



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

TEMA
“USO EFICIENTE DE AGUA Y ENERGIA EN LA PRODUCCION DE
UN EMBUTIDO DE PESCADO”

AUTORAS
Gutiérrez Quiroz Lilian Nyeska
Espinales Miele Bianca Nayeli

TUTOR
Blgo. Víctor Otero Tuarez, Ph.D.

MANABÍ – ECUADOR

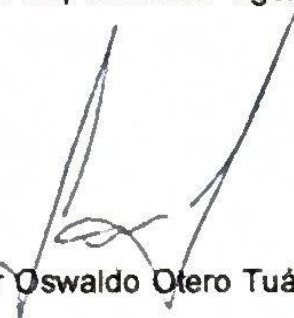
2025 (2)

TEMA

**“USO EFICIENTE DE AGUA Y ENERGIA EN LA PRODUCCION DE
UN EMBUTIDO DE PESCADO”**

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

"Declaro haber dirigido el trabajo, uso eficiente de agua y energía en la producción de un embutido de pescado, a través de tutorías periódicas con los estudiantes Gutierrez Quiroz Lilian Nayeska y Espinales Mieles Bianca Nayeli, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación".



Dr. Víctor Oswaldo Otero Tuárez, PhD.

1306644723

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

"Declaro (amos) que este trabajo es original, de mi (nuestra) autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes".


Gutiérrez Quiroz Lilian Nayaska


Espinales Miele Bianca Nayeli

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecerle primero a Dios y a la virgen por acompañarme en cada paso de este camino, por darme fortaleza, la fe y la calma necesaria para no rendirme y guiarme incluso en los momentos más difíciles.

A mis padres, gracias por su amor incondicional, por cada sacrificio y por estar siempre a mi lado apoyándome. Gracias por enseñarme a ser fuerte, perseverante y a creer en mí misma incluso cuando yo dudaba. Cada consejo, cada palabra de aliento y cada esfuerzo realizado fueron fundamentales para que hoy pueda cumplir este sueño. Este logro no es solo mío, también es de ustedes.

A mis hermanos, por su compañía, paciencia y palabras de ánimo, que fueron un apoyo constante a lo largo de mi carrera.

A mi compañera de tesis y amiga Bianca, gracias por caminar conmigo en este proceso, por el trabajo en equipo, el apoyo constante y la amistad. Hacer este camino juntas lo hiciste más llevadero y especial.

Al ING. Victor Otero, gracias por su guía, por su tiempo y por orientarme con paciencia durante el desarrollo de este trabajo. Sus consejos y correcciones fueron fundamental para llegar hasta aquí.

A mi novio, gracias por tu apoyo, tu paciencia y por estar a mi lado en los momentos de cansancio y duda. Tus palabras de ánimo y confianza en mí fueron un impulso importante para no rendirme.

A mis amigos, gracias por estar conmigo en cada momento, por escucharme, apoyarme y animarme cuando el cansancio o el estrés se hicieron presentes. Gracias por las risas, las conversaciones, los consejos y por recordarme que no estaba sola en este camino. Su amistad fue un impulso importante para seguir adelante y disfrutar este proceso.

Finalmente, gracias a todas las personas que de una u otra forma aportaron para que hoy pueda cerrar este ciclo con orgullo y gratitud.

Gutierrez Quiroz Lilian Nayeska

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme, sabiduría y perseverancia a lo largo de este camino académico, y por acompañarme en cada desafío enfrentado durante mi formación como profesional.

A mis padres, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante. Gracias por crecer en mí. Por impulsarme a seguir adelante en los momentos de dificultad y por ser el pilar fundamental que hizo posible este logro.

De manera especial, dedico este trabajo a mi hermana, por su compañía, apoyo y confianza durante mi formación académica. Su presencia fue significativa a lo largo de este camino, contribuyendo de manera importante a la culminación de esta meta.

Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, formaron parte de este proceso y aportaron con palabras de aliento, apoyo y motivación para la culminación de esta etapa tan importante de mi vida.

Gutierrez Quiroz Lilian Nyeska

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida, guiando cada uno de mis pasos y sosteniéndome en los momentos de dificultad. Su presencia fue mi refugio y mi impulso para no rendirme ante los desafíos, recordándome siempre que con fe y esfuerzo todo es posible.

A mi mamá, Karina, por su amor incondicional, su apoyo constante y su entrega infinita. Gracias por ser el pilar fundamental de mi formación personal y académica, por cada sacrificio silencioso, por su fortaleza inquebrantable y por nunca dejar de creer en mí, incluso cuando yo dudaba. Su ejemplo de lucha, responsabilidad y perseverancia ha sido mi mayor motivación para seguir adelante y alcanzar este logro que también es suyo.

A mi papá, Óscar, por su respaldo permanente y su confianza a lo largo de todo este proceso académico. Gracias por su apoyo constante y por estar presente en cada etapa importante de mi vida. Su confianza en mis capacidades fue fundamental para mantenerme firme y culminar con éxito esta meta tan significativa.

A mi hermana, quien ha sido y seguirá siendo mi ejemplo para seguir, por inspirarme con su esfuerzo, constancia y dedicación. Gracias por motivarme a dar siempre lo mejor de mí, por demostrarme que con disciplina y compromiso se pueden alcanzar los sueños propuestos.

A Santiago mi novio, por ser parte fundamental de este proceso, por su paciencia, comprensión y apoyo constante durante cada etapa de este camino. Gracias por acompañarme en los momentos de estrés y cansancio, por motivarme a no rendirme y por creer en mí incluso en los días más difíciles. Su presencia y palabras de aliento fueron un impulso importante para seguir adelante y culminar esta etapa.

A mi familia, por su apoyo, comprensión y amor incondicional. Gracias por estar siempre presentes, por celebrar cada logro y por brindarme la fuerza necesaria para continuar. Este triunfo también es fruto de su acompañamiento, su confianza y su constante motivación a lo largo de mi formación.

A mi mejor amiga, Nyeska, por su amistad sincera, su acompañamiento incondicional y por estar presente en los momentos más exigentes de esta etapa académica, brindándome apoyo, ánimo y valiosos momentos de fortaleza.

A cada uno de mis amigos de clases, quienes formaron parte de esta experiencia, por el compañerismo, el apoyo mutuo y los aprendizajes compartidos, los cuales llevo siempre presentes.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de este trabajo y a mi formación profesional, reafirmando en mí el compromiso de seguir creciendo personal y académicamente.

Espinales Mielles Bianca Nayeli

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía constante, por brindarme fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar esta etapa tan importante de mi vida, y por acompañarme en cada paso de este camino.

A mi mamá, por su amor incondicional, su apoyo incansable y por ser el pilar fundamental de mi vida. Gracias por cada sacrificio, por creer en mí aun cuando yo dudaba, por enseñarme que con esfuerzo y fe todo es posible, y por motivarme cada día a cumplir mis sueños.

A mis padres: a uno que me ha apoyado y acompañado a lo largo de este camino académico, brindándome su respaldo y confianza para alcanzar este logro; y al otro,

que desde el cielo me cuida, me guía y me bendice, y cuya presencia vive en mi corazón como una fuente permanente de inspiración.

A mi novio y compañero de vida, Santiago Roca, por su apoyo fundamental, su motivación constante, paciencia y por su acompañamiento durante parte de este proceso académico. Gracias por creer en mí, por impulsarme a no rendirme y por estar presente en los momentos de cansancio y duda.

A mi hermana y a mi sobrino, quienes ocupan un lugar muy especial en mi vida. A mi hermana, por ser siempre mi ejemplo de esfuerzo y constancia; y a mi sobrino, por inspirarme cada día a crecer como persona y a ser una mejor versión de mí misma.

