

Diseño y estandarización de chorizo de mojarra roja

Yurley Dayana Toro Becerra

Norela Sánchez Pérez

Director:

Martha Barrera Hernández

Universidad Nacional Abierta y Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Ingeniería de Alimentos

2025

Agradecimientos

Yurley Dayana Toro Becerra

Agradezco a Dios, por brindarme sabiduría, fortaleza y la oportunidad de vivir esta hermosa experiencia de aprendizaje. Gracias por permitirme descubrir esta maravillosa carrera, disfrutar cada conocimiento adquirido, tanto frente al computador como en los laboratorios, y por acompañarme en cada paso de este camino.

A mi familia, mi mayor motor: a mi mamá, a mis hermanos Sandra y Gustavo, y a mi papá, que desde el cielo me guía. Gracias por su paciencia, amor incondicional y consejos sinceros, que me han sostenido en los momentos difíciles y me han impulsado a seguir adelante. A pesar de las circunstancias, juntos hemos superado cada reto, y hoy reconozco que todo lo vivido me ha formado y me ha convertido en la persona que soy. Me siento profundamente orgullosa de ello. A mi novio, gracias por tu paciencia, tu comprensión y tu apoyo constante durante mi carrera y en mi vida. Tu compañía ha sido fundamental en este proceso.

Finalmente, pero con igual importancia, expreso mi sincero agradecimiento a mi profesora Martha Barrera Hernández, por sus enseñanzas significativas, su guía y su acompañamiento en el desarrollo y elaboración de este proyecto. Su dedicación ha dejado una huella invaluable en mi formación.

Norela Sánchez Pérez

Quiero darle las gracias principalmente a Dios, por permitirme culminar este proceso tan importante en mi vida, a mi papa y a mi mama por ser ese motor y apoyo incondicional, a mis hermanas Selena, María Ángel y María Celeste por ayudarme cuando sentía que no podía más, también quiero expresar mis agradecimiento a mi compañera Yurley por ser ese apoyo durante toda la carrera universitaria, gracias por siempre estar para mi y por ultimo y no menos

importante quiero darle las gracias a mi tutora Martha Becerra Hernández por todos esos conocimientos que con tanto amor, paciencia y dedicación nos enseñó y por esas palabras de aliento que siempre nos daba.

Dedicatoria

Yurley Dayana Toro Becerra

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, quien ha sido mi guía, mi fuerza y mi refugio en cada momento de este camino. A Él le debo la sabiduría, la serenidad y la valentía que me han permitido avanzar y descubrir la belleza de esta carrera que hoy culmina un capítulo importante en mi vida.

A mi familia, mi pilar y mi razón de ser. A mi mamá y a mis hermanos, Sandra y Gustavo, por su amor infinito, por cada palabra de aliento y por creer en mí incluso en los días en que yo dudaba. Su apoyo incondicional ha sido el impulso que me ha sostenido en los momentos difíciles y la luz que ha iluminado mis logros.

A mi papá, que desde el cielo acompaña mis pasos. Este logro también es suyo. Su recuerdo, su amor y su ejemplo viven en mí y me inspiran a ser mejor cada día. Hoy, más que nunca, lo siento presente en mi corazón.

A mi novio, por su paciencia, su cariño y su apoyo inquebrantable. Gracias por acompañarme en mis días de cansancio, en mis dudas y en mis alegrías; por impulsarme a seguir cuando sentía que no podía más, y por ser un compañero tan valioso en mi vida y en este proceso.

Y, finalmente, me dedico este logro a mí misma. A la versión de mí que no se rindió, que enfrentó los retos, que lloró, que aprendió, que se levantó y siguió adelante. A la mujer que soy hoy, que ha crecido, que ha luchado y que se siente orgullosa de lo que ha alcanzado. Este logro es también un acto de amor propio, un recordatorio de que sí soy capaz.

Norela Sanchez Pérez

Quiero dedicarle este logro a Dios, a mi familia, papa, mama y hermanas, por apoyarme y estar siempre presente cuando mas lo necesitaba, por los abrazos y palabras de aliento, por ser mi motor e inculcarme los valores y las bases que tengo, gracias a ello soy la mujer que soy, hoy en día.

A mi tio Alirio, mi segundo papa, que recientemente partió a la vida eterna, se que esta muy orgulloso de mi, porque en vida siempre estuvo presente para mí, por dar lo mejor de ti para apoyarme en este proceso, este logro también es tuyo tio.

Resumen

El propósito de este proyecto es diseñar y estandarizar un chorizo a base de mojarra roja (*Oreochromis sp.*) mediante la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la materia prima y del producto final, con el fin de generar una alternativa alimentaria innovadora, nutritiva y viable para el sector agroalimentario regional. La investigación se desarrolló bajo un enfoque experimental, en el cual se elaboraron tres formulaciones de chorizo evaluadas según parámetros técnicos y sensoriales definidos. En la fase inicial se verificaron las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la mojarra roja, evidenciándose que cumplía con los criterios sanitarios requeridos para su uso en productos procesados. Posteriormente, se llevó a cabo la estandarización del proceso de elaboración del embutido, que incluyó operaciones como molienda, mezclado, embutido, escaldado y congelación, asegurando condiciones óptimas de inocuidad y calidad. La caracterización microbiológica y fisicoquímica del chorizo elaborado confirmó la efectividad del proceso térmico y la estabilidad del producto, al mantenerse dentro de los límites establecidos por la normativa vigente. Finalmente, la evaluación sensorial aplicada a un panel de evaluadores no expertos, permitió identificar diferencias significativas entre las tres formulaciones, evidenciando que la formulación 3 obtuvo la mayor aceptación debido a su equilibrio de sabor, textura, olor y especias, atribuible a su mayor contenido de grasa y adecuada combinación de condimentos, lo que disminuyó la percepción del olor a pescado y mejoró la jugosidad del producto. En conjunto, los resultados demostraron que es posible desarrollar un chorizo de mojarra roja con características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales satisfactorias, constituyéndose en una opción alimentaria saludable, de alto valor proteico y con potencial de aprovechamiento productivo y social en regiones piscícolas como el Catatumbo.

Palabras clave: Chorizo de mojarra roja, caracterización fisicoquímica, evaluación sensorial, estandarización, inocuidad alimentaria

Abstract

The purpose of this project is to design and standardize a chorizo made from red mojarra (*Oreochromis* sp.) through the physicochemical, microbiological, and sensory characterization of the raw material and the final product, in order to generate an innovative, nutritious, and viable food alternative for the regional agri-food sector. The research was conducted using an experimental approach, in which three chorizo formulations were developed and evaluated according to defined technical and sensory parameters. In the initial phase, the physicochemical and microbiological properties of the red mojarra were verified, demonstrating that it met the required sanitary criteria for use in processed products. Subsequently, the sausage-making process was standardized, including operations such as grinding, mixing, stuffing, scalding, and freezing, ensuring optimal safety and quality conditions. The characterization microbiological and physicochemical analysis of the processed chorizo confirmed the effectiveness of the thermal process and the product's stability, as it remained within the limits established by current regulations. Finally, sensory evaluation by a panel of non-expert evaluators identified significant differences among the three formulations. Formulation 3 received the highest acceptance due to its balance of flavor, texture, aroma, and spices, attributable to its higher fat content and appropriate combination of seasonings, which reduced the perception of fishy odor and improved the product's juiciness. Overall, the results demonstrated that it is possible to develop a red mojarra chorizo with satisfactory physicochemical, microbiological, and sensory characteristics, making it a healthy food option with high protein content and potential for productive and social use in fish farming regions such as Catatumbo.

Keywords: Red mojarra chorizo, physicochemical characterization, sensory evaluation, standardization, food safety

Tabla de Contenido

Introducción	13
Justificación	15
Objetivos	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos	16
Marco Teórico.....	17
Taxonomía de la Mojarra Roja	17
Metodología	33
Fase 1. Caracterización de la Materia Prima y Producto Desarrollado Mediante el Análisis de las Propiedades Físicoquímicas, Microbiológicas y Sensoriales.	33
Fase 2. Estandarización del Proceso de Elaboración del Chorizo.....	36
Fase 3: Evaluar la Aceptabilidad Sensorial y Estabilidad Microbiológica del Producto Final.....	41
Resultados y Análisis de Resultados.....	43
Caracterización Microbiológica de la Materia Prima (Mojarra Roja)	43
Caracterización Físicoquímica de la Materia Prima	43
Caracterización Microbiológica del Chorizo de Mojarra Roja	46
Caracterización Físicoquímica del Chorizo de Mojarra Roja	46
Análisis Sensorial.....	48

Evaluar la Aceptabilidad Sensorial y Estabilidad Microbiológica del Producto Final.	51
Conclusiones	56
Referencias Bibliográficas	58

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Resultados Microbiológicos de la Mojarra Roja</i>	45
Tabla 2 <i>Resultados Fisicoquímicos de la Mojarra Roja</i>	45
Tabla 3 <i>Resultados Microbiológicos del Producto Terminado (Chorizo de Mojarra Roja)</i>	47
Tabla 4 <i>Resultados Fisicoquímicos del Producto Terminado (Chorizo de Mojarra Roja)</i>	48
Tabla 5 <i>Formulación 1 Elaboración del Chorizo de Mojarra</i>	49
Tabla 6 <i>Formulación 2 Elaboración del Chorizo de Mojarra</i>	50
Tabla 7 <i>Formulación 3 Elaboración del Chorizo de Mojarra</i>	50

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Preparación de la Materia Prima (Proteína de Pescado-Mojarra Roja)</i>	37
Figura 2 <i>Elaboración de Embutido, Chorizo de Mojarra Roja.</i>	39
Figura 3 <i>Resultados Sensoriales con la Formulación 1 del Chorizo de Mojarra Roja</i>	51
Figura 4 <i>Resultados Sensoriales con la Formulación 2 del Chorizo de Mojarra Roja.</i>	52
Figura 5 <i>Resultados Sensoriales con la Formulación 3 del Chorizo de Mojarra Roja</i>	53
Figura 6 <i>Comparación de los atributos del análisis sensorial de las formulaciones de chorizo de mojarra roja mediante gráfico tipo radar.</i>	54

Introducción

La mojarra roja (*Oreochromis* sp.) es una de las especies piscícolas de mayor relevancia en Colombia debido a su adaptabilidad, disponibilidad durante todo el año, bajo costo de producción y alto valor nutricional, características que la posicionan como una alternativa estratégica para el desarrollo de productos alimentarios innovadores. Su cultivo, extendido en diversas regiones del país, incluyendo zonas vulnerables como el Catatumbo, constituye una actividad económica fundamental para familias productoras y comunidades rurales, por lo que su aprovechamiento eficiente reviste un interés social, económico y tecnológico significativo. Sin embargo, la comercialización tradicional de la mojarra roja se ha centrado principalmente en la venta del pescado fresco, lo que limita su vida útil y reduce las posibilidades de generar valor agregado a partir de su procesamiento. En este contexto, el desarrollo de productos funcionales a base de mojarra roja, como el chorizo de pescado, se plantea como una alternativa tecnológica viable que permite diversificar la oferta alimentaria, agregar valor a la materia prima y fortalecer la cadena productiva del sector pesquero, contribuyendo además al mejoramiento de la seguridad alimentaria regional desde un enfoque propio de la ingeniería de alimentos.

