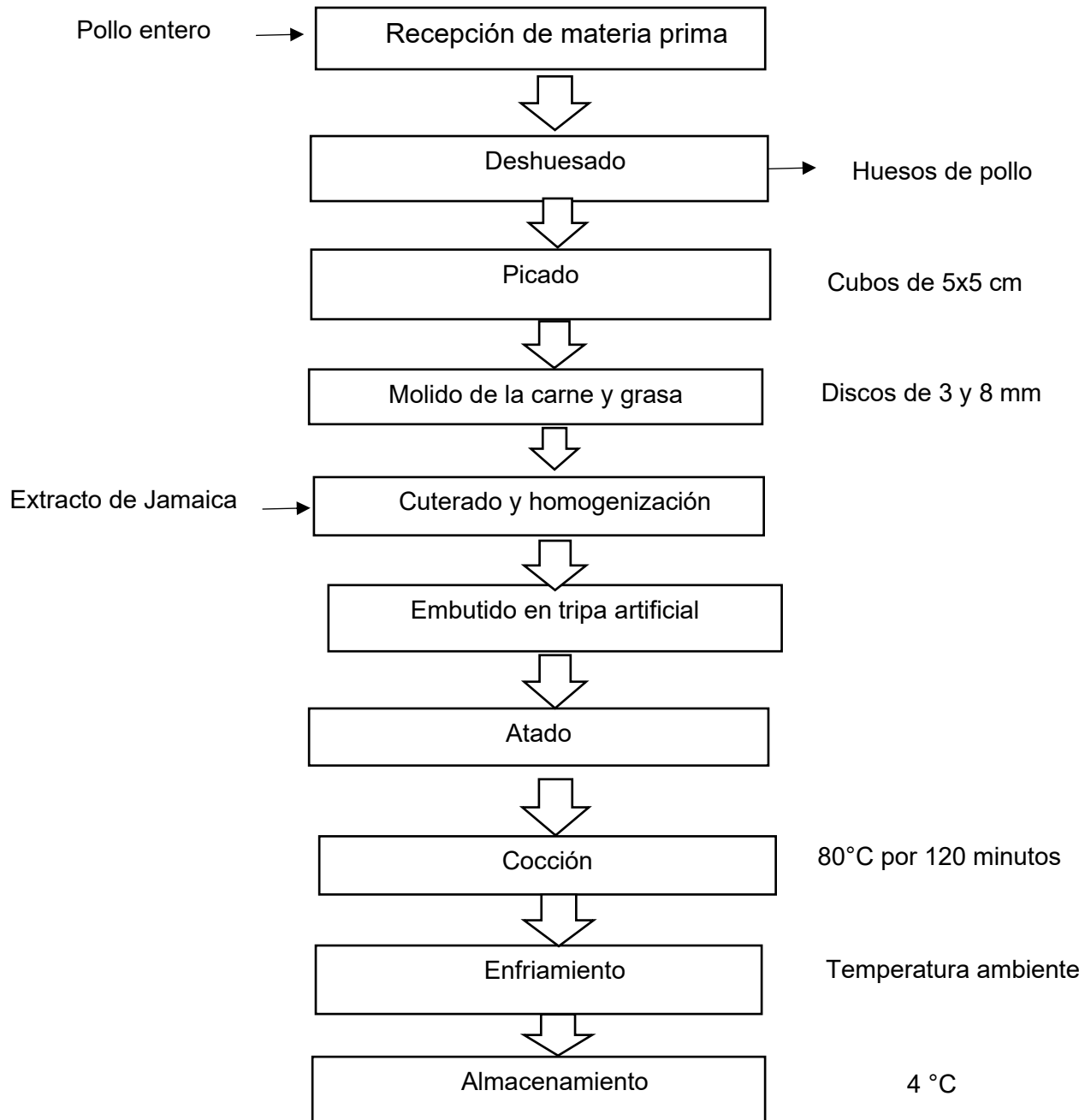
- **Almacenamiento**

Finalmente, el extracto concentrado se almacenó en frascos de vidrio ámbar o material opaco, bajo condiciones de refrigeración (4 °C) y protegido de la luz y del oxígeno. Estas condiciones contribuyeron a preservar la estabilidad de

compuestos sensibles, como las antocianinas, manteniendo sus propiedades funcionales hasta su aplicación en la elaboración de mortadela.

Figura 2.

Diagrama de flujo para la elaboración de la mortadela



Elaborado por: La autora, 2026

Descripción del proceso de mortadela de pollo con incorporación de compuestos fenólicos extraídos de flor de Jamaica.

- **Recepción de materia prima**

Las canales o porciones de pollo fresco fueron recibidas verificando el cumplimiento de los criterios microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales establecidos para su procesamiento. Se registraron el peso, la temperatura de recepción (inferior a 4 °C) y las condiciones de los ingredientes funcionales, incluido el extracto fenólico concentrado de *Hibiscus sabdariffa* L.

- **Deshuesado**

El deshuesado del pollo se llevó a cabo de forma manual o mecánica, separándose la carne magra de la piel, tendones, grasa y huesos. Esta etapa permitió estandarizar la materia prima y asegurar una formulación homogénea. Para el proceso se emplearon cortes de pechuga, muslo y alas, de acuerdo con la formulación definida.

- **Picado**

La carne deshuesada fue fraccionada en cubos de aproximadamente 2 × 2 cm, facilitando las operaciones posteriores de molienda y mejorando la eficiencia del proceso de emulsificación.

- **Molido de la carne y la grasa**

Los cubos de carne y la grasa de cerdo fueron procesados en un molino de carnes, utilizando inicialmente discos de 8 mm y posteriormente de 3 mm, con el fin de obtener una mezcla de textura uniforme. Este tamaño de partícula resultó adecuado para la formación de una emulsión estable durante el cutterado.

- **Cutterado y homogenización**

La mezcla molida se transfirió al cutter, donde fue emulsificada en presencia de hielo triturado, sal, fosfatos, especias, fécula y proteína de soya. En esta etapa se incorporó el extracto fenólico previamente concentrado, obtenido por maceración de flor de Jamaica en ácido acético al 2 %, en proporciones comprendidas entre 0,5 y 2 % del peso total, según los tratamientos evaluados. El cutterado se realizó bajo control de temperatura (<12 °C), asegurando la obtención de una emulsión fina y homogénea.

- **Embutido en tripa artificial**

La emulsión cárnica obtenida fue embutida en tripas artificiales de poliamida o colágeno, de calibre adecuado (por ejemplo, 40 mm), garantizando la eliminación de burbujas de aire mediante vacío o presión. Se verificó que el extracto fenólico quedara completamente integrado en la masa, evitando fenómenos de estratificación.

- **Atado**

Una vez realizado el embutido, las piezas fueron selladas y atadas de manera manual o mecánica para conformar unidades uniformes, listas para el tratamiento térmico. El amarre aseguró la integridad del producto, evitando pérdidas de humedad y roturas durante la cocción.

- **Cocción**

Las piezas se sometieron a cocción a 80 °C durante 120 minutos, hasta alcanzar una temperatura interna mínima de 72 °C. Durante este proceso, los compuestos fenólicos actuaron como antioxidantes térmicamente estables, contribuyendo a limitar la oxidación lipídica y a preservar el color y el aroma característicos del producto.