A mi familia, por ser mi refugio, mi fuerza y mi mayor respaldo. Gracias por su amor, sus consejos, su acompañamiento constante y por estar presentes en cada logro y en cada dificultad, impulsándome siempre a seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO I.....	15
INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. MARCO TEÓRICO	17
1.1.1. Conceptos de embutidos.....	17
1.1.2. Embutidos de pescado	18
1.1.3. Tipos de embutidos marinos.....	19
1.1.4. Proceso tecnológico de los embutidos de pescado y consumo de agua	20
1.1.5. Proceso tecnológico y consumo de energía en embutidos de pescado.....	21
1.1.6. Importancia del uso eficiente de agua en la industria alimentaria	22
1.1.7. Uso del agua en la elaboración de embutidos de pescado	23
1.1.8. Marco normativo.....	24
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	26
1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	27
1.5. HIPÓTESIS.....	27
1.6. OBJETIVOS	28
1.6.1. Objetivo general	28
1.6.2. Objetivos específicos.....	28
CAPITULO II.....	29

METODOLOGÍA	29
2.1. Ubicación y duración del estudio.....	29
2.2. Tipo de investigación	29
2.3. Variables evaluadas.....	29
2.4. Manejo del experimento	31
2.4.1. Obtención de materia prima.....	31
2.4.2. Preparación de materia prima	31
2.4.3. Procesamiento de materia prima	31
2.4.4. Etapas del proceso.....	32
2.5. Técnicas de recolección de datos.....	33
2.6. Tabulación de datos	33
CAPÍTULO III.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1. Evaluación de consumo de energía.....	34
3.2. Evaluación de consumo de agua	35
3.3. Evaluación de rendimiento	36
3.4. Propuesta de mejora	37
CAPÍTULO IV	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
4.1. CONCLUSIONES	39
4.2. RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción del proceso tecnológico de los embutidos de pescado y consumo de agua.....	20
Tabla 3. Rendimiento de la producción en el procesamiento del embutido pescado	37
Tabla 4. Estrategias para optimización de uso de agua y energía en embutidos de pescado	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de embutido de pescado.....	32
Figura 2. Consumo de energía durante el procesamiento del embutido de pescado.	35
Figura 3. Consumo de agua en litros	36
Figura 3. Consumo de agua en litros durante el procesamiento del embutido de pescado	36

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el uso eficiente del agua y la energía en el proceso de elaboración de embutidos de pescado desarrollado en los laboratorios de la facultad, bajo un sistema de producción artesanal–semiindustrial. La investigación permitió identificar las etapas de mayor consumo y proponer alternativas orientadas a la optimización de recursos. El estudio se llevó a cabo mediante el análisis de las principales fases del proceso productivo: limpieza y sanitización, cutterizado y ahumado.

El consumo de agua se determinó a partir del volumen total utilizado en cada etapa y se expresó como consumo específico en litros por kilogramo de producto procesado (L/kg). Los resultados evidenciaron que la etapa de limpieza presentó la mayor demanda hídrica, mientras que el cutterizado y el ahumado registraron valores considerablemente bajos, reflejando un manejo adecuado del recurso en estas operaciones.

En cuanto a la energía eléctrica, el mayor consumo se concentró en el ahumado debido al tiempo de operación y a los requerimientos térmicos del proceso. En general, se concluye que el sistema presenta un uso eficiente de los recursos, con oportunidades de mejora principalmente en las actividades de limpieza.

Palabras clave: uso eficiente del agua; consumo energético.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the efficient use of water and energy in the production process of fish sausages carried out in the faculty laboratories under an artisanal–semi-industrial system. The research made it possible to identify the stages with the highest resource consumption and to propose improvement alternatives focused on optimization. The study was conducted through the analysis of the main stages of the production process: cleaning and sanitization, cutter operation, and smoking.

Water consumption was determined based on the total volume used in each stage and was expressed as specific consumption in liters per kilogram of processed product (L/kg). The results showed that the cleaning stage presented the highest water demand, whereas cutter operation and smoking registered considerably low values, reflecting proper management of water resources in these operations.

Regarding electrical energy, the highest consumption was recorded during the smoking stage due to operating time and thermal requirements. Overall, the process demonstrates efficient resource use, with improvement opportunities mainly in cleaning activities without compromising product quality or food safety.

Keywords: efficient water use; energy consumption.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se centra en el uso eficiente del agua y la energía en la producción de embutidos de pescado, un proceso agroindustrial que demanda un consumo significativo de recursos naturales para garantizar la inocuidad, la calidad del producto y la continuidad de las operaciones. La elaboración de este tipo de productos involucra actividades como el lavado de la materia prima, el procesamiento, entre otras etapas en las que el agua y la energía cumplen un papel fundamental, donde la forma en que estos recursos son utilizados incide directamente tanto en los costos de producción como en el impacto ambiental generado por la actividad (Feng y Arai 2023).

En la actualidad, las fábricas de pescado en todo el mundo tienen que andar con cuidado por el cambio climático y el cuidado de la naturaleza, donde procesar pescado utiliza muchísima luz y combustible, sobre todo por las máquinas que dan calor o frío. Dreimanis et al. (2020) menciona que la clave está en elegir máquinas buenas que ahorren energía para no gastar tanto dinero ni recursos, pero sin dejar de producir los alimentos.

El sector pesquero en países en desarrollo enfrenta limitaciones técnicas y operativas que dificultan la adopción de prácticas eficientes en el uso del agua y la energía tal como indican Murali et al. (2021) al describir el procesamiento de pescado como actividad intensiva en recursos con uso excesivo de agua y alto consumo energético que genera elevados volúmenes de aguas residuales además de aumentar costos operativos mientras la relación directa entre ambos recursos demanda energía adicional desde la captación hasta el tratamiento de agua lo que incrementa emisiones y reduce eficiencia global del proceso productivo en entornos con recursos limitados.

Las empresas de embutidos aumentan estas problemáticas especialmente en etapas de refrigeración y control de temperatura que concentran gran parte de la

demanda eléctrica según Bogard et al. (2019) y Murali et al. (2021) debido a la necesidad de condiciones adecuadas para conservación del producto agravadas por deficiencias en aislamiento térmico o prácticas operativas inadecuadas lo que eleva gastos energéticos y compromete la cadena de frío esencial para calidad así como la sostenibilidad económica y ambiental de las operaciones.

La generación de residuos y subproductos del procesamiento pesquero representa un reto ambiental si no se gestiona adecuadamente según Arvanitoyannis y Tserkezou (2013) ya que gran parte de la biomasa no va al consumo humano directo produciendo volúmenes de desechos contaminantes aunque estos pueden transformarse en valor mediante procesos que reducen carga contaminante y mejoran aprovechamiento integral fomentando circularidad en la industria para convertir problemas en oportunidades sostenibles de valor agregado.

De tal modo que se evidencia la necesidad de analizar de manera detallada cómo se utilizan el agua y la energía en cada etapa del proceso de elaboración de embutidos de pescado, debido que la adopción de prácticas orientadas al uso racional del agua y la energía contribuye no solo a la reducción de costos, sino también al cumplimiento de criterios ambientales cada vez más exigentes.

Por ello, este estudio tiene la finalidad de facilitar información técnica que permita comprender el consumo de agua y energía a lo largo del proceso productivo del embutido de pescado, con el fin de identificar ineficiencias y establecer acciones correctivas. El objetivo del presente trabajo es evaluar el consumo de agua y

energía en todas las etapas del proceso del embutido de pescado, con el propósito de proponer estrategias que permitan un uso más eficiente de estos recursos y, de esta manera, optimizar los procesos de obtención del embutido.

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. Conceptos de embutidos

Los embutidos son productos alimenticios elaborados a partir de carne triturada o picada, mezclada con sal, especias y otros ingredientes que mejoran su sabor y conservación, esta mezcla se introduce en una tripa natural o artificial, dándole una forma definida, su elaboración combina tradición y tecnología, permitiendo obtener alimentos prácticos y de fácil consumo, además, los embutidos pueden adaptarse a diferentes gustos y materias primas (Garcia 2023).

En efecto, los embutidos son uno de los alimentos procesados más antiguos que se conocen, por lo que existen cientos de variedades de embutidos que se producen en todo el mundo con una relevancia social y económica excepcional, cada variedad local dentro de cada tipo de embutido (crudo, cocido o crudo y fermentado/madurado) refleja la disponibilidad de materias primas, las condiciones climáticas de cada entorno geográfico, los condicionamientos culturales y religiosos, y el conocimiento ancestral de su elaboración transmitido de generación en generación (Carballo 2021).