El desarrollo de un chorizo a base de mojarra roja representa una oportunidad para integrar prácticas de innovación alimentaria con los lineamientos de la normativa sanitaria vigente en Colombia, especialmente aquellos establecidos por la Resolución 2674 de 2013 y las Normas Técnicas Colombianas aplicables a productos cárnicos procesados. La formulación de embutidos elaborados con proteína de pescado ofrece ventajas nutricionales frente a los chorizos tradicionales, el estudio Islam et al. (2021) reporta la mojarra roja con menor contenido de grasa saturada, un perfil proteico de alta calidad y la presencia de micronutrientes beneficiosos para la salud. Además, este tipo de productos puede constituir una alternativa viable para el

aprovechamiento de excedentes de producción y subproductos de fileteado, reduciendo pérdidas postcosecha e incentivando prácticas productivas sostenibles.

El presente proyecto tiene como propósito diseñar y estandarizar un chorizo de mojarra roja mediante la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la materia prima y del producto final. Para ello, se desarrollaron diferentes formulaciones, se evaluó su comportamiento durante el procesamiento y se determinó su aceptabilidad sensorial, con el fin de seleccionar la alternativa más adecuada desde los criterios de inocuidad, calidad y preferencia del consumidor. Con este estudio se busca aportar al desarrollo científico y tecnológico del sector piscícola colombiano, generando conocimientos aplicables a la industria de alimentos y promoviendo la elaboración de productos nutritivos, seguros y de alto valor agregado que puedan beneficiar a productores, emprendedores y consumidores.

Justificación

Según datos de USDA FoodData Central (2025), la mojarra roja es una fuente rica en proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales. Su alto contenido nutricional, sumado a la producción en zonas piscícolas como el Catatumbo, motiva a aprovechar esta materia prima en la formulación de productos con mayor vida útil y aceptación del consumidor. La transformación de este pescado en un chorizo saludable permite diversificar su aprovechamiento alimentario y mantener sus propiedades nutricionales mediante tecnologías adecuadas de procesamiento.

Desde el enfoque económico, este proyecto ofrece una solución innovadora que promueve el emprendimiento rural. En la región del Catatumbo, marcada por limitadas oportunidades de desarrollo (conflicto armado, cultivos ilícitos y narcotráfico), se busca impulsar una alternativa productiva, distinta al monocultivo o a las economías informales, en este caso el proyecto es una de ellas. La elaboración de un chorizo de mojarra roja puede representar una fuente de ingresos sostenibles para productores, emprendedores y comunidades organizadas, fomentando cadenas de valor en la industria alimentaria local.

El impacto social de este proyecto será significativo, ya que se incentivará la transformación de alimentos en zonas vulnerables y aportará a la seguridad alimentaria de la región. Como ingeniera de alimentos, este proyecto representa una oportunidad para aplicar los conocimientos en el diseño, estandarización y control de calidad de nuevos productos, y contribuir a mejorar las condiciones de vida de las comunidades del Catatumbo mediante la innovación alimentaria.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un chorizo a base de mojarra roja mediante la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la materia prima, con el fin de lograr un producto innovador en el sector alimentario regional.

Objetivos Específicos

Caracterizar la materia prima y el producto final mediante el análisis de sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, enfocándose en la mojarra roja y el chorizo elaborado a partir de ella.

Estandarizar el proceso de elaboración del chorizo con el fin de garantizar la conservación de las características sensoriales y nutricionales del producto obtenido.

Evaluar la aceptabilidad sensorial y estabilidad microbiológica del producto final

Marco Teórico

La piscicultura en Colombia ha adquirido una creciente relevancia dentro del sector agroalimentario, destacándose la mojarra roja (*Oreochromis sp.*) como una de las especies más cultivadas por su adaptabilidad, bajo costo de producción y alta aceptación en el mercado (FAO, 2021). Este pez, perteneciente a la familia Cichlidae, es originario de África, pero se ha adaptado exitosamente a las condiciones climáticas y acuáticas de América Latina, particularmente en Colombia, donde representa una fuente importante de proteína animal (Rojas, 2020).

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2023), la mojarra roja ocupa el segundo lugar en la producción acuícola nacional, después de la tilapia nilótica, con una participación aproximada del 38 % del total de peces cultivados, alcanzando una producción anual cercana a las 80.000 toneladas métricas, destinadas tanto al consumo interno como a la exportación.

Desde un punto de vista técnico, la mojarra roja se cultiva en estanques o jaulas flotantes, bajo sistemas intensivos o semiintensivos, donde se controla la temperatura, la calidad del agua y la alimentación, con el fin de obtener un crecimiento óptimo y asegurar la inocuidad del producto final (AUNAP, 2022).

Taxonomía de la Mojarra Roja

De acuerdo con Froese y Pauly (2022), la clasificación taxonómica de la mojarra roja es la siguiente:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Cichlidae

Género: Oreochromis

Especie: Oreochromis sp.

Esta especie presenta un cuerpo de forma comprimida lateralmente y estructura generalmente discoidal. Posee una boca amplia y protráctil, acompañada de labios relativamente gruesos y dientes de tipo cónico. Su desplazamiento se realiza mediante aletas pares (pectorales y ventrales) e impares (dorsal, anal y caudal), siendo la dorsal y la anal parcialmente espinosas en su región anterior. Además, la aleta caudal suele ser redondeada, contribuyendo al equilibrio durante la natación. (Perez, S. & Rodriguez, J, 2022).

La mojarra roja constituye una excelente fuente de proteínas de alto valor biológico, con un perfil de aminoácidos esenciales que la convierte en una alternativa saludable frente a las carnes rojas tradicionales (García, 2020). Según Islam et al (2021) un filete de 100g contiene 16-23g de proteína y 0.6 – 2.3g de lípidos, asimismo aporta minerales esenciales y aminoácidos que contribuyen al buen funcionamiento del organismo.

Desde la perspectiva de la salud pública, el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF, 2019) recomienda el consumo de pescado al menos dos veces por semana, debido a su aporte de ácidos grasos poliinsaturados omega-3, los cuales contribuyen a la prevención de enfermedades cardiovasculares y al desarrollo neurológico.

Asimismo, el Codex Alimentarius (FAO/OMS, 2019) establece que los productos derivados del pescado, como embutidos o conservas, deben mantener las características nutricionales del alimento original, asegurando su inocuidad y valor biológico durante el procesamiento.

El chorizo es definido por la Resolución 2156 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social, como un embutido elaborado a partir de carne picada, grasa comestible, condimentos y aditivos autorizados, embutidos en tripa natural o artificial, y sometidos a procesos de cocción, curado o maduración según su tipo.

Por su parte, la Resolución 2674 de 2013 establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los establecimientos dedicados a la elaboración de alimentos, incluyendo embutidos cárnicos o piscícolas, haciendo énfasis en el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), la manipulación higiénica de materias primas, y el rotulado conforme al Decreto 1500 de 2007 y la Resolución 5109 de 2005.

El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA, 2022) señala que los embutidos tipo chorizo pueden elaborarse a partir de diversas fuentes proteica cárnicas, aviares o piscícolas, siempre que se garantice la inocuidad, trazabilidad y cumplimiento de las especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas establecidas en la normativa nacional e internacional.

El desarrollo de embutidos ha permitido aprovechar materias primas de origen animal de forma segura y práctica, contribuyendo a la diversificación alimentaria. Según estudios sobre productos cárnicos embutidos tipo chorizo, estos alimentos presentan un contenido significativo de proteínas y micronutrientes como zinc y potasio, lo cual forma parte de su perfil nutricional habitual (Halagarda, 2018). Estos productos cárnicos presentan características sensoriales agradables como lo es el sabor, el aroma y la textura, asimismo dan un aporte energético. (Grasso, S., et al, 2023)

La FAO (2021) reconoce que los embutidos de origen alternativo, como los elaborados a partir de pescado, son una herramienta para mejorar la seguridad alimentaria, reducir el desperdicio de biomasa pesquera y aumentar la sostenibilidad productiva.

El desarrollo de embutidos de pescado da una alternativa tecnológica para aprovechar los subproductos generados durante el procesamiento pesquero permitiendo ofrecer alimentos con valor nutricional mejorados (Cui, Q, et al, 2024)

Puede formularse mediante la incorporación de ingredientes tradicionales del (grasa vegetal, almidones, condimentos y conservantes permitidos), lo que permite obtener un producto con alto contenido proteico, menor proporción de grasa saturada y características sensoriales. (Ko, Y. et al, 2024).

Durante su formulación, se deben cumplir los parámetros establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 1325 (ICONTEC, 2015) para productos cárnicos procesados, además de las disposiciones de la Resolución 683 de 2012, que regula el uso de aditivos alimentarios en productos cárnicos y piscícolas.

La estandarización del chorizo de mojarra roja implica la definición de una fórmula óptima de ingredientes, condiciones de procesamiento (picado, mezclado, embutido y cocción) y evaluación de las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del producto final. Estos estudios son esenciales para garantizar su aceptabilidad, seguridad y vida útil, en concordancia con los criterios de la Resolución 2674 de 2013 y los lineamientos del Codex Alimentarius (FAO/OMS, 2020).

Los embutidos constituyen uno de los productos cárnicos procesados más antiguos de la historia de la humanidad. Su origen se remonta a las primeras civilizaciones, cuando el ser humano buscó métodos para conservar la carne y evitar su deterioro microbiológico,

especialmente en ausencia de sistemas de refrigeración. Civilizaciones como la romana, griega y egipcia ya empleaban técnicas de salazón, secado y ahumado para prolongar la vida útil de la carne, dando origen a preparaciones que pueden considerarse precursoras de los embutidos modernos (Toldrá, 2017).

Durante la Edad Media, el desarrollo de los embutidos se consolidó en Europa, donde factores climáticos, culturales y tecnológicos permitieron la diversificación de productos regionales como salchichas, chorizos y embutidos curados. Con el paso del tiempo, estos productos se difundieron hacia América Latina durante el proceso de colonización, adaptándose a las materias primas y tradiciones locales. En Colombia, la producción de embutidos adquirió relevancia especialmente a partir del siglo XX, con la industrialización del sector cárnico y la implementación de tecnologías de conservación más avanzadas (FAO, 2019).