- **Enfriamiento**

Finalizada la cocción, las mortadelas fueron enfriadas inicialmente a temperatura ambiente y posteriormente bajo refrigeración hasta alcanzar 4 °C en el centro del producto. El enfriamiento rápido permitió prevenir el crecimiento microbiano y asegurar la estabilidad fisicoquímica del embutido.

- **Almacenamiento**

Las mortadelas elaboradas se almacenaron en cámaras de refrigeración a 4 °C, protegidas de la luz y del oxígeno. La incorporación del extracto fenólico contribuyó a prolongar la vida útil del producto, actuando como conservante natural y aportando propiedades funcionales sin afectar negativamente su perfil sensorial.

Técnicas Empleadas

- **Análisis Sensorial**

En el análisis sensorial se utilizó un panel de 30 jueces no entrenados, donde se aplicó un método de escala hedónica para comprobar el grado de satisfacción o desagrado de las características organolépticas (Color, Olor, Sabor y textura) de los tratamientos establecidos, con una valoración de 5 puntos analizados en la siguiente escala:

Tabla 3.
Escala hedónica para análisis sensorial

Escala Hedónica	
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me gusta poco
1	No me gusta

Elaborado por: La autora, 2026

- **Determinación del índice de peróxidos**

El índice de peróxidos es un parámetro esencial para determinar el grado de oxidación lipídica presente en productos cárnicos, ya que mide los peróxidos formados durante las etapas iniciales de la rancidez oxidativa (Domínguez et al., 2019).

Se procedió a extraer los lípidos de las muestras de mortadela mediante una mezcla de solventes, posteriormente se determinará el índice de peróxidos siguiendo el método oficial AOAC 965.33, expresando los resultados en miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa (meq O₂/kg).

Análisis microbiológico

- **Determinación de Aerobios mesófilos:**

La muestra es recogida en condiciones de esterilidad. Se analizó lo antes posible o conservarla a 4 °C (menos de 24 horas). Hay dos métodos para la cuantificación de aerobios mesófilos totales: el método del número más probable (NMP) y el método del filtro de membrana (MF). En el recuento de microorganismos en alimentos, se encuentra un tercer método, basado en la inoculación de diluciones de alimentos. La habitual escasa concentración de microorganismos en agua impide la utilización directa de diluciones del agua para su análisis

El medio de cultivo para el recuento de mesófilos totales en ambos casos es peptona-extracto de levadura-glucosa y agar.

- **Determinación de *E. coli*:**

Para preparar el medio en placa, se colocaron los tubos de agares profundos con las tapas flojas en baño María en ebullición hasta que el medio se haga líquido transparente. Se vierte en el medio derretido en una placa de Petri estéril y dejar que

el medio se solidifique antes de utilizarlo. La superficie de agar debe de estar lisa y humedad, pero sin humedad en exceso.

Inocular el medio tan pronto que sea posible después de recibir la muestra en el haciendo girar la torunda en una sección pequeña de agar y extender el resto del agar con asa de inoculación esterilizada para obtener colonias aisladas. El material que no se cultiva directamente de las torundas pueden inocularse en el medio con un asa de inoculación esterilizada. La técnica de extensión en placa se utiliza principalmente para obtener cultivos aislados de las muestras con flora mixta. Incubar las placas, protegidas de la luz, en posición invertida (con el agar hacia arriba) a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 18 a 24 horas (Shannon, 2003).

3.2.6 Análisis Estadístico

Para determinar diferencias significativas, se realizó mediante el software INFOSTAT versión estudiantil, un análisis de varianza (ANOVA) con todos los datos receptados. La tabla 5 muestra el modelo ANOVA de las variables. Las medidas fueron sometidas a la prueba Tukey ($p < 0.05$).

Tabla 4.

Análisis de varianza para variables Cualitativas

Fuente de variaciones	Grados de libertad
Total (N-1)	119
Tratamientos (k-1)	3
Repeticiones (Jueces) (r-1)	29
Error experimental (k-1) (r-1)	87

Elaborado por: La autora, 2026

4. RESULTADOS

4.1 Propiedades organolépticas (sabor, olor, color, textura y aceptación general) de la mortadela de pollo formulada con distintas concentraciones de extracto de flor de jamaica

El análisis sensorial realizado con un panel de 30 jueces permitió determinar el efecto de la incorporación de extracto etanólico de flor de jamaica en diferentes concentraciones (0,5%, 1% y 1,5%) sobre los atributos de color, olor, sabor y textura de la mortadela de pollo. Los resultados obtenidos mediante ANOVA de una vía, complementado con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$), evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos en todos los atributos evaluados ($p < 0,0001$), lo que demuestra una influencia directa del extracto en la percepción sensorial del producto, los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5.
Resultados de la evaluación de las características organolépticas de la mortadela

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Textura
Control	2,97 b	3,13 b	2,53 b	2,93 b
0,5% extracto	2,73 b	2,80 b	2,30 b	2,80 b
1,0% extracto	2,90 b	3,13 b	2,90 b	3,27 b
1,5% extracto	4,13 a	4,33 a	4,50 a	4,47 a
Coefficiente de variación	29,60%	31,16%	37,18%	31,20%

Elaborado por: La autora, 2026

- **Color**

El análisis estadístico evidenció diferencias claramente marcadas entre los tratamientos con un coeficiente de determinación ($R^2 = 0,26$), lo que indicó que el 26 % de la variabilidad observada en el color estuvo asociada al nivel de extracto incorporado. La formulación con 1,5 % de extracto alcanzó la mayor calificación promedio (4,13), diferenciándose estadísticamente del resto (grupo A). En contraste, los tratamientos con 0,5 %, 1,0 % y el control no mostraron diferencias significativas entre sí (grupo B). Estos resultados sugirieron que una mayor concentración del extracto confirió una tonalidad más atractiva para los jueces, probablemente vinculada a la presencia de antocianinas y otros compuestos fenólicos característicos de *Hibiscus sabdariffa*.

- **Olor**

En el atributo olor también se constató un efecto significativo del extracto ($F = 12,51$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,24$). De manera similar a lo observado en el color, el tratamiento con 1,5 % de extracto obtuvo la mayor aceptación sensorial (4,33), ubicándose en un grupo estadístico superior (A). El control y los tratamientos con 1,0 % y 0,5 % conformaron un grupo homogéneo (B), sin diferencias significativas entre ellos. Este comportamiento indicó que concentraciones más elevadas del extracto aportaron notas aromáticas mejor valoradas, posiblemente asociadas a ácidos orgánicos y compuestos volátiles propios de la flor de Jamaica.

- **Sabor**

El sabor fue el atributo que mostró mayor sensibilidad a la incorporación del extracto, reflejado en un R^2 de 0,37, el valor más alto entre las variables evaluadas. Se registraron diferencias significativas entre tratamientos ($F = 22,85$; $p < 0,0001$), destacándose nuevamente la formulación con 1,5 % de extracto, que alcanzó la media más alta (4,50) y conformó el grupo estadístico A. Los tratamientos con 1,0 %, 0,5 % y el control se agruparon en la categoría B. Estos resultados indicaron que el incremento del extracto enriqueció el perfil gustativo del producto, probablemente por la combinación equilibrada de notas ácidas y fenólicas que resultaron agradables para el panel sensorial.