En este contexto, los embutidos se caracterizan por su gran versatilidad, ya que pueden elaborarse con distintos tipos de carnes o pescados y adaptarse a diversos gustos, su formulación permite variar sabores, texturas y tamaños según las preferencias del mercado, esta flexibilidad los hace atractivos tanto para productores como para consumidores, por ello, son productos muy utilizados en la industria alimentaria (Ajazi et al. 2025).

1.1.2. Embutidos de pescado

Las salchichas de pescado son consideradas productos elaborados a partir de pescado picado, mezclado con aglutinantes (como almidón, claras de huevo), grasas (como grasa o aceite de cerdo), sal y especias, y luego embutidos en tripas o formados en hamburguesas, ofrecen una alternativa más magra y rica en proteínas a las salchichas de carne, popular en muchas culturas por su practicidad y sostenibilidad (Gamez et al. 2021).

Los embutidos de pescado son productos procesados elaborados a partir de carne de pescado finamente picada o emulsificada, mezclada con ingredientes que mejoran su textura y estabilidad, representan una alternativa saludable frente a los embutidos cárnicos tradicionales, debido a su alto contenido proteico y bajo nivel de grasas saturadas, su consumo contribuye a diversificar la oferta de productos pesqueros permitiendo aprovechar mejor la materia prima marina (Rojas 2024).

De hecho, el pescado es uno de los alimentos esenciales en la nutrición humana ya que es una fuente importante de proteínas, minerales, vitaminas y ácidos grasos, y los omegas 3, 6 y 9 tienen innumerables efectos beneficiosos para la salud, por lo tanto el formato de salchicha goza de amplia aceptación, y su adaptación a la carne de pescado puede promover el consumo de este producto esencial y beneficioso en la dieta ya que a menudo, las salchichas se perciben como un alimento de baja calidad nutricional; sin embargo, un mejor uso de materias primas, como el pescado, podría ser esencial para la nutrición humana (Medina et al. 2024).

Además, es importante destacar que estos embutidos ofrecen una opción más ligera y rica en proteínas en comparación con las salchichas tradicionales de carne, que son consumidas en todo el mundo y tienen gran aceptación en países asiáticos, por lo general estos productos se elaboran combinando distintos tipos de pescado, tanto magros como grasos, donde se incorporan ingredientes como almidón, especias y, en algunos casos, grasa de cerdo, con el fin de lograr una textura agradable y un sabor similar al de las salchichas convencionales (Ticona 2024).

1.1.3. Tipos de embutidos marinos

La industria alimentaria está experimentando un cierto auge, donde la producción de embutidos se está desarrollando en varias direcciones primordialmente con el uso de nuevas materias primas y aditivos alimentarios; ampliar la gama de productos y dominar nuevos equipos y tecnologías (Feng y Arai 2023).

Por su parte, los embutidos marinos son descritos como productos elaborados a partir de carne de pescado o mariscos finamente picados, mezclados con ingredientes que mejoran su sabor, textura y conservación, estos productos surgen como una alternativa innovadora dentro de la industria alimentaria, permitiendo diversificar el consumo de productos del mar; además, facilitan el aprovechamiento integral de la materia prima marina, generalmente su elaboración combina tradición, tecnología y criterios de calidad e inocuidad (Castro y Negrete 2023).

Este tipo de embutidos de mariscos pueden variar mucho según el tipo de pescado o marisco que se utilice ya sea atún, salmón o camarón, es decir, también cambian de acuerdo con la forma de preparación, ya sea en forma de mousse, carne picada o cortada a mano, y según los ingredientes que se añadan, como almidón, especias y grasas, aparte de los estilos que reflejan tradiciones culinarias en donde incluso en algunos casos le incorporan grasa de cerdo para mejorar la textura (Arévalo 2022).

En este sentido, dentro de los tipos de embutidos marinos se encuentran los embutidos frescos, que requieren refrigeración constante y cocción antes del consumo; los embutidos cocidos, que pasan por un tratamiento térmico que garantiza su seguridad y prolonga su vida útil; y los embutidos ahumados, los cuales adquieren sabor y aroma característicos gracias al proceso de ahumado, cada tipo responde a diferentes preferencias del consumidor y a distintos métodos de conservación, estos productos destacan por su valor nutricional y versatilidad gastronómica (Urrutia 2024).

1.1.4. Proceso tecnológico de los embutidos de pescado y consumo de agua

El proceso tecnológico de los embutidos de pescado comprende una serie de etapas que permiten transformar el pescado fresco en un producto seguro, estable y de buena calidad, por lo general estas etapas incluyen el lavado, picado, mezclado, cutterado, embutido y tratamientos térmicos como el escaldado, cada paso debe realizarse bajo condiciones higiénicas estrictas, ya que el pescado es una materia prima altamente perecedera, por lo tanto un manejo adecuado del proceso garantiza una buena textura, sabor y mayor vida útil del embutido (Salguero 2022).

Por su parte, el consumo de agua es un aspecto fundamental dentro del proceso tecnológico de los embutidos de pescado, ya que se utiliza en el lavado de la materia prima, la limpieza de equipos y en etapas térmicas como el escaldado y el enfriamiento, debido a la alta demanda de agua, es importante aplicar prácticas de uso eficiente sin comprometer la inocuidad del producto, una gestión responsable del recurso hídrico permite reducir costos, minimizar el impacto ambiental y mantener la calidad del embutido final (Laso et al. 2018). A continuación, se describe en la siguiente tabla los principales procesos y el consumo de agua:

Tabla 1. Descripción del proceso tecnológico de los embutidos de pescado y consumo de agua

Etapas del proceso	Descripción del proceso tecnológico	Consumo y uso de agua
Recepción y lavado de la materia prima	Pescado fresco o congelado llega y se lava para quitar sangre, escamas y suciedad de la superficie.	Mucha agua potable para limpiar bien y dejar el pescado en buen estado.
Eviscerado, fileteado y despielado	Quitar vísceras, piel y espinas a mano o con máquinas.	Agua constante para enjuagar pescado, equipos y mesas de trabajo.

Lavado de la carne de pescado	Lavar la carne para bajar olores, sangre y bacterias.	Buena cantidad de agua fría, sobre todo en masas para emulsionar.
Picado preliminar	Cortar pescado en pedazos chicos para el siguiente paso.	Agua sobre todo para limpiar las máquinas después.
Cutterado (picado fino y emulsificación)	Mezclar carne con sal, condimentos y aditivos en cutter hasta formar pasta pareja.	Agua helada o hielo para mantener fresco durante el mezclado.
Mezclado y formulación	Ajustar receta con ingredientes y sazones finales.	Agua para limpiar y a veces en la mezcla misma.
Embutido y moldeado	Llenar tripas naturales o plásticas con la masa y darle forma.	Agua para lavar boquillas, máquinas y el piso.
Escaldado (tratamiento térmico)	Meter embutidos en agua caliente de 70–90 °C para endurecer y matar gérmenes.	Mucha agua caliente que gasta también energía para calentar.
Enfriamiento	Bajar rápido la temperatura para que quede seguro comerlo.	Agua fría en gran volumen o enfriadores eléctricos.

Fuente: Tahir et al. (2020); Redondo et al. (2023); Medina et al. (2024)

1.1.5. Proceso tecnológico y consumo de energía en embutidos de pescado

El proceso tecnológico de los embutidos de pescado requiere un uso constante de energía para transformar el pescado en un producto seguro y de buena calidad, es decir, desde las primeras etapas, como el picado y el cutterado, se emplea energía eléctrica para el funcionamiento de equipos y maquinaria, estas operaciones permiten obtener una mezcla homogénea y una textura adecuada, pero también representan un consumo energético importante dentro de la planta de procesamiento (Pérez et al. 2023).

Cabe enfatizar que, una de las etapas con mayor demanda de energía es el tratamiento térmico, especialmente durante el escaldado o la cocción de los embutidos, debido a que en este proceso se utiliza energía para calentar el agua o

generar vapor, lo cual es fundamental para eliminar microorganismos y fijar la estructura del producto; además la energía es indispensable para los sistemas de refrigeración y enfriamiento, que garantizan la inocuidad y conservación de los embutidos de pescado después del tratamiento térmico (Alamri et al. 2023).

