

Evaluación del empaçado al vacío y tiempo de almacenamiento sobre las preferencias del consumidor y propiedades nutricionales de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) cultivada bajo tecnología biofloc

Ramon Yesid Reyes Cañizares

Director

Ingris Yohana Hernández Martínez

Codirector

Daniel Leonardo Cala Delgado

Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA,

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Maestría en Desarrollo Rural

Aguachica, Cesar

2025

Dedicatoria

Dedico este logro con todo mi amor a mi esposa, quien, con paciencia, comprensión y un amor incondicional me apoyó en cada etapa de este camino. Su compañía silenciosa, sus palabras de aliento y su fe constante en mí fueron fundamentales para alcanzar esta meta.

Gracias por estar siempre presente, incluso en los momentos más difíciles.

A mis hijos, Cristian Yesid, Juan Diego y Karol Sofia, les dedico este esfuerzo con todo mi corazón. Gracias por entender los momentos en que no pude compartir con ustedes, por su cariño, su alegría y por ser mi mayor fuente de motivación. Cada uno de ustedes ha sido una razón más para no rendirme y seguir adelante.

Este logro también es suyo.

Ramon Yesid Reyes Cañizares

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la vida, la fortaleza y la oportunidad de desarrollar este proyecto con dedicación y compromiso.

Extiendo mi agradecimiento a la Universidad Cooperativa de Colombia y a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), UDR Aguachica, por permitirme participar en el proyecto correspondiente a la convocatoria de mediana cuantía, código INV355.

De manera especial, agradezco al Dr. Daniel Leonardo Cala y a la profesora Ingris Yohana Hernández Martínez por su confianza, guía y por brindarme la oportunidad de formar parte de este proceso. Esta experiencia fue profundamente enriquecedora, tanto en el ámbito profesional como en el personal, y me dejó aprendizajes significativos que valoro enormemente.

Ramon Yesid Reyes Cañizares

Resumen

La tilapia roja (*Oreochromis* sp.) es una especie muy importante en la acuicultura debido a su capacidad de adaptación y alto valor nutricional que ha aumentado su demanda en Aguachica, Cesar. En este estudio se investigó cómo el empaçado al vacío y el tiempo de almacenamiento afectan las propiedades nutricionales y las preferencias de los consumidores en la zona. Además, se examinó cómo la implementación de tecnologías avanzadas como el Sistema Biofloc (BFT) influye en la productividad y el impacto ambiental del sector acuícola. Se llevó a cabo un estudio utilizando un enfoque mixto que incluyó la evaluación de diferencias entre filetes de tilapia empaçados al vacío y sin empaque mediante análisis bromatológicos y microbiológicos siguiendo los estándares AOAC. Además de esto, se llevaron a cabo encuestas entre consumidores y entrevistas a productores para conocer preferencias, percepciones y el impacto tecnológico en el proceso. Los resultados indicaron que el empaçado al vacío ayuda a conservar la humedad de la tilapia, así como las proteínas y grasas de manera más efectiva; esto prolongaría su frescura y reduciría los riesgos microbiológicos asociados a su consumo. Los consumidores expresaron una opinión favorable hacia la apariencia fresca y duradera del producto empaçado y mostraron una mayor disposición a pagar por él. Por otro lado, el uso del empaçado al vacío y el sistema BFT puede mejorar la competitividad y sostenibilidad de la industria piscícola en Aguachica. Así mismo, se ha identificado como una herramienta eficiente para optimizar los recursos disponibles y reducir impactos ambientales.

Palabras clave: Biofloc, sostenibilidad, tilapia roja, valor nutricional.

Abstract

The red tilapia (*Oreochromis* sp.) is a highly important species in aquaculture due to its adaptability and high nutritional value, which has increased its demand in Aguachica, Cesar. This study investigated how vacuum packaging and storage time affect the nutritional properties and consumer preferences in the region. In addition, it examined how the implementation of advanced technologies such as the Biofloc System (BFT) influences productivity and the environmental impact of the aquaculture sector. A mixed-method approach was applied, including the evaluation of differences between vacuum-packed and unpacked tilapia fillets through bromatological and microbiological analyses following AOAC standards. Furthermore, consumer surveys and producer interviews were conducted to assess preferences, perceptions, and the technological impact on the production process. The results indicated that vacuum packaging helps preserve the moisture, proteins, and fats of tilapia more effectively, thereby prolonging its freshness and reducing microbiological risks associated with consumption. Consumers expressed an opinion regarding the fresh and lasting appearance of vacuum-packed products and showed a greater willingness to pay for them. On the other hand, the use of vacuum packaging and the BFT system can improve the competitiveness and sustainability of the fish farming industry in Aguachica. Likewise, it has been identified as an efficient tool to optimize available resources and reduce environmental impacts.

Keywords: Biofloc, sustainability, red tilapia, Nutritional value

Contenido

Introducción	13
Justificación	16
Objetivos	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos.....	19
Evaluación del empaçado al vacío y tiempo de almacenamiento sobre las preferencias del consumidor y propiedades nutricionales de la tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>) cultivada bajo tecnología biofloc	20
Definición del Problema	20
Formulación del Problema.....	24
Delimitación.....	24
Delimitación Operativa	24
Delimitación Conceptual.	25
Delimitación Geográfica.....	27
Delimitación Temporal.	27
Marco Referencial.....	28
Estado del Arte.....	28
Marco teórico	33

Tendencias actuales de la industria alimentaria.....	33
Generalidades de la tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>).....	35
Tecnología Biofloc (BFT) en Acuicultura.....	37
Biopreservación en Productos Pesqueros	38
Inocuidad Alimentaria y Salud Pública en Productos Pesqueros	39
Métodos Analíticos para la Evaluación Nutricional	40
Métodos de la AOAC para el Análisis Bromatológico.....	40
Marco Conceptual.....	44
Marco Legal	46
Constitución Política de Colombia (1991).....	46
Ley 13 de 1990 (Estatuto General de Pesca).	47
Ley 99 de 1993.....	47
Ley 9 de 1979 (Código Sanitario Nacional).	47
Ley 170 de 1994.....	48
Decreto 2256 de 1991.	48
Decreto 1500 de 2007.	48
Decreto 1076 de 2015.	48
Resolución 240 de 2013 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural).	49
Resolución 779 de 2006 (INVIMA).	49
Ley 164 de 1994.....	49

Decreto 3930 de 2010.	50
Diseño Metodológico	52
Enfoque de la Investigación.....	52
Población.....	53
Muestra	53
Fuentes y Técnicas Para la Recolección de Información.....	54
Fuentes Primarias.....	54
Fuentes Secundarias.....	54
Procedimiento	55
Objetivo 1: Definición del efecto del empacado al vacío y el tiempo de almacenamiento en las propiedades nutricionales de la carne de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> <i>sp</i>) cultivada bajo tecnología biofloc	55
Objetivo 2: Identificación presencia de microorganismos patógenos en la tilapia roja (<i>Oreochromis sp</i>) bajo diferentes condiciones de empacado al vacío y tiempo de almacenamiento con relación a la inocuidad del producto en la salud pública.	57
Objetivo 3: Establecimiento las preferencias de los consumidores en cuanto a la elección y percepción del producto (tilapia roja empacada al vacío vs sin empaque) considerando factores como apariencia, frescura, vida útil del producto.	59
Resultados y Discusión	61

Definir el efecto del empaçado al vacío y el tiempo de almacenamiento en las propiedades nutricionales de la carne de tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>) cultivada bajo tecnología biofloc.....	61
Identificación presencia de microorganismos patógenos en la tilapia roja (<i>Oreochromis sp</i>) bajo diferentes condiciones de empaçado al vacío y tiempo de almacenamiento con relación a la inocuidad del producto en la salud pública.	70
Establecer las Preferencias del Consumidor de Tilapia Roja Empacada al Vacío Vs. sin Empaque, Según Apariencia, Frescura y Vida Útil.	72
Conclusiones	91
Recomendaciones	93
Referencias.....	96
Apéndices	111

Listado de figuras

Figura 1. <i>Gráfico de los resultados ANOVA para la variable humedad.</i>	65
Figura 2. <i>Gráfico de los resultados ANOVA para la variable ceniza.</i>	66
Figura 3. <i>Gráfico de los resultados ANOVA para la variable grasa.</i>	67
Figura 4. <i>Gráfico de los resultados ANOVA para la variable proteína.</i>	68
Figura 5. <i>Gráfico sobre la frecuencia de consumo de la Tilapia roja.</i>	74
Figura 6. <i>Gráfico sobre los lugares de compra elegidos por los encuestados para comprar la Tilapia roja</i>	76
Figura 7. <i>Gráfico sobre los aspectos importantes tenidos en cuenta al momento de comprar la Tilapia roja.</i>	78
Figura 8. <i>¿Gráfico sobre interrogante si ha comprado tilapia roja empacada al vacío?</i> 80	
Figura 9. <i>Gráfico sobre la calificación otorgada a algunos aspectos de la tilapia roja empacada.</i>	81
Figura 10. <i>Gráfico sobre la probabilidad de compra de tilapia roja empacada.</i>	83
Figura 11. <i>Gráfico sobre la preferencia de los encuestados por la tilapia roja empacada o sin empacar.</i>	85
Figura 12. <i>Gráficos de los cambios en la tilapia roja empacada con respecto a la tilapia roja sin empacar.</i>	86
Figura 13. <i>Gráfico sobre la disposición de pago por tilapia empacada.</i>	88

Listado de tablas

Tabla 1. <i>Comparación de las variables nutricionales de la carne de pescado: empacado vs. sin empaque.</i>	62
Tabla 2. <i>Composición química evaluados de acuerdo al trabajo en laboratorio.</i>	69
Tabla 3. <i>Composición microbiologica evaluados de acuerdo al trabajo en laboratorio.</i> 65	
Tabla 4. <i>Tabla de resultados microbiológicos.</i>	72
Tabla 5. <i>Frecuencia del consumo de Tilapia roja.</i>	73
Tabla 6. <i>Lugares de compra elegidos por los encuestados para comprar la Tilapia roja.</i>	75
Tabla 7. <i>Aspectos importantes tenidos en cuenta al momento de comprar la Tilapia roja.</i>	77
Tabla 8. <i>¿Ha comprado tilapia roja empacada al vacío?</i>	79
Tabla 9. <i>Calificación otorgada a algunos aspectos de la tilapia roja empacada.</i>	81
Tabla 10. <i>Probabilidad de compra de tilapia roja empacada.</i>	83
Tabla 11. <i>Preferencia de los encuestados por la tilapia roja empacada o sin empacar.</i> ..	84
Tabla 12. <i>Cambios en la tilapia roja empacada con respecto a la tilapia roja sin empacar.</i>	86
Tabla 13. <i>Disposición de los encuestados de pagar más por la tilapia roja empacada.</i>	87

Listado de apéndices

Apéndice A . <i>Encuesta aplicada</i>	111
Apéndice B. <i>Resultados bromatológicos y microbiológicos de las muestras estudiadas.</i>	114
Apéndice C. <i>Evidencia fotográfica</i>	115
Apéndice D. <i>Acta de inicio</i>	129

Introducción

El sector acuícola a nivel mundial ha mantenido una producción destacada de varias especies, entre ellas, la tilapia roja (*Oreochromis sp*) también conocida como mojarra roja, pez híbrido que presenta adaptabilidad a diversos entornos, un ciclo reproductivo interesante y una dieta versátil (Bejarano Cujar & Sánchez Bona, 2024)

La tilapia posee características específicas en su alimentación y cuidados que deben considerarse en su producción, ya que se ha convertido en el producto estrella de la acuicultura. Además, de su adopción mundial como sustituto de diversas especies de pescado silvestre ha impulsado una creciente demanda cada año (Jaramillo Pedrozo, 2023). Siendo China la que encabeza la producción mundial, seguida por Indonesia, Egipto y Brasil, países que en conjunto representan más del 76% de la producción global.

De igual forma este aumento en la demanda no solo se debe al crecimiento de la población, sino también al incremento del consumo per cápita, que en la última década pasó de 690 g en 2013 a 1,200 g en la actualidad. Este panorama proyecta a la tilapia como una fuente de oportunidades laborales y de emprendimiento para pequeños productores en zonas rurales (Parra *et al.*, 2024).

La comercialización de esta especie demanda ciertos criterios de conservación y calidad, que obligan a los productores a adoptar estrategias para proporcionar seguridad en la comercialización de la carne de pescado, estas incluyen una serie de factores necesarios y que determinan la aceptación por parte del consumidor (Vera Junco, 2023).

Dentro de estos factores se identifican propiedades físicas (organolépticos) sabor, color, olor textura, también propiedades químicas entre las que se encuentra calidad y cantidad de la

proteínas, tipos de lípidos presentes, pH y humedad, y la inocuidad evalúa la presencia o ausencia de microorganismos que pueden causar enfermedades al consumidor tales como la *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, estos factores tendrán un impacto en la salud del consumidor (López Cáceres *et al.*, 2021). De igual forma, los métodos y técnicas de producción influyen significativamente en la calidad del filete y los costos de operación para garantizar una actividad rentable y eficaz, por lo que se sugiere la implementación de tecnologías que aportan facilidad y rendimiento operativo al proceso (Vera Junco, 2023).

Por tanto, la acuicultura busca el desarrollo de una industria sostenible que involucre menor gasto de recursos como el agua, la energía, la tierra, el capital, y que mitigue el impacto sobre el medio ambiente (Jaramillo Fuentes, 2023). Surgiendo así, este concepto de tecnología biofloc (BFT) siendo uno de los sistemas de acuicultura sostenible más prometedores e interesantes propuestos hasta el momento; puesto que permite implementar cultivos intensivos de especies acuáticas, uso eficiente del recurso hídrico y la mejora de la calidad del agua mediante la acción de la microbiota y favorece el aumento de la biomasa microbiana que a su vez sirve como una fuente de alimento altamente nutritiva para los organismos en cultivo. Además, la BFT contribuye a la reducción de los costos de producción, optimizando los recursos y promoviendo una acuicultura más sostenible y rentable (Ariza & Rodríguez, 2019).

De igual forma, en esta investigación se propone la comparación de características entre la de tilapia roja empacados al vacío y no empacadas, mostrando mediante un estudio de bromatología, los cambios en las propiedades nutricionales para determinar los efectos de implementar este procedimiento (Verdezoto Duche, 2017). Hipotéticamente mejora la conservación de la carne debido a que mantiene las propiedades de los productos alimenticios,

dado que, la vida útil del pescado es muy importante, y para ello la utilización de métodos de preservación para peces enteros o en filete como el empacados al vacío resulta una alternativa para disminuir el uso de preservantes de origen químico que afectan a la salud del consumidor, y evitar la proliferación de microorganismos que causen su deterioro, manteniendo los atributos de calidad y de inocuidad establecidos por los organismos de control (Intriago *et al.*, 2023).

Justificación

La acuicultura se destaca como una estrategia clave para fortalecer la seguridad alimentaria, reducir la pobreza y promover el desarrollo rural. Además, contribuye al aumento en la disponibilidad de productos piscícolas de alta calidad (Chávez Solís, 2020). Además, esta actividad obtuvo reconocimiento especial en 2022, declarando el Año Internacional de la Pesca y la Acuicultura Artesanal (AIPAA), lo que permitió visibilizar la labor de millones de pequeños pescadores, acuicultores y trabajadores del sector pesquero. Su trabajo es fundamental para proporcionar alimentos sanos y nutritivos a miles de millones de personas y contribuir al cumplimiento del objetivo Hambre Cero, una de las principales metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU para garantizar la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios (Ruiz, 2022).