En la evolución del consumo de embutidos a nivel mundial, estos han mostrado un crecimiento sostenido a nivel global debido a factores como la urbanización, el cambio en los hábitos alimentarios y la necesidad de alimentos de fácil preparación y larga vida útil. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022), los productos cárnicos procesados representan una proporción significativa del consumo de proteína animal en países industrializados y en economías emergentes.

No obstante, en las últimas décadas se ha evidenciado una transformación en las preferencias del consumidor, impulsada por una mayor conciencia sobre la salud, la nutrición y la sostenibilidad. Esto ha generado una demanda creciente de embutidos con menor contenido de sodio, grasa y aditivos sintéticos, así como alternativas con ingredientes naturales o funcionales (Toldrá & Reig, 2018).

La industria cárnica en Colombia representa un sector estratégico dentro del sistema agroindustrial, contribuyendo de manera significativa al empleo y al producto interno bruto del país. El subsector de los embutidos ha experimentado un crecimiento sostenido, impulsado por la diversificación de productos, el aumento del consumo urbano y la tecnificación de los procesos productivos (DANE, 2022).

La producción nacional se caracteriza por una amplia variedad de embutidos frescos, cocidos y madurados, entre los que destacan el chorizo, la salchicha tipo Frankfurt, la salchicha tradicional, la mortadela y el salchichón. Estos productos se elaboran tanto a escala industrial como artesanal, bajo marcos regulatorios que buscan garantizar la inocuidad y calidad del alimento (INVIMA, 2023).

De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC 1325, un embutido se define como un producto elaborado a partir de carne picada o molida, mezclada con grasa, sal, condimentos, especias y otros ingredientes permitidos, introducida en una envoltura natural o artificial, y sometida o no a procesos de maduración, cocción o secado, según el tipo de producto (ICONTEC, 2019).

Esta definición resalta tres elementos fundamentales: la naturaleza cárnica del producto, el uso de una envoltura o tripa como medio de conformación y la aplicación de procesos tecnológicos específicos. La normativa también establece criterios de composición, rotulado y clasificación que permiten estandarizar la producción y facilitar el control sanitario.

La industria de embutidos desempeña un papel relevante en la seguridad alimentaria del país, al ofrecer productos de alto valor nutricional, accesibles y de amplia aceptación por parte del consumidor. Asimismo, genera empleo directo e indirecto en actividades relacionadas con la producción pecuaria, el procesamiento industrial, la logística y la comercialización.

Desde una perspectiva social, los embutidos forman parte de la tradición gastronómica colombiana y contribuyen a la identidad alimentaria regional. A nivel económico, el fortalecimiento del sector permite mejorar la competitividad del país, promover la formalización empresarial y garantizar el cumplimiento de estándares sanitarios exigidos tanto en el mercado nacional como internacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021).

Los productos cárnicos procesados comprenden una amplia gama de alimentos elaborados a partir de carne fresca sometida a diversos tratamientos físicos, químicos y térmicos con el fin de mejorar su conservación, seguridad microbiológica, textura y características sensoriales. De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC 1325, los embutidos se clasifican principalmente según el tipo de procesamiento aplicado, el grado de cocción y las condiciones de conservación del producto final (ICONTEC, 2019).

Esta clasificación permite estandarizar los procesos productivos, establecer criterios de calidad e inocuidad y facilitar el control sanitario por parte de las autoridades competentes. En términos generales, los embutidos se agrupan en: embutidos frescos, embutidos crudos madurados, embutidos escaldados y embutidos cocidos o precocidos, cada uno con características tecnológicas y microbiológicas específicas.

Los embutidos frescos son productos elaborados a partir de carne cruda picada o molida, mezclada con grasa, sal, condimentos y especias, que no han sido sometidos a procesos térmicos ni de curado. Su conservación depende fundamentalmente de la refrigeración y del control higiénico durante su elaboración y comercialización.

Desde el punto de vista tecnológico, estos productos presentan una elevada actividad de agua (a_w) y un pH cercano al de la carne fresca, lo que los hace altamente perecederos y

susceptibles al crecimiento microbiano. Por esta razón, requieren estrictas condiciones de almacenamiento en frío y una vida útil corta (Toldrá, 2017).

En Colombia, ejemplos representativos de este tipo de embutidos incluyen la longaniza fresca, el chorizo crudo y la butifarra fresca, productos ampliamente consumidos en diferentes regiones del país y elaborados tanto de manera artesanal como industrial.

Los embutidos crudos madurados se caracterizan por someterse a un proceso de fermentación y secado controlado, sin aplicación de tratamientos térmicos. Durante la maduración se produce una disminución del pH debido a la acción de bacterias ácido-lácticas, así como una reducción progresiva de la actividad de agua, factores que contribuyen a la estabilidad microbiológica del producto (Toldrá & Reig, 2018).

Este tipo de embutidos requiere un control riguroso de parámetros como temperatura, humedad relativa y tiempo de maduración, ya que estos influyen directamente en el desarrollo del sabor, aroma y textura característicos. Entre los ejemplos más conocidos se encuentran el salami y el chorizo curado, cuya elaboración demanda altos estándares de calidad en la materia prima y un manejo preciso del proceso tecnológico.

Los embutidos escaldados son aquellos que, después de ser embutidos, se someten a un tratamiento térmico moderado generalmente entre 70 y 80 °C durante un tiempo determinado. Este proceso tiene como objetivo la coagulación parcial de las proteínas, la reducción de la carga microbiana y la estabilización estructural del producto.

Desde el punto de vista tecnológico, el escaldado permite mejorar la textura, fijar el color y prolongar la vida útil del embutido, aunque no garantiza una esterilidad total. Productos como la salchicha tipo Frankfurt y la mortadela pertenecen a esta categoría y representan una parte significativa del consumo de embutidos en Colombia (ICONTEC, 2019).

Los embutidos cocidos o precocidos son aquellos que, tras el embutido, se someten a un tratamiento térmico suficiente para alcanzar temperaturas internas que aseguren la destrucción de microorganismos patógenos, generalmente superiores a 72 °C. Este tipo de proceso confiere al producto una mayor estabilidad microbiológica y una vida útil más prolongada bajo refrigeración.

Entre los ejemplos más comunes se encuentran la mortadela cocida, el jamón cocido y diversas presentaciones de salchichas industriales. Desde el punto de vista normativo, estos productos deben cumplir estrictamente con los parámetros de cocción, enfriamiento y conservación establecidos por la legislación sanitaria colombiana, particularmente por el Decreto 1500 de 2007 y sus resoluciones complementarias (INVIMA, 2023).

La carne constituye la materia prima fundamental en la elaboración de embutidos, ya que aporta las proteínas estructurales, el agua y parte del contenido graso necesario para la formación de la matriz del producto. En la industria cárnica, se emplean principalmente carnes de origen bovino, porcino y aviar, seleccionadas según criterios de calidad, frescura, composición química y aptitud tecnológica (Toldrá, 2017).

Desde el punto de vista fisicoquímico, la carne está compuesta principalmente por agua (70–75 %), proteínas (18–22 %), lípidos (2–10 %) y minerales. Las propiedades funcionales de la carne, especialmente su capacidad de retención de agua y formación de emulsiones, son determinantes en la calidad final del embutido. Estas propiedades dependen del estado post mortem del músculo, el pH, la temperatura y el grado de desnaturalización proteica durante el procesamiento (Lawrie & Ledward, 2006).

Las proteínas miofibrilares, principalmente la miosina y la actina, desempeñan un papel fundamental en la elaboración de embutidos. Estas proteínas son responsables de la capacidad de

ligar agua y grasa, formar emulsiones estables y desarrollar la textura característica del producto final (Toldrá, 2017).

Durante el proceso de picado y mezclado, la adición de sal favorece la solubilización de las proteínas miofibrilares, permitiendo la formación de una matriz proteica continua que atrapa agua y grasa. Esta red tridimensional es esencial para lograr una textura firme, cohesiva y jugosa, especialmente en embutidos escaldados y cocidos. Una inadecuada extracción proteica puede generar defectos tecnológicos como exudación, textura blanda o separación de fases.

La grasa cumple un papel fundamental en la aceptabilidad sensorial de los embutidos, aportando sabor, jugosidad y suavidad al producto. Generalmente se utilizan grasas de origen porcino debido a su estabilidad oxidativa y características sensoriales favorables; no obstante, también pueden emplearse grasas de bovino o aves, dependiendo del tipo de embutido y del perfil nutricional deseado.

Desde el punto de vista tecnológico, la grasa actúa como fase dispersa dentro de la matriz proteica, contribuyendo a la estabilidad de la emulsión cárnica. La proporción, el tamaño de partícula y el punto de fusión de la grasa influyen directamente en la textura y apariencia del producto final. Un exceso o mala distribución de la grasa puede ocasionar defectos como exudación lipídica o pérdida de cohesión (Toldrá & Reig, 2018).

El agua es un componente esencial en la elaboración de embutidos, ya que facilita la solubilización de proteínas, mejora la textura y contribuye al rendimiento del producto. Generalmente se adiciona en forma de agua potable fría o hielo, con el fin de controlar la temperatura de la masa durante el proceso de mezclado y evitar la desnaturalización proteica.

El uso adecuado del agua está regulado por la normativa sanitaria, la cual establece límites máximos de incorporación para evitar fraudes económicos y garantizar la calidad del

producto final. Además, el control de la actividad de agua (a_w) es fundamental para prevenir el crecimiento microbiano y prolongar la vida útil del embutido (INVIMA, 2023).

Las sales cumplen funciones esenciales tanto desde el punto de vista tecnológico como sanitario. El cloruro de sodio (NaCl) contribuye a la extracción de proteínas miofibrilares, mejora la textura y actúa como conservante al reducir la actividad de agua. Por su parte, los nitritos y nitratos de sodio o potasio son utilizados como agentes de curado, responsables del color característico de los embutidos curados y de la inhibición de microorganismos patógenos como *Clostridium botulinum* (Honikel, 2008).

El uso de estos aditivos se encuentra estrictamente regulado por la legislación colombiana, la cual establece límites máximos permitidos para garantizar la inocuidad del producto y la protección del consumidor. En los últimos años, se ha incrementado el interés por alternativas naturales, como extractos vegetales ricos en nitratos, en respuesta a la demanda de productos con etiquetas más limpias (“clean label”)

Los extensores y ligantes son ingredientes no cárnicos que se incorporan con el objetivo de mejorar el rendimiento, la textura y la estabilidad del producto. Entre los más utilizados se encuentran los almidones, proteínas vegetales (soya, arveja), fibras dietarias y proteínas lácteas.