Asimismo, el consumo de energía también está presente de forma continua en la limpieza, iluminación y mantenimiento de las instalaciones, por ende es importante una gestión eficiente de la energía que permita reducir costos de producción y disminuir el impacto ambiental del proceso, por ello, la optimización del uso energético, sin afectar la calidad ni la seguridad del producto, es un aspecto clave para lograr una producción sostenible de embutidos de pescado (Guaya 2023).

1.1.6. Importancia del uso eficiente de agua en la industria alimentaria

El uso eficiente del agua en la industria alimentaria es fundamental para reducir los costos operativos relacionados con el suministro y el tratamiento de aguas residuales; además, contribuye a una producción más sostenible y ayuda a garantizar la seguridad y la calidad de los alimentos, ya que el agua es un recurso indispensable en las actividades de producción, procesamiento y limpieza, pero su disponibilidad es cada vez más limitada a nivel mundial, por esta razón, una gestión responsable del agua resulta clave tanto para la continuidad de las empresas como para la protección de los recursos naturales (González y Gamboa 2020).

La escasez en el mundo de agua resalta la necesidad de usarla con eficiencia lo que impulsa a la industria de alimentos y bebidas a emplear métodos sostenibles al tiempo que tecnologías de tratamiento facilitan reutilizar y reciclar agua para reducir el consumo de agua fresca mediante sistemas como filtración por membranas o procesos químicos que depuran aguas residuales destinadas a usos no potables. Cabe añadir que con esto las empresas fortalecen la sostenibilidad ambiental y logran ahorros notables en costos transformando desechos en recursos útiles para operaciones continuas (Nemati et al. 2019).

En otras palabras, contribuye a la sostenibilidad ambiental y económica de la industria alimentaria, reducir el consumo excesivo de agua disminuye los costos

operativos y la generación de aguas residuales, lo que reduce el impacto ambiental; en un contexto, donde la disponibilidad de agua es cada vez más limitada, una gestión responsable de este recurso se vuelve fundamental para garantizar la continuidad de la producción alimentaria y la protección de los recursos naturales (Castro y Negrete 2023).

1.1.7. Uso del agua en la elaboración de embutidos de pescado

El agua cumple un papel fundamental en la elaboración de embutidos, por el hecho que está presente en casi todas las etapas del proceso productivo, es indispensable debido a que se utiliza para lavar la materia prima, mantener condiciones adecuadas de higiene y, en muchos casos, como parte de la formulación del producto para mejorar su textura; además, el agua es necesaria en procesos térmicos y de enfriamiento, los cuales garantizan la seguridad y calidad del embutidos, por ende, su uso adecuado es clave para obtener productos seguros, estables y de buena aceptación por parte del consumidor (Rojas 2024).

Por lo tanto, en el caso de la elaboración de embutidos de pescado el agua desempeña asimismo un papel fundamental, ya que se utiliza desde las primeras etapas del proceso, especialmente en el lavado del pescado, este paso es necesario para eliminar impurezas, restos de sangre y posibles contaminantes, garantizando así una materia prima limpia y segura, debido a la naturaleza perecedera del pescado, el uso de agua potable y en condiciones adecuadas es indispensable para mantener la calidad del producto (Cáceres et al. 2022).

De hecho, durante el procesamiento, el agua también se emplea como ingrediente tecnológico, principalmente en forma de hielo o agua fría durante el picado y el cutterado, su función es mantener baja la temperatura de la masa, evitar el deterioro del pescado y mejorar la textura del embutido, donde un uso adecuado del agua en esta etapa contribuye a obtener un producto homogéneo, estable y con mejores características sensoriales (Laso et al. 2018).

Además, el agua es esencial en los tratamientos térmicos y en la limpieza de equipos e instalaciones, en procesos como el escaldado y el enfriamiento requieren

grandes volúmenes de agua para asegurar la inocuidad del producto final, por esta razón, una gestión eficiente del agua en la elaboración de embutidos de pescado es un aspecto clave para reducir desperdicios, minimizar el impacto ambiental y sobre todo mantener la calidad y seguridad del alimento (Urrutia 2024)

1.1.8. Aspectos ambientales en los procesos productivos alimenticios

Los procesos productivos de la industria alimentaria generan diversos impactos ambientales, los cuales están principalmente asociados al consumo de agua, uso de energía, generación de residuos sólidos, efluentes líquidos y emisiones atmosféricas. En el caso de la elaboración de embutidos de pescado, estos impactos se presentan en diferentes etapas del proceso, siendo más relevantes en las operaciones de limpieza, tratamientos térmicos y manejo de residuos.

El consumo de agua constituye uno de los principales aspectos ambientales, debido a su uso intensivo en actividades de limpieza, desinfección y procesamiento del producto. Asimismo, el consumo de energía eléctrica se relaciona principalmente con el funcionamiento de equipos como cutter, ahumador y sistemas auxiliares, lo que contribuye a la huella energética del proceso.

La identificación y evaluación de estos aspectos ambientales permite establecer estrategias orientadas a la optimización del uso de recursos, la reducción de impactos negativos y el cumplimiento de criterios de sostenibilidad, sin afectar la calidad ni la inocuidad de los alimentos producidos.

1.1.9. Marco normativo

El uso eficiente del agua y la energía en la producción de embutidos de pescado se rige por normativas internacionales y nacionales que regulan la gestión de recursos, la inocuidad de los alimentos y la calidad de los procesos productivos. Entre las principales se destacan la ISO 50001 sobre gestión de la energía, la ISO 14001 sobre gestión ambiental, el sistema HACCP del Codex Alimentarius y las normas técnicas del INEN, como la NTE INEN-ISO 22000:2018 y la NTE INEN-ISO/TS 22002-1:2009.

- La ISO 50001 fija reglas para montar un sistema de manejo de energía que busca detectar los consumos clave y seguir el gasto para hacer avances

constantes en equipos como compresores de frío motores eléctricos y sistemas de calor usados en embutidos de pescado (ISO 2018). Este enfoque ayuda a bajar el uso de energía en plantas pesqueras al revisar y ajustar procesos de forma continua.

- La ISO 14001 marca pautas para un sistema de manejo ambiental que pide a las firmas detectar impactos clave controlar recursos y evitar suciedad en el entorno (ISO 2015).
- El sistema HACCP del Codex Alimentarius tiene un método preventivo para seguridad de alimentos al hallar riesgos y analizar los puntos clave de control, además de revisar el uso de agua y el manejo de temperaturas en cocción y enfriado lo que impacta el gasto de recursos (Codex Alimentarius 2003).
- Las normas NTE INEN-ISO 22000:2018 y NTE INEN-ISO/TS 22002-1:2009 definen requisitos para sistemas de gestión de inocuidad y programas de requisitos en la industria alimentaria. Estas normas incluyen controles sobre

agua potable, saneamiento y procesos productivos, contribuyendo al uso óptimo del agua y energía en la producción de embutidos (INEN 2020).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de embutidos de pescado enfrenta en 2025 una gran contradicción, mientras la demanda crece por su valor nutricional y su aporte a la seguridad alimentaria, el proceso de elaboración continúa dependiendo de prácticas ineficientes que generan un elevado consumo de agua y energía. En instalaciones procesadoras de escala pequeña y mediana hasta el 50% del volumen hídrico en lavado y desanginado se pierde sin recirculación mientras el gasto energético en molienda y cocción sobrepasa en 35% los estándares globales de rendimiento (Elavarasan et al. 2024). Esto eleva los costos operativos con tarifas energéticas inestables y límites hídricos produciendo daños ambientales evitables por vertidos contaminados y emisiones de CO₂ del exceso eléctrico.

La necesidad de acción se basa en tres motivos clave primero la norma ambiental en mercados externos requiere certificados de huella hídrica y de carbono para productos pesqueros desde 2024, segundo la carga humana sobre reservas en zonas extractoras con agotamiento de acuíferos y uso de combustibles fósiles que amenazan la duración del sector; y tercero, las tecnologías limpias representan una oportunidad económica significativa, que podrían reducir hasta en un 25% los costos operativos de las plantas procesadoras (Elavarasan et al. 2024).