De acuerdo con las proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2024), se prevé un incremento del 10% en la producción global de animales acuáticos para el año 2032, ascendiendo a 205 millones de toneladas. Este incremento estará primordialmente propulsado por la expansión de la acuicultura, que por primera vez sobrepasó a la pesca de captura en 2022, constituyendo el 51 % del total de producción de animales acuáticos. Se anticipa que esta tendencia persistirá, consolidando la acuicultura como el principal recurso productivo en el sector pesquero.

Ante la problemática de inseguridad alimentaria en el país, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) ha caracterizado a 2.700 acuicultores artesanales, y el reto actual es formalizar e integrar a 4.000 nuevos acuicultores que operan en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba y Sucre. Como parte de este esfuerzo, en el último cuatrienio

la presencia de la AUNAP en el territorio nacional ha crecido significativamente, pasando de 38 a 265 municipios impactados, contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y fortaleciendo de esta manera el desarrollo sostenible del sector agropecuario (Ruiz, 2022).

Este avance, sumado al potencial acuícola del departamento del Cesar, ha impulsado la formulación de proyectos acuícolas como una estrategia clave para fortalecer la seguridad alimentaria y fomentar el desarrollo económico y social del municipio de Aguachica, la implementación de esta iniciativa busca generar un impacto positivo en cuatro áreas fundamentales:

- Reducir el impacto ambiental de la actividad piscícola mediante el uso de sistemas tecnológicos BFT, respetuosos con el medio ambiente y altamente eficientes desde el punto de vista productivo.
- Aumentar la producción de carne de pescado mediante la aplicación de tecnologías innovadoras y empacado al vacío con el fin de mejorar la rentabilidad, productividad y calidad del producto.
- Fomentar la diversificación de la producción agropecuaria hacia prácticas más sostenibles y rentables.
- Crear oportunidades de empleo en las zonas rurales, ofreciendo una alternativa de desarrollo económico y social para las comunidades del municipio de Aguachica Cesar.

Este proyecto busca mejorar la calidad de vida en la comunidad dedicada a la piscicultura tradicional, influenciada por la cultura y paradigmas existentes hace que el cambio tecnológico sea un proceso arriesgado y complejo. Por lo tanto, es crucial analizar el impacto de estas nuevas tecnologías en los ingresos, condiciones de vida y percepción de los piscicultores, logrando medir de manera precisa el desarrollo productivo permitirá entender los efectos reales en la eficiencia y calidad de la producción.

Este estudio proporcionó información esencial para abordar posibles resistencias al cambio y diseñar tácticas efectivas de implementación y mejora. Además, permitió desarrollar estrategias adaptativas para una transición suave y beneficiosa para todos los involucrados. Por tal motivo, este enfoque garantizó que el desarrollo tecnológico sea sostenible a largo plazo, mejorando la calidad de vida de los productores locales y contribuyendo a la seguridad alimentaria de la comunidad.

Adicionalmente, este estudio adquiere relevancia al abordar las implicaciones en salud pública asociadas a la conservación de productos pesqueros, proponiendo el empacado al vacío como una alternativa que reduce la dependencia de conservantes químicos y minimiza los riesgos microbiológicos. La investigación se alinea con las tendencias globales hacia una acuicultura sostenible, donde la biopreservación y las tecnologías limpias emergen como estrategias clave para garantizar la inocuidad alimentaria y reducir el impacto ambiental.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la influencia del empaçado al vacío y el tiempo de almacenamiento en las propiedades nutricionales y las preferencias del consumidor de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) cultivada bajo tecnología biofloc.

Objetivos Específicos

Definir el efecto del empaçado al vacío y el tiempo de almacenamiento en las propiedades nutricionales de la carne de tilapia roja.

Identificar la presencia de microorganismos patógenos en la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) bajo diferentes condiciones de empaçado al vacío y tiempo de almacenamiento con relación a la inocuidad del producto en la salud pública.

Establecer las preferencias del consumidor de Tilapia Roja con empaçado al Vacío vs. Sin Empaque, según Apariencia, Frescura y Vida útil.

Evaluación del empaçado al vacío y tiempo de almacenamiento sobre las preferencias del consumidor y propiedades nutricionales de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) cultivada bajo tecnología biofloc

Definición del Problema

La pesca es una de las actividades primarias realizada por el hombre para cubrir sus necesidades de alimentarse. En sus inicios se limitaba a una acumulación básica de alimento y esta función servía como fuente para suplir las necesidades individual y familiar (González-Díaz *et al.*, 2019)

Según el reporte de la FAO (2024) sobre “La situación mundial de la pesquería y la acuicultura en 2024”, la producción global alcanzó un máximo histórico de 223.2 millones de toneladas en 2022; de estas cifras 185.4 millones provienen de animales marinos y 37.8 millones corresponden a algas marinas. Este aumento se debe principalmente al crecimiento de la acuicultura que por primera vez superó a la pesquería tradicional en la producción de animales marinos representando el 51 % del total producido. Según la FAO (2022), el consumo promedio per cápita de alimentos marinos de origen animal alcanzó los 20.700 gramos por persona, en comparación con los 9.100 gramos registrados en 1960.

Así mismo, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura (2020), se registraron 36.268 unidades productivas piscícolas y se autorizaron 16 plantas de procesamiento. En los primeros tres meses del año 2021 se enviaron al extranjero 4.308 toneladas de productos del mar como tilapia, trucha y camarón por un valor de \$21.6 millones. Durante ese mismo año, la industria

pesquera creó aproximadamente 53.805 empleos directos y 161.416 empleos indirectos en el país.

De igual forma, Chávez Solís (2020) señaló un aumento en el consumo per cápita de pescado en Colombia en los últimos años ha experimentado un crecimiento constante debido a la necesidad de consumir alimentos saludables, debido a su valor nutricional aportando proteínas de calidad, vitaminas, ácidos grasos omega-3 y minerales, transformándola en un alimento rico en nutrientes esenciales para promover el adecuado funcionamiento del cuerpo humano. Además de lo mencionado por Mazo Mesa, (2021), en Colombia las técnicas de producción semi intensiva convencionales que se llevan a cabo en depósitos de agua a nivel tierra requieren de grandes extensiones de terreno y volúmenes significativos de agua.

De acuerdo con la FAO (2020), los métodos de producción comúnmente empleados se distinguen por el uso frecuente de cambios de agua y su notable repercusión ambiental esto debido a vertimientos que ocasionan contaminación en los cuerpos de agua y generan en la producción un incremento en el costo de los alimentos por su alto nivel de desperdicio y otros factores ambientales desfavorables como sequías extensas y fluctuaciones irregulares en la producción del país, todas estas circunstancias han contribuido a que esta actividad sea poco sostenible tanto en términos de productividad como de rentabilidad.

Con relación a lo mencionado anteriormente Collazos-Lasso & Arias-Castellanos (2015) han explorado opciones productivas como la BFT, que se distingue por su capacidad para incrementar las densidades de cultivo conllevando a beneficios en términos de valor nutricional y una disminución de los desafíos socioeconómicos y ambientales. Otro desafío importante que enfrenta la piscicultura en la actualidad es la prevalencia de prácticas informales en esta

actividad, debido al consumo excesivo y la contaminación del agua obtener permisos ambientales se vuelve complicado (Barrios *et al.*, 2021).

Por su parte, el Ministerio de Agricultura (2015), solo el 2% de la industria acuícola cuenta con los permisos necesarios para operar legalmente lo que resulta en una clara desventaja competitiva para el país. Luego del incremento en la producción de peces en Colombia al igual que en otras partes del mundo ha traído consigo una serie de problemas crecientes, uno de estos inconvenientes es la eutrofización causada por la descargas de nutrientes y elementos orgánicos e inorgánicos como el amonio, fósforo, materia orgánica, carbono disuelto y sólidos suspendidos, siendo estos elementos los principales responsables en la contaminación, nitrificación y afectación de las comunidades bentónicas de los ecosistemas que reciben estas descargas.

En este sentido, según lo indicado por Collazos-Lasso & Arias-Castellanos (2015), el segundo conflicto asociado a la piscicultura en Colombia es el uso de grandes cantidades de agua para producciones que son relativamente bajas por unidad de volumen, lo cual representa un impacto ambiental adverso. Del mismo modo, Moreno (2018), menciona que esta situación se agrava afectando la pesca tradicional drásticamente por factores externos, debido a actividades distinta a la producción de peces, el turismo desbordado, la contaminación ambiental causando fuerte disminución en la actividad pesquera. Lo anterior sugiere que se deben implementar medidas para abordar estas nuevas formas de producción en el país que sean más amigables con el ambiente (menos contaminantes y más ahorradoras de agua) mejorando de esta manera la eficiencia y sostenibilidad (Arévalo Torres & Urrego Guevara, 2021).

La piscicultura tradicional en Aguachica está fuertemente enraizada en paradigmas socioculturales que definen las prácticas de producción artesanal y están entrelazados con la percepción de la calidad de vida y la identidad cultural, estos modelos dentro de la comunidad

son esenciales para comprender la resistencia que puede surgir frente al cambio tecnológico que ofrecen las nuevas ruralidades en el país (Díaz -Cano & López-Barrera, 2019). A medida que las explotaciones piscícolas buscan aumentar su productividad la introducción de nuevas alternativas innovadoras se presenta como una elección que brinda oportunidades al cambio en el sector productivo. Sin embargo, medir el desarrollo especializado y productivo es esencial para comprender los cambios reales en términos de rendimiento, eficiencia, almacenamiento y calidad de la producción (Rueda Barrios *et al.*, 2021)

Dentro de esta evaluación integral se consideran parámetros de calidad de vida y seguridad alimentaria, reconociendo que el desarrollo tecnológico no solo afecta la producción, sino que también tiene implicaciones en estos aspectos cruciales como la ruralidad, la cultura y la sociedad (Rueda-Barrios *et al.*, 2019). Este proceso de transición puede generar resistencia debido a la arraigada cultura y tradiciones que tiene el municipio de Aguachica en lo referente a la pesca tradicional (Aguilera-Díaz, 2005). Así mismo, este contexto lleva a identificar la limitada disponibilidad de estrategias tecnológicas dentro de los sistemas productivos tradicionales de pesca que contribuyan a una sostenibilidad económica para atender problemáticas propias de la ruralidad.

En ese sentido, y con la urgente necesidad de identificar estrategias de transformación innovadoras para el municipio de Aguachica, se hace necesario apoyar a productores para que participen de procesos de significativa apropiación social de conocimiento a la vez que contarán con los reconocimientos de sus prácticas tradicionales de pesca en el proceso e insumos necesarios para potenciar sus actividades productivas, conociendo e implementando dentro de los lugares de trabajo protocolos de empacado y almacenamiento que les permitan realizar un correcto y adecuado control de la etapa final de producción mediante la implementación de

piscicultura con BTF, empacado al vacío y almacenamiento que permita un impacto bajo en la contaminación del medio ambiente y los costos de producción haciendo que este modelo productivo cuente con mayor apropiación y viabilidad económica (Vergara Narváez & Oviedo Soto, 2022)

Formulación del Problema

¿Cuál es la percepción de los productores sobre la implementación de tecnologías alternativas en el empacado y almacenamiento de tilapia roja cultivada en el municipio de Aguachica, Cesar, considerando la cultura local?

Delimitación

Delimitación Operativa.

Este estudio se enfocó en analizar cómo el empacado al vacío y el tiempo de almacenamiento influyen en las preferencias de los consumidores y las características nutricionales de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en Aguachica, Cesar, Colombia. Se consideraron aspectos importantes como el empacado al vacío, la BFT y la piscicultura convencional se implementaron en un lapso específico en colaboración directa tanto con productores como consumidores locales. Se utilizaron análisis nutricionales y evaluaciones sensoriales junto con encuestas para estudiar factores como métodos de empacado, períodos de almacenamiento y gustos de los consumidores.

Así mismo, el propósito es buscar métodos para mantener la calidad del producto y a su vez ayudar a la sustentabilidad de la acuicultura local respetando las tradiciones locales mientras se tienen en cuenta aspectos metodológicos, éticos y limitaciones logísticas.

Delimitación Conceptual.

La investigación se enfatizó en la evaluación del efecto del empaçado al vacío y el tiempo de almacenamiento sobre las preferencias del consumidor y las propiedades nutricionales de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en el municipio de Aguachica, Cesar. Por tal motivo, para conocer preliminarmente los marcos de referencia, así como el alcance del estudio, es imprescindible definir los conceptos clave que lo sustentan:

- Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*): Es una especie de pez de agua dulce cultivada a grandes escalas en la acuicultura colombiana, muy conocida por su alto valor nutricional y su importancia en la economía y comunidades rurales (Méndez *et al.*, 2018)
- Empacado al Vacío: Procedimiento para conservar alimentos que consiste en extraer el aire del envase antes de sellarlo herméticamente. Esta técnica ayuda a retardar el proceso de deterioración del producto al limitar la proliferación de microorganismos que necesitan oxígeno y minimizar las reacciones de oxidación (Bonilla & Cantero, 2021).

- **Tiempo de Almacenamiento:** Tiempo en el que el producto empacado se conserva bajo condiciones específicas antes de ser consumido juega un papel crucial en su frescura, calidad y valor nutricional.
- **Propiedades Nutricionales:** Cualidades de un alimento que proporcionan nutrientes importantes para el cuerpo humano como proteínas, ácidos grasos omega 3, vitaminas y minerales. Estas características son esenciales para determinar la bondad del pescado.
- **Preferencias del Consumidor:** Preferencias de los clientes se refieren a cómo perciben un producto en términos de aspectos como su apariencia visual o frescura; así como cómo eligen basándose en atributos como el gusto o la textura de este.
- **Tecnología Biofloc (BFT):** Sistema innovador en la acuicultura que posibilita a altas densidades de producción al reciclar nutrientes y mantener la calidad del agua bajo control, logrando así reducir el impacto ambiental y aumentar la durabilidad del cultivo.
- **Impacto Tecnológico:** Refiere al efecto de la introducción de nuevas tecnologías en los procesos de producción que resultan en mejoras en la eficiencia operativa y productividad de las empresas, así como en la sostenibilidad ambiental y la aceptación por parte tanto de productores como consumidores.
- **Piscicultura Tradicional:** Técnicas de cría de peces que se basan en métodos tradicionales y conocimientos locales, y que utilizan en menor medida tecnologías avanzadas. Estas prácticas tienen sus raíces en la cultura y las tradiciones de la comunidad.

Este estudio integró y analizó estos conceptos para determinar cómo la adopción de nuevas tecnologías de empacado y almacenamiento puede mejorar la calidad del producto, aumentar la satisfacción del consumidor y promover la sostenibilidad en la piscicultura local, todo ello respetando y reconociendo los saberes tradicionales de la comunidad de Aguachica.

Delimitación Geográfica.

Este proyecto se limitó geográficamente al municipio de Aguachica, Cesar, Colombia. Si bien las conclusiones podrían tener implicaciones para otros lugares con características similares, el análisis en sí se centrará únicamente en este municipio específico.

Delimitación Temporal.

El proyecto investigativo se realizó dentro de un lapso de ocho (8) semanas una vez aprobado el anteproyecto.

Marco Referencial

Estado del Arte

Cada producto alimenticio que consumimos diariamente atraviesa distintos procesos de conservación con la finalidad de mantener su calidad y garantizar su inocuidad. Entre estos métodos, uno de los más reconocidos y efectivos es el empaçado al vacío, el cual se basa en extraer el aire del envase antes de sellarlo.