- **Textura**

En cuanto a la textura, el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($F = 15,67$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,29$). El tratamiento con 1,5 % de extracto obtuvo nuevamente la mayor puntuación promedio (4,47), ubicándose en el grupo A, mientras que el control y los tratamientos con 1,0 % y 0,5 % integraron un grupo homogéneo (B). La mayor aceptación de la textura en el nivel más alto de extracto podría explicarse por interacciones entre los compuestos polifenólicos y las proteínas miofibrilares, lo que habría favorecido la formación de una matriz más firme y cohesiva.

4.2 Estabilidad oxidativa de la mortadela de pollo con extracto de flor de jamaica durante el almacenamiento refrigerado, midiendo periódicamente el índice de peróxidos como indicador de la oxidación lipídica en la formulación mejor evaluada en el análisis organoléptico

Los resultados obtenidos para el índice de peróxidos (Tabla 6), empleado como indicador de la oxidación lipídica primaria en la mortadela, mostraron un comportamiento favorable desde el punto de vista de la estabilidad del producto. Tanto al inicio del almacenamiento (0 días) como a los 15 días, los valores registrados se mantuvieron por debajo del límite de cuantificación del método (< 0,2 meq O₂/kg), según lo establecido por la metodología AOAC 965.33.

Tabla 6.

Resultados del índice de peróxidos como indicador de la oxidación lipídica de la mortadela

PARAMETROS	METODO	RESULTADOS		Unidad	Límite de cuantificación
		T. real: 0 días	T. real: 15 días		
Índice de Peróxido	AOAC 965.33 (Volumetría)	<0.2	<0.2	MeqO ₂ /Kg	0.2

Elaborado por: La autora, 2026

La ausencia de valores cuantificables de peróxidos en ambos tiempos de evaluación indica que no se produjo una oxidación lipídica detectable, incluso tras el periodo de almacenamiento considerado. Este resultado sugiere que la fracción grasa del producto permaneció estable, sin evidencias de formación de hidroperóxidos, compuestos que caracterizan las etapas iniciales del deterioro oxidativo de los lípidos.

El mantenimiento de estos valores bajos a los 15 días resulta particularmente relevante, ya que refleja una adecuada protección frente a los procesos de oxidación que suelen intensificarse durante el almacenamiento de productos cárnicos emulsionados. Este comportamiento puede relacionarse con la presencia de compuestos antioxidantes en la formulación, los cuales habrían contribuido a inhibir o retardar las reacciones de iniciación y propagación de la oxidación lipídica.

Desde una perspectiva tecnológica y de calidad, estos resultados indican que la mortadela conservó su estabilidad lipídica durante el periodo evaluado, lo que se asocia directamente con la preservación de características sensoriales

clave, como el aroma y el sabor, y con una menor probabilidad de desarrollo de rancidez oxidativa.

4.3 Vida útil del producto (0, 15 y 30 días) en base a criterios microbiológicos (Aerobios mesófilos, Coliformes totales, *E. coli*, *Salmonella sp.*) al tratamiento de mayor aceptación sensorial

Los análisis microbiológicos realizados a la mortadela de pollo elaborada con extracto de jamaica mostraron un comportamiento sanitario estable y adecuado a lo largo de todo el periodo de almacenamiento evaluado, que comprendió los días 0, 15 y 30 (Tabla 7).

Tabla 7.
Estimación de la vida útil del producto (0, 15 y 30 días) en base a criterios microbiológicos

Muestra	Parámetro	0 días	15 días	30 días
Mortadela de pollo con extracto de jamaica	Aerobios mesófilos	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	Coliformes totales	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	<i>E. coli</i>	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g
	<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Elaborado por: La autora, 2026

Los análisis microbiológicos realizados a la mortadela de pollo elaborada con extracto de jamaica mostraron un comportamiento sanitario estable y adecuado a lo largo de todo el periodo de almacenamiento evaluado, que comprendió los días 0, 15 y 30.

El recuento de aerobios mesófilos se mantuvo en niveles inferiores al límite de detección del método analítico (< 10 UFC/g) en todos los tiempos de evaluación, lo que indica que no se produjo un crecimiento microbiano significativo durante el almacenamiento. Este resultado sugiere que el proceso de elaboración, junto con las condiciones de refrigeración, fue eficaz para mantener la estabilidad microbiológica del producto.

De igual manera, los coliformes totales presentaron valores menores a 10 UFC/g durante todo el periodo de análisis, reflejando condiciones adecuadas de higiene en la manipulación de la materia prima y en las etapas de procesamiento. Este comportamiento confirma que no se evidenciaron fallas en las prácticas de control sanitario.

En cuanto a *Escherichia coli*, los resultados permanecieron por debajo del límite de detección en todas las muestras analizadas, lo que confirma la ausencia de contaminación de origen fecal y respalda la seguridad del producto desde el punto de vista microbiológico.

Por su parte, el análisis para *Salmonella sp.* evidenció la ausencia del patógeno en todas las muestras, tanto al inicio como durante el almacenamiento. Este resultado cumple con los criterios microbiológicos establecidos para productos cárnicos cocidos y demuestra la efectividad del tratamiento térmico aplicado.

Los resultados obtenidos indican que la mortadela de pollo con extracto de jamaica mantuvo condiciones microbiológicas satisfactorias durante los 30 días de almacenamiento refrigerado, lo que respalda su inocuidad y estabilidad sanitaria bajo las condiciones evaluadas.

5. DISCUSIÓN

Los resultados del análisis sensorial de la mortadela de pollo elaborada con extracto fenólico de flor de jamaica evidenciaron que la formulación con 1,5 % de extracto presentó la mayor aceptación en los atributos de color, olor, sabor y textura, mientras que los niveles de 0,5 % y 1,0 % mostraron comportamientos similares al tratamiento control. Este patrón concuerda con lo reportado en diversos estudios, donde se señala que el efecto sensorial del *Hibiscus sabdariffa* depende estrechamente de la concentración aplicada y de la matriz cárnica evaluada.

En el caso del color, la mejora observada en el tratamiento con mayor nivel de extracto puede asociarse a la presencia de antocianinas, responsables de tonalidades rojizas más intensas y visualmente atractivas. Resultados comparables fueron descritos por Pérez-Báez et al. (2021), quienes reportaron que la adición moderada de extracto de flor de jamaica (4,08 %) en salchichas tipo Frankfurt contribuyó positivamente al color del producto, sin afectar negativamente su aceptación sensorial. No obstante, dichos autores también señalaron que concentraciones elevadas (8,17 %) provocaron una disminución en la preferencia del panel, atribuida a una coloración excesiva y menos natural, lo que resalta la importancia de definir un umbral óptimo de incorporación.