Aunque existen soluciones tecnológicas como sistemas de limpieza por aspersión, recuperadores de calor en cocción o energía solar térmica, su implementación en pymes pesqueras es limitada debido al alto costo inicial, falta de capacitación técnica y escasa información sobre retornos de inversión (Rashid et al. 2022). En Ecuador, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU integran el ODS 6 de agua potable y saneamiento ODS 7 de energía asequible y limpia ODS 12 de producción y consumo en patrón mediante el Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035 y la Estrategia Nacional de Calidad del Agua que fijan directrices para rebajar consumo en procesos fabriles.

En regiones como Manabí y Esmeraldas se aplican esquemas de formación y subsidios para que plantas adopten tecnologías ecológicas respaldados por universidades y centros que refinan lavado molienda y cocción pese a obstáculos persistentes en medición de métricas acceso a crédito y pericia técnica en firmas modestas lo que motivó alianzas gubernamentales con FAO y PNUD para soporte experto y económico vía iniciativas de Pesca Sostenible y Energías Renovables en acuicultura aun cuando faltan análisis específicos de embutidos marinos y manejo integral de residuos efluentes con repercusiones en cuerpos hídricos y suelos.

Por esta razón el presente estudio busca evaluar el consumo de agua y energía en todas las etapas del proceso de producción de embutidos de pescado, con el fin de proponer estrategias de eficiencia que garanticen la sostenibilidad ambiental y económica del sector.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El estudio del uso eficiente de agua y energía en la producción de embutidos de pescado es fundamental debido a su relevancia económica, ambiental y social. A nivel local la implementación de estrategias de eficiencia permitirá a las plantas procesadoras reducir pérdidas de agua y consumo energético disminuir costos operativos y mejorar la calidad de los productos fortaleciendo la competitividad de las pymes pesqueras

A nivel regional la optimización de recursos contribuye a la sostenibilidad de la industria pesquera en las provincias de la zona 4 donde la actividad acuícola y pesquera representa una fuente relevante de empleo y desarrollo económico además la adopción de tecnologías limpias y procesos eficientes genera un impacto ambiental positivo al reducir descargas contaminantes emisiones de CO₂ y la sobreexplotación de los recursos hídricos

En Ecuador el estudio se articula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con las políticas públicas del Ecuador como el Plan Nacional de Eficiencia Energética y la Estrategia Nacional de Calidad del Agua aportando información útil para la

formulación de estrategias de mejora y lineamientos dirigidos al sector alimentario así mismo promueve la economía circular mediante el aprovechamiento de subproductos y la reducción del desperdicio de recursos

Además, esta investigación se constituye como un referente para futuros estudios relacionados con la sostenibilidad en la industria alimentaria y la eficiencia en el uso de recursos en procesos industriales ya que sus resultados pueden servir como base para el diseño de proyectos piloto la implementación de buenas prácticas el desarrollo de guías técnicas y la generación de conocimiento aplicado fortaleciendo la formación profesional y la innovación en el sector pesquero.

De tal modo que este trabajo no solo aporta soluciones prácticas al sector productivo, sino que establece un punto de partida para investigaciones futuras, promoviendo un enfoque sostenible. Por ello, el objetivo principal de este estudio es evaluar el consumo de agua y energía en todas las etapas del proceso del embutido de pescado para proponer estrategias de su uso eficiente y así optimizar recursos económicos en la producción.

1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Qué etapa del proceso del embutido del pescado hay mayor consumo de agua y energía?

1.5. HIPÓTESIS

El análisis del consumo de agua y energía en las distintas etapas del proceso de producción de embutidos de pescado permitirá identificar donde se genera el mayor uso de estos recursos.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo general

- Evaluar el consumo de agua y energía del procesamiento del embutido de pescado para el desarrollo de estrategias que optimicen su uso.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar el consumo de agua y energía en cada etapa del proceso de elaboración del embutido de pescado.
- Identificar las etapas y factores que generan el mayor desperdicio de agua y energía.
- Diseñar estrategias para reducir el consumo de agua y energía durante el procesamiento de embutidos de pescado en base a los puntos de mayor consumo identificados.

CAPITULO II.

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación y duración del estudio

El presente estudio se desarrolló en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). El entorno controlado permitió garantizar la precisión en las mediciones y la confiabilidad de los datos obtenidos, manteniendo condiciones estandarizadas de operación, higiene e inocuidad. La investigación se llevó a cabo desde noviembre de 2025 hasta enero de 2026, bajo un diseño no experimental y cuantitativo.

2.2. Tipo de investigación

El estudio fue de tipo descriptivo, ya que se centró en caracterizar y cuantificar el consumo de recursos y el rendimiento en la producción de embutidos de pescado. Esta metodología permitió identificar las etapas donde se generan mayores pérdidas de agua y energía, registrar el rendimiento del embutido sin intervenir directamente en el proceso productivo.

2.3. Variables evaluadas

Las variables consideradas en el estudio fueron:

- **Consumo de agua (L/kg)**

La variable de consumo de agua se mide en litros (L) por centro de elaboración de embutidos (CEA, L/kg), utilizando la técnica de medición directa con recipientes volumétricos y probetas para registrar con precisión el volumen empleado en etapas como lavado y mezclado.

$$\text{Consumo específico de agua (CEA)} = \frac{V_{\text{agua}}}{M_{\text{producto}}}$$

Donde se muestra que se divide el volumen total de agua consumida en todas las etapas (V_{agua}) entre la masa total del producto terminado (M_{producto}).

- **Consumo de energía (Kilovatios-hora) consumidos por unidad de producción**

El consumo eléctrico se cuantifica en kilovatios-hora (kWh) por CEE (kWh/kg), mediante medición indirecta que multiplica la potencia nominal de los equipos por el tiempo efectivo de operación, cronometrado con precisión.

$$E \text{ Consumo de Energía por Equipo } (E) = P \times T$$

Donde se presenta que los valores se multiplican la Potencia nominal del equipo (P), expresada en kilovatios (kW), por el Tiempo efectivo de uso (t), expresado en horas.

$$\text{Consumo Específico de Energía (CEE)} = \frac{E_{total}}{M_{producto}}$$

Donde se realiza la sumatoria de todas las energías individuales consumidas en el proceso (Etotal) dividida para la masa total del producto (Mproducto).

- **Rendimiento (Peso inicial/Peso final)**

$$\% \text{Peso final} = \frac{P_{final}}{P_{inicial}} \times 100$$

Esta variable se determinó en kilogramos (kg), usando la balanza, dividiendo el peso final para el peso inicial y multiplicando para 100.

2.4. Manejo del experimento

2.4.1. Obtención de materia prima

La materia prima principal consistió en lomos frescos de atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*), adquiridos en el mercado de mariscos de Playita Mía, ubicado en el Km. 4½ vía Manta-Rocafuerte, asegurando que los filetes provinieran de capturas locales y fresca, cumpliendo con criterios de calidad, frescura e inocuidad. Todos los productos fueron transportados y almacenados a temperaturas inferiores a 4°C hasta su procesamiento, garantizando la cadena de frío y preservando sus propiedades físicas, microbiológicas y sensoriales.

2.4.2. Preparación de materia prima

Previo al proceso, todos los utensilios y equipos que entrarían en contacto con los ingredientes fueron desinfectados y esterilizados para garantizar la seguridad alimentaria.

La preparación de los ingredientes siguió las siguientes etapas:

- **Recepción e inspección sensorial:** Se evaluó visualmente y mediante tacto la frescura y calidad de los ingredientes.
- **Lavado:** Se realizó un lavado rápido con agua potable a temperatura controlada.
- **Pesaje de ingredientes:** Todos los aditivos y condimentos, incluyendo sal, nitrito, GMS, ácido ascórbico, fosfato, especias, almidón y tripas naturales, se pesaron con precisión de 1 g.

2.4.3. Procesamiento de materia prima

Para elaborar los embutidos, la materia prima se procesó en cutter industrial, mezclando el pescado con los aditivos y 0,5 L de hielo para controlar la temperatura y facilitar la emulsión de proteínas y grasas. Posteriormente, la masa fue malaxada hasta obtener una textura uniforme y cohesiva, asegurando la correcta integración de todos los ingredientes.