Este procedimiento se ha consolidado como una técnica ampliamente utilizada debido a que prolonga la vida útil de los productos. Al disminuir la presencia de oxígeno limita el desarrollo de bacterias y hongos, además de retrasar la oxidación, proceso directo que afecta negativamente la textura, el color y sabor de los alimentos. En esencia, el empaçado al vacío conserva mejor los productos y ayuda a mantener sus propiedades sensoriales por más tiempo (García Gualdrón, 2025).

Según lo señalado por Vilas-Boas *et al.*, (2018), el envasado al vacío cumple un papel fundamental en la inhibición del crecimiento de diferentes bacterias, incluidas aquellas consideradas de alto riesgo, como *Clostridium botulinum*, causante del botulismo. Cuando este método se combina con un control adecuado de temperatura, se garantiza que los alimentos mantengan más seguros incluso durante periodos prolongados de almacenamiento.

Por su parte, (Parvez *et al.*, 2021) destacan que el empaçado al vacío ha sido una herramienta clave para disminuir el desperdicio de alimentos, en especial en productos perecederos como las carnes y los lácteos. Además de preservar mejor la calidad, esta técnica

favorece la sostenibilidad, ya que prolonga la frescura de los alimentos y contribuye a disminuir las pérdidas innecesarias.

Desde el punto de vista nutricional, la carne representa una fuente fundamental de proteínas de alta calidad, diversos minerales y vitaminas necesarios para el organismo. Para garantizar su conservación, el empaque al vacío se ha fortalecido como una de las técnicas de mayor eficacia en mantener el producto con sus propiedades eficaces.

Este método ofrece múltiples ventajas, entre ellas la reducción del oxígeno en el empaque, limitando el desarrollo de bacterias y permite que la carne se mantenga en buen estado durante más tiempo que con los sistemas de conservación convencionales. No obstante, la operatividad del empaque depende en gran medida de la correcta aplicación del proceso (Sánchez & Martínez, 2022).

Gunes *et al.*, (2020) señalan en su estudio que el empaque al vacío representa una estrategia contundente para conservar los nutrientes de los alimentos, especialmente vitaminas y minerales que suelen degradarse por la exposición al oxígeno y la luz. Un ejemplo son las vitaminas A, C y E, reconocidas por su papel como antioxidantes naturales, las cuales se mantienen más estables en un entorno libre de oxígeno, favoreciendo así la preservación de las propiedades nutricionales. Sin embargo, los autores advierten que este método no garantiza la protección absoluta de todos los nutrientes, ya que variables como la temperatura y el tiempo de almacenamiento continúan influyendo de manera decisiva en la calidad final del producto.

De igual manera, los desafíos ambientales y el efecto del cambio climático, aunque generan posturas encontradas, representan un factor determinante en la viabilidad de la piscicultura tradicional en distintas regiones de Colombia. La reducción de especies nativas, resultado de la sobreexplotación de los ecosistemas acuáticos, ha intensificado la necesidad de

adoptar sistemas tecnológicos innovadores y sostenibles (Peña Ruiz & Sánchez De La Peña, 2021).

Estos métodos, optimizan la producción y el engorde de peces, y contribuyen a la protección del entorno natural y garantizan la seguridad alimentaria. (Sánchez *et al.*, 2024). La implementación de tecnologías eficientes permite mejorar la rentabilidad del sector acuícola, reducir la presión sobre los recursos naturales y asegurar un abastecimiento continuo de pescado para el consumo humano (Bregnalle, 2015; Peña Ruiz & Sánchez De La Peña, 2021).

A nivel global, diversos fenómenos ejercen presión sobre la utilización y gestión de los recursos naturales, estos incluyen la pérdida de biodiversidad, la contaminación, el cambio climático, la degradación del suelo, la intensificación en la demanda de recursos, la resistencia a los antibióticos, la aparición de nuevas pandemias, la seguridad alimentaria, la seguridad energética y la deforestación, entre otros desafíos significativos (Cortés, 2018).

Según Alexandratos y Bruinsma (2012) en su estudio “Revolución, World Agriculture Towards 2030/2050”, al 2050 la población mundial será de 9 mil millones de personas, la urbanización será del 70 %, la clase media crecerá en 3 mil millones más. Así mismo, para el 2030, la producción de alimentos necesitará doblarse, la demanda de energía mundial aumentará en un 40 % y los expertos ambientales estiman que la biodiversidad global terrestre disminuirá alrededor de un 10 % al 2050 (FAO, 2021).

Así mismo, Méndez-Martínez *et al.*, (2018) en su estudio manifiesta que la tilapia roja a nivel mundial ha experimentado un crecimiento significativo siendo una de las especies más cultivadas con rendimientos superiores al millón de toneladas. En Cuba, este cultivo ha cobrado importancia debido a su rápido crecimiento y adaptabilidad a diferentes entornos y fuentes de

alimentación, se han desarrollado proyectos para obtener cultivos de tilapia mono sexo con mayor eficiencia en la acuicultura.

De igual forma Barrios *et al.*, (2021), manifiesta que el sector piscícola en Colombia ha tenido un desarrollo importante, sin embargo, también identifica retos en el sector, como la necesidad de capacidades tecnológicas, productivas, ambientales y sociales y la falta de mecanismos de fomento adecuados, destacando la importancia de la piscicultura como una oportunidad de desarrollo y bienestar para las comunidades locales.

A pesar de que la tecnología para la producción de tilapia ha alcanzado un nivel competitivo a nivel mundial, en Colombia aún existen deficiencias en la infraestructura de transporte y comercialización, lo cual limita el desarrollo eficiente del sector acuícola (Brito Brito *et al.*, 2019). La falta de una cadena de frío eficiente representa un riesgo para la inocuidad del producto, afectando su calidad y seguridad alimentaria. Como una estrategia prometedora para extender la vida útil del pescado y garantizar su inocuidad, se considera el uso de antimicrobianos naturales como bioconservantes en productos empacados al vacío y refrigerados (Salazar *et al.*, 2011).

Según estudios recientes (Mei *et al.*, 2019; Yu *et al.*, 2020; Tavares *et al.*, 2021), en la búsqueda de métodos alternativos para la conservación de filetes de pescado se han explorado diversas estrategias, que incluyen tratamientos físicos, la aplicación de compuestos naturales con propiedades antimicrobianas y antioxidantes, así como la combinación de múltiples enfoques para optimizar la preservación del producto. Además, señalan que la integración de estos métodos representa una alternativa sostenible y eficaz para la industria pesquera, al reducir la dependencia de conservantes sintéticos y fortalecer la inocuidad del alimento. Como resultado, es fundamental reconocer y destacar la importancia de desarrollar este sector económico del país

con un enfoque en la prevención y mitigación de impactos negativos en el medio ambiente (Arévalo Torres & Urrego Guevara, 2021)

Como lo indica Dolcemáscolo (2020) en su estudio, a pesar del crecimiento significativo que está experimentando la acuicultura a nivel mundial y sus beneficios en términos de seguridad alimentaria y aprovechamiento de recursos pesqueros convencionales, aún persisten importantes riesgos ambientales. Estos riesgos están asociados principalmente con la gestión inadecuada de los recursos naturales, el manejo deficiente de sistemas intensivos de producción, el uso excesivo de antibióticos y el impacto sobre la biodiversidad.

Por su parte, Gonzales Molina, *et al.*, (2023) en su estudio mostro que el BFT permitió el crecimiento de fitoplancton y zooplancton lo que sirvieron como alimento natural de calidad para las tilapias durante el cultivo, así mismo redujo el uso de alimento comercial y el factor de conversión alimenticia, resultando una ganancia de peso para las tilapias. En igual forma, se mantuvieron parámetros físicoquímicos del agua estables sin recambios lo que favoreció el crecimiento de los juveniles de tilapia y logrando identificar que la tecnología BFT controló los niveles de amonio a través de procesos como la asimilación por algas, asimilación bacteriana y nitrificación, lo que contribuyó a mantener la calidad del agua para el cultivo (Ahmad *et al.*, 2017; Sánchez *et al.*, 2024)

Por otro lado Piñeros-Roldan *et al.*, (2020), en su estudio sobre aireación en Tecnología BFT desatacan cinco aspectos importante para su implementación adecuado (importancia del diseño de aireación, costos y eficiencia de la energía, dispositivos de aireación mecánica, mantenimiento de la calidad del agua, perspectivas futuras) y enfatiza en la importancia de seleccionar y colocar dispositivos de aire de manera efectiva para garantizar una calidad óptima del agua para las especies y microorganismos cultivados dentro del sistema. Adicional, tal como

lo menciona García (2017), en su búsqueda de desarrollar estrategias para promover la adopción de buenas prácticas entre los acuicultores, reconoció la importancia de capacitar y guiar a los productores en la implementación de actividades que mejoren los procesos de producción y contribuyan al crecimiento económico del sector en la economía nacional.

De igual forma lo que indica Giraldo (2019), centró su investigación en el análisis de las operaciones relacionadas con la cría de peces. Durante su estudio, destacó la importancia de proporcionar capacitación a pequeños y medianos empresarios acerca de las buenas prácticas de manejo en la industria, con el objetivo de promover la sostenibilidad en la piscicultura, esta iniciativa se basa en el reconocimiento de que la región cuenta con óptimas condiciones para el desarrollo de esta actividad.

Marco teórico

Tendencias actuales de la industria alimentaria.

Hoy en día la industria alimentaria viene experimentando una transformación significativa en los últimos tiempos, convirtiéndose en un sector altamente competitivo y dinámico, esta evolución se ve impulsada por las crecientes expectativas de los consumidores quienes demandan productos de alta calidad, mayor seguridad alimentaria y una vida útil extendida (Prada Riaño, 2015). La atención hacia alimentos con alta calidad ha ganado prominencia en diversas esferas, desde la intervención gubernamental hasta la investigación científica en respuesta a la creciente solicitud de productos alimenticios que no solo sean deliciosos, sino también más saludables y nutritivos (Hassoun *et al.*, 2023).

Según (Araujo, 2010) en su estudio el empaçado de alimentos cumple un papel esencial dentro del proceso productivo, pues no solo protege el producto, sino que también contribuye a su conservación e inocuidad. Para este fin se emplean diversos materiales, los cuales pueden clasificarse según su origen (naturales o sintéticos), su uso específico, su forma y dimensiones, así como por sus propiedades físicas, entre ellas la permeabilidad a gases o vapores, la resistencia mecánica, la fragilidad, la capacidad de filtrar la luz o el tipo de material utilizado (vidrio, plástico o metal).

Dentro de las modalidades de empaçado al vacío se destacan las siguientes:

Empaçado al Vacío normal, se aplica principalmente en productos marinados, crudos o curados. El alimento se introduce en una bolsa, se extrae el aire y se sella mediante soldadura térmica. Así mismo, el espesor de la bolsa varía según el tipo de producto: de 100 micras cuando no presenta aristas, espinas o superficies punzantes, y de 150 micras en caso contrario. El envase queda adherido al alimento, como ocurre en el empaçado de lomos de pescado (Vilas-Boas *et al.*, 2018). Empaçado al Vacío en productos calientes, se caracteriza por un tiempo de envasado más corto que en otras modalidades, debido a la menor presencia de oxígeno en el interior del envase (Rumbano Martín, 2011; Verdezoto Duche, 2017).

Empaçado al Vacío continuo, es la modalidad disponible en las máquinas de vacío modernas, en la cual, tras una primera extracción se realiza un vacío más lento. Este procedimiento resulta especialmente útil en productos de gran tamaño o con superficies irregulares, ya que permite eliminar un mayor porcentaje de oxígeno prolongando de manera más eficaz la vida útil del alimento (Verdezoto Duche, 2017).

Empaçado al Vacío compensado o en atmósfera protectora (EAP), consiste en sustituir el aire que rodea al alimento por una mezcla de gases (nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono)

diseñada específicamente para cada tipo de producto. Este sistema resulta adecuado en alimentos de consistencia frágil, ya que evita el aplastamiento ocasionado por la presión del vacío, al tiempo que prolonga la vida útil del producto (Rumbano Martín, 2011; Verdezoto Duche, 2017)

Métodos de conservación según (Vázquez Correa, 2021) la refrigeración representa una técnica fundamental de conservación que mantiene los alimentos a temperaturas bajas, específicamente entre 1 y 4 grados centígrados, creando un ambiente donde el desarrollo de microorganismos patógenos se ralentiza considerablemente o incluso se detiene por completo. Además, este método frena la proliferación bacteriana y de igual forma, también reduce significativamente los procesos bioquímicos naturales responsables del deterioro progresivo del producto y la degradación de sus componentes nutricionales esenciales. No obstante, es importante reconocer que esta forma de conservación tiene sus limitaciones temporales, ya que la duración efectiva del almacenamiento varía considerablemente según el tipo específico de alimento y las características del empaque o envase utilizado.

De igual forma, la congelación y ultracongelación son métodos de conservación que implican disminuir la temperatura de los alimentos hasta alrededor de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que provoca que parte del agua presente en el producto se solidifique y se transforme en cristales de hielo (Vázquez Correa, 2021).

Generalidades de la tilapia roja (Oreochromis sp.).

Con respecto a las generalidades de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*) Conocida popularmente como Mojarra Roja, es una especie que no puede ser identificada por un único nombre debido a su naturaleza híbrida, resultado de un cruce entre Tilapia de distintas especies,

tres africanas y una israelí, originaria de África, así mismo, se encuentra en diversas regiones tropicales del mundo donde las condiciones son propicias para su reproducción y desarrollo. Estos peces son territoriales y tienden a mostrar agresividad en la defensa de su territorio. Sin embargo, en cuerpos de agua más grandes, como los utilizados en cultivos comerciales esta agresividad tiende a disminuir y limitarse al área inmediata de su territorio (Noriega *et al.* 2020).

Lo reportado por Ríos (2012), la característica más distintiva de este pez es la presencia de líneas verticales regulares que se extienden en toda su aleta caudal. Los machos adultos exhiben un tono rosa azulado, con áreas oscuras en vientre, garganta, aletas pélvicas y anales. Por otro lado, las hembras exhiben un color marrón plateado y siendo claras en la zona ventral. Esto peces no resisten temperaturas bajas ni condiciones salobres, aunque puede subsistir en márgenes reducidos de salinidad. Su principal actividad se desarrolla durante el día.

La tilapia roja (*Oreochromis sp.*), es un pez óseo perteneciente al orden Perciformes y a la familia *Cichlidae*. Su clasificación taxonómica Reino Animalia, Filo Chordata, Subfilo Vertebrata, Superclase Gnathostomata, Clase Actinopterygii, Orden Perciformes, Suborden Percoidei y Familia *Cichlidae*. Además de su relevancia en la acuicultura, la tilapia destaca por su alto valor nutricional, ya que cada 100 g de carne aportan 19.6 g de proteína, 1.29 g de lípidos, 0.0 g de colesterol y 172 calorías. Gracias a estas cualidades, se ha convertido en una de las principales especies cultivadas en sistemas productivos piscícolas, especialmente en programas de seguridad alimentaria a nivel global, contribuyendo tanto a la nutrición humana como al desarrollo de una acuicultura más sostenible. (Huet,1978; Castillo, 1994; Garduño *et al.*, 2003; Moreau *et al.*, 2005; Méndez - Martínez *et al.*,2018).

Tecnología Biofloc (BFT) en Acuicultura.