Estos ingredientes contribuyen a la retención de agua, reducen costos de formulación y mejoran la consistencia del embutido. No obstante, su uso debe cumplir con las regulaciones vigentes y declararse de manera explícita en el etiquetado del producto, según lo establecido por la Resolución 810 de 2021 (INVIMA, 2021).

Las especias y condimentos desempeñan un papel fundamental en la definición del perfil sensorial de los embutidos. En Colombia, son comunes ingredientes como ajo, pimienta, comino,

paprika y cebolla, los cuales aportan aroma, sabor y, en algunos casos, propiedades antioxidantes y antimicrobianas.

Además de su función sensorial, algunas especias contienen compuestos fenólicos con actividad antioxidante, lo que contribuye a retardar la oxidación lipídica y mejorar la estabilidad del producto durante el almacenamiento (Toldrá & Reig, 2018).

El proceso de elaboración de embutidos inicia con la recepción de las materias primas, principalmente carne, grasa, aditivos y condimentos. En esta etapa se realiza una inspección visual, sensorial y documental para verificar el cumplimiento de los requisitos de calidad e inocuidad establecidos por la normativa sanitaria vigente. La carne debe provenir de plantas autorizadas por el INVIMA y mantenerse bajo condiciones de refrigeración controlada, generalmente entre 0 y 4 °C, para prevenir el crecimiento microbiano y la degradación proteica (INVIMA, 2023).

El almacenamiento adecuado es un factor crítico para conservar la calidad de la materia prima. La carne debe mantenerse separada de otros insumos, protegida de la contaminación cruzada y bajo condiciones de higiene estrictas. Una gestión inadecuada en esta etapa puede comprometer la inocuidad del producto final, incluso si los procesos posteriores se realizan correctamente.

La molienda es una de las operaciones fundamentales en la elaboración de embutidos, ya que permite reducir el tamaño de la carne y facilitar la extracción de proteínas miofibrilares. Este proceso se realiza mediante molinos equipados con placas de diferentes diámetros, dependiendo del tipo de producto que se desea obtener.

El tamaño de partícula influye directamente en la textura, la capacidad de retención de agua y la apariencia del embutido. Una molienda excesiva puede provocar sobrecalentamiento de

la masa, lo que afecta negativamente la estabilidad de la emulsión; mientras que una molienda insuficiente puede generar productos con textura heterogénea. Por ello, el control de la temperatura durante esta etapa es esencial, manteniéndola generalmente por debajo de los 10 °C (Toldrá, 2017).

El mezclado o cutterización consiste en la homogeneización de la carne molida con sal, agua, grasa, aditivos y condimentos. Durante este proceso se produce la extracción de proteínas miofibrilares, principalmente actina y miosina, responsables de la formación de una matriz proteica continua que estabiliza la emulsión cárnica.

El control del tiempo, la velocidad y la temperatura durante la cutterización es fundamental para evitar la desnaturalización proteica y asegurar una adecuada capacidad de retención de agua. En productos emulsionados, como salchichas y mortadelas, esta etapa determina en gran medida la textura final, la jugosidad y la estabilidad del producto durante la cocción (Lawrie & Ledward, 2006).

El embutido consiste en la introducción de la masa cárnica en una envoltura o tripa, la cual le da forma y facilita su manipulación y posterior procesamiento. Las tripas pueden ser naturales (de origen animal), colágenas, fibrosas o sintéticas, seleccionadas según el tipo de producto y las características deseadas.

Las tripas naturales ofrecen mejor permeabilidad al humo y contribuyen al desarrollo sensorial, mientras que las artificiales proporcionan uniformidad dimensional y mayor resistencia mecánica. El correcto llenado, sin presencia de aire, es fundamental para evitar defectos como bolsas de aire o crecimiento microbiano localizado.

Los tratamientos térmicos tienen como objetivo principal garantizar la inocuidad microbiológica del producto, mejorar su estabilidad y desarrollar características sensoriales específicas. Dependiendo del tipo de embutido, se aplican diferentes procesos:

La cocción consiste en someter el producto a temperaturas superiores a 70 °C hasta alcanzar una temperatura interna mínima que asegure la destrucción de microorganismos patógenos. Este proceso es característico de embutidos cocidos como mortadelas y salchichas.

El escaldado implica un tratamiento térmico moderado, generalmente entre 70 y 80 °C, durante un tiempo controlado. Su objetivo es coagular parcialmente las proteínas, estabilizar la estructura del producto y reducir la carga microbiana sin afectar significativamente las propiedades sensoriales.

El ahumado puede realizarse en frío o en caliente y cumple funciones tanto tecnológicas como sensoriales. Además de aportar aroma y color característicos, los compuestos fenólicos del humo ejercen un efecto antimicrobiano y antioxidante, contribuyendo a la conservación del producto (Toldrá & Reig, 2018).

Una vez finalizado el tratamiento térmico, los embutidos deben ser enfriados rápidamente para evitar la proliferación microbiana. Posteriormente, se procede al empaque, el cual puede realizarse al vacío o en atmósferas modificadas, dependiendo del tipo de producto y su vida útil esperada.

El almacenamiento final debe realizarse bajo condiciones de refrigeración controlada, respetando la cadena de frío hasta el momento de la distribución y consumo. El incumplimiento de estas condiciones puede comprometer la inocuidad del producto y generar pérdidas económicas significativas (INVIMA, 2023).

La calidad en los productos cárnicos es un concepto integral que abarca atributos sensoriales, nutricionales, tecnológicos e higiénico-sanitarios. En el contexto de los embutidos, la calidad se relaciona con características como color, sabor, aroma, textura, jugosidad y apariencia, así como con la inocuidad del producto para el consumo humano (Toldrá, 2017).

Desde el punto de vista industrial, la calidad no solo implica cumplir con las expectativas del consumidor, sino también con los requisitos legales y normativos establecidos por las autoridades sanitarias. Un producto cárnico de calidad debe ser seguro, estable durante su vida útil y consistente entre lotes de producción, lo cual depende de la correcta aplicación de procesos tecnológicos y controles de calidad.

La vida útil de los embutidos está determinada por una combinación de factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los factores intrínsecos se incluyen el pH, la actividad de agua (a_w), el contenido de sal, la composición del microbiota y la presencia de conservantes. Los factores extrínsecos comprenden las condiciones de almacenamiento, temperatura, tipo de envase y exposición al oxígeno.

Un pH bajo y una menor actividad de agua limitan el crecimiento microbiano y retrasan los procesos de deterioro. Asimismo, el uso de atmósferas modificadas o envasado al vacío contribuye a prolongar la vida útil del producto al reducir la oxidación lipídica y la proliferación de microorganismos aerobios (Toldrá & Reig, 2018).

Los embutidos pueden ser vehículos de microorganismos patógenos si no se controlan adecuadamente las condiciones higiénicas durante su elaboración. Entre los principales patógenos de interés en la industria cárnica se encuentran *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7 y *Clostridium botulinum*.

Listeria monocytogenes es particularmente relevante debido a su capacidad para crecer a temperaturas de refrigeración y persistir en ambientes de procesamiento. Salmonella spp. representa un riesgo importante en productos crudos o insuficientemente cocidos, mientras que Clostridium botulinum puede desarrollarse en productos envasados en condiciones anaerobias si no se controlan adecuadamente el pH, la salinidad y la actividad de agua (ICMSF, 2018).

Para garantizar la inocuidad de los embutidos, la industria debe implementar sistemas preventivos basados en el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). Este sistema permite identificar peligros potenciales, establecer límites críticos, implementar medidas de control y realizar monitoreos continuos durante el proceso productivo.

El sistema HACCP se complementa con programas prerrequisito como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) y los programas de capacitación del personal. La correcta integración de estos sistemas contribuye a reducir riesgos, mejorar la trazabilidad y asegurar el cumplimiento de los estándares sanitarios nacionales e internacionales (Codex Alimentarius, 2020).

El control de calidad en la industria de embutidos no solo garantiza la seguridad del consumidor, sino que también fortalece la competitividad de las empresas en el mercado. La implementación de sistemas de control analítico, microbiológico y sensorial permite detectar desviaciones oportunamente, reducir pérdidas económicas y asegurar la uniformidad del producto final.

Asimismo, el cumplimiento de normas de calidad facilita el acceso a mercados nacionales e internacionales, mejora la imagen de la empresa y contribuye al fortalecimiento del sector cárnico como un componente estratégico de la seguridad alimentaria del país.

Metodología

Este proyecto es de tipo experimental y se desarrolló a través de ensayos de laboratorio que se fundamentan en la obtención, procesamiento e interpretación de resultados experimentales, con soporte en revisión bibliográfica y normativa vigente.

Para el desarrollo de los objetivos planteados la metodología se dividirá en tres fases a saber:

Fase 1. Caracterización de la Materia Prima y Producto Desarrollado Mediante el Análisis de las Propiedades Fisicoquímicas, Microbiológicas y Sensoriales.

Se realizó la caracterización de la materia prima (mojarra roja *Oreochromis sp.*) y del producto desarrollado (chorizo de mojarra roja) mediante el análisis de las propiedades microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales. Se desarrollaron tres prototipos de chorizo, cada uno con su formulación específica, sustentada en datos detallados que se presentan en la Tabla 4, de la cual se seleccionó la tabla 5 formulación 3 elaboración de chorizo de mojarra roja, porque obtuvo mejor comportamiento sensorial.

Balance de materia para la formulación 3, salió un total de masa de chorizo de 333g que fue sometido a una cocción de 75°C

Entradas

$$C_{(\text{carne de mojarra roja})} = 190g$$

$$G_{(\text{grasa de cerdo})} = 114g$$

$$F_{(\text{fecula de maiz})} = 13g$$

$$S_{(\text{sal})} = 5g$$

$$E_{(\text{especies y condimentos})} = 11g$$

Entrada total

$$E_t = C + G + F + S + E$$

$$E_t = 190 + 114 + 13 + 5 + 11$$

Salida

4 chorizos de 75 g cada uno

$C = \text{chorizo terminado}$

$P = \text{perdidas}$

$$C = 4 * 75 = 300 \text{ g}$$

Ecuación general

$$\sum \text{entradas} = \sum \text{salidas}$$

$$333g = C + P$$

Sustituimos

$$333g = 300 + P$$

Cálculo de pérdidas

$$P = 333g - 300g$$

$$P = 33g$$

Porcentaje en pérdidas

$$\%P = \frac{33g}{333g} * 100$$

$$\%P = 9,91\%$$

Tras la cocción a una temperatura interna de 75 °C, se obtuvieron cuatro chorizos y se determinaron las pérdidas del proceso, las cuales fueron de 33 g, correspondientes a un 9,91 %, asociadas principalmente a la liberación de agua y grasa durante la cocción.