Respecto al olor y al sabor, los resultados obtenidos en la mortadela muestran que el extracto de jamaica, cuando se incorpora en una proporción adecuada, aporta notas aromáticas y gustativas agradables. Este comportamiento coincide con lo observado por Okere y Olusola (2023), quienes evaluaron hamburguesas de pollo marinadas con extracto de flor de jamaica y determinaron que la concentración de 0,02 % mejoró la aceptabilidad sensorial sin generar sabores indeseables. De manera similar, Ghorbani et al. (2025) reportaron una mayor aceptación sensorial en salchichas de res tratadas con extracto hidroalcohólico de *Hibiscus sabdariffa* en concentraciones superiores a 1500 ppm, especialmente cuando el extracto fue microencapsulado, lo que permitió atenuar posibles notas ácidas intensas.

El atributo sabor fue el más sensible a la incorporación del extracto en la mortadela de pollo, lo cual concuerda con la literatura que señala que los compuestos fenólicos y los ácidos orgánicos del hibisco influyen directamente en el perfil gustativo. Pérez-Báez et al. (2021) indicaron que, aunque el extracto mejora la estabilidad oxidativa, su uso excesivo puede generar percepciones de acidez y

astringencia, reduciendo la aceptación del producto. En este contexto, la concentración de 1,5 % utilizada en el presente estudio parece situarse dentro de un rango favorable, donde el sabor se ve enriquecido sin resultar dominante o desagradable.

En cuanto a la textura, la mayor aceptación registrada en el tratamiento con 1,5 % de extracto podría relacionarse con interacciones entre los compuestos polifenólicos y las proteínas miofibrilares, contribuyendo a una matriz más firme y cohesiva. Si bien este efecto no siempre es uniforme en todos los productos cárnicos, revisiones como la de Bahrami Feridoni y Khademi Shurmasti (2020) destacan que el impacto del *Hibiscus sabdariffa* sobre la textura depende del tipo de extracto, el método de incorporación y la formulación del producto, lo que explica las variaciones observadas entre diferentes estudios.

Los resultados obtenidos confirman que el extracto de flor de jamaica puede mejorar de manera significativa la calidad sensorial de productos cárnicos cuando se emplea en concentraciones adecuadas. La evidencia científica coincide en que existe un rango óptimo de aplicación que permite aprovechar sus beneficios antioxidantes y sensoriales sin comprometer la aceptabilidad del consumidor. En este sentido, la mortadela de pollo formulada con 1,5 % de extracto fenólico mostró un comportamiento coherente con estudios previos, posicionando al *Hibiscus sabdariffa* como una alternativa natural viable frente a los antioxidantes sintéticos en la industria cárnica.

Los valores obtenidos para el índice de peróxidos en la mortadela de pollo evidenciaron una alta estabilidad oxidativa, ya que tanto al inicio del almacenamiento como a los 15 días los resultados se mantuvieron por debajo del límite de cuantificación del método ($< 0,2$ meq O_2 /kg). Este comportamiento indica que no se produjo una acumulación detectable de hidroperóxidos, compuestos característicos de la etapa inicial de la oxidación lipídica, durante el periodo evaluado.

Al comparar estos resultados con otros estudios, se observa que el comportamiento oxidativo de la mortadela fue particularmente favorable. En carne de res fresca sometida a procesos de congelación y descongelación, Rahman et al. (2015) reportaron valores iniciales de índice de peróxidos cuantificables, que oscilaron entre 0,12 y 0,17 meq O_2 /kg, con incrementos progresivos asociados al deterioro lipídico. En contraste, los valores obtenidos en la mortadela de pollo

permanecieron por debajo del umbral analítico, lo que sugiere una mayor protección frente a la oxidación primaria.

En productos cárnicos emulsionados, especialmente durante el almacenamiento refrigerado, es común encontrar valores de peróxidos claramente superiores. Hussain et al. (2025) reportaron en emulsiones cárnicas valores iniciales cercanos a 1,5 meq O₂/kg, los cuales aumentaron de forma significativa durante el almacenamiento, superando los 10 meq O₂/kg en formulaciones control sin antioxidantes. Frente a estos antecedentes, la estabilidad observada en la mortadela de pollo resulta notable, ya que no se evidenció formación medible de peróxidos incluso después de 15 días de almacenamiento.

En relación con el uso de extractos de *Hibiscus sabdariffa* en productos cárnicos, la literatura señala que su efecto sobre la oxidación lipídica puede variar según la concentración, el tipo de extracto y la matriz alimentaria. Santos et al. (2022) indicaron que, en algunos embutidos, ciertos extractos de hibisco pueden mostrar un comportamiento prooxidante cuando se emplean en condiciones no controladas. Sin embargo, también destacan que, en formulaciones adecuadas, los compuestos fenólicos del hibisco contribuyen a retardar la formación de productos primarios de oxidación. En este sentido, los resultados obtenidos en la mortadela sugieren que la formulación y las condiciones de procesamiento favorecieron el efecto antioxidante del extracto, evitando la acumulación de peróxidos.

Es importante considerar que, en productos cárnicos cocidos, los hidroperóxidos pueden formarse y descomponerse rápidamente hacia productos de oxidación secundaria, por lo que valores bajos de índice de peróxidos no siempre implican ausencia total de oxidación. Por esta razón, diversos autores recomiendan complementar este indicador con otros parámetros, como TBARS, para una evaluación integral de la estabilidad oxidativa (Santos et al., 2022; Hussain et al., 2025). No obstante, con base en el índice de peróxidos, los resultados confirman que la mortadela de pollo mantuvo una adecuada estabilidad lipídica durante el periodo de almacenamiento analizado.

6. CONCLUSIONES

El análisis sensorial evidenció que la mortadela de pollo formulada con 1,5 % de extracto de flor de jamaica presentó la mayor aceptación por parte del panel, diferenciándose significativamente de los tratamientos con 0,5 %, 1,0 % y del control. Este tratamiento alcanzó puntuaciones promedio de 4,13 en color, 4,33 en olor, 4,50 en sabor y 4,47 en textura, lo que indica que dicha concentración permitió mejorar de manera equilibrada las características organolépticas del producto, sin generar percepciones negativas asociadas al extracto.

En la formulación con mayor aceptación sensorial (1,5 % de extracto), el índice de peróxidos se mantuvo por debajo del límite de cuantificación del método ($< 0,2$ meq O_2 /kg) tanto al inicio del almacenamiento como a los 15 días. Estos resultados confirman que la mortadela presentó una alta estabilidad frente a la oxidación lipídica, sin evidencias de formación detectable de peróxidos durante el periodo evaluado.

La evaluación microbiológica del tratamiento con 1,5 % de extracto de jamaica demostró que el producto mantuvo condiciones sanitarias adecuadas durante 30 días de almacenamiento refrigerado. Los recuentos de aerobios mesófilos, coliformes totales y *Escherichia coli* permanecieron por debajo de 10 UFC/g en los días 0, 15 y 30, mientras que *Salmonella sp.* estuvo ausente en todas las muestras analizadas. Estos resultados indican que la mortadela conservó su inocuidad microbiológica durante todo el periodo de estudio.

7. RECOMENDACIONES

Analizar el impacto de la incorporación del extracto sobre la composición proximal del producto (proteína, grasa, humedad y cenizas), así como sobre el contenido de compuestos bioactivos, en particular polifenoles y antocianinas.

Evaluar el comportamiento del extracto en matrices cárnicas con mayor o menor proporción de lípidos, como salchichas, nuggets, jamones o embutidos crudos-cocidos.