En lo que respecta a la inoculación del estanque para Sistemas BFT: Considerando la diversidad ecológica de los flóculos, de acuerdo con Mancipe *et al.* (2019), menciona que una de las estrategias eficientes para la implementación de estanques en sistemas BFT, es el empleo de arcillas procedentes de otros sistemas lo que ha demostrado ser efectivo para estimular la generación de microorganismos, al mismo tiempo, otra práctica recomendada es la inoculación de un estanque nuevo utilizando aguas maduras provenientes de otros estanques en el BFT.

Asimismo, se ha propuesto el uso de una preparación específica compuesta por 20 gramos de suelo del fondo del estanque, 10 miligramos de sulfato de amonio y 200 miligramos de fuentes de carbono, todo ello disuelto en 1 litro de agua, garantizando la eficiencia en la generación de flóculos de alta calidad y contribuyendo al éxito del sistema en la producción acuícola.

En lo que refiere a la recirculación y aireación en la tecnología BFT: En el diseño y desarrollo de un sistema BFT se encuentran varios factores cruciales que deben considerarse, entre ellos, la temperatura, la cantidad y calidad de agua y materia orgánica añadida, la relación Carbono Nitrógeno (C: N), y la tolerancia de los peces a las condiciones ambientales. No obstante, la aireación y la recirculación del agua surgen como requisitos fundamentales para estos sistemas, la aireación definida como la introducción de aire al estanque persigue dos objetivos primordiales en los BFT facilitar la difusión de oxígeno del aire al agua y mantener los flóculos constantemente suspendidos (Cala-Delgado *et al.*, 2023)

En cuanto, al primer propósito, el incremento de los niveles de oxígeno disuelto busca optimizar los procesos bioquímicos de los BFT, este proceso es esencial para suministrar el

oxígeno necesario tanto para el consumo de los peces como para las bacterias que componen este sistema (Hernández Mancipe *et al.*, 2019). Estas bacterias desempeñan un papel crucial en la eliminación de compuestos nitrogenados, en la descomposición aeróbica de la materia orgánica y en los procesos de nitrificación en presencia de oxígeno, la elevación artificial de la concentración de oxígeno en el agua se logra al forzar la entrada de aire enriquecido con oxígeno a través del agua (Brú-Cordero *et al.*, 2017).

Por su parte, Piñeros-Roldan *et al.*, (2020), identifica que la transferencia de oxígeno se determina en función del volumen de aire movido por el sistema, la relación entre el área superficial, volumen de cada burbuja y el tiempo que la burbuja permanece en contacto con el agua.

El sistema BFT constituye una alternativa productiva y, al mismo tiempo, una estrategia de biopreservación natural, donde el microbiota beneficioso funciona como barrera contra patógenos, lo que reduce la necesidad de antibióticos y conservantes químicos. Este enfoque se ajusta a las demandas actuales de sistemas alimentarios más seguros y sostenibles

Biopreservación en Productos Pesqueros

La biopreservación emerge como una alternativa promisorio para la conservación de productos pesqueros, utilizando compuestos naturales antimicrobianos y antioxidantes que prolongan la vida útil sin comprometer la seguridad alimentaria. Estudios recientes han demostrado la efectividad de extractos vegetales, aceites esenciales y metabolitos microbianos en la inhibición de patógenos y extensión de la vida útil en filetes de pescado (Mei *et al.*, 2019; Tavares *et al.*, 2021).

La combinación de estas estrategias de biopreservación con tecnologías de empaçado como el vacío representa un avance significativo hacia la conservación natural de alimentos, respondiendo a la creciente demanda de los consumidores por productos libres de aditivos químicos y alineados con principios de sostenibilidad ambiental. Este enfoque integrador posiciona a la biopreservación como una herramienta clave para el desarrollo de una acuicultura más segura y sostenible.

Inocuidad Alimentaria y Salud Pública en Productos Pesqueros

La inocuidad alimentaria es un componente esencial de la salud pública, especialmente en productos pesqueros que, por su alto valor nutricional y rápida degradación, representan un riesgo potencial de enfermedades transmitidas por alimentos (Chávez Solís, 2020). Según la FAO, (2022), el aumento global del consumo de productos del mar incrementa la exposición a peligros microbiológicos, situación que se agrava en poblaciones rurales con acceso limitado a servicios de salud y sistemas de vigilancia epidemiológica.

Garantizar la inocuidad en estos productos se constituye en una estrategia de prevención primaria, protegiendo a comunidades vulnerables frente a intoxicaciones alimentarias que podrían tener consecuencias graves (Rueda-Barrios et al., 2019). En este contexto, el empaçado al vacío actúa como tecnología de conservación, que contribuye a la salud pública al reducir la carga de enfermedad en territorios con vulnerabilidad socioeconómica, cumpliendo los criterios microbiológicos establecidos por las autoridades sanitarias (Ministerio de la Protección Social, 2010).

Los métodos oficiales de AOAC International (2019) constituyen un referente internacional en seguridad alimentaria, ofreciendo procedimientos confiables que respaldan la evaluación de riesgos y la toma de decisiones en salud pública. Su implementación asegura resultados reproducibles y comparables, fortalece la vigilancia epidemiológica, facilita la detección temprana de peligros alimentarios y apoya la planificación de intervenciones preventivas, integrándose como un componente especialmente en comunidades con acceso limitado a servicios de salud.

Métodos Analíticos para la Evaluación Nutricional

La evaluación nutricional de los alimentos es esencial para determinar su composición química y valor nutritivo, lo cual es fundamental para garantizar la calidad, seguridad y cumplimiento de normativas alimentarias. Los métodos analíticos estandarizados, como los proporcionados por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, por sus siglas en inglés), son ampliamente utilizados para obtener resultados confiables y comparables entre diferentes laboratorios y estudios (AOAC, 2019).

Métodos de la AOAC para el Análisis Bromatológico

La AOAC International es una organización que desarrolla métodos analíticos oficiales para el análisis de alimentos y otras sustancias, asegurando la precisión y confiabilidad de los resultados (AOAC, 2019). Los métodos de la AOAC para el análisis bromatológico permiten determinar la composición proximal de los alimentos, es decir, cuantificar sus principales

componentes nutricionales: humedad, proteínas, lípidos, cenizas y fibra (Horwitz & Latimer, 2005).

Estos métodos son esenciales para la industria alimentaria, ya que facilitan el etiquetado nutricional, el control de calidad y el cumplimiento de regulaciones internacionales (Nielsen, 2017).

Gravimetría. La gravimetría es una técnica analítica basada en la medición de la masa de una sustancia para determinar su concentración en una muestra (Harris, 2015). En el análisis de alimentos, se utiliza para determinar el contenido de humedad mediante el método de secado en horno (AOAC 925.10). Este procedimiento consiste en:

- Secar una muestra a 105 °C hasta alcanzar un peso constante.
- Calcular la pérdida de peso, que corresponde al contenido de humedad de la muestra (AOAC, 2019).

Este método es fundamental para evaluar la estabilidad y vida útil de los alimentos, ya que el contenido de humedad influye en su conservación y calidad microbiológica (Barbosa-Cánovas *et al.*, 2007).

Extracción Soxhlet. La extracción Soxhlet es una técnica utilizada para determinar el contenido de lípidos en alimentos (AOAC 920.85). El método implica:

- Colocar la muestra en un cartucho de extracción dentro del aparato Soxhlet.

- Utilizar un disolvente orgánico (como éter de petróleo o hexano) que circula continuamente, extrayendo los lípidos de la muestra.
- Evaporar el disolvente y pesar el residuo graso obtenido (De Castro & Priego-Capote, 2010).

Este método es reconocido por su eficacia en la extracción de lípidos y es ampliamente utilizado en el análisis de alimentos grasos (Luthria, 2008).

Método Kjeldahl. El método Kjeldahl es la técnica estándar para la determinación del contenido de nitrógeno total en una muestra, utilizado para calcular el contenido de proteínas (AOAC 2001.11). El procedimiento consta de tres etapas:

1. Digestión: La muestra se trata con ácido sulfúrico concentrado y un catalizador, convirtiendo el nitrógeno orgánico en sulfato de amonio.
2. Destilación: Se libera el amoníaco mediante la adición de una base fuerte y se destila hacia una solución de ácido bórico.
3. Titulación: Se titula el amoníaco recogido para cuantificar el nitrógeno total (Jung *et al.*, 2003).

El contenido de proteínas se calcula multiplicando el nitrógeno total por un factor de conversión específico para el tipo de alimento analizado (Mosse, 1990).

Carbonización en Horno de Mufla. La determinación de cenizas se realiza mediante la

incineración de la muestra en un horno de mufla a altas temperaturas (aproximadamente 550 °C), según el método AOAC 923.03. El proceso implica:

- Colocar la muestra en un crisol previamente tarado.
- Incinerar la muestra hasta eliminar toda la materia orgánica.
- Enfriar y pesar el residuo inorgánico, que corresponde a las cenizas (Kirk & Sawyer, 1991).

Este método permite evaluar el contenido total de minerales en los alimentos, información clave para su valor nutricional y calidad (Nielsen, 2010).

Método Enzimático-Gravimétrico. El método enzimático-gravimétrico se utiliza para determinar el contenido de fibra dietética en alimentos (AOAC 985.29). El procedimiento incluye:

- Tratamiento enzimático de la muestra con amilasa, proteasa y amiloglucosidasa para simular la digestión humana.
- Separación de la fibra insoluble mediante filtración y posterior secado.
- Cálculo del contenido de fibra a partir del peso del residuo obtenido (Prosky *et al.*, 1985).

Este método es reconocido por su precisión y capacidad para diferenciar entre fibra soluble e insoluble, aspectos importantes para la salud humana (Van Soest *et al.*, 1991).

Marco Conceptual

El concepto de empaque al vacío es un método de conservación de productos alimenticios que implica remover el aire del empaquetado antes de ser sellado de manera hermética (García Gualdrón, 2025). Al reducir el contenido de oxígeno, se ralentizan los procesos de deterioro y se limita el desarrollo de microorganismos aeróbicos, lo que prolonga la vida del producto y permite mantener sus características de frescura, sabor y textura, además de aprovechar y mejor el espacio de almacenamiento (Talon *et al.*, 2017).

En el ámbito de los productos alimenticios de origen animal, y en particular del pescado y sus derivados, esta tecnología se ha consolidado como una de las más efectivas. Su aplicación preserva la calidad y, además, al complementarse con la refrigeración, contribuye a garantizar la inocuidad, disminuir las pérdidas económicas y promover la diversificación de la oferta mediante nuevas presentaciones comerciales, como los filetes en especies que anteriormente no se destinaban a este propósito (López Cáceres *et al.*, 2021)

La eliminación del oxígeno del entorno inmediato del alimento limita de manera considerable el desarrollo de microorganismos responsables de acelerar los procesos de deterioro y descomposición del producto. Este principio prolonga la vida útil, a la vez que fortalece la inocuidad, al disminuir el riesgo de contaminación por agentes patógenos que podrían afectar la salud del consumidor. Así mismo, esta técnica actúa como una barrera frente a la oxidación, proceso que deteriora características clave de la carne, tales como el color, el sabor, el aroma y su valor nutricional. Además, al reducir la exposición al oxígeno el empaque al vacío permite conservar de forma más estable las propiedades organolépticas del producto (García Gualdrón, 2025).

De igual manera, el concepto de BFT hace referencia a un sistema o tecnología de producción implementada en tanques o estanques con altos niveles de oxigenación y una constante circulación de agua, representando una modalidad en crecimiento dentro de la acuicultura de alta intensidad (Piñeros-Roldan *et al.*, 2020). En este contexto, las instalaciones de producción se caracterizan por tener densidades de siembra elevadas y experimentando un desarrollo dinámico y aumento de biomasa en relación con el volumen de agua y la reducción progresiva del uso del recurso hídrico, siendo fertilizadas con fuentes ricas en carbono con el propósito de estimular la formación de microbiota específico.

Este microbiota (flóculos) integrada por fitoplancton, bacterias y materia orgánica particulada viva y muerta, encontrándose suspendida en el agua del estanque, estos elementos se mantienen unidos mediante la secreción de exopolisacáridos por parte de las bacterias, microorganismos filamentosos, o mediante atracción electrostática (Collazos-Lasso & Arias-Castellanos, 2015; Piñeros-Roldan *et al.*, 2020).

La FAO & OPS (2017), refiere que el término "alevinaje" a la etapa del proceso de producción que abarca desde la eclosión de los huevos hasta que los alevines alcanzan un diámetro acorde a su desarrollo para ser trasladados y criados para el engorde, generalmente en el rango de peso de (1 gramo a 30 gramos), "Juveniles" etapa en la que los peces alcanzan un tamaño adecuado para cambiar su alimentación y necesitan más espacio para comenzar el proceso de engorde, usualmente entre los (30 gramos y los 80 gramos), "engorde" es la fase del proceso de producción donde se busca que los peces alcancen la talla comercial deseada, generalmente entre los (80 gramos y los 500 gramos).

La sedimentación es un proceso en el que se eliminan las partículas sólidas de una suspensión debido a la acción de la gravedad, como lo describe (Mancipe *et al.*, 2019). Esta

remoción de sólidos suspendidos y sedimentables es crucial para controlar el crecimiento del BFT el cual desempeña un papel importante en la oxidación de compuestos como los nitritos, los cuales son perjudiciales para los peces, según (Avnimelech, 2015). La biofiltración se define como un procedimiento de purificación que emplea medios porosos donde se desarrolla una capa de microorganismos. Esta capa tiene la función de capturar partículas sólidas suspendidas y/o de transformar compuestos orgánicos (Mancipe *et al.*, 2019).

Marco Legal

La presente investigación se basa en la normativa que regula la producción acuícola, el procesamiento, empaquetado y almacenamiento de productos pesqueros, así como la protección del medio ambiente y los derechos de las comunidades involucradas:

Constitución Política de Colombia (1991).

- Artículo 79: Derecho a gozar de un ambiente sano y deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservando áreas de especial importancia ecológica.
- Artículo 80: Obligación del Estado de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución.

Ley 13 de 1990 (Estatuto General de Pesca).

- Regula el ejercicio de la pesca y las actividades conexas en aguas continentales y marítimas de Colombia.
- Establece los lineamientos para el desarrollo sostenible de la pesca y la acuicultura, promoviendo prácticas que garanticen la conservación de los recursos hidrobiológicos.

Ley 99 de 1993.

- Crea el Ministerio del Medio Ambiente y desarrolla los principios generales para la protección del medio ambiente.
- Establece el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y regula la obtención de licencias ambientales para proyectos que puedan generar impacto ambiental.

Ley 9 de 1979 (Código Sanitario Nacional).

- Contiene disposiciones relacionadas con la salud pública y la sanidad en la producción, procesamiento y comercialización de alimentos.
- Establece normas para garantizar la inocuidad y calidad sanitaria de los productos alimenticios, incluyendo los de origen pesquero.

Ley 170 de 1994.

- Aprueba el Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Promueve la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos biológicos.

Decreto 2256 de 1991.

- Reglamenta la Ley 13 de 1990, estableciendo las normas para el desarrollo de la actividad pesquera y acuícola.
- Define los permisos, autorizaciones y registros necesarios para ejercer actividades de pesca y acuicultura.

Decreto 1500 de 2007.

- Establece el sistema de inspección, vigilancia y control sanitario de la carne y productos cárnicos comestibles, incluyendo productos pesqueros.
- Regula las condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos dedicados al procesamiento y empaquetado de productos de origen animal.

Decreto 1076 de 2015.

- Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- Compila la normativa ambiental y regula los trámites para licencias y permisos ambientales.

Resolución 240 de 2013 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural).

- Establece el Reglamento Técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad que deben cumplir los productos pesqueros y acuícolas para el consumo humano.
- Incluye especificaciones sobre el empaçado, etiquetado y almacenamiento de productos pesqueros.

Resolución 779 de 2006 (INVIMA).

- Adopta el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para establecimientos que procesan alimentos.
- Obliga a cumplir con estándares de higiene y manipulación en la producción y procesamiento de alimentos.

Ley 164 de 1994.

- Aprueba el Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales, reconociendo y protegiendo los derechos y saberes tradicionales de las comunidades locales.

NTC 1325. Establece los requisitos para el empaçado al vacío de alimentos. Define las condiciones de materiales, métodos y prácticas para garantizar la calidad y seguridad del producto.

NTC 1673. Norma sobre buenas prácticas de higiene y sanidad en la manipulación de alimentos de origen pesquero.

NTC 4092. Establece los criterios microbiológicos para los productos pesqueros y acuícolas frescos y congelados.

Decreto 3930 de 2010.

- Reglamenta el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos y residuos líquidos.
- Establece normas para el vertimiento de aguas residuales y exige permisos para el uso de fuentes hídricas.

Directrices FAO sobre Acuicultura Responsable. Promueven prácticas sostenibles en la acuicultura, enfatizando la conservación del medio ambiente y la responsabilidad social.

Codex Alimentarius. Conjunto de estándares internacionales para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos. Incluye directrices sobre métodos de procesamiento, empaçado y almacenamiento de productos pesqueros.

Diseño Metodológico

Enfoque de la Investigación

En estudios que exploran fenómenos complejos resultan esenciales utilizar un enfoque que posibilite la integración de distintas perspectivas y tipos de datos para llegar a conclusiones más abarcadoras. Por consiguiente, se decidió emplear un enfoque combinado que incluye estrategias tanto cuantitativas como cualitativas; este enfoque proporcionará un marco metodológico completo adaptado a las especificidades del problema bajo investigación.

El enfoque mixto, según Sampieri (2018), integra los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio, ofreciendo una estrategia robusta y rigurosa que asegura la validez y fiabilidad de los resultados. Este método se caracteriza por recolectar, analizar y vincular datos diversos para responder a un planteamiento del problema. Utiliza técnicas de ambos enfoques: cuantitativo, con recolección de datos numéricos y análisis estadístico, y cualitativo, con datos no numéricos y análisis interpretativo. Permite una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno, aprovechando las fortalezas de cada metodología minimizando sus debilidades.

Los principales métodos incluyen la recolección de datos mediante encuestas con preguntas cerradas y entrevistas abiertas, así como el análisis tanto estadístico como interpretativo. Esta técnica facilita la exploración de diversas dimensiones del fenómeno estudiado, proporcionando una perspectiva más holística y enriquecedora. Al combinar la objetividad de los datos numéricos con la profundidad de los interpretativos, logrando obtener una comprensión de las experiencias, percepciones y significados de los resultados adaptándose a las necesidades específicas de la investigación.

Población

La población establecida para el presente proyecto se basó en dos grupos:

1. En primera medida se tomó la población de Aguachica mayor de 18 años, con un total de 88.918 habitantes (TerritData, *s. f*). Este grupo se usó para identificar las preferencias de los consumidores en cuanto a la elección y percepción del producto (tilapia roja empacada al vacío PEV vs sin empaque PSE) considerando factores como apariencia, frescura, durabilidad del producto.
2. Por otro lado, se tomó como población a 10 productores del área de influencia con el fin de evaluar el impacto tecnológico de la implementación de las nuevas tecnologías de empacado y almacenamiento en la producción de tilapia roja.

Muestra

Se realizó un muestreo aleatorio simple, aplicando la siguiente fórmula para poblaciones finitas así:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde

N= población (88.918)

n= muestra (x)

p= probabilidad a favor (50%)

q= probabilidad en contra (50%)

z= nivel de confianza (95%)

e= error de la muestra (5)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 88918}{0.05^2(88918 - 1) + 0.05^2 * 0.5 * 0.5} = 383$$

n= el valor de la muestra para esta investigación es de 383 personas mayores de 18 años.

Fuentes y Técnicas Para la Recolección de Información

Fuentes Primarias.

Se recaudó la información de datos necesarios con la cual se estructuró el proyecto y dar desarrollo a la metodología para así completar las fases planteadas; la encuesta estuvo dirigida a los habitantes del municipio de Aguachica - Cesar, con el fin de conocer las preferencias de los consumidores actuales o potenciales de tilapia roja. Adicional a ello, se realizaron entrevistas no estructuradas a productores como parte de fuente de información primaria y poder realizar el análisis para el tercer objetivo.

Fuentes Secundarias.

Teniendo en cuenta el tipo de investigación que se desarrolló, la recolección de información no fue únicamente a través de la encuesta respondiendo al componente cuantitativo,

sino que además se tuvo en cuenta otros elementos de consulta y abordaje de la información tales como Libros, páginas Web, revistas impresas y electrónicas de tipo académico, Artículos e informes de tipo académico y de entidades Oficiales y de Gobierno entre otros.

Procedimiento

Objetivo 1: Definición del efecto del empacado al vacío y el tiempo de almacenamiento en las propiedades nutricionales de la carne de tilapia roja (*Oreochromis sp*) cultivada bajo tecnología biofloc

Selección y Preparación de Muestras: Se seleccionó un número estadísticamente significativo de muestras de tilapia roja, tamaño y peso similar (n=50). Luego se dividieron en dos tratamientos, tilapia empacados al vacío (PEV) (n=25) y pescado sin empacar (PSE) (n=25). Posteriormente, se utilizó una máquina de empacado al vacío para el grupo PEV. Luego, registraron las condiciones del empacado, presión y tiempo de sellado. El almacenamiento del producto se realizó a temperaturas controladas promedio de -4°C durante 15 días. Se efectuaron cinco réplicas independientes para cada grupo. Los muestreos para el análisis bromatológico fueron cada 15 días (0, 15, 30, 45 días).

Según los procedimientos de la AOAC (2012) las muestras fueron secadas en horno a 110°C hasta que llegó a un peso constante, luego se molieron y se determinó su composición. El contenido de agua se cuantificó utilizando el método gravimétrico (AOAC 925.10), que consiste en secar una porción de carne en horno de aire caliente a 105 °C durante 1 hora, y determinar el contenido de humedad pesando las porciones antes y después del secado. El contenido de lípidos

se midió mediante el método de hidrólisis ácida y extracción Soxhlet, según (AOAC 920.85). La proteína total se determinó usando el procedimiento Kjeldahl, de acuerdo con el método GOMEPL.01.

Para el análisis de cenizas, se empleó la carbonización en un horno de mufla a 550 °C, según (AOAC 923.03). La fibra se evaluó mediante el método enzimático-gravimétrico, conforme al protocolo (AOAC 978.10.) Finalmente, la energía se calculó con valores de 16.7 kJ/g para proteínas y carbohidratos, y 37.7 kJ/g para lípidos. respectivamente (Association of Official Analytical Chemists, 2012). El nitrógeno se midió mediante el método de Kjeldahl.

Análisis Estadísticos: El análisis de varianza (ANOVA) es una técnica estadística utilizada para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de varios grupos o tratamientos. En este estudio, se aplicó ANOVA para evaluar las propiedades nutricionales de la carne de tilapia roja en función del tipo de empaçado al vacío y del tiempo de almacenamiento. Este método permitió identificar las variaciones en los resultados y establecer conclusiones sobre el efecto de estas variables en la calidad de la carne.

Análisis bromatológico: Para el análisis de composición proximal se procedió analizarlos según los procedimientos de la AOAC (2012). Las muestras fueron secadas en horno a 110°C hasta peso constante, luego se molieron y se terminaron su composición. El contenido de agua se cuantificó mediante el método gravimétrico AOAC 925.10, mediante el secado de una muestra en un horno de aire caliente a 105 °C durante 1 h, y la obtención del contenido de humedad al pesar y comparar el peso de la muestra antes y después del secado. El contenido de lípidos se determinó según el método de hidrólisis ácida, AOAC 920.85 - Extracción Soxhlet. El contenido de proteína total se determinó utilizando el procedimiento del método GOMEPL.01 Kjeldahl.

Para el análisis de cenizas se utilizó la carbonización en un horno de mufla a 550°C (AOAC 923.03). La fibra se realizó mediante el método enzimático-gravimétrico (AOAC 978.10). La energía se calculó como 16,7, 16,7 y 37,7 kJ g⁻¹ de proteínas, carbohidratos y lípidos, respectivamente (Association of Official Analytical Chemists, 2012). El nitrógeno se midió mediante el método de Kjeldahl.

Objetivo 2: Identificación presencia de microorganismos patógenos en la tilapia roja (*Oreochromis sp*) bajo diferentes condiciones de empaqueo al vacío y tiempo de almacenamiento con relación a la inocuidad del producto en la salud pública.

La tilapia se ha considerado como uno de los peces cultivados con mayor resistencia a las enfermedades. Sin embargo, las infecciones de origen bacteriano han causado mortalidades en condiciones de cultivo inadecuadas, como altas densidades de siembra, bajas temperaturas y baja calidad del agua, por exceso de desechos nitrogenados, escasa concentración de oxígeno disuelto, presencia de agentes tóxicos, a lo que se suma una adecuada manipulación, malas condiciones de almacenamiento, el tipo y la calidad de alimento (Vargas *et al.*, 2022)

En el cultivo de tilapia, los principales patógenos reportados a nivel mundial incluyen bacterias como: (*Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus iniae*, *Flavobacterium columnare*, *Aeromonas hydrophila*, *Francisella noatunensis* y *Edwardsiella tarda*), y parásitos como: (*Trichodina spp.* y *Ichthyophthirius sp*). Para cumplir con las normativas de inocuidad alimentaria, es necesario implementar sistemas de control de calidad y buenas prácticas de manufactura en todas las etapas de la cadena de producción. Esto implica la adopción de medidas preventivas para minimizar el riesgo de contaminación, como el uso de equipos y utensilios

adecuados, la implementación de procedimientos de limpieza y desinfección rigurosos, y la capacitación del personal en prácticas de higiene y manipulación segura de alimentos (Montesinos *et al.*, 2021)

Además, es fundamental mantener condiciones adecuadas de temperatura y almacenamiento para prevenir la proliferación de microorganismos patógenos y el deterioro de los productos pesqueros. Esto puede incluir el uso de sistemas de refrigeración y congelación adecuados, así como la monitorización regular de las condiciones de almacenamiento para garantizar la frescura y la calidad de los productos (Rodríguez Garzón, 2024)

Para el análisis microbiológico del pescado, se recolectaron cinco ejemplares, y el proceso de muestreo se llevó a cabo de manera automática. Para la recuperación de la carga bacteriana, se aplicó la metodología descrita por Piccoli, (2008). De cada pez se extrajeron 100 gramos de tejido del dorso, los cuales se colocaron individualmente en 90 ml de solución salina estéril (NaCl al 0,85 %) y se homogeneizaron utilizando un equipo Stomacher® 400 Seward.

Posteriormente, se procedió con los análisis de diluciones en serie y se sembraron en placas sobre medios microbiológicos apropiados. Los recuentos microbiológicos se ejecutaron por triplicado y se registró en UFC/g. Los siguientes son los métodos estandarizados que se utilizaron para la determinación de los grupos microbiológicos.

Para el recuento de *E. coli* se utilizó el método ISO 16649-2: 2001. Para su aplicación, se preparan diluciones de la muestra y se siembran en placas con el medio TBX, incubándolas a 44 ± 1 °C durante un periodo de 18 a 24 horas. Esta temperatura, junto con los componentes del medio, favorece el crecimiento selectivo de *E. coli* e inhibe el desarrollo de otros microorganismos no deseados. Para *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo se empleó el método APHA (2021), fueron sembrados en 0,1 ml de la disolución homogenizada de las

muestras del tejido de pescado en agar Baird Parker a una temperatura de 35 a 37 °C y se incubó durante 24 a 48 horas. Las colonias se identificaron mediante prueba coagulasa.

Para la detección de *Salmonella spp.*, se llevó a cabo un pre-enriquecimiento de las muestras de tejido, incubando las diluciones a 37 °C durante 24 horas. Posteriormente, se inocularon 1,0 ml y 0,1 ml de las muestras en caldos Selenite Cisteína y Rappaport-Vassiliadis, respectivamente, ambos suplementados con 1,0 ml de novobiocina al 0,4 %, y se incubaron nuevamente a 37 °C durante 24 horas. Luego, las soluciones enriquecidas se sembraron en medios selectivos agar Brilliant Green y agar MacConkey, seguidos de una incubación a 37 °C durante 24 horas. Las colonias sospechosas obtenidas fueron posteriormente transferidas a agar TSI (Triple Sugar Iron) y TSA (Tryptic Soy Agar) para la realización de pruebas serológicas, siguiendo el protocolo establecido por el método APHA (2021).

El análisis cualitativo para la detección de *Vibrio cholerae* se llevó a cabo siguiendo los criterios establecidos en la norma ISO 21872-1:2017. La identificación se realizó mediante una confirmación bioquímica, considerando sus características como bacterias gramnegativas y oxidasa positivas. Los resultados fueron expresados en términos de ausencia en 25 gramos de muestra.

Objetivo 3: Establecimiento las preferencias de los consumidores en cuanto a la elección y percepción del producto (tilapia roja empacada al vacío vs sin empaque) considerando factores como apariencia, frescura, vida útil del producto.

Se elaboró un cuestionario (Apéndice A) con preguntas cerradas para captar las percepciones y preferencias de los consumidores en relación con la apariencia, frescura y

durabilidad del producto. Posteriormente, se seleccionó una muestra representativa de consumidores locales de Aguachica (n=358), que incluyó consumidores frecuentes de tilapia como aquellos que la compran ocasionalmente. Luego se analizó la tabulación de las encuestas utilizando técnicas de análisis de contenido para identificar temas recurrentes y patrones en las preferencias de los consumidores. Se creó un resumen descriptivo que refleja las percepciones y preferencias más comunes.

Resultados y Discusión

En esta sección se presentan los resultados del análisis sobre el efecto del empacado al vacío y el tiempo de almacenamiento en las propiedades nutricionales de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*), así como las preferencias de los consumidores al comparar la tilapia empacada o sin empaque. Asimismo, se evalúa el impacto tecnológico y económico derivado de la implementación de nuevas tecnologías en la piscicultura local. Los resultados se exponen de manera estructurada, resaltando los cambios en las propiedades nutricionales, las percepciones del consumidor y los beneficios productivos, con el objetivo de comprender la importancia y los desafíos que estas innovaciones representan para una acuicultura más sostenible.

Definir el efecto del empacado al vacío y el tiempo de almacenamiento en las propiedades nutricionales de la carne de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) cultivada bajo tecnología biofloc

El análisis preliminar se enfoca en evaluar cómo el empacado al vacío y el período de almacenamiento afectan las propiedades nutricionales de la carne de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). A continuación, se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para las variables nutricionales de interés: humedad, ceniza, grasa y proteína.

Tabla 1.

Comparación de las variables nutricionales de la carne de pescado: empacado vs. sin empaque.