La mezcla final se embutió manualmente en tripas de cerdo de 4 cm de diámetro, cuidando la eliminación de aire atrapado, y se fraccionó en porciones uniformes atadas con hilo de cocina. Finalmente el ahumado a 80°C por 30 minutos, para lograr la textura y acabado deseado.

2.4.4. Etapas del proceso

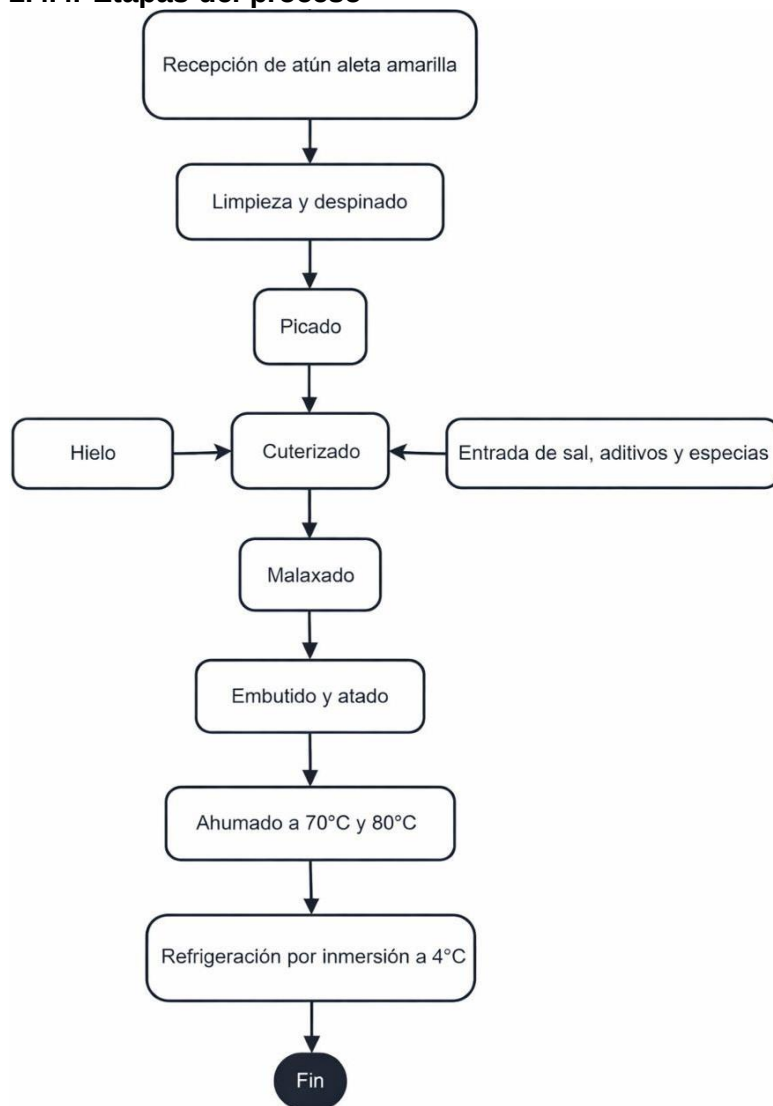


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de embutido de pescado

Como se observa en la figura 1 para elaborar el embutido, primero se recibió y lavó el atún fresco a menos de 4°C, asegurando la limpieza y conservación de la materia prima. Posteriormente, todos los ingredientes fueron pesados cuidadosamente y procesados en un cutter industrial junto con los aditivos y hielo, logrando una mezcla estable, homogénea y cohesiva. Una vez lista la masa, esta se embutió manualmente en tripas de cerdo de 4 cm de diámetro, eliminando cuidadosamente el aire atrapado y fraccionando porciones uniformes. El proceso finalizó con el ahumado a 80°C, para luego enfriarlo por inmersión a una temperatura de 4°C proporcionando al embutido la textura, aroma y acabado final característicos del producto. En la figura 1 se observa el diagrama de flujo de proceso.

2.5. Técnicas de recolección de datos

Se midieron los litros de agua y los kilovatios hora consumidos en cada etapa del proceso registrando valores diarios y por lote con el fin de calcular promedios e identificar los puntos críticos de uso de agua y energía.

2.6. Tabulación de datos

Los datos recolectados fueron ingresados y organizados en Microsoft Excel, permitiendo cálculos de promedios, desviaciones estándar y análisis comparativos entre los tratamientos. Se calcularon indicadores de consumo de agua y energía por etapa, así como índices de aceptación sensorial, para identificar correlaciones y oportunidades de mejora en la eficiencia del proceso.

Además, se presentaron tablas y gráficos que permitieron una interpretación visual clara y el análisis del consumo de agua y energía, así como de la aceptación sensorial del producto.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de consumo de energía

Se observa en la Figura 2 que el mayor consumo de energía se presenta en la etapa de ahumado, alcanzando un valor aproximado de 0,75 kWh, lo que evidencia que esta operación concentra la mayor demanda energética del proceso de elaboración del embutido de pescado. Este comportamiento se explica por la necesidad de sostener temperaturas estables durante periodos prolongados de operación lo cual es indispensable para lograr un tratamiento térmico adecuado del producto en este sentido Laso et al. (2018) señalan que las operaciones térmicas concentran el mayor consumo de energía dentro de los sistemas agroalimentarios especialmente cuando se requiere mantener condiciones térmicas constantes.

Por su parte la etapa de cutterizado registró un consumo energético menor cercano a 0,18 kWh como se observa en la figura correspondiente este consumo está vinculado al funcionamiento del cutter industrial donde la energía eléctrica se destina principalmente al movimiento mecánico para el corte y la mezcla además de la energía generada por fricción durante su operación a pesar de su importancia en la formulación del embutido su contribución al consumo energético total es reducida frente al ahumado.

Estos resultados tienen relación con lo indicado por Carballo (2021) quien menciona que en la elaboración de embutidos los tratamientos térmicos representan el mayor requerimiento energético independientemente del tipo de materia prima utilizada.

No obstante Guaya (2023) reporta valores ligeramente menores de consumo energético en procesos similares con tilapia y paiche diferencia que puede atribuirse al uso de equipos más eficientes y a un mejor control de los tiempos de aplicación del tratamiento térmico. Esta diferencia sugiere que, si bien el ahumado es inherentemente una etapa de alto consumo energético, la optimización de los equipos y de las condiciones operativas puede contribuir a una reducción significativa del gasto energético total del proceso.

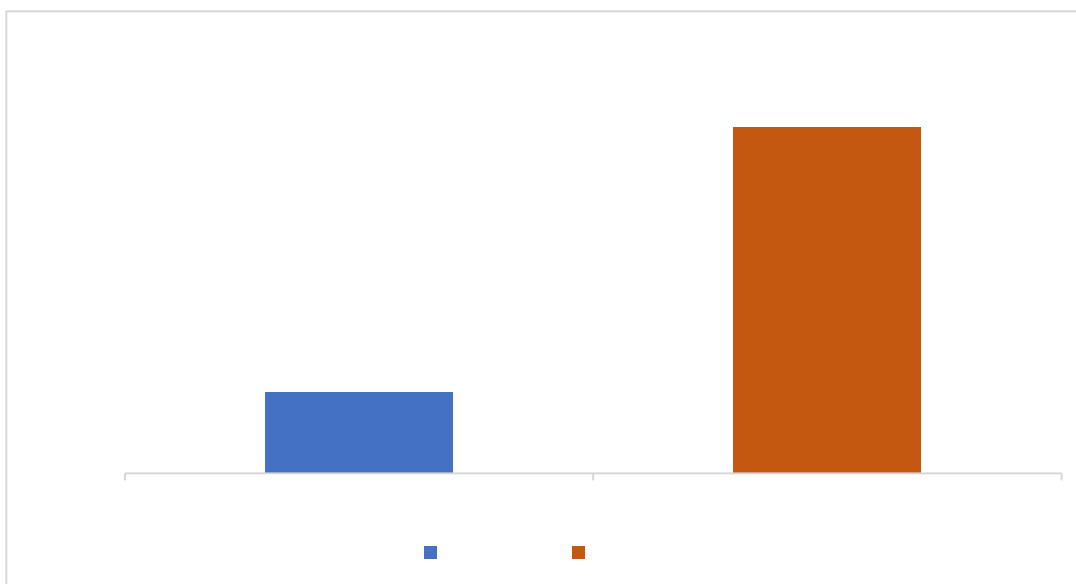


Figura 2. Consumo de energía durante el procesamiento del embutido de pescado.