Profundizar en el análisis de variables como pH, actividad de agua, color instrumental (L^* , a^* , b^*), estabilidad de la emulsión y pérdida por cocción, con el fin de comprender mejor la interacción del extracto con la matriz cárnica. Estos parámetros permitirían explicar de forma más precisa los cambios observados en textura, color y estabilidad del producto a lo largo del tiempo.

Dado que el índice de peróxidos se mantuvo por debajo del límite de cuantificación, se sugiere incorporar métodos complementarios como TBARS, anisidina o determinación de compuestos volátiles, para evaluar etapas avanzadas de la oxidación lipídica.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abubakar, M. B., Abdullah, W. Z. W., Sani, I., y Bilbis, L. S. (2020). Phytochemical content and antioxidant activity of Hibiscus sabdariffa calyx extracts. *Journal of Food Quality*, 2020, Article ID 8824091. <https://doi.org/10.1155/2020/8824091>
- Ali, A. S. M., Mohamed, M. A., y El-Waseef, M. A. (2022). Hibiscus sabdariffa L.: Production, composition and functional properties as a potential nutraceutical. *South African Journal of Botany*, 150, 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.05.020>
- Ali, B. H., Al Wabel, N., y Blunden, G. (2021). Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of Hibiscus sabdariffa L.: A review. *Phytotherapy Research*, 35(2), 294–312.
- Álvarez, D., Castillo, A., Cano, M. P., y Carballo, J. (2020). Uso de extractos vegetales como antioxidantes naturales en productos cárnicos. *Revista de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 20(3), 155–168.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis* (18th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Ares, G., y Jaeger, S. R. (2017). Consumer perceptions and acceptance of functional foods. *Current Opinion in Food Science*, 14, 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.01.004>
- Bahrami Feridoni, S., y Khademi Shurmasti, D. (2020). Effect of the nanoencapsulated sour tea (Hibiscus sabdariffa L.) extract with carboxymethylcellulose on quality and shelf life of chicken nugget. *Food Science y Nutrition*, 8(7), 3704–3715. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1676>
- Barbut, S. (2019). *The Science of Poultry and Meat Processing*. University of Guelph.
- Calderón Inguillay, J. J. (2021). Efecto del lactato de sodio como antimicrobiano natural en la mortadela [Trabajo de titulación de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].
- Chang, J., Wang, X., Wu, Z., y Zhang, H. (2022). Bioactive compounds and antioxidant activity of Hibiscus sabdariffa extracts for meat product preservation. *Meat Science*, 184, 108678. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108678>

- Cittadini, A., García, C., y Soto, S. (2022). Chicken meat and meat products: Nutritional and technological aspects. *Poultry Science Journal*, 10(1), 55–65. <https://doi.org/10.22069/psj.2022.19887.1817>
- Codex Alimentarius. (2019). Codex Standard for Cooked Sausages (CXS 98-1981). Rome: FAO/WHO. Control and Product Acceptance. Springer.
- Coello Chiguano, N. F. (2021). Capacidad antimicrobiana in vitro del aceite esencial de moringa (*Moringa oleifera*) y su efecto sensorial en salchichas de pollo [Trabajo de titulación de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., y Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., y Lorenzo, J. M. (2022). Natural antioxidants applied to meat and meat products: Current knowledge and challenges. *Antioxidants*, 11(3), 456. <https://doi.org/10.3390/antiox11030456>
- Ekezie, F.-G. C., Sun, D.-W., y Cheng, J.-H. (2022). Reducing lipid oxidation in meat and meat products by natural antioxidants: A review. *Trends in Food Science y Technology*, 120, 97–113. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.01.010>
- Escobar Mendoza, M. I. (2024). Evaluación de aceites esenciales de perejil (*Petroselinum crispum*) y tomillo (*Thymus vulgaris*) como conservantes naturales en hamburguesa de pollo [Trabajo de titulación de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].
- Fernández, M., Ordóñez, J. A., y Hoz, L. (2019). *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Fernández, M., Ordóñez, J. A., y Hoz, L. (2020). Sensory evaluation and instrumental techniques in meat products. *Food Reviews International*, 36(6), 565–582. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1706206>
- Fernández, M., Ordóñez, J. A., y Hoz, L. (2021). Physicochemical and structural characteristics of cooked meat emulsions: Implications for product quality. *Foods*, 10(9), 2095. <https://doi.org/10.3390/foods10092095>
- Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., y Pérez-Alvarez, J. A. (2018). Utilization of natural antioxidants: *Hibiscus sabdariffa* L. in meat products. *Food Research International*, 107, 660–666. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.024>

- Ganesan, K., Xu, B., y Estévez, M. (2021). Alternatives to synthetic antioxidants in meat products: A review. *Food Chemistry*, 365, 130521.
- García-González, L., Geeraerd, A. H., y Devlieghere, F. (2021). Predictive microbiology in meat products: A practical application. *Meat Science*, 176, 108467. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108467>
- Ghorbani, S., Yarmand, M. S., y Hosseini, S. M. H. (2025). Evaluation of free and microencapsulated roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract on oxidative stability and sensory properties of beef sausages. *Food Science y Nutrition*. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4129>
- Grunert, K. G. (2019). Consumer perceptions of meat quality from a holistic perspective. *Meat Science*, 156, 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.06.004>
- Hernández-Carranza, P., Alvarez-Ramirez, J., Vernon-Carter, E. J., y Bello-Pérez, L. A. (2020). *Hibiscus sabdariffa* L. as a source of natural colorants: A review. *Food Reviews International*, 36(4), 343–361. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1630632>
- Herrero, A. M., Carmona, P., Pintado, T., y Jiménez-Colmenero, F. (2020). Texture and microstructure of emulsified meat products. *Foods*, 9(9), 1244. <https://doi.org/10.3390/foods9091244>
- Herrero, A. M., Pintado, T., y Jiménez-Colmenero, F. (2020). Advances in emulsified meat products: Microstructure, physicochemical and sensory aspects. *Food Reviews International*, 36(5), 477–495. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1649235>
- Hussain, S. A., Khan, M. A., Ali, S., y Ahmad, R. (2025). Enhancing meat emulsion quality and storage stability during refrigeration using thyme and oregano essential oil nanoparticles. *Foods*, 14(6), 1076. <https://doi.org/10.3390/foods14061076>
- ICMSF. (2011). *Microorganisms in Foods 8: Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance*. Springer.
- Jiménez-Zamora, A., Delgado-Andrade, C., y Rufián-Henares, J. Á. (2018). Antioxidant capacity, total phenols and color profile during the storage of *Hibiscus sabdariffa* beverages. *Food Chemistry*, 241, 423–429. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.120>