Día	Humedad		Ceniza		Grasa		Proteína	
	PEV	PSE	PEV	PSE	PEV	PSE	PEV	PSE
1	77.42±0.43	77.75±0.40	1.15±0.08	1.08±0.10	2.19±0.21	2.94±0.94	19.23±0.47	18.24±1.03
15	76.49±0.94	76.06±0.27	1.23±0.05	1.25±0.15	3.06±1.07	3.13±0.40	19.22±0.51	19.56±1.03
30	77.17±0.43	75.20±0.32	1.22±0.06	1.17±0.07	2.94±0.39	5.43±0.42	18.66±0.19	18.20±0.33
45	74.89±0.58	74.85±0.19	1.33±0.10	1.77±0.31	5.69±0.26	6.08±0.21	17.92±0.15	17.32±0.48

Elaboración propia.

Según los datos bromatológicos recopilados, se observó que el contenido de humedad en el PEV experimentó una leve reducción a lo largo del tiempo, disminuyendo de un promedio del 77% en el día 1 a aproximadamente 74.89 % en el día 45. La reducción es más notable en el (PSE), ya que la humedad disminuye de un promedio del 77,75 % en el día 1 al 74,85 % en el día 45. El análisis del contenido de humedad en la carne de tilapia mostró una leve reducción a lo largo del tiempo en ambas condiciones de almacenamiento. En el pescado (PEV), la humedad disminuyó de un promedio del 77% en el día 1 a aproximadamente 74.89% en el día 45. Por otro lado, en el pescado (PSE), la reducción fue más pronunciada, pasando de un 77.75% en el día 1 a 74.85% en el día 45.

Estos resultados sugieren que el empaque al vacío desempeña un papel clave en la retención de humedad, lo que contribuye a preservar la frescura y textura del producto durante el almacenamiento. Por otro lado, autores como (Suarez, 2016; Verdezoto Duche, 2017; López

Cáceres *et al.*, 2021), en sus estudios sobre estos métodos de conservación expresan la importancia del empaque al vacío al influir directamente en la pérdida de agua y reduce el riesgo de deshidratación, ayudando a mantener las propiedades organolépticas de la tilapia. Lo que es fundamental para garantizar la calidad del pescado a lo largo del tiempo y mejorar su aceptación en el mercado.

Asimismo, el contenido de cenizas en el pescado no mostró diferencias significativas entre los métodos de conservación ni a lo largo del tiempo de almacenamiento. Los valores para el pescado sin empacar (PSE) oscilaron entre 1.08% en el día 1 y 1.77% en el día 45, mientras que en el pescado empacado al vacío (PEV) se registraron valores entre 1.15% para el día 1 y 1.33% para el día 45. El análisis ANOVA confirmó que ni el método de conservación ni el tiempo de almacenamiento tuvieron un impacto significativo en esta variable, lo que indica que el empaque al vacío no altera la composición mineral del pescado y que el contenido de cenizas se mantiene estable con el tiempo. Por otro lado, diversos estudios han resaltado los beneficios del empaque al vacío en la conservación del porcentaje de los nutrientes en la carne de pescado. En este sentido, la investigación de Rodríguez Saucedo *et al.*, (2014) evidenció que este método contribuye a preservar la calidad nutricional del producto, lo que refuerza su relevancia como técnica de conservación en la industria pesquera.

En cuanto al contenido de grasa, se observa un incremento progresivo en ambos tratamientos a lo largo del tiempo. En (PEV), el valor promedio de grasa aumentó de 2,19 % en el día 1 a 5,69 % en el día 45. Por su parte, el (PSE) presentó un incremento más pronunciado, pasando de 2,94 % a 6,08 % en el mismo periodo. Asimismo, Verdezoto Duche (2017). En su estudio análisis de la vida útil de la tilapia con empaque al vacío, manifiesta que este aumento en

el contenido graso podría estar relacionado con procesos de oxidación lipídica y pérdida de agua, siendo más acentuado en el PSE debido a la mayor exposición al oxígeno.

El análisis del contenido de proteína en la carne de tilapia roja reveló una ligera disminución a lo largo del tiempo en ambas condiciones de almacenamiento evaluadas. En el (PEV), los niveles de proteína se redujeron de un promedio del 19.23% en el día 1 a un 17.92% en el día 45. En contraste, en el (PSE), la reducción fue más notable, pasando de un 18.24% en el día 1 a un 17.32% en el día 45. Estos hallazgos sugieren que el empaque al vacío contribuye a una mejor conservación de las proteínas en la carne de tilapia roja durante su almacenamiento, lo que puede estar relacionado con la menor exposición a factores que favorecen la degradación proteica, como la oxidación y la actividad enzimática.

Diversos estudios han señalado que la composición química de los peces, incluyendo proteínas, lípidos y carbohidratos, varía significativamente tanto entre especies como entre individuos de la misma especie. Factores como la edad, el entorno y el sexo influyen en estas variaciones, tal como lo reporta Kumar Dara (2021). La preservación de la proteína es un aspecto clave en la calidad nutricional del pescado, y los resultados obtenidos refuerzan la importancia del empaque al vacío como una estrategia efectiva para prolongar la estabilidad de este componente esencial. La menor disminución de proteína en el PEV respalda la eficacia de este método en la conservación de la carne de tilapia, alineándose con estudios previos que han destacado su impacto positivo en la retención de nutrientes.

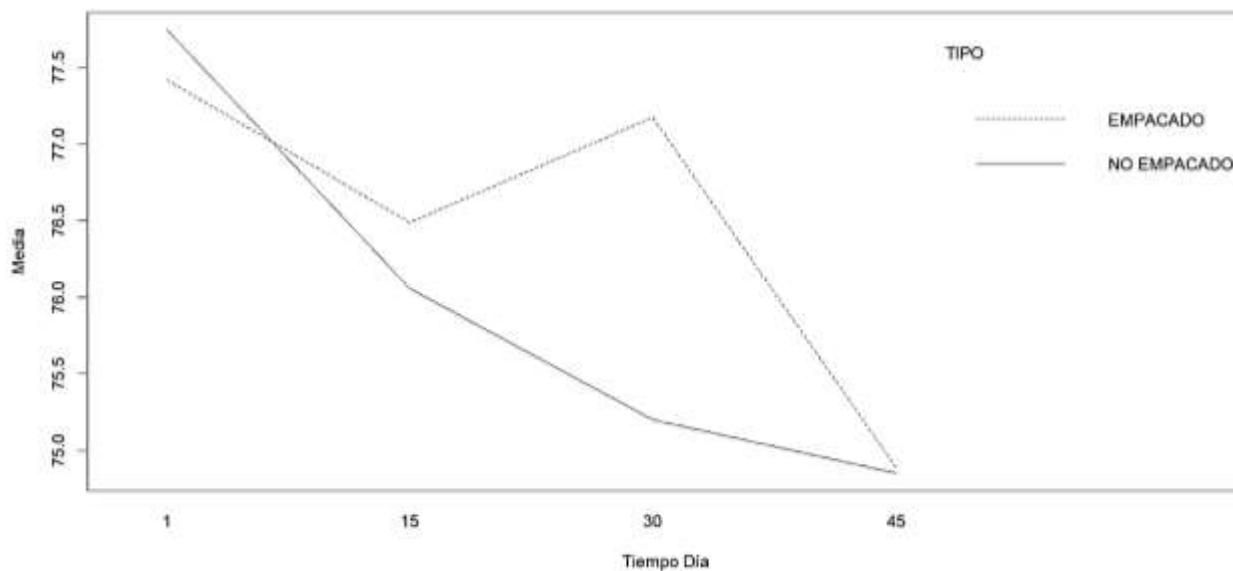
Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) confirman que el empacado al vacío tiene un impacto significativo en las propiedades nutricionales de la tilapia roja, en particular en la retención de humedad, el contenido de grasa y la estabilidad de las proteínas. Además, el tiempo de almacenamiento influye en estas características, especialmente

en la reducción de humedad y el incremento de grasa, mientras que el contenido de cenizas y proteínas se mantiene relativamente estable.

Así mismo, el análisis de varianza (ANOVA) confirmó que el tipo de empaque influye significativamente en el contenido de humedad de la tilapia roja ($F = 9,303$; $p = 0,004961$). Asimismo, el tiempo de almacenamiento también mostró un efecto relevante ($F = 3,327$; $p = 0.033812$), evidenciando variaciones en la retención de agua a lo largo del período evaluado. La interacción entre ambos factores fue altamente significativa ($F = 8,492$; $p = 0,000361$), lo que indica que el impacto del método de conservación depende del tiempo de almacenamiento (ver figura 1).

Figura 1.

Gráfico de los resultados ANOVA para la variable humedad.

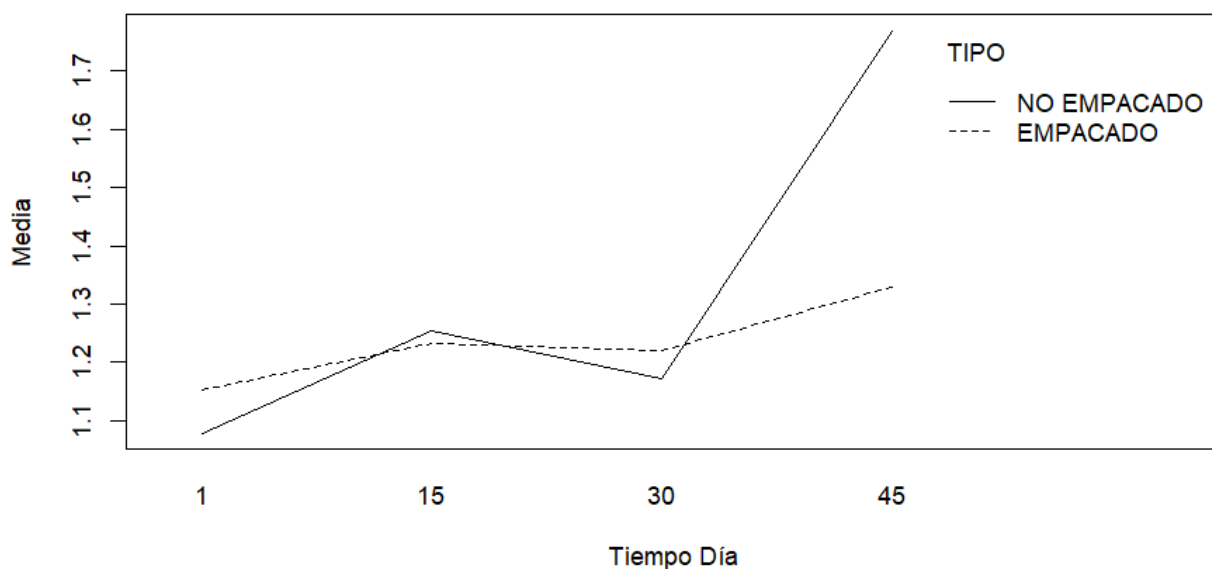


Elaboración propia.

El contenido de cenizas no mostró diferencias significativas entre los métodos de conservación ($F = 3,450$; $p = 0,07380$), lo que indica que el empaque al vacío no tiene un impacto directo en la composición mineral del pescado. Asimismo, el tiempo de almacenamiento no generó variaciones relevantes en esta variable ($F = 0,647$; $p = 0,59127$), con valores que oscilan entre 1,08% y 1,77%, sin una tendencia clara de cambio como lo indica el gráfico 2 (ver figura 2).

Figura 2.

Gráfico de los resultados ANOVA para la variable ceniza.



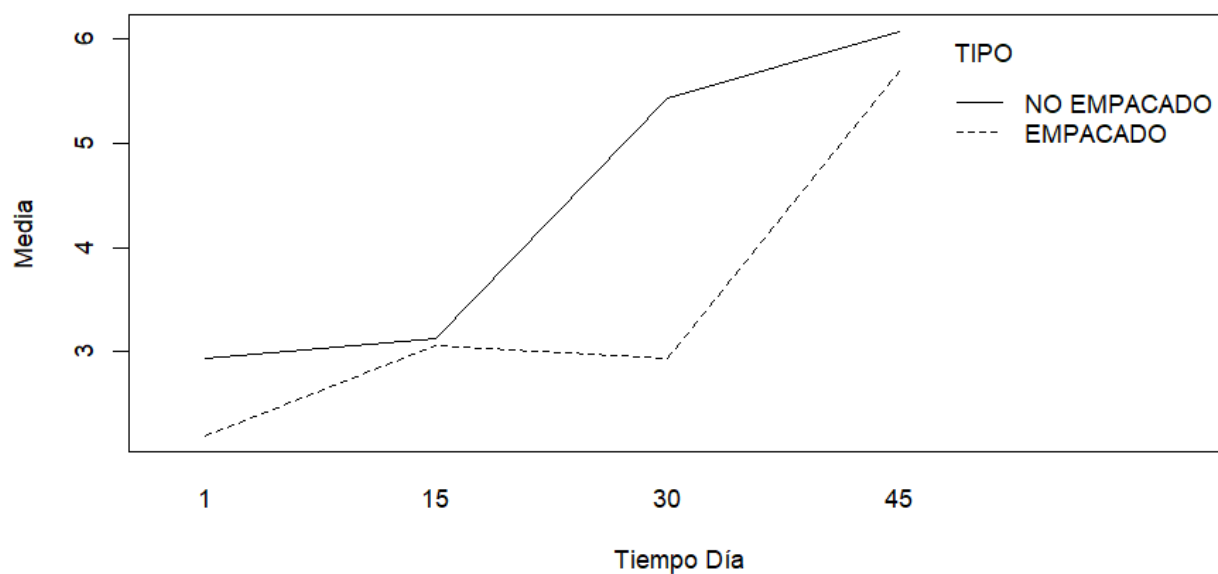
Elaboración propia.

El análisis del contenido de grasa evidenció que el tipo de empaque tiene un efecto altamente significativo ($F = 18,766$; $p = 0,000172$), lo que demuestra que la tilapia sin empaque experimenta un incremento más pronunciado en la concentración de grasa con el paso del tiempo. El período de almacenamiento también mostró un impacto considerable ($F = 6,531$; $p =$

0,001730), indicando que la cantidad de grasa varía de manera progresiva en ambas condiciones. La interacción entre el tipo de empaque y el tiempo fue significativa ($F = 6,379$; $p = 0,001968$), lo que refuerza la idea de que la acumulación de grasa depende de ambos factores. (ver figura 3).

Figura 3.

Gráfico de los resultados ANOVA para la variable grasa.



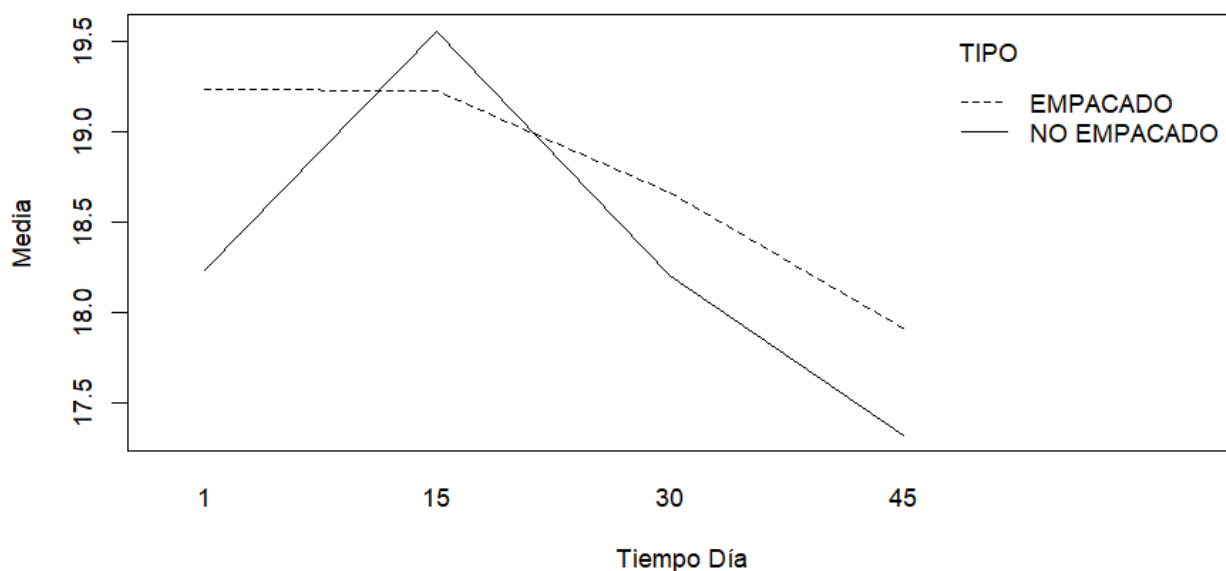
Elaboración propia.