3.2. Evaluación de consumo de agua

Los resultados obtenidos sobre el consumo de agua en la elaboración del embutido de pescado muestran que el uso del recurso hídrico fue moderado y controlado a lo largo del proceso productivo. El consumo específico total de agua fue de 4,53 L/kg de producto final, lo que indica un manejo eficiente del agua en comparación con otros procesos similares de tipo artesanal o semiindustrial.

Se observa en la Figura 3 la limpieza y sanitización fue la etapa con mayor consumo de agua, registrando 4 L/kg, debido a las operaciones necesarias para asegurar condiciones higiénico-sanitarias adecuadas, tales como el lavado de equipos, utensilios y superficies de trabajo. Este consumo se considera justificable, dado que la higiene es un aspecto fundamental en el procesamiento de alimentos.

En las etapas de cutterizado, ahumado y enfriamiento, el consumo de agua fue menor, con valores de 0,14 L/kg, 0,11 L/kg y 0,29 L/kg, respectivamente. Esto se debe a que el uso de agua en estas operaciones es limitado y no interviene directamente en la transformación del producto, sino principalmente en actividades de limpieza.

En general, los resultados evidencian que el proceso de elaboración del embutido de pescado presenta un uso eficiente del recurso hídrico, identificándose oportunidades de mejora principalmente en la etapa de limpieza y sanitización, donde podrían implementarse prácticas de ahorro de agua sin comprometer la inocuidad del

producto.

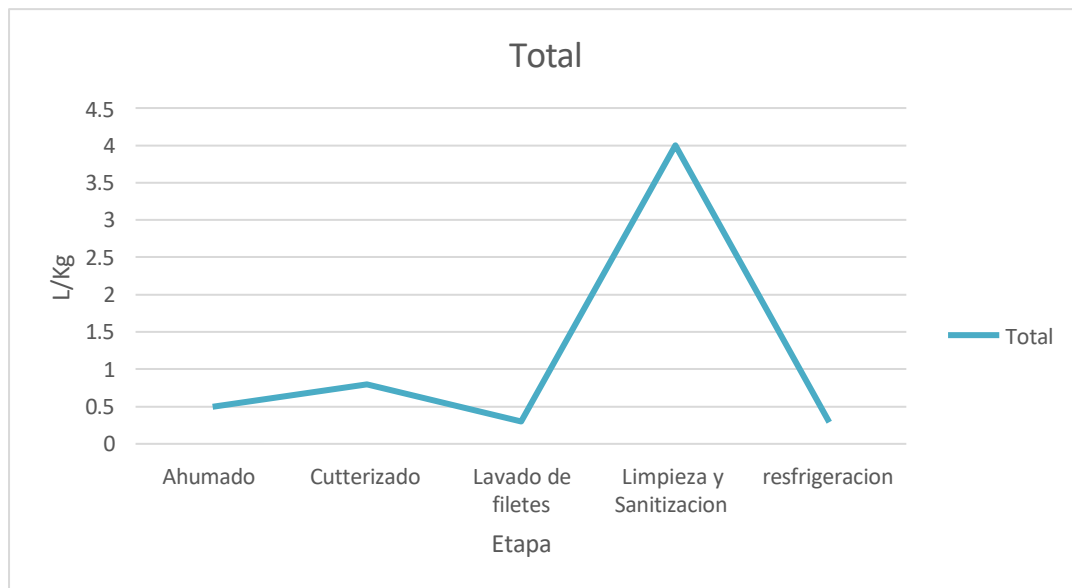


Figura . Consumo de agua en L/Kg durante el procesamiento del embutido de pescado.

3.3. Evaluación de rendimiento

El rendimiento obtenido en el proceso fue del 87.5%, partiendo de 4 kg de materia prima para obtener 3.5 kg de producto final, lo cual se considera un resultado favorable. Este valor es similar al reportado por Gamez et al. (2021), quienes obtuvieron rendimientos entre 78% y 88% en embutidos elaborados con pulpa de

pescado, quienes determinaron que las pérdidas se debían la eliminación de impurezas y la evaporación durante el calentamiento.

Asimismo, García (2023) reportó rendimientos del 85% en embutidos elaborados con mariscos, indicando que este rango es habitual cuando se aplican procesos adecuados de selección y formulación, lo cual confirma que el rendimiento alcanzado en el presente estudio se encuentra dentro de parámetros aceptables para este tipo de producto.

Tabla 2. Rendimiento de la producción en el procesamiento del embutido pescado

Operación / Etapa	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Rendimiento (Pf/Pi)	% Peso final
Proceso total de elaboración	4	3.5	0.87	87,5%

3.4. Propuesta de mejora

Tabla 3. Estrategias para optimización de uso de agua y energía en embutidos de pescado

Etapa	Objetivo	Acción	Resultado
Ahumado	Optimizar el uso de energía térmica durante el proceso	Controlar los tiempos de ahumado y realizar mantenimiento periódico del equipo para mejorar la eficiencia térmica	Reducción del consumo energético y mejor aprovechamiento
Lavado de filetes	Minimizar el uso de agua en las etapas iniciales del proceso	Regular el caudal de agua y limitar el lavado al tiempo estrictamente necesario	Menor consumo de agua durante el lavado de la materia prima
Limpieza y sanitización	Optimizar el uso de agua en las actividades de higiene	Retirar residuos sólidos antes de aplicar agua y estandarizar los procedimientos de limpieza	Disminución del volumen de agua utilizado en la limpieza de áreas y equipos
Operaciones mecánicas (cutter)	Reducir el consumo eléctrico asociado al uso	Planificar y controlar los tiempos de operación del cutter según la carga de trabajo	Ahorro de energía eléctrica y mayor eficiencia operativa

	de equipos mecánicos		
Gestión del proceso y personal	Mejorar el control del uso de agua y energía	Implementar registros de consumo y capacitar al personal en el uso responsable de los recursos	Uso más eficiente de los recursos y mejora continua del proceso

CAPÍTULO IV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que el consumo de agua y energía durante la elaboración del embutido de pescado presenta una distribución desigual entre las distintas etapas del proceso, evidenciándose diferencias significativas en la demanda de recursos según el tipo de operación. En el proceso evaluado, el mayor consumo de energía se registró en la etapa de ahumado, con un valor cercano a 0,75 kWh, lo cual se atribuye al tiempo de operación y a los requerimientos térmicos necesarios para garantizar las características sensoriales y la inocuidad del producto. Por otro lado, la etapa de limpieza y desinfección presentó el mayor consumo de agua, con un valor aproximado de 4,0 L/kg, debido a la necesidad de asegurar condiciones higiénico-sanitarias adecuadas en equipos, utensilios y superficies de trabajo, lo que confirma que las operaciones auxiliares representan los principales puntos críticos en el uso de recursos dentro del proceso productivo.
- Las acciones de mejora se enfocaron en las etapas de mayor consumo de agua y energía, mediante la implementación de controles en los tiempos de operación, temperaturas y caudales de agua, así como en una mejor organización y uso eficiente de los equipos. Estas medidas permitirían optimizar el aprovechamiento de los recursos, reduciendo el consumo de agua y energía, sin afectar la calidad, la inocuidad ni las características sensoriales del producto final.