Para la determinación de análisis fisicoquímico de la mojarra roja y del chorizo elaborado se realizó siguiendo los siguientes parámetros y su respectiva técnica: humedad (NTC 529:2000), proteína (NTC 4657:2022), cenizas (AOAC 991.36), grasa y fibra (NTC 668:1973) y finalmente, carbohidratos y valor calórico mediante fórmula. Los resultados obtenidos en cada uno de estos parámetros se presentan en las Tablas 1 y 2, correspondientes a la mojarra roja y al chorizo de mojarra roja.

Y finalmente, la determinación de análisis microbiológico de la materia prima (la mojarra roja) y el producto elaborado (chorizo de mojarra roja) se realizó siguiendo los siguientes parámetros y su respectiva técnica: Coliformes Fecales, técnica de Recuento placa chromocult (NTC 4458:2018), Estafilococo coagulasa positiva, técnica Recuento placa B.Parker (NTC 4779:2007), Esporas sulfito reductor, técnica Recuento en tubo SPS, Salmonella spp (NTC 4574:2007) e (ISO 6579-1:2017). Estas pruebas permitieron verificar la ausencia de microorganismos patógenos y el cumplimiento de los límites microbiológicos establecidos la Resolución 1407 de 2022.

En cuanto a la evaluación sensorial, se analizaron atributos como color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general, mediante una prueba hedónica con un panel de 10 evaluadores no expertos, por medio del análisis de atributos organolépticos específicos.

Para el análisis de aceptabilidad de las muestras, se emplearon seis variables de decisión, presentadas a los jueces con instrucciones de calificación y descripción básica de cada una de ellas.

Los atributos sensoriales evaluados fueron:

Color (Color externo e interno del chorizo)

Olor (intensidad y agradabilidad del aroma)

Sabor (percepción gustativa global)

Textura (Firmeza, jugosidad, suavidad, etc.)

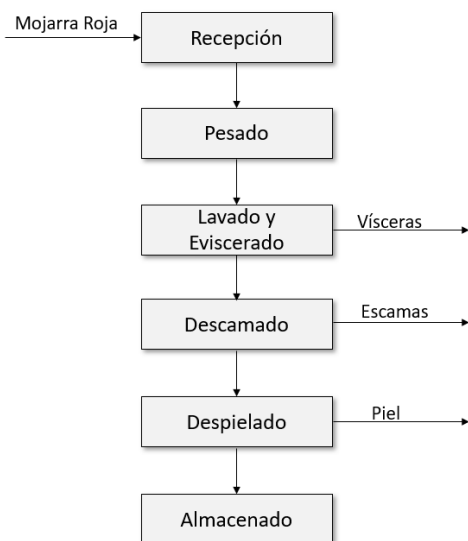
Equilibrio de especias (Intensidad de sabor a especias)

Aceptabilidad general (¿Qué tan satisfecho te sientes con este producto?).

Se aplicó una escala hedónica de cinco puntos, donde el valor 1= “Me disgusta muchísimo”, 2= “me disgusta un poco”, 3= “ni me disgusta ni me gusta”, 4= “me gusta un poco” y 5= “me gusta mucho”. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva para identificar las tendencias de preferencia y determinar la aceptación sensorial global del producto. Los resultados detallados de los atributos, se encuentran detallados en la Figura 3.

Fase 2. Estandarización del Proceso de Elaboración del Chorizo

El proceso de elaboración del chorizo de mojarra roja se desarrolló mediante una secuencia de operaciones tecnológicas orientadas a garantizar la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del producto final. Estas etapas incluyen la preparación de la materia prima, tal como se describe en la Figura 1, las cuales son comúnmente empleadas en la producción de embutidos a base de pescado (Zapata et al., 2025).

Figura 1*Preparación de la Materia Prima (Proteína de Pescado-Mojarra Roja)*

Fuente: Autoría Propia

La materia prima, correspondiente a mojarra roja (*Oreochromis sp.*), fue recibida en condiciones frescas, verificando características como olor, color, textura y apariencia general, con el fin de asegurar su aptitud para el procesamiento. Se descartaron aquellos ejemplares que presentaban signos de deterioro o alteraciones organolépticas.

Posteriormente, se realizó el pesado de la materia prima utilizando una balanza calibrada, con el objetivo de determinar la cantidad exacta de pescado a procesar y establecer los rendimientos del proceso. Esta etapa permitió también ajustar las proporciones de los ingredientes en la formulación.

El pescado fue sometido a un lavado con agua potable para eliminar impurezas superficiales como sangre, mucosidad y residuos externos. Seguidamente, se realizó el eviscerado manual, procurando evitar la ruptura de las vísceras, con el fin de prevenir la contaminación del músculo con contenido intestinal.

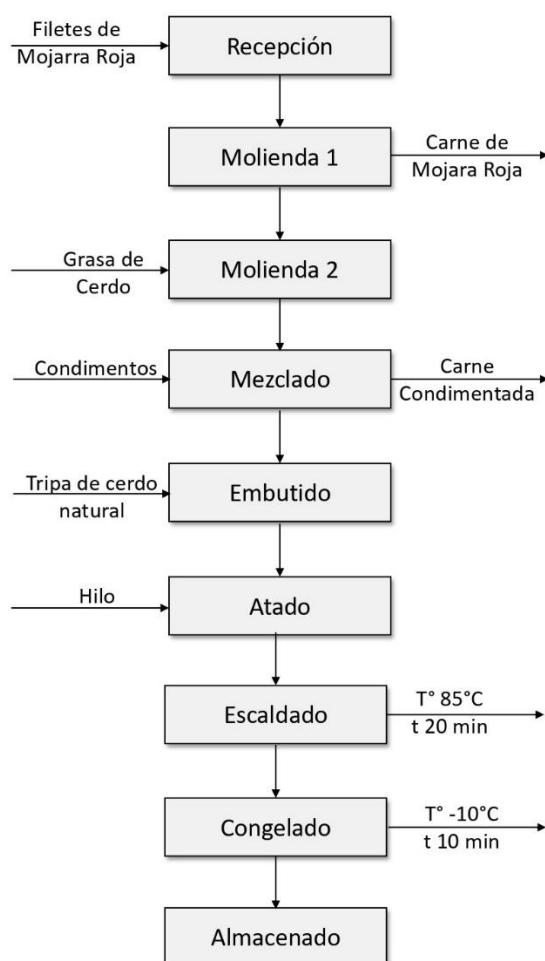
Posteriormente, se llevó a cabo el proceso de descamado mediante la remoción mecánica de las escamas, lo cual facilita las operaciones posteriores y mejora las condiciones higiénicas de la materia prima.

Una vez descamado, se procedió al despielado, separando la piel del músculo de manera manual. Esta operación contribuye a mejorar la textura del producto final y a reducir compuestos que pueden afectar negativamente el sabor y olor del embutido.

Finalmente, la materia prima acondicionada fue almacenada bajo condiciones de refrigeración a 4°C, con el fin de preservar su calidad fisicoquímica y microbiológica hasta su procesamiento. El mantenimiento de bajas temperaturas en esta etapa es fundamental para evitar el crecimiento de microorganismos y la degradación del producto (Zapata et al., 2025). Posteriormente, en el diagrama de flujo de la Figura 2, se puede visualizar el procedimiento de la elaboración del embutido.

Figura 2

Elaboración de Embutido, Chorizo de Mojarra Roja.



Fuente: Autoría Propia

En la elaboración del embutido tipo chorizo de mojarra roja, el proceso productivo inició con la recepción de la materia prima, que consistió en el retiro desde el área de almacenamiento de los filetes de mojarra previamente conservados bajo refrigeración.

Posteriormente, se llevó a cabo la primera molienda, utilizando un molino eléctrico de carne con un diámetro de 3 mm para la carne magra. En esta etapa se trituro inicialmente la carne de la mojarra para obtener una textura uniforme. En una segunda operación independiente se realizó la molienda de la fracción de grasa de cerdo con un diámetro de 5 mm (FAO, 1992), con

el propósito de lograr una mezcla más homogénea y consistente en la formulación del producto base.

El siguiente paso correspondió al mezclado de ingredientes, donde se incorporaron la sal y las especias seleccionadas que aportarían las características sensoriales propias del chorizo, tales como aroma y sabor.

A continuación, se efectuó el embutido, aprovechando el embudo del molino para llenar cuidadosamente la mezcla en tripas naturales de cerdo, procurando una distribución uniforme del contenido.

Una vez completado este proceso, se procedió al atado de las porciones mediante el uso de hilo monofilamentado, con el fin de delimitar y separar los chorizos de manera ordenada y precisa.

Enseguida, se llevó a cabo la etapa de escaldado, la cual consistió en someter los embutidos ya formados a una temperatura controlada de 85 °C durante aproximadamente 20 minutos, utilizando un equipo de cocción tipo olla hasta alcanzar su punto de ebullición. La cual permitió mantener la temperatura controlada durante el proceso de cocción del producto, mejorar su estabilidad microbiológica y sensorial.

A continuación, se realizó un proceso de congelación, cuyo propósito fue preservar las propiedades nutricionales y organolépticas del chorizo. Para ello, se aplicó un choque térmico que redujo la temperatura del producto desde 85 °C hasta -10 °C en un lapso cercano a 10 minutos. Finalmente, los productos fueron pesados y almacenados bajo condiciones adecuadas de congelación, garantizando así su conservación y calidad hasta el momento de su análisis posterior.

Fase 3: Evaluar la Aceptabilidad Sensorial y Estabilidad Microbiológica del Producto Final

En esta fase se realizó la evaluación integral del producto final, seleccionado como formulación aceptable, con el fin de determinar su nivel de aceptación por parte de los consumidores y verificar su estabilidad microbiológica tras el proceso de elaboración. La evaluación sensorial se realizó con un panel de 10 evaluadores no expertos, número considerado adecuado para pruebas hedónicas preliminares de aceptación del consumidor. Según Lawless y Heymann (2010), las pruebas hedónicas pueden realizarse con paneles de entre 8 y 30 consumidores cuando el objetivo es evaluar la aceptabilidad inicial de un producto, utilizando los atributos definidos previamente (color, olor, sabor, textura, equilibrio de especias y aceptabilidad general). En esta fase, el propósito fue determinar el grado de satisfacción final del consumidor y validar que la formulación seleccionada cumpliera con los criterios sensoriales necesarios para su potencial comercialización.

De manera complementaria, se evaluó la estabilidad microbiológica del producto final mediante la verificación de los parámetros establecidos por la normativa sanitaria vigente para embutidos cocidos (Decreto 1500 de 2007). Se analizaron indicadores como *Escherichia coli*, *Staphylococcus coagulasa positiva*, esporas sulfito reductoras y *Salmonella spp.*, con el fin de confirmar que el chorizo mantuviera niveles microbiológicos seguros después del proceso térmico y durante su almacenamiento en congelación. Esta evaluación permite validar la eficacia de las etapas de escaldado y congelación implementadas en la elaboración, además de garantizar la inocuidad del producto final.