El contenido proteico mostró diferencias significativas en función del tipo de empaque ($F = 5,556$; $p = 0,0256$), lo que sugiere que la técnica de conservación influye en la estabilidad de las proteínas. Sin embargo, el tiempo de almacenamiento no tuvo un impacto significativo sobre esta variable ($F = 2,325$; $p = 0,1376$), lo que indica que los niveles de proteínas permanecen relativamente constantes a lo largo del período evaluado. Aunque la interacción entre el tipo de empaque y el tiempo fue marginalmente significativa ($F = 2,325$; $p = 0,0963$), se evidencia que

el empaçado al vacío favorece la conservación de la proteína en comparación con el PSE (ver figura 4).

Figura 4.

Gráfico de los resultados ANOVA para la variable proteína.



Elaboración propia.

La interacción significativa entre el tipo de empaque y el periodo de almacenamiento sugiere que ambos factores desempeñan un papel crucial en la preservación de la calidad nutricional del pescado. Estos hallazgos respaldan la efectividad del empaçado al vacío como una estrategia óptima para minimizar la deshidratación, regular el contenido graso y conservar la composición proteica y mineral en mejores condiciones en comparación con el PSE.

Comprender cómo interactúan el método de empaçado y el tiempo de almacenamiento para optimizar las prácticas de conservación y garantizar producto de calidad hasta su consumo final.

En la tabla (Apéndice B) se observan datos como resultado del estudio de los filetes de tilapia roja, en diferentes tiempos y en condiciones de empacado y no empacado, con el objetivo de conocer el impacto en las propiedades físicas y la calidad nutricional, bajo estos parámetros. Esto es indispensable para determinar la vida útil del filete y garantizar la seguridad para los consumidores, cumpliendo con la normativa sanitaria vigente (ver tabla 2 y 3):

Los principales constituyentes de la composición química y microbiológica evaluados de acuerdo con el trabajo de laboratorio fueron:

Tabla 2.

Composición química evaluados de acuerdo al trabajo en laboratorio.

Composición química evaluados de acuerdo al trabajo de laboratorio fueron	
Humedad	Constituye la cantidad de agua presente en el filete
Cenizas	Representa el contenido mineral total
Grasas	Es la cantidad de lípidos presentes en la muestra.
Proteína	Aminoácidos esenciales con valor nutricional muy alto

Elaboración propia.

Tabla 3.

Composición microbiológica evaluadas de acuerdo al trabajo de laboratorio.

Composición microbiológica evaluadas de acuerdo al trabajo de laboratorio	
 fueron	
<i>RCT Escherichia coli</i>	<i>Nivel de una bacteria indicadora de contaminación fecal</i>
<i>RCT Staphylococcus aureus coagulasa positiva</i>	<i>Nivel de una bacteria que puede causar infecciones.</i>
<i>Detección de Salmonella spp</i>	<i>Grupo de bacterias causantes de enfermedades</i>
<i>Detección de Vibrio cholerae</i>	<i>Presencia de la bacteria causante del cólera</i>
<i>Elaboración propia.</i>	

Identificación presencia de microorganismos patógenos en la tilapia roja (*Oreochromis sp*) bajo diferentes condiciones de empaque al vacío y tiempo de almacenamiento con relación a la inocuidad del producto en la salud pública.

El análisis microbiológico de los tratamientos evaluados mostró que los recuentos de *Escherichia coli* se mantuvieron constantemente bajos y estables a lo largo del estudio, con valores que oscilaron entre 6 y 9 UFC/g. Esto sugiere la implementación de buenas prácticas de manipulación y conservación de la tilapia roja, lo que garantiza su calidad e inocuidad. Además, no se detectó la presencia de *Salmonella spp.* ni *Vibrio cholerae* en ninguna de las muestras analizadas. Estos resultados evidencian que, bajo las condiciones experimentales establecidas el producto cumple con los estándares de seguridad e inocuidad microbiológica y salud pública ofreciendo una mayor garantía higiénica para el consumidor.

Por otra parte, se evidenció la presencia de *Staphylococcus aureus coagulasa positiva*, en valores inferiores a los rangos establecido por el INVIMA como tóxicos, oscilando entre los 68 y los 73 en todas las muestras y períodos analizados. Para la dosis de la toxina estafilocócica necesaria para que un individuo enferme, la concentración que debe ser ingerida para causar IAE no se ha definido específicamente. Sin embargo, como referencia se asume un rango de 0,1 – 1,0 µg/kg. Estos niveles de toxina se alcanzan cuando se tiene una población de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénico $\geq 10^5$ UFC/g (Ministerio de la Protección Social, 2010).

De manera similar, diversos estudios han demostrado que el empaque al vacío desempeña un papel fundamental en la reducción del crecimiento microbiano, ya que limita la disponibilidad de oxígeno y, con ello, frena la proliferación de microorganismos aerobios. Esta propiedad de conservación ha sido ampliamente documentada destacándose el estudio de (Rodríguez Saucedo *et al.*, 2014; Suárez, 2016) donde se evidencia de manera clara y significativa la eficacia de esta técnica en la inhibición del desarrollo microbiano en los productos almacenados con este método prolongando su vida útil contribuye a mantener su calidad y seguridad, aspectos clave en la comercialización y aceptación del producto por parte de los consumidores.

Estos resultados tienen implicaciones relevantes para la salud pública, pues evidencian que el empaquetado al vacío, bajo condiciones controladas, mantiene los parámetros microbiológicos dentro de los límites aceptados por las normativas nacionales e internacionales. La técnica se consolida como una alternativa viable para garantizar la inocuidad del producto, disminuir la dependencia de conservantes químicos y abrir nuevas posibilidades de investigación en su combinación con agentes de biopreservación natural. (ver tabla 4).

Tabla 4.*Tabla de resultados microbiológicos.*

Tabla de Resultados Microbiológicos				
Muestra	<i>Escherichia coli</i> (RCT)	<i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva (RCT)	Detección de <i>Salmonella spp</i>	Detección de <i>Vibrio cholerae</i>
Día 1	Negativo/ 0	Negativo/ 70	Negativo/ 0	Negativo/ 0
Día 15	Negativo/ 0	Negativo/ 70	Negativo/ 0	Negativo/ 0
Día 30	Negativo/ 0	Negativo/ 71	Negativo/ 0	Negativo/ 0
Día 45	Negativo/ 0	Negativo/ 70	Negativo/ 0	Negativo/ 0

Elaboración propia.

Establecer las Preferencias del Consumidor de Tilapia Roja Empacada al Vacío Vs. sin Empaque, Según Apariencia, Frescura y Vida Útil.

Teniendo en cuenta el análisis anterior, surge además de la necesidad de entender cómo las nuevas tecnologías de conservación afectan la percepción del producto por parte de los consumidores finales. A pesar de que las condiciones de producción y el uso de tecnologías como el empaque al vacío pueden mejorar la calidad y la sustentabilidad de la tilapia roja; es esencial determinar si estas mejoras se reflejan en una mayor aceptación en el mercado. Estos aspectos son especialmente relevantes en una industria donde los consumidores relacionan la frescura y la calidad del producto con su seguridad alimentaria y valor gustativo.

Al evaluar las preferencias del cliente se busca determinar si el empaque al vacío ofrece una ventaja tangible en términos sensoriales y estéticos en comparación al PSE convencional. La presentación es uno de los primeros aspectos que el consumidor considerará al comprar alimentos; la frescura influye en su disposición para pagar más y en la percepción de calidad del

producto; y la durabilidad, que se refiere a cuánto tiempo permanece bueno antes de deteriorarse, puede influir directamente en su decisión de compra. Al comprender las preferencias del cliente de manera efectiva no solo se valida la eficiencia de las estrategias de fidelización de clientes adoptadas, sino que también se guían las decisiones relacionadas al negocio y la comercialización del producto.

A continuación, se presentan los datos y el estudio de las encuestas realizadas a consumidores finales que comparan sus preferencias entre la tilapia roja empacada al vacío y la tilapia sin empacar. El objetivo es determinar si el uso de tecnología se traduce en una ventaja competitiva en términos de aspecto visual fresca y durabilidad (ver tabla 5).

Tabla 5.

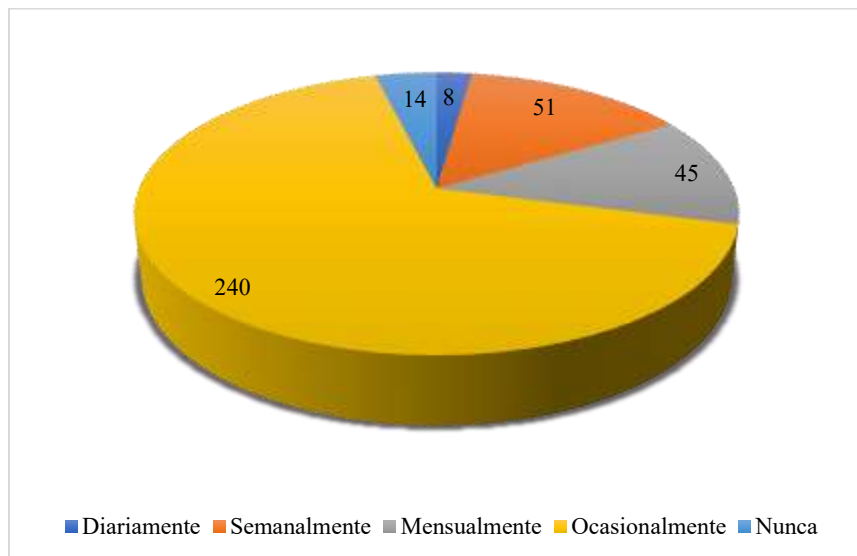
Frecuencia del consumo de Tilapia roja.

¿Con qué frecuencia consume tilapia roja?	
Frecuencia	Porcentaje
Diariamente	8
Semanalmente	51
Mensualmente	45
Ocasionalmente	240
Nunca	14
Total	358

Elaboración propia.

Figura 5.

Gráfico sobre la frecuencia de consumo de la Tilapia roja.



Elaboración propia.

El estudio de las respuestas sobre la frecuencia de consumo de tilapia roja reveló una clara inclinación hacia un consumo esporádico entre los encuestados en cuestión de 358 individuos consultados; la mayoría de ellos (240 personas aproximadamente un 67%) señaló consumir tilapia roja ocasionalmente en lugar de forma habitual. Este hallazgo resalta que, aunque este producto forma parte de la alimentación de un número considerable de personas consultadas no es un alimento que se consumen regularmente.

Entre aquellos que mantienen un patrón de consumo establecido en cuanto a la tilapia roja se refiere; alrededor de 51 encuestados (aproximadamente el 14.2%) la consumen semanalmente y 45 personas más (cerca del 12.6%) lo hacen de forma mensual. En conjunto estos grupos representan a 96 encuestados que equivalen alrededor del 27 % del total y que forman parte del segmento. Por último, únicamente 8 individuos aproximadamente el 2.3%,

indicaron consumir tilapia roja a diario; este grupo representa un consumo bastante frecuente pero poco común dentro de la población encuestada.

Por último, mencionaron que nunca han consumido tilapia roja aproximadamente 14 encuestados (que representa el 3, 90%). Esto sugiere que en general la tilapia roja no es un alimento desconocido para los consumidores ya que la mayoría la ha probado al menos una vez o la consume ocasionalmente.

De todo lo anterior se desprende que, aunque la tilapia roja no es un producto alimenticio de consumo habitual para la mayoría de las personas, hay quienes la incluyen en su dieta de vez en cuando y un grupo más reducido pero importante que la consume regularmente. Este patrón de consumo podría ser útil para desarrollar estrategias de marketing y promoción, como la diferenciación de productos mediante el empaqueo al vacío, con el objetivo de aumentar las ventas y fomentar un consumo más frecuente.

Tabla 6.

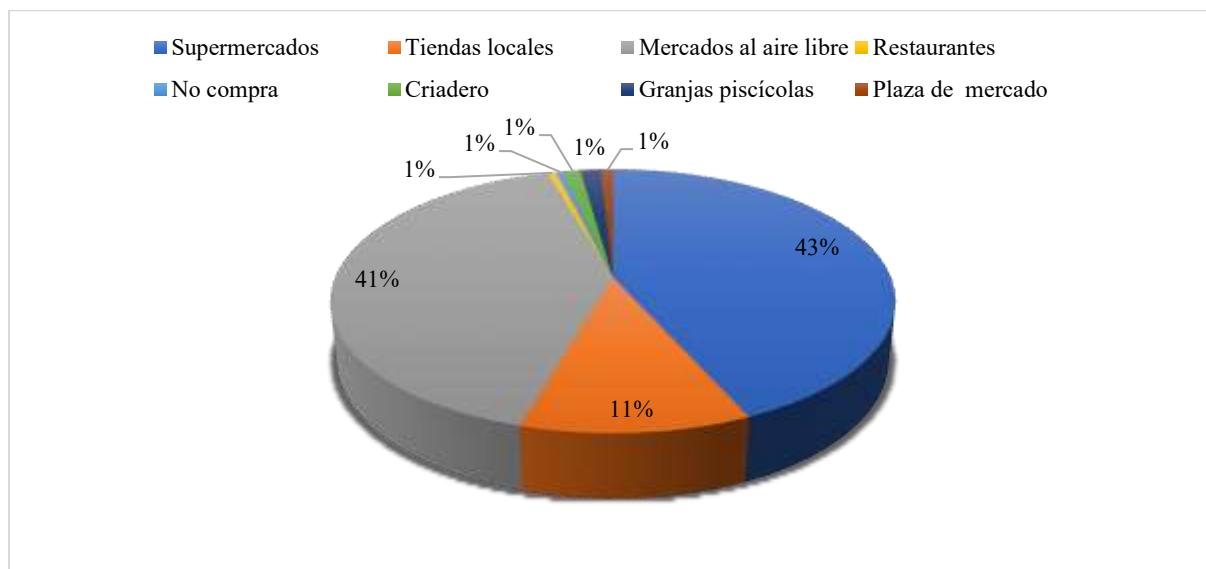
Lugares de compra elegidos por los encuestados para comprar la Tilapia roja.

¿Usualmente, dónde compra la tilapia roja?	
Supermercados	155
Tiendas locales	40
Mercados al aire libre	147
Restaurantes	2
No compra	2
Criadero	4
Granjas piscícolas	5
Plaza de mercado	3
Total	358

Elaboración propia.

Figura 6.