4.2. RECOMENDACIONES

- Establecer procedimientos operativos estandarizados para la limpieza y desinfección, que incluyan la definición de volúmenes máximos de agua, tiempos de uso y frecuencia de aplicación, con el fin de reducir el consumo hídrico en la etapa de mayor demanda sin comprometer las condiciones de higiene e inocuidad del proceso.
- Optimizar el uso de los equipos de procesamiento térmico, especialmente en la etapa de ahumado, mediante el control de tiempos y temperaturas de operación, así como la programación adecuada del uso de los equipos, con el propósito de disminuir el consumo energético y mejorar la eficiencia del proceso productivo.
- Se sugiere desarrollar estudios experimentales que evalúen la elaboración de embutidos con diferentes niveles de adición de pescado, pulpo u otras especies marinas, mediante un diseño experimental que permita comparar tratamientos de forma controlada. Esta alternativa permitiría analizar con mayor detalle el efecto de cada formulación sobre el uso de agua y energía, así como sobre el rendimiento del producto, el empleo de diseños factoriales o completamente al azar ayudaría a determinar combinaciones adecuadas de materia prima y condiciones de proceso aportando información útil para ampliar la variedad de embutidos y mejorar el desempeño del proceso productivo
- Implementar registros periódicos de consumo de agua y energía por cada etapa de producción para disponer de datos operativos que permitan evaluar tendencias y realizar ajustes continuos que favorezcan la eficiencia en el uso de recursos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajazi, F; Gecaj, R; Ehrmann, M; Shaqiri, S; Vehapi, I; Haziri, V; Durmishi, N; Bytyçi, X; Lajqi, V. 2025. Análisis microbiológico de embutidos durante su producción y almacenamiento (en línea). *Investigación en microbiología* 16(9):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/microbiolres16090200>.
- Alamri, Y; Alrwis, K; Ghanem, A; Kamara, S; Alaagib, S; Aldawdahi, N. 2023. El nexo económico entre la energía, el consumo de agua y la producción de alimentos (en línea). *Economías* 11(4):1-14. DOI: <https://doi.org/10.3390/economies11040113>.
- Arévalo. 2022. Elaboración de embutido de camarón (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia (*Oreochromis niloticus*) utilizando chillangua (*Eryngium foetidum*) como potenciador de sabor (en línea). s.l., Tesis. Ing. Agrícola. Universidad Agraria del Ecuador. EC. 1-126 p. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AREVALO>.
- Bogard, J; Farmery, A; Baird, D; Hendrie, G; Zhou, S. 2019. Vinculando la producción y el consumo: el papel del pescado y los mariscos en una dieta australiana saludable y sostenible (en línea). *Nutrientes* 11(8):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11081766>.
- Cáceres, F; Hernández, J; Hernández, J. 2022. Propuesta de elaboración de mortadela especial a base de carne de pescado bagre con camarón blanco contribuyendo a la innovación en la industria alimentaria (en línea). s.l., Tesis. Ing. en alimentos. Universidad de Ciencias Comerciales. Nicaragua. 203 p. Disponible en <https://repositorio.ucc.edu.ni/1119/1/TESIS>.
- Carballo, J. 2021. Embutidos: nutrición, seguridad, procesamiento y mejora de la calidad (en línea). *Alimentos* 10(4):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10040890>.
- Castro, J; Negrete, O. 2023. Creación de una empresa productora y comercializadora de embutidos a base de carne de cachama en el

departamento de Córdoba (en línea). s.l., Tesis. Ing. industrial. Universidad de Córdoba. Colombia. 1-127 p. Disponible en <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/9e2fc753-33b5-49ae-baf4-a2a76cc6c304/content>.

Feng, C-H; Arai, H. 2023. Estimación del contenido de humedad de embutidos (en línea). Ciencias Aplicadas 13(9):1-10. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13095300>.

Gamez, J; Fernández, J; Ojeda, L. 2021. Pulpa de pescado de aguas continentales y su potencial uso en la elaboración de embutidos (en línea). Revista Alimentos Hoy 29(53):81-111. Disponible en <https://www.researchgate.net/profile/Luis-Ojeda-Ojeda/publication/351250872>.

García, K. 2023. Elaboración de embutido a base pescado (*Hypanus americanus*) y de camarón (*Litopenaeus vannamei*) para obtener un producto apto para el consumo humano, aprovechando dos especies subvaloradas (en línea). s.l., Tesis. Ingeniero Acuícola. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Nicaragua. 1-144 p. Disponible en <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/10079/1/254401.pdf>.

González, P; Gamboa, A. 2020. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de embutidos a base de pescado (en línea). s.l., Tesis. Ing. en Alimentos. Universidad de Popayán. Colombia. 127 p. Disponible en <https://fupvirtual.edu.co/repositorio>.

Guaya, J. 2023. Estudio de la aplicación de Nisina y *Lactobacillus plantarum* como bioconservantes en la elaboración de embutidos a partir de tilapia y paiche (en línea). s.l., Tesis. Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. EC. 126 p. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec>.

Laso, J; Hoehn, D; Margallo, M; García, I; Batlle-Bayer, L; Bala, A; Fullana, P; Vázquez, I; Irabien, A; Aldaco, R. 2018. Evaluación de la eficiencia

energética y ambiental del sistema agroalimentario (en línea). Energías 11(12):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/en11123395>.

Medina, M; García, R; Neira, J; Barrera, A; Posada, G. 2024. Características nutricionales y organolépticas de un embutido a base de pescado autóctono ecuatoriano (en línea). Alimentos 13(9):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13091399>.

Nemati, K; Romdhana, H; Lameloise, M. 2019. Uso eficiente del agua en la industria alimentaria: una revisión de la encuesta (en línea). Sostenibilidad 11(16):1-9. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11164492>.

Pérez, L; Pincay, R; Salazar, D; Flores, N; Escolástico, C. 2023. Evaluación de la calidad y contenido lipídico de embutidos artesanales producidos en Tungurahua, Ecuador (en línea). Alimentos 12(23):1-11. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12234288>.

Redondo, M; Valenzuela, C; Cordero, V; Araya, A. 2023. Calidad microbiológica de embutidos crudos: estudio del caso en Latinoamérica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 73(3):201-213.

Rojas, D. 2024. Elaboración de embutidos saludables a base de atún ecuatoriano (en línea). s.l., Tesis. Licenciado en Negocios Internacionales. Universidad Internacional del Ecuador. EC. 117 p. Disponible en <https://repositorio.uide.edu.ec>.

Salguero, B. 2022. La carne de atún su uso y efecto en la elaboración de un embutido tipo salchicha (en línea). s.l., Tesis. Ing. en industrias pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. EC. 1-53 p. Disponible en <https://dspace.esPOCH.edu.ec>.

Tahir, M; Salengke, S; Caesarendra, W. 2020. Rendimiento del ahumadero diseñado para ahumar pescado con el método indirecto (en línea). Procesos 8(2):1-14. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr8020204>.

Ticona, W. 2024. Economía circular para la elaboración de embutido tipo salchicha hot dog a base de pulpa de pescado (en línea). s.l., Tesis. Ing. pesquero. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Perú. 181 p. Disponible en <https://repositorio.unjbg.edu.pe>.

Urrutia, M. 2024. Línea de embutidos artesanales a base de pescado (en línea). s.l., Tesis. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. EC. 1-66 p. Disponible en <https://repositorio.puce.edu.ec>

ANEXOS



Ilustración 1. Selección de ingrediente

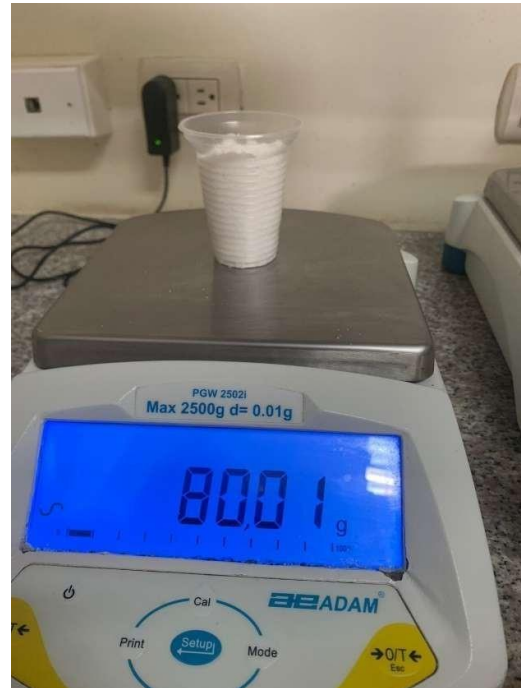


Ilustración 2. Pesado de ingrediente



Ilustración 3. Materia Prima



Ilustración 4. Incorporación de aditivos y otros ingredientes.



Ilustración 5. Proceso de malaxado.



Ilustración 6. Proceso de ahumado.



Ilustración 7. Proceso de embutido.



Ilustración 8. Producto terminado.