Los resultados obtenidos en esta fase permitieron establecer el grado de aceptación del chorizo de mojarra roja como producto terminado y comprobar que su estabilidad microbiológica

se mantuviera dentro de los límites permitidos, confirmando así su viabilidad técnica, sensorial y sanitaria

Resultados y Análisis de Resultados

Caracterización Microbiológica de la Materia Prima (Mojarra Roja)

En relación con el objetivo general de diseñar un chorizo a base de mojarra roja, la caracterización microbiológica de la materia prima, correspondiente a la Fase 1 del proyecto y al objetivo específico de caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial, evidenció que la mojarra roja cumple con los límites establecidos para productos pesqueros frescos, ya que *Escherichia coli* presentó un valor de 140 ufc/g dentro del rango permitido (10–300 ufc/g), *Staphylococcus coagulasa* positiva y esporas sulfito reductoras registraron valores inferiores a 100 ufc/g y 10 ufc/g, respectivamente, ambos por debajo del límite máximo de 1000 ufc/g, y *Salmonella spp.* no fue detectada en 25 g de muestra, cumpliendo con el criterio obligatorio de ausencia; estos resultados constituyen una base adecuada para la Fase 2, orientada a la estandarización del proceso de elaboración del chorizo y a la conservación de sus características sensoriales y nutricionales, y permiten avanzar hacia la Fase 3 y el objetivo específico de evaluar la aceptabilidad sensorial y la estabilidad microbiológica del producto final, garantizando su inocuidad y calidad para el sector alimentario regional.

Estos resultados indicaron que la materia prima se encontraba en condiciones higiénico-sanitarias adecuadas para la elaboración del embutido, garantizando un bajo riesgo microbiológico inicial.

Caracterización Fisicoquímica de la Materia Prima

En cuanto, a las características fisicoquímicas de la mojarra roja, Tamarit et al. (2013) analizó 120 ejemplares de mojarra roja, presentando una humedad de 75,87 %, valor característico de especies acuáticas de agua dulce, donde el contenido de agua suele superar el 75 % debido a su fisiología y hábitat. El porcentaje de proteína alcanzó 19,73 %, lo que evidencia un alto valor

nutricional y confirma su importancia como fuente de proteínas de alto valor biológico, dentro del rango típico reportado para pescados. En cuanto a la fracción lipídica, se registró un contenido de grasa de 3,13 %, mientras que las cenizas fueron de 1,22 %, con niveles moderados de lípidos y una fracción mineral cercana al 1 %. El valor energético obtenido fue de aproximadamente 107,25 kcal por 100 g, consistente con otras especies de agua dulce cultivadas. Adicionalmente, se reportó un rendimiento de masa de 25,18 % y características sensoriales favorables como textura firme, coloraciones rojizas externas y alta aceptación por los consumidores, alcanzando una puntuación de 4,73 en escala hedónica. En conjunto, estos resultados fisicoquímicos y sensoriales confirman que la mojarra roja constituye una materia prima adecuada para el desarrollo de productos alimentarios, gracias a su equilibrio entre contenido proteico, nivel moderado de grasa y buena aceptación sensorial, lo que respalda su potencial en la industria de alimentos. Aunque los resultados de nuestro estudio difieren con los encontrados por Tamarit et al. (2013), si se encuentran dentro de los rangos estimados para este tipo de pescados, donde el hábitat es una de las variables a tener en cuenta.

El valor calórico final de 88,39 kcal/100 g está dentro del rango típico de pescados blancos magros, que comúnmente aportan menos de 100 kcal por cada 100 g debido a su bajo contenido de lípidos y alto contenido de agua y proteína (Foodlogi, 2025).

Tabla 1*Resultados Microbiológicos de la Mojarra Roja*

Parámetro	Resultado	Límite Inferior	Límite Superior.	Unidad	Técnica
Escherichia coli	140	10	300	ufc/g	Rcto placa chromocult/NTC 4458
Staphylococcus coagulasa positiva	Menos de 100	Menos de 100	1000	ufc/g	Rcto placa B. Parker/NTC4779
Esporas sulfito reductor	Menos de 10	Menos de 100	1000	ufc/g	Recuento en tubo SPS
Salmonella s.p.p	Ausencia	Ausencia	Ausencia	ufc/ 25 g	NTC 4574/ISO 6579-1

Fuente: Autoría Propia

Tabla 2*Resultados Fisicoquímicos de la Mojarra Roja*

Parámetro	Resultado	Unidades	Técnica
Humedad	77,96	%	NTC 529
Proteína	15,74	%	NTC 4657
Cenizas	1,03	%	AOAC 991.36
Grasa	1,07	%	NTC 668
Fibra	0,25	%	NTC 668
Carbohidratos	3,95	%	Fórmula
Valor calórico	88,39	Kcal/100g	Fórmula

Fuente: Autoría Propia

Los resultados de composición proximal presentados en la Tabla 2 se expresan en base húmeda (bh) y corresponden al promedio de los análisis realizados (Pruebas realizadas por triplicado).

Caracterización Microbiológica del Chorizo de Mojarra Roja

El chorizo de mojarra roja mostró resultados microbiológicos satisfactorios. *Escherichia coli* fue menor de 3 ufc/g, valor muy inferior al límite permitido (1100 ufc/g), según la NTC 1325, que respalda la seguridad microbiológica del producto frente a este indicador. *Staphylococcus coagulasa positiva* (<100 ufc/g) y esporas sulfito reductor (<10 ufc/g) permanecieron dentro de criterios seguros, y *Salmonella spp.* mostró ausencia en 25 g.

El proceso de elaboración, especialmente la etapa de escaldado, fue efectivo para reducir la carga microbiana, obteniéndose un producto inocuo y acorde con la normativa sanitaria (NTC 1325:2008). Para observar los resultados véase la Tabla 2.

Caracterización Físicoquímica del Chorizo de Mojarra Roja

El chorizo desarrollado presentó una humedad de 64,19 %, menor que la reportada en productos similares, lo cual es tecnológicamente relevante porque una menor cantidad de agua contribuye a una menor actividad de agua (*aw*), lo que mejora la estabilidad microbiológica y la vida útil del producto final al reducir la disponibilidad de agua para el crecimiento microbiano y reacciones de deterioro (AOAC, 2005). Estos valores dependen de la formulación y del procesamiento, se reportaron valores de humedad entre 60–70 %, proteína entre 14–20 % y grasa entre 10–20 %, los cuales varían según la proporción de carne de pescado, grasa adicionada y agentes ligantes; estos componentes influyen directamente en parámetros como el pH (generalmente entre 5,8 y 6,5) y la actividad de agua, determinando la estabilidad, textura, jugosidad y vida útil del producto. Asimismo, la incorporación de grasa y almidones favorece la formación de emulsiones estables, mejorando la capacidad de retención de agua y las propiedades sensoriales, aunque genera una dilución relativa del contenido proteico, lo que es característico en embutidos de pescado tipo chorizo y otros productos emulsionados (Hleap, J. et

al. 2020). Este mayor aporte lipídico se asocia directamente con un aumento en el valor calórico, que alcanzó 301,9 kcal/100 g, debido al mayor contenido de lípidos, que aportan más del doble de energía por gramo que los carbohidratos o las proteínas (Romero, M, C. et al. 2013). En conjunto, la composición proximal obtenida se ajusta a lo esperado para embutidos cocidos tipo chorizo, evidenciando un equilibrio funcional entre estabilidad, textura y aporte energético, sin comprometer la calidad nutricional, lo cual es consistente con lo reportado en la literatura sobre proximate composition en productos cárnicos formulados y procesados (Romero, M, C. et al 2013).

Tabla 3

Resultados Microbiológicos del Producto Terminado (Chorizo de Mojarra Roja)

Parámetro	Resultado	Límite Inferior	Límite Superior	Unidad	Técnica
Escherichia coli	Menos de 3	Menos de 3	1100	ufc/g	Rcto placa chromocult/NTC 4458
Staphylococcus coagulasa positiva	Menos de 100	Menos de 100	1000	ufc/g	Rcto placa B. Parker/NTC4779
Esporas sulfito reductor	Menos de 10	Menos de 100	1000	ufc/g	Recuento en tubo SPS
Salmonella s.p.p	Ausencia	Ausencia	Ausencia	ufc/ 25 g	NTC 4574/ISO 6579-1

Fuente: Autoría Propia

Tabla 4*Resultados Fisicoquímicos del Producto Terminado (Chorizo de Mojarra Roja)*

Parámetro	Resultado	Unidades	Técnica
Humedad	64,19	%	NTC 529
Proteína	13,87	%	NTC 4657
Cenizas	2,75	%	NTC 1678
Grasa	12,81	%	NTC 668
Fibra	2,42	%	NTC 668
Carbohidratos	3,69	%	Fórmula
Valor calórico	301,9	Kcal/100g	Fórmula

Fuente: Autoría Propia

Los resultados de composición proximal presentados en la Tabla 2 se expresan en base húmeda (bh) y corresponden al promedio de los análisis realizados (Pruebas realizadas por triplicado).

Análisis Sensorial

La formulación 3 muestra mayor aceptación global en comparación con las formulaciones 1 y 2. Su perfil sensorial (textura, sabor, olor, color y equilibrio de especias) obtuvo las mejores calificaciones, lo que indica que la combinación de mayor contenido de grasa y condimentos generó un producto más agradable para los evaluadores. Los resultados estadísticos de las pruebas sensoriales pueden visualizarse con más detalles en las Figuras 4, 5 y 6.

La formulación 1 fue sensorialmente aceptada; sin embargo, presentó menores niveles de agrado en comparación con la formulación 3.

La formulación 2 se mantiene como la de menor aceptación.

La estandarización del proceso permitió definir parámetros operativos críticos:

Molienda homogénea de carne y grasa.

Mezclado adecuado de ingredientes, garantizando distribución uniforme de especias.

Embutido en tripa natural, manteniendo integridad del producto.

Escaldado a 85 °C por 20 minutos, etapa clave para inocuidad.


Congelación rápida, preservando textura y propiedades sensoriales.

Interpretación:

El proceso estandarizado permitió obtener un producto reproducible, seguro y sensorialmente aceptado. La etapa térmica fue determinante para garantizar la inocuidad sin afectar negativamente la textura.