- Karre, L., Lopez, K., y Getty, K. J. K. (2013). Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Science*, 94(2), 220–227.
- Kumar, V., Singh, S., Singh, R., y Prakash, B. (2021). Hibiscus sabdariffa: Nutritional composition, health benefits and applications. *Journal of Food Science and Technology*, 58(11), 4538–4551. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05088-3>
- Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Domínguez, R., y Barba, F. J. (2019). Innovations in the development and preservation of meat products. *Foods*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/foods8100429>
- Márquez-Rodríguez, A. S., Nevárez-Moorillón, G. V., Beltrán-Burgos, N., Lardizábal-Gutiérrez, D., Hernández-Ochoa, L. R., y Sánchez, E. (2020). In vitro antibacterial activity of Hibiscus sabdariffa L. phenolic extract and its in situ application on shelf-life of beef meat. *Foods*, 9(8), 1080. <https://doi.org/10.3390/foods9081080>
- Mayanza Sánchez, M. A. (2021). Elaboración de mortadela empleando harinas de banana verde (*Musa paradisiaca*) y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*) como extensores cárnicos [Trabajo de titulación de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., y Carr, B. T. (2016). *Sensory Evaluation Techniques* (5th ed.). CRC Press.
- Mekonnen, A., Hagos, K., y Gebreyesus, S. T. (2022). Optimization of extraction parameters for total phenolic content and antioxidant activity of Hibiscus sabdariffa calyx using response surface methodology. *Heliyon*, 8(2), e08920. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08920>
- Méndez Farez, E. D. (2023). Aprovechamiento de la carne de cabra y grasa vegetal en la elaboración de un embutido de pasta fina [Trabajo experimental de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]
- Monteiro, M. L. G., Mársico, E. T., y Silva, A. M. (2021). Trends and innovations in the development of cooked sausages: Consumer perception and health aspects. *Meat Science*, 181, 108602. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108602>
- Moussa-Ayoub, T. E., El-Samahy, S. K., Rohn, S., y Kroh, L. W. (2017). Influence of different extraction methods on the polyphenol profile and antioxidant

- activity of Hibiscus sabdariffa calyces. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), e12790. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12790>
- Munekata, P. E. S., Pateiro, M., Domínguez, R., y Lorenzo, J. M. (2021). Strategies to reduce lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 10(10), 1499. <https://doi.org/10.3390/antiox10101499>
- Nowak, B., Baranowska, M., y Tyski, S. (2021). Application of plant extracts in meat and meat products as natural preservatives: A review. *Molecules*, 26(2), 494. <https://doi.org/10.3390/molecules26020494>
- Oboh, G., Rocha, J. B. T., y Akindahunsi, A. A. (2019). Hibiscus sabdariffa extract: A natural preservative with antioxidant effects in meat emulsions. *LWT*, 111, 328–334. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.032>
- Ochoa-Velasco, C. E., Navarro-Cruz, A. R., y Rangel-Vargas, E. (2019). Antioxidant activity and shelf life extension of fresh pork sausages incorporated with Hibiscus sabdariffa extracts. *Meat Science*, 148, 150–158. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.10.008>
- Ogunbanwo, S. T., y Ogunsanya, T. O. (2022). Antioxidant and antimicrobial activities of Hibiscus sabdariffa extract in food preservation. *Journal of Food Protection*, 85(8), 1272–1280. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-451>
- Okere, I. A., y Olusola, O. O. (2023). Quality evaluation of chicken patties marinated with roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) calyx extract. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 15(2), 237–249. <https://doi.org/10.17508/CJFST.2023.15.2.06>
- Oliveira, M. S., Saraiva, J. A., y Rodrigues, R. M. (2021). Application of natural extracts to prevent lipid oxidation in meat products: A review. *Antioxidants*, 10(11), 1785. <https://doi.org/10.3390/antiox10111785>
- Pangestu, B., Fitriani, I., y Lestari, A. (2020). Effect of ultrasound-assisted extraction on total anthocyanin content of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) calyx. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 441, 012056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/441/1/012056>
- Pateiro, M., Domínguez, R., Lorenzo, J. M., y Barba, F. J. (2021). Technological strategies for developing healthier meat and meat products. *Meat Science*, 171, 108275. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108275>

- Pateiro, M., Domínguez, R., y Lorenzo, J. M. (2021). Functional and physicochemical properties of cooked meat emulsions: Current knowledge and perspectives. *Foods*, 10(2), 302. <https://doi.org/10.3390/foods10020302>
- Pateiro, M., Domínguez, R., y Lorenzo, J. M. (2021). Sensory acceptance of reformulated meat products with plant extracts. *Foods*, 10(1), 94. <https://doi.org/10.3390/foods10010094>
- Pérez-Báez, A. J., Camou, J. P., Valenzuela-Melendres, M., Lucas-González, R., y Viuda-Martos, 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. https://doi.org/10.3390/foods_2020-07638
- Pérez-Burillo, S., Pastoriza, S., y Rufián-Henares, J. Á. (2018). A comprehensive assessment of antioxidant capacity of *Hibiscus sabdariffa* calyx extracts. *Food Chemistry*, 240, 953–958. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.022>
- Rahman, M. H., Hossain, M. A., Rahman, S. M. E., y Islam, M. S. (2015). Evaluation of physicochemical deterioration and lipid oxidation of beef muscle affected by freeze–thaw cycles. *Food Science y Nutrition*, 3(6), 518–528. <https://doi.org/10.1002/fsn3.246>
- Rodríguez-Carpena, J. G., Morcuende, D., y Estévez, M. (2011). Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage. *Meat Science*, 89(2), 166–173.
- Rojas-Armas, J. P., Arroyo-Acevedo, J. L., y Ortiz-Sánchez, J. M. (2021). *Hibiscus sabdariffa* extracts as natural antioxidants in food preservation: A review. *Plants*, 10(5), 1028. <https://doi.org/10.3390/plants10051028>
- Salgado-Cruz, M. P., Medina-Juárez, L. A., y Gámez-Meza, N. (2021). Effect of *Hibiscus sabdariffa* extracts on oxidative stability of cooked pork sausages. *Foods*, 10(4), 822. <https://doi.org/10.3390/foods10040822>
- Sánchez-Zapata, E., Pérez-Alvarez, J. A., y Fernández-López, J. (2020). Sensory strategies for the development of healthier meat products. *Current Opinion in Food Science*, 40, 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.02.009>

- Santos, E. M., Rubio-Lozano, M. S., Pérez-Álvarez, J. A., y Viuda-Martos, M. (2022). Use of *Hibiscus sabdariffa* calyces in meat products. *Frontiers in Animal Science*, 3, 876042. <https://doi.org/10.3389/fanim.2022.876042>
- Serdaroğlu, M., Nacak, B., y Karabıyıkoglu, M. (2018). The effects of partial fat replacement with microencapsulated olive oil on quality characteristics of chicken sausages. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(7), e13662. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13662>
- Shannon, D. (2003). *Microbiological Examination Methods of Food and Water: A*
- Sindi, K. A., Marshall, L. J., y Morgan, M. R. A. (2022). *Hibiscus sabdariffa* L. extracts and its bioactive compounds: Antimicrobial and antioxidant properties and potential applications in food preservation. *Food Bioscience*, 48, 101749. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101749>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., y Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Stone, H., y Sidel, J. L. (2020). *Sensory Evaluation Practices* (5th ed.). Academic Press.
- Sultana, B., Mushtaq, M., Akhtar, S., y Khan, M. Z. (2020). Consumer insights about natural antioxidants in meat preservation. *Food Reviews International*, 36(3), 246–267. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1598988>
- Toldrá, F., Reig, M., y Mora, L. (2021). Consumer sensory research for meat products with natural antioxidants. *Foods*, 10(4), 912. <https://doi.org/10.3390/foods10040912>
- Tosun, I., Uyarcan, M., y Ucar, A. (2020). Oxidation mechanisms and prevention strategies in meat products. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(2), 269–276. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i2.269-276.3116>
- Ullah, R., Nadeem, M., Imran, M., y Shahbaz, M. (2021). Effect of different extraction techniques on polyphenolic contents and antioxidant potential of *Hibiscus sabdariffa* calyx extracts. *Food Science y Nutrition*, 9(9), 5151–5160. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2460>
- Valenzuela, A., Sanhueza, J., y Nieto, S. (2020). Natural antioxidants in the preservation of meat and meat products. *Food Reviews International*, 36(5), 411–433. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1617391>

- Varela, P., y Fiszman, S. (2013). Exploring consumers' perception of natural additives and clean label foods. *Food Hydrocolloids*, 30(1), 477–484. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.07.001>
- Youssef, M. K., y Barbut, S. (2020). Fat reduction in comminuted meat products: Effects of beef fat, chicken skin, and vegetable oil. *Journal of Food Science*, 85(4), 1234–1241. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15065>
- Zhang, Y., Zhou, G., Xu, X., y Liu, Y. (2021). Development of functional meat products: Trends and perspectives. *Food Science y Human Wellness*, 10(3), 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.05.004>

9. ANEXOS

Anexo 1. Boleta para análisis sensorial



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

Adjunto a la presente boleta se le entregará 4 muestras las cuales deberá valorar cada parámetro según la escala que se presenta a continuación:

Categoría	Valoración Numérica
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
Me gusta poco	3
No me gusta	2
Me disgusta	1

INDIQUE CON UNA (X) SEGÚN SU CRITERIO EN LOS ESPACIOS INDICADOS

ATRIBUTOS	V.N.	T1	T2	T3	T4
COLOR	5				
	4				
	3				
	2				
	1				
OLOR	5				
	4				
	3				
	2				
	1				
SABOR	5				
	4				
	3				
	2				
	1				
TEXTURA	5				
	4				
	3				
	2				
	1				

Elaborado por: La autora, 2026

Anexo 2. Análisis estadístico

Análisis de la varianza

COLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	120	0,47	0,28	28,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	66,43	32	2,08	2,46	0,0005
TRATAMIENTO	36,97	3	12,32	14,58	<0,0001
JUEZ	29,47	29	1,02	1,20	0,2534
Error	73,53	87	0,85		
Total	139,97	119			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,62178

Error: 0,8452 gl: 87

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1,5% del extracto	4,13	30	0,17	A
Testigo	2,97	30	0,17	B
1,0% del extracto	2,90	30	0,17	B
0,5% del extracto	2,73	30	0,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

OLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OLOR	120	0,49	0,30	29,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	82,20	32	2,57	2,63	0,0002
TRATAMIENTO	40,90	3	13,63	13,94	<0,0001
JUEZ	41,30	29	1,42	1,46	0,0934
Error	85,10	87	0,98		
Total	167,30	119			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66890

Error: 0,9782 gl: 87

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1,5% del extracto	4,33	30	0,18	A
Testigo	3,13	30	0,18	B
1,0% del extracto	3,13	30	0,18	B
0,5% del extracto	2,80	30	0,18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

SABOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	120	0,57	0,41	35,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	135,97	32	4,25	3,60	<0,0001
TRATAMIENTO	88,63	3	29,54	25,04	<0,0001
JUEZ	47,34	29	1,63	1,38	0,1262
Error	102,63	87	1,18		
Total	238,59	119			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,73455

Error: 1,1796 gl: 87

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1,5% del extracto	4,50	30	0,20	A
1,0% del extracto	2,90	30	0,20	B
Testigo	2,53	30	0,20	B
0,5% del extracto	2,30	30	0,20	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

TEXTURA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	120	0,51	0,33	29,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	91,23	32	2,85	2,80	0,0001
TRATAMIENTO	51,87	3	17,29	16,97	<0,0001
JUEZ	39,37	29	1,36	1,33	0,1552
Error	88,63	87	1,02		
Total	179,87	119			

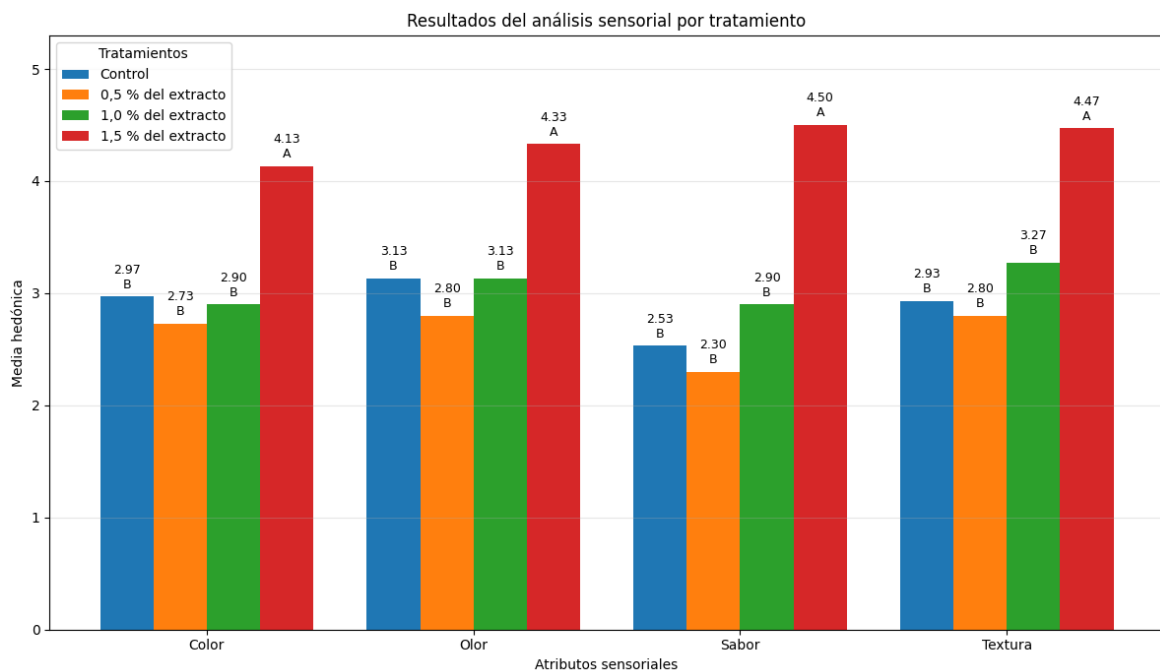
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,68264

Error: 1,0188 gl: 87

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1,5% del extracto	4,47	30	0,18	A
1,0% del extracto	3,27	30	0,18	B
Testigo	2,93	30	0,18	B
0,5% del extracto	2,80	30	0,18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Gráfico de barras del análisis sensorial