Tabla 5


Formulación 1 Elaboración del Chorizo de Mojarra

Formulación 1	Componentes	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Producto final
	Carne de mojarra roja	1099 g	74,81%	
	Grasa de cerdo	235 g	16%	
	Fécula de maíz	78 g	5,31%	
	Sal	23 g	1,57%	
	Ajo en polvo	15 g	1,02%	
	Pimienta negra	3 g	0,20%	
	Paprika	9 g	0,61%	
	Orégano	3 g	0,20%	
	Achiote	3 g	0,20%	
	Vinagre	1 g	0,07%	


Fuente: Autoría Propia

Fuente: Autoría Propia

Tabla 6*Formulación 2 Elaboración del Chorizo de Mojarra*

Formulación 2	Componentes	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Producto final
	Carne de mojarra roja	250 g	73,10%	
	Grasa de cerdo	54 g	15,79%	
	Fécula de maíz	17g	4,97%	
	Sal	7 g	2,05%	
	Ajo en polvo	3 g	0,88%	
	Pimienta negra	1 g	0,29%	
	Paprika	2 g	0,58%	
	Orégano	1 g	0,29%	
	Achiote	1 g	0,29%	
	Vinagre	1 g	0,29%	
	Azúcar	1 g	0,29%	
	Cilantro	1 g	0,29%	
	Perejil	1 g	0,29%	
	Cebollín	2 g	0,58%	

*Fuente: Autoría Propia**Fuente: Autoría Propia***Tabla 7***Formulación 3 Elaboración del Chorizo de Mojarra*

Formulación 3	Componentes	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Producto final
	Carne de mojarra roja	190 g	57,06%	
	Grasa de cerdo	114 g	34,23%	
	Fécula de maíz	13g	3,90%	
	Sal	5 g	1,50%	
	Ajo en polvo	3 g	0,90%	
	Pimienta negra	1 g	0,30%	
	Pimentón	1 g	0,30%	
	Cilantro	1 g	0,30%	
	Achiote	1 g	0,30%	
	Vinagre	1 g	0,30%	
	Perejil	1 g	0,30%	
	Cebollín	2 g	0,60%	

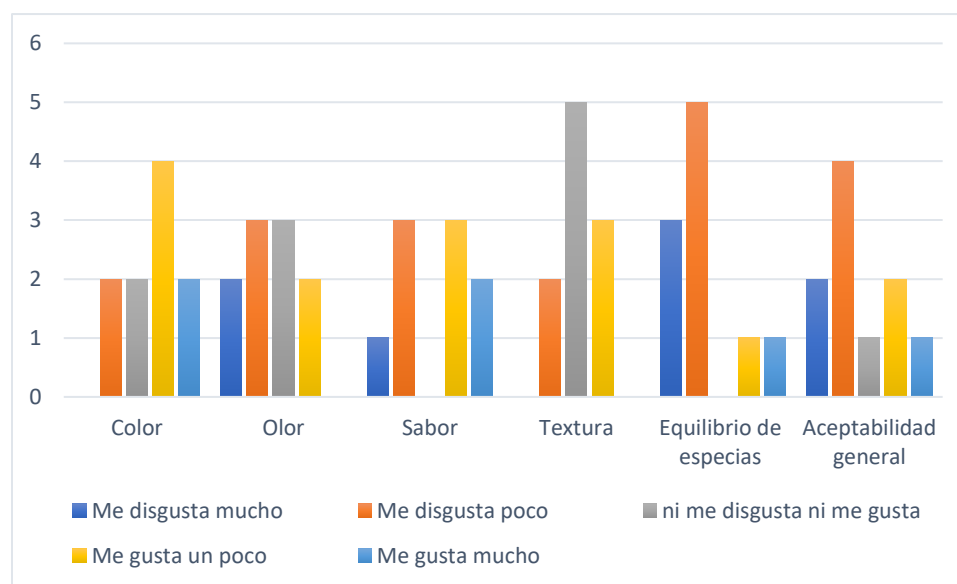
*Fuente: Autoría Propia**Fuente: Autoría Propia*

Evaluar la Aceptabilidad Sensorial y Estabilidad Microbiológica del Producto Final.

La evaluación sensorial de la formulación 1 mostró que el producto presentó una intensidad elevada de especias, lo que generó una percepción dominante y poco equilibrada entre los atributos aromáticos. Este exceso afectó negativamente la apreciación global, ya que varios evaluadores reportaron que las especias enmascaraban otros atributos deseables del chorizo. Asimismo, el olor a pescado se percibió con mayor notoriedad, indicando que la combinación de contenido de grasa, especias y proporciones proteicas no logró una armonización efectiva de los compuestos volátiles. Como resultado, esta formulación obtuvo una aceptabilidad moderada, siendo catalogada como menos agradable en comparación con las formulaciones restantes. Los resultados obtenidos de la formulación 1 en las pruebas sensoriales se presentan en la Figura 3. Los valores presentados en las siguientes figuras corresponden al promedio de las calificaciones otorgadas por los 10 evaluadores para cada uno de los atributos sensoriales analizados.

Figura 3

Resultados Sensoriales con la Formulación 1 del Chorizo de Mojarra Roja

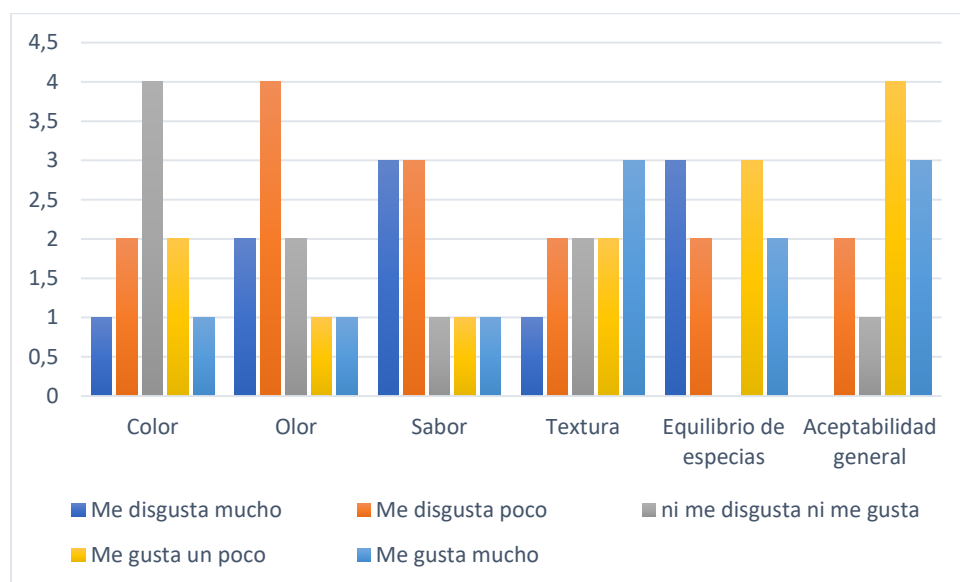


Fuente: Autoría Propia

En la formulación 1, los evaluadores reportaron un sabor significativamente más picante, debido a la mayor presencia relativa de condimentos como la pimienta y otros potenciadores del sabor. Sin embargo, esta intensificación del picor no logró atenuar el olor a pescado, que continuó siendo perceptible y dominante para un número considerable de evaluadores. La persistencia del aroma característico del pescado, junto con un perfil de especias más agresivo, generó una menor armonía sensorial y redujo la aceptación general. En consecuencia, esta formulación obtuvo uno de los niveles más bajos de agrado dentro del panel. En la Figura 4, se pueden visualizar mejor los resultados.

Figura 4

Resultados Sensoriales con la Formulación 2 del Chorizo de Mojarra Roja.



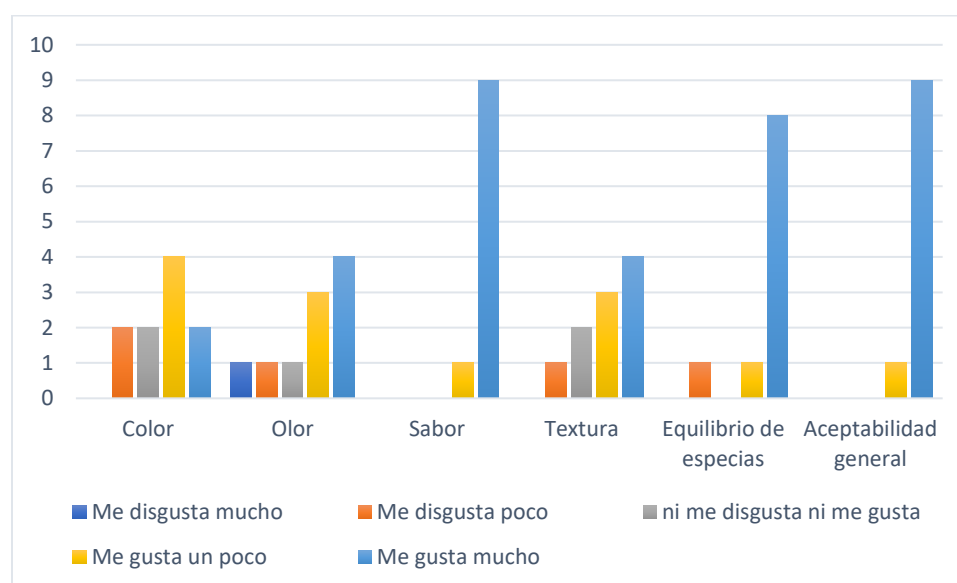
Fuente: Autoría Propia

La formulación 2, presentó el comportamiento sensorial más favorable entre las alternativas evaluadas. Los evaluadores identificaron un equilibrio adecuado entre olor, sabor y especias, reflejando que la mayor proporción de grasa y la combinación de condimentos

contribuyeron a suavizar el aroma a pescado y a mejorar la jugosidad y redondez del sabor. Este balance sensorial se tradujo en una mayor aceptación global, sobresaliendo en atributos como textura, jugosidad y armonía aromática. Debido a su desempeño superior en los diferentes atributos evaluados, la formulación 3 fue seleccionada como la formulación patrón para el desarrollo final del chorizo de mojarra roja presentado en el proyecto de grado.