Elaborado por: La autora, 2026

#	FACTOR A	FACTOR B	JUEZ	COLO R	OLOR	SABOR	TEXTURA
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	1	3	4	1	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	2	3	5	5	4
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	3	3	4	2	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	4	3	1	1	1
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	5	2	1	1	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	6	4	3	3	4
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	7	3	5	1	5
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	8	3	4	2	2
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	9	3	1	3	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	10	3	4	2	1
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	11	3	4	4	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	12	1	2	2	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	13	3	3	3	5
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	14	5	4	5	2
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	15	3	3	4	4
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	16	1	3	1	2
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	17	5	5	5	5
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	18	1	2	1	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	19	3	3	3	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	20	3	4	4	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	21	4	3	4	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	22	3	2	1	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	23	3	3	2	4
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	24	2	4	3	2
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	25	3	2	1	4
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	26	3	3	3	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	27	3	3	3	1
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	28	4	4	1	1
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	29	2	3	2	3
1	a1: Ninguno	b1: Ninguno	30	4	2	3	2
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	1	3	4	2	3
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	2	3	3	5	5
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	3	3	5	3	3
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	4	1	1	1	1
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	5	1	1	1	2
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	6	4	3	4	4
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	7	2	2	2	2
2	a1: etanol	b2: 0,5 %	8	1	1	1	3

		del extracto					
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	9	3	2	1	3
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	10	1	2	1	2
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	11	1	1	1	1
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	12	3	4	3	2
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	13	3	3	1	1
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	14	4	4	4	4
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	15	4	5	5	5
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	16	4	4	4	4
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	17	2	1	3	1
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	18	3	2	1	3
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	19	3	3	2	3
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	20	1	1	1	1
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	21	4	4	3	2
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	22	2	2	4	4
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	23	2	2	2	4
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	24	4	4	2	3
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	25	3	3	1	2
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	26	3	3	2	4
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	27	3	3	2	3
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	28	4	4	2	2
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	29	3	3	1	2
2	a1: etanol	b2: 0,5 % del extracto	30	4	4	4	5
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	1	4	5	4	5
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	2	2	3	3	3

3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	3	2	3	1	2
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	4	3	3	4	3
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	5	4	2	2	3
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	6	4	3	1	2
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	7	2	2	4	3
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	8	1	2	2	3
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	9	3	4	3	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	10	2	2	2	2
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	11	3	3	2	2
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	12	4	4	4	3
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	13	3	2	4	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	14	3	4	3	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	15	3	4	3	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	16	4	4	5	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	17	2	3	2	3
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	18	4	5	4	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	19	2	3	2	2
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	20	3	3	2	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	21	4	4	3	5
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	22	2	2	4	2
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	23	3	2	3	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	24	4	4	3	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	25	3	3	4	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	26	1	1	3	1
3	a1: etanol	b3: 1,0 %	27	2	3	1	2

		del extracto					
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	28	2	3	2	3
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	29	4	3	2	4
3	a1: etanol	b3: 1,0 % del extracto	30	4	5	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	1	4	4	5	4
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	2	4	5	4	4
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	3	4	4	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	4	4	5	4	4
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	5	5	4	5	4
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	6	3	5	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	7	4	5	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	8	4	5	4	3
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	9	5	4	4	3
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	10	3	3	4	3
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	11	3	5	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	12	4	5	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	13	3	5	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	14	4	5	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	15	5	3	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	16	4	4	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	17	4	4	4	4
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	18	5	4	4	4
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	19	3	3	5	4
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	20	3	3	3	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	21	4	5	5	5

4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	22	5	4	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	23	5	5	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	24	5	5	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	25	5	4	4	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	26	4	4	4	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	27	4	4	3	4
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	28	5	5	4	4
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	29	5	4	5	5
4	a1: etanol	b4: 1,5 % del extracto	30	4	5	4	4

Anexo 3. Evidencia fotográfica de la elaboración del producto

Figura 3.
Troceado de las materias primas



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 4.
Pesado de la carne de pollo y la grasa de cerdo



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 5.
Obtención del extracto etanólico de Jamaica



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 6.
Proceso de elaboración de la mortadela



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 7.
Formulación del producto



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 8.
Homogenización de ingredientes en el cutter



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 9.
Preparación de muestras para análisis sensorial



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 10.
Análisis sensorial



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 11.
Material para realizar análisis microbiológico



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 12.
Elaboración de las diluciones seriadas



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 13.
Siembra de las diluciones en placas para detectar coliformes



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 14.
Siembra de muestra para determinar presencia de Staphylococcus



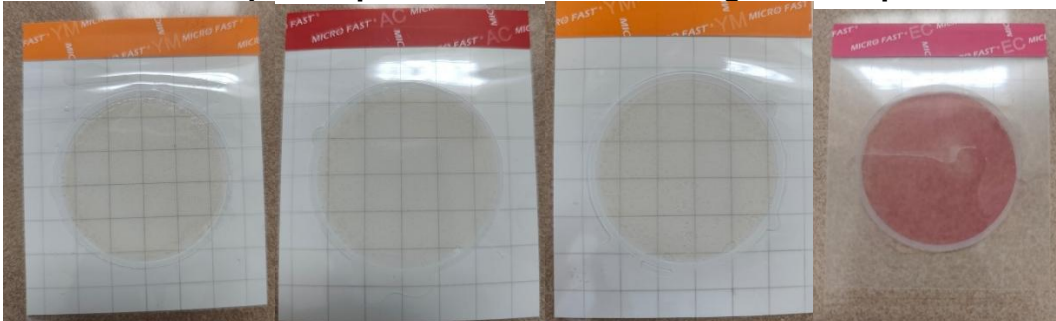
Elaborado por: La autora, 2026

Figura 15.
Incubación de las placas para determinar crecimiento de patógenos



Elaborado por: La autora, 2026

Figura 16.
Recolección de placas para cuantificar microorganismos presentes



Elaborado por: La autora, 2026

Anexo 4. Análisis de laboratorio


INFORME DE RESULTADOS
IDR 40577-2025 (B)

Fecha: 06 de enero del 2026

DATOS DEL CLIENTE					
Nombre	CALDERON CRUZ LISSETTE KATIUSKA				
Dirección	Santiaguito Roldós				
Teléfono	0967547249				
Contacto	-				
DATOS DE LA MUESTRA					
Tipo de muestra	Mortadela de Pollo	Cantidad	Aprox. 150 g		
No. de muestras	1 (n=2)	Lote	N/A		
Presentación	Envoltura	Fecha de recepción	08 de diciembre del 2025		
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A		
CONDICIONES DEL ANALISIS					
Temperatura (°C)	23.3		Humedad (%)	59.4	
Fecha de Inicio de Análisis			09 de diciembre del 2025		
Fecha de Finalización del análisis			26 de diciembre del 2025		
RESULTADOS					
Temperatura= 25 ±2 °C			Humedad: 60 ± 5 %		
CODIGO UBA-40577-1					
Efecto del extracto etanólico de Flor de Jamaica de las características organolépticas, la estabilidad oxidativa y la vida útil de una Mortadela de Pollo					
PARAMETROS	METODO	T. real: 0 días	T. real: 15 días	Unidad	Límite de cuantificación
Índice de Peróxido	AOAC 965.33 (Volumetría)	<0.2	<0.2	MeqO ₂ /Kg	0.2
Observaciones:					
1. Los resultados emitidos en este informe. corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.					
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente. excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.					
3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; P/P = Peso Peso; P/V: Peso Volumen.					
4. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.					