Figura 5

Resultados Sensoriales con la Formulación 3 del Chorizo de Mojarra Roja

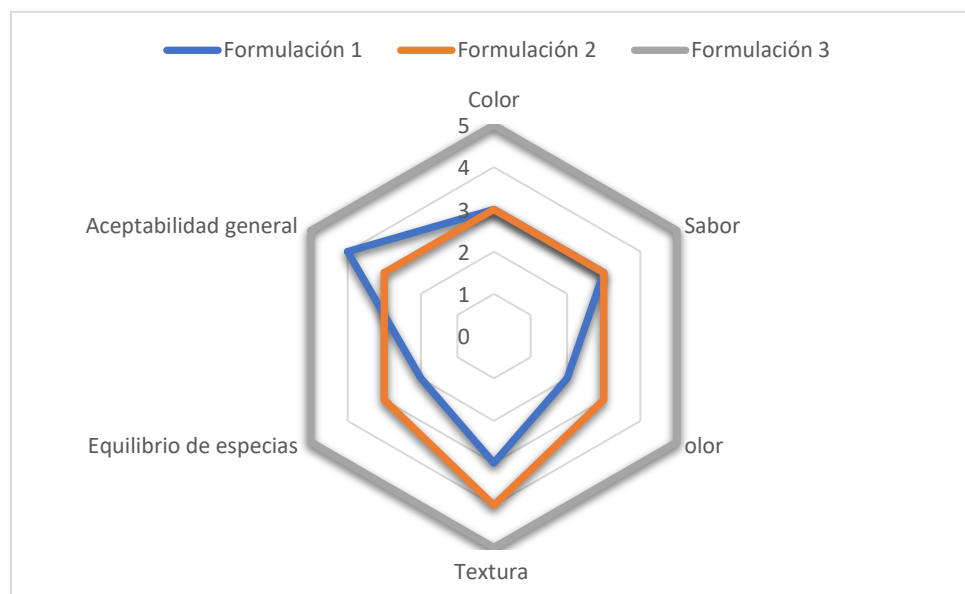


Fuente: Autoría Propia

Los resultados sensoriales indicaron que la formulación 3 obtuvo la mayor aceptabilidad general, destacándose en atributos como sabor, textura y equilibrio de especias. Esto sugiere que su mayor proporción de grasa (34,23 %) favoreció la percepción de jugosidad y suavidad del producto, factores que inciden directamente en la preferencia del consumidor. La formulación 1 presentó una aceptabilidad moderadamente alta, pero sin superar a la formulación 3. En contraste, la formulación 2 obtuvo la menor calificación entre las tres propuestas.

Figura 6

Comparación de los atributos del análisis sensorial de las formulaciones de chorizo de mojarra roja mediante gráfico tipo radar.



Fuente: Autoría Propia

La Figura 6 presenta el perfil sensorial comparativo de las tres formulaciones evaluadas, permitiendo visualizar de manera integral el comportamiento de cada una en los atributos analizados. A partir de esta representación, se observa que la formulación 3 presenta una mayor extensión y uniformidad en el gráfico, lo que indica un mejor desempeño global y un perfil sensorial más equilibrado.

En contraste, las formulaciones 1 y 2 evidencian variaciones más marcadas entre los atributos, lo que sugiere menor homogeneidad en su aceptación. En particular, estas diferencias pueden estar asociadas al desbalance en la intensidad de especias y la percepción del olor característico del pescado.

En conjunto, la gráfica tipo radar confirma los resultados obtenidos en el análisis individual, evidenciando que la formulación 3 es la de mayor aceptabilidad, al presentar valores superiores en la mayoría de los atributos evaluados.

Conclusiones

La mojarra roja (*Oreochromis* sp.) demostró ser una materia prima adecuada para el desarrollo de un embutido tipo chorizo, al cumplir con los parámetros microbiológicos establecidos para pescado fresco y presentar una composición fisicoquímica favorable, caracterizada por un alto contenido de humedad y proteína, y bajos niveles de grasa y cenizas. Estos resultados confirman su relevancia nutricional y su potencial para la formulación de productos funcionales y de mayor valor agregado.

La estandarización del proceso de elaboración permitió establecer una línea de producción clara, reproducible y alineada con los requisitos sanitarios nacionales. Las etapas de molienda, mezclado, embutido, escaldado y congelación fueron determinantes para garantizar la inocuidad del producto final, evidenciada en la ausencia de *Salmonella* spp. y en las bajas cargas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus coagulasa* positiva y esporas sulfito reductoras en el chorizo terminado

La caracterización fisicoquímica del producto final mostró valores acordes con los embutidos cocidos tipo chorizo según la NTC 1325. El incremento del contenido de grasa y la reducción de la humedad respecto a la materia prima fresca contribuyeron a una mejor textura, mayor estabilidad microbiológica y un valor calórico adecuado para un producto cárnico procesado, sin comprometer su aporte proteico.

La evaluación sensorial evidenció diferencias significativas entre las tres formulaciones propuestas. La formulación 3 presentó la mayor aceptabilidad global debido a su equilibrio entre olor, sabor, textura y especias, favorecido por un mayor contenido de grasa que contribuyó a mejorar la jugosidad, suavidad y armonía aromática del producto. Por el contrario, las

formulaciones 1 y 2 mostraron limitaciones asociadas a la percepción de olor a pescado y desequilibrio en la intensidad de especias.

En conjunto, los resultados del estudio demuestran que es posible desarrollar un chorizo de mojarra roja con atributos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales satisfactorios, constituyéndose en una alternativa viable para diversificar el aprovechamiento del recurso piscícola. Este producto representa una oportunidad para fortalecer la industria alimentaria regional, promover el emprendimiento y contribuir al aprovechamiento sostenible de la mojarra roja en zonas productoras como el Catatumbo.

Referencias Bibliográficas

- AOAC 991.36. (2005). Proximate composition determination methods in sausage products (Moisture, protein, fat). En Evaluation of the Quality and Lipid Content of Artisan Sausages. <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/23/4288>
- AUNAP. (2022). Informe sobre el estado de la acuicultura en Colombia 2022. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca. <https://www.aunap.gov.co>
- Codex Alimentarius Commission. (2020). General principles of food hygiene CXC 1-1969. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6866dc55-d2c0-48dd-a528-a4d634f1b0b4/content>
- Codex Alimentarius FAO/OMS. (2019). Norma general para productos pesqueros procesados. FAO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. (2007). Decreto 1500 de 2007. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/decreto-1500-2007.pdf>
- Cui, Q., Li, L., Huang, H., Yang, Y., Chen, S & Li, C. (2024)_Novel insight into the formation and improvement mechanism of physical property in fermented tilapia sausage by cooperative fermentation of newly isolated lactic acid bacteria based on microbial contribution <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096399692400526X?via%3Dihub#preview-section-cited-by>
- FAO. (2019). Meat and meat products in human nutrition in developing countries. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/t0562e>

- FAO. (2021). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2021. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/documents>
- FAO. (2022). Meat market review. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5a64d0d4-880f-4f61-8827-edf2f5d735ce/content>
- Foodlogi. (2025). Mojarra — Calorías y valores nutricionales. <https://www.foodlogi.app/es/calorias/mojarra>
- Froese, R., & Pauly, D. (2022). FishBase: Oreochromis spp. <https://www.fishbase.se>
- García, L., Muñoz, J., & Torres, A. (2020). Valor nutricional de la mojarra roja cultivada en estanques. *Revista de Producción Animal*, 32(1), 25–33. <https://revistas.uclv.edu.cu/index.php/rpa>
- Grasso, S., Brunton, N., Lyng, J., Lalor, F., & Monahan, F. (2023). Meat hybrids—An assessment of sensorial aspects, consumer acceptance, and nutritional properties <https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2023.1101479/full>
- Halagarda, M. (2018). Nutritional value and potential chemical food safety of traditional sausages. *Meat Science*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174017310628>
- Hleap, J., Rodriguez, G. & Dussan, S. (2020) Efecto de la sustitucion de grasas en salchichas de tilapia roja (Oreochmis sp.) por una mezcla de piel de cerdo y fibra de quinoa <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/1149/1894>
- Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174007001994>

- Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174007001994>
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- ICMSF. (2018). Microorganisms in Foods 7: Microbiological testing in food safety management. Springer. <https://plataformaieestphuando.com/wp-content/uploads/2023/02/Microorganismos-en-los-alimentos.pdf>
- ICONTEC. (2015). NTC 1325: Productos cárnicos procesados. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. <https://tienda.icontec.org>
- ICONTEC. (2019). NTC 1325: Productos cárnicos procesados. Embutidos. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación <https://es.scribd.com/document/714276737/NTC-1325-CARNICOS> .
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2019). Guías alimentarias para la población colombiana. ICBF. <https://www.icbf.gov.co>
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2022). Lineamientos para el control sanitario de productos cárnicos y pesqueros. INVIMA.
<https://www.invima.gov.co>
- INVIMA. (2021). Resolución 810 de 2021: Rotulado o etiquetado nutricional y frontal de advertencia. https://normograma.invima.gov.co/compilacion/docs/resolucion_minsaludps_0810_2021.htm
- INVIMA. (2023). Guía de requisitos sanitarios para productos cárnicos procesados. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos.
https://www.invima.gov.co/invima_website/static/attachments/alimentos_carne/CIRCUL

[AR_20400-0177-](#)

[23_20REQUISITOS_20810_20CARNE_20CRUDA_20EMPACADA.pdf](#)

- Islam, S., Bhowmik, S., Majumdar, P.R., Srzednicki, G., Rahman, M., Hossain, A.. (2021). Nutritional profile of wild, pond-, gher- and cage-cultured tilapia in Bangladesh. *Heliyon*, 7(5), e06968. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021010719>
- Ko, Y. Y., Jamzuri, S. ., & Zamri, A. I. . (2024). Physicochemical And Sensorial Properties of Fish Sausage Incorporated with Dorado Fish. *Journal of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology*, 12(SP1), 75–77. <https://doi.org/10.54987/jobimb.v12iSP1.948>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: Principles and practices* (2nd ed.). Springer.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Cadena cárnica bovina en Colombia. <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCI%C3%93N%20NO.%20000161%20DE%202022.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). Estadísticas de producción acuícola nacional. <https://www.minagricultura.gov.co>
- Ministerio de la Protección Social. (2005). Resolución 5109 de 2005. <https://www.invima.gov.co/documents/20143/46802/resolucion-5109-2005.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). Resolución 2156 de 2012. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 2674 de 2013. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/FT/Resolucion-2674-de-2013.pdf>

Perez, S. & Rodriguez, J. (2022) Agroindustria de la tilapia (*Oreochromis sp.*), en Colombia, una revisión bibliográfica desde el año 2000 hasta el 2021.

<https://repositorio.ufps.edu.co/server/api/core/bitstreams/800a767f-6fab-47cf-ae2f-9a7f66c37a9e/content>

Romero, M. C., Romero, A. M., Doval, M. M., & Judis, M. A. (2013). Nutritional value and fatty acid composition of some traditional Argentinean meat sausages.

<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/3582>

Tamarit, Y., Nordase, M., Wong, C., Silveria, R., Tiriño, M. & Saez, C. (2013) Caracterización físico-química y sensorial de la tilapia roja *Oreochromis spp.*

<https://aquadocs.org/server/api/core/bitstreams/a472d411-d081-4c9d-9213-8c7f0325d99e/content>

Toldrá, F. (2017). *Lawrie's Meat Science* (8th ed.). Woodhead Publishing.

https://ubblab.weebly.com/uploads/4/7/4/6/47469791/lawries_meat_science.pdf

Toldrá, F., & Reig, M. (2018). Innovations for healthier processed meats. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 73–81.

https://www.researchgate.net/publication/251610161_Innovations_for_healthier_processed_meats