Gráfico sobre los lugares de compra elegidos por los encuestados para comprar la Tilapia roja.



Elaboración propia.

La investigación sobre los lugares de compra de tilapia roja reveló una clara preferencia por canales formales y fácilmente accesibles entre los consumidores encuestados. De un total de 358 participantes encuestados, aproximadamente el 43% indicó que compran tilapia roja en supermercados, mientras que cerca del 41% la adquieren en mercados al aire libre. Estos dos tipos de establecimiento concentran la mayor parte de las compras, lo que sugiere una tendencia a buscar el producto en lugares organizados que ofrezcan variedad y regularidad en su oferta.

Otros lugares de compra menos comunes incluyen tiendas locales (40 encuestados aproximadamente el 11%), seguidos por opciones más atípicas como granjas piscícolas (5 encuestados), criaderos (4 encuestados), y plazas de mercado (3 encuestados). La adquisición en restaurantes es mínima (2 encuestados), lo que sugiere que la tilapia roja no suele ser asociada al

consumo fuera del hogar o que el encuestado la percibe más como parte de un plato servido en un establecimiento que como una compra separada. Por otra parte, la categoría “No compra” (dos encuestados), confirma que prácticamente todos los participantes han adquirido o adquieran tilapia en algún momento.

Los datos indican que la mayoría de los compradores prefieren comprar tilapia roja en lugares donde hay una amplia variedad de productos y fácil acceso a ellos. Los supermercados y mercados al aire libre son los lugares más populares para adquirirlas debido a la disponibilidad constante del producto y la confianza que inspiran por su familiaridad. Estos hallazgos son clave para diseñar estrategias de distribución y marketing efectivas; especialmente si se pretende promocionar la tilapia empacada al vacío en lugares frecuentados por compradores (ver tabla 6)

Tabla 7.

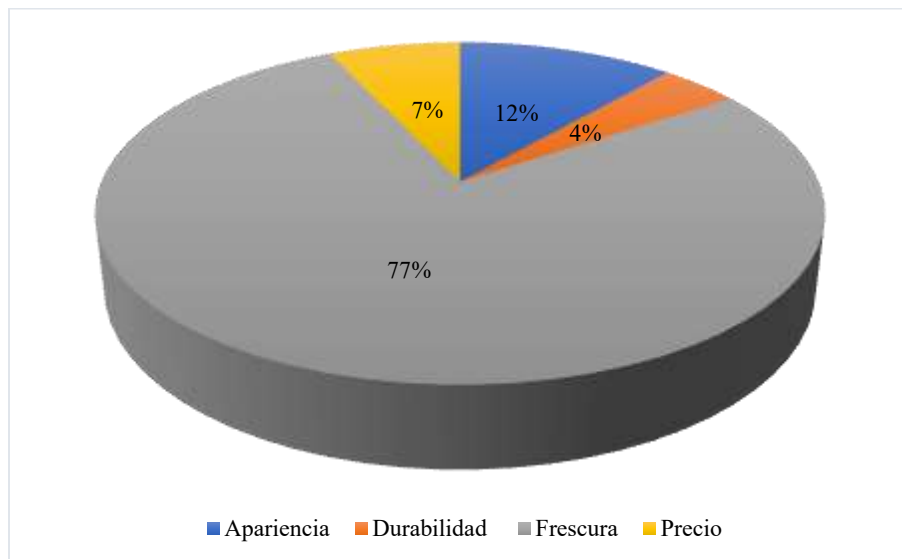
Aspectos importantes tenidos en cuenta al momento de comprar la Tilapia roja.

¿Qué aspecto considera más importante al comprar tilapia roja?	
Apariencia	41
Durabilidad	15
Frescura	277
Precio	25
Total	358

Elaboración propia.

Figura 7.

Gráfico sobre los aspectos importantes tenidos en cuenta al momento de comprar la Tilapia roja.



Elaboración propia.

El análisis de las opiniones sobre el aspecto más crucial al adquirir tilapia roja muestra que la frescura es de lejos el aspecto preferido por los consumidores. Estudios realizados en 358 encuestados revelaron que 277 (aproximadamente el 77%) consideraban la frescura como el factor determinante en su elección de compra. Esta conclusión indica que los consumidores priorizan la calidad inmediata del producto al asociar la frescura no solo al sabor sino también a la seguridad alimentaria y al valor nutricional.

La frescura sigue siendo el factor más determinante para los encuestados en un 11%, seguido de cerca por la apariencia en un distante segundo lugar según 41 encuestados en total. El aspecto visual inmediato que ofrece el producto es relevante a pesar de su menor influencia en comparación con la frescura. Los resultados muestran que la durabilidad es considerada menos

importante en términos relativos por aproximadamente el 4% de los encuestados. Esto sugiere que, aunque la longevidad del producto es valiosa, no superaría el interés mostrado por la frescura o la apariencia. Finalmente, y en última instancia, el costo (25 encuestados distribuidos en aproximadamente el 7%) se considerado un aspecto secundario al tomar decisiones de compra, lo que sugiere que los compradores están dispuestos a gastar más si perciben un producto como de mayor calidad y más fresco."

Estos hallazgos resaltan la importancia de la frescura como el aspecto que más valoran los consumidores al evaluar la calidad de la tilapia roja. La predominancia de este factor sugiere que las estrategias orientadas a resaltar o garantizar la frescura, como el uso de empaçado al vacío o métodos que prolonguen la vida útil del producto sin comprometer su estado, podrían tener una influencia positiva en la percepción del consumidor, incrementando así su predisposición a la compra y su satisfacción con el producto (ver tabla 7).

Tabla 8.

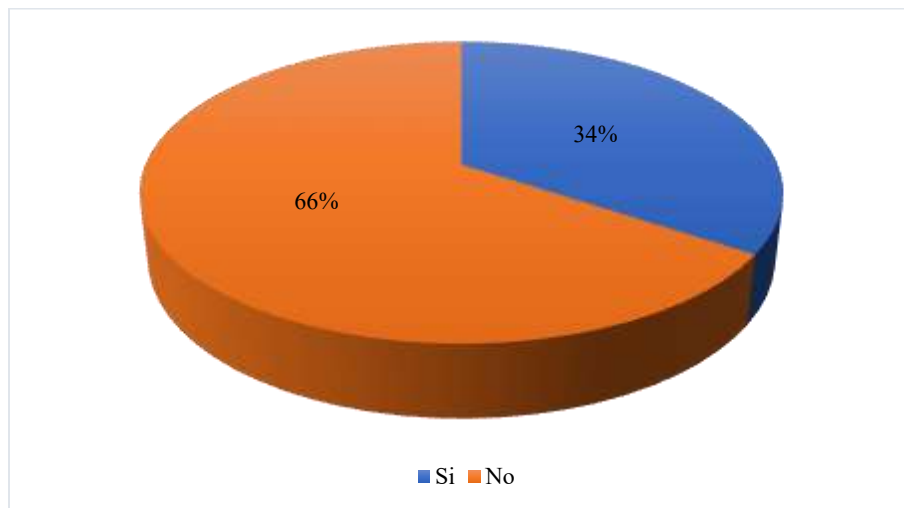
¿Ha comprado tilapia roja empaçada al vacío?

¿Ha comprado tilapia roja empaçada al vacío?	
Si	123
No	235
Total	358

Elaboración propia.

Figura 8.

¿Gráfico sobre interrogante si ha comprado tilapia roja empacada al vacío?



Elaboración propia.

La evaluación de las respuestas sobre la adquisición de tilapia roja empacada al vacío reveló que la mayoría de los encuestados -235 personas aproximadamente el 66%- nunca han comprado este producto en dicho formato; solo 123 encuestados -cerca del 34%- informaron haberlo adquirido anteriormente.

De acuerdo a estos resultados se infiere que a pesar de la presencia de tecnología de empacado al vacío en el mercado su aceptación entre los consumidores sigue siendo limitada. La mayoría de las personas que no han probado este tipo de empaque pueden deberse a varias razones; como la ausencia del producto en los sitios donde normalmente compran sus alimentos habituales o por desconocimiento de los beneficios que ofrece el empacado al vacío o simplemente por preferir la tilapia fresca sin empacar al vacío.

Por otro lado, La elección de tilapia empacada al vacío indica un grupo más receptivo y potencialmente interesado en la calidad y conservación del producto. Esto sugiere que mediante

estrategias adecuadas de información y promoción se podría incrementar la aceptación de esta presentación en el futuro (ver tabla 8)

Tabla 9.

Calificación otorgada a algunos aspectos de la tilapia roja empacada como: Textura, Apariencia del producto, Frescura, Durabilidad, Facilidad de almacenamiento

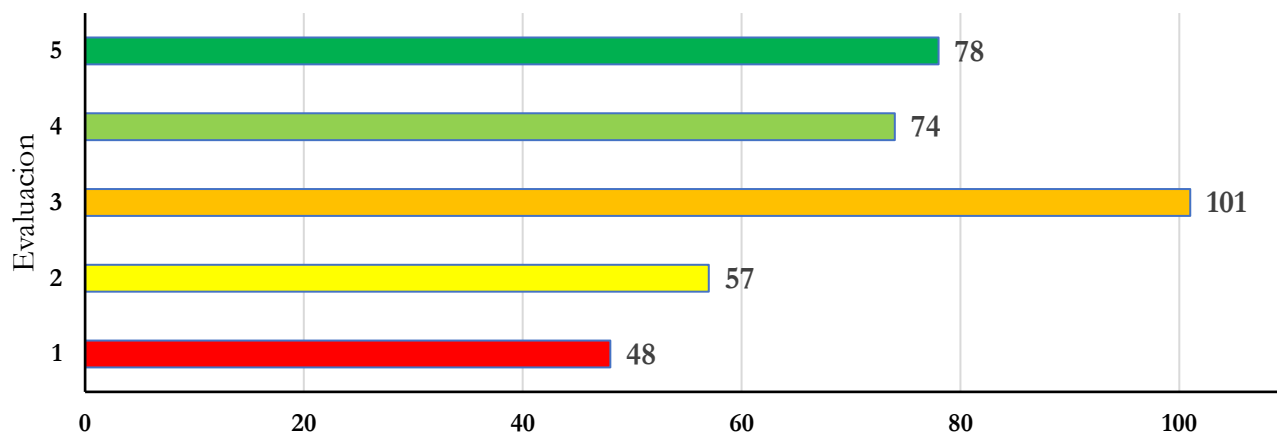
Si ha comprado tilapia roja, ¿Qué calificación les daría a los siguientes aspectos, textura, apariencia del producto, frescura, durabilidad, facilidad de almacenamiento en comparación con la tilapia sin empacar

Evaluación	Número de Personas
1	48
2	57
3	101
4	74
5	78
Total	358

Elaboración propia.

Figura 9.

Gráfico sobre la calificación otorgada a algunas características de la tilapia roja empacada. Textura, Apariencia del producto, Frescura, Durabilidad, Facilidad de almacenamiento



Elaboración propia.

Numero de Personas

El estudio de las opiniones sobre la tilapia roja empacada al vacío en comparación a la tilapia sin empaque donde se evaluaron las siguientes características como: Textura, Apariencia del producto, Frescura, Durabilidad, Facilidad de almacenamiento muestra una ligera preferencia hacia el producto empacado según los datos recopilados de 358 personas encuestadas. De ellos, 48 individuos dieron la calificación más baja posible a los 5 aspectos (equivalente al 13%), mientras que 57 otorgaron una calificación de 2 representando un total del 29 % de valoraciones negativas. En contraste, 101 encuestados aproximadamente el 28%, optaron por una calificación más alta. Optaron por una calificación promedio del 28%, lo que podría entenderse como una postura neutral o sin cambios significativos percibidos.

Las calificaciones más altas fueron dadas por el 21 % de los encuestados que otorgaron un 4 y el 22 % que asignaron la calificación máxima de 5. En conjunto las calificaciones positivas (entre 4 y 5), representan el 43 % de los encuestados superando al 29 % que dio puntuaciones bajas (de 1 a 2). Esta discrepancia señala que muchos consumidores consideran que la tilapia empacada al vacío ofrece mejoras o ventajas en términos de aspectos como la apariencia fresca y durabilidad en comparación a la tilapia sin empaque. Los resultados sugieren una percepción generalmente positiva hacia la tecnología de empacado al vacío a pesar de que hay un grupo minoritario que no percibe cambios significativos (ver tabla 9)

Tabla 10.

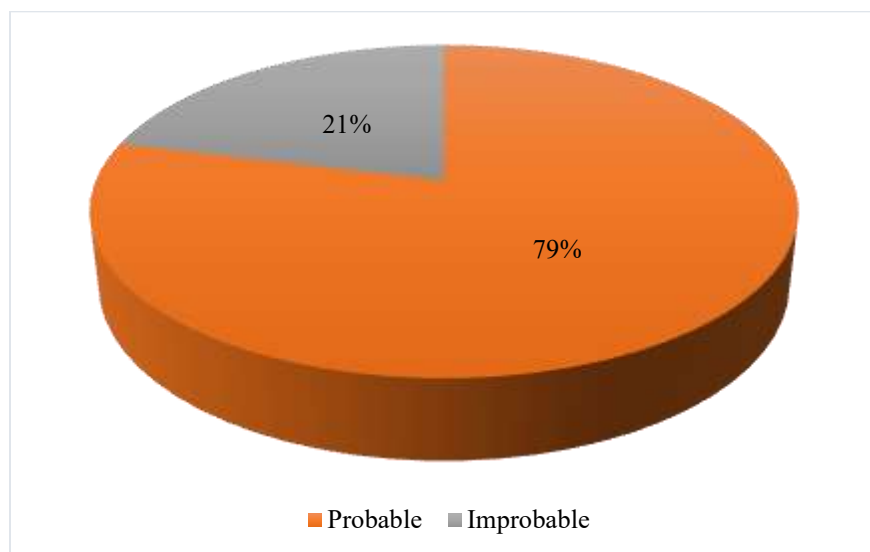
Probabilidad de compra de tilapia roja empacada.

¿Qué tan probable es que compre tilapia roja empacada al vacío en el futuro?	
Probable	97
Improbable	26
Total	123

Elaboración propia.

Figura 10.

Gráfico sobre la probabilidad de compra de tilapia roja empacada.



Elaboración propia.

Los resultados de la investigación sobre las intenciones de compra futuras entre los encuestados que han comprado tilapia roja empacada al vacío indican una inclinación positiva

hacia repetir la experiencia de compra anteriormente realizada por un grupo de 123 personas que adquirieron este producto en dichas condiciones; 97 de ellos expresaron que es probable volver a comprarla, lo que representa aproximadamente el 79%. Estos datos sugieren una elevada satisfacción o al menos una percepción suficiente del valor del producto para considerar su adquisición nuevamente.

Por el contrario, solamente el 21% de los encuestados (26 personas) indican que es poco probable que vuelvan a comprar tilapia empacada al vacío. Esta baja proporción sugiere que una vez que los clientes prueban el producto, suele convertirse en un hábito fijo de la mayoría de ellos.

Estos datos sugieren que, aunque la tilapia empacada al vacío no tiene una penetración mayoritaria en el mercado inicialmente; aquellos que han probado este producto parecen estar dispuestos en su mayoría a seguir consumiendo en el futuro. De esta forma el método de empacado al vacío parece dejar una buena impresión y fidelizar a los clientes; lo cual podría ser la base para estrategias comerciales dirigidas a atraer nuevos consumidores y consolidar la preferencia de quienes ya han probado este producto en esta presentación (ver tabla 10).

Tabla 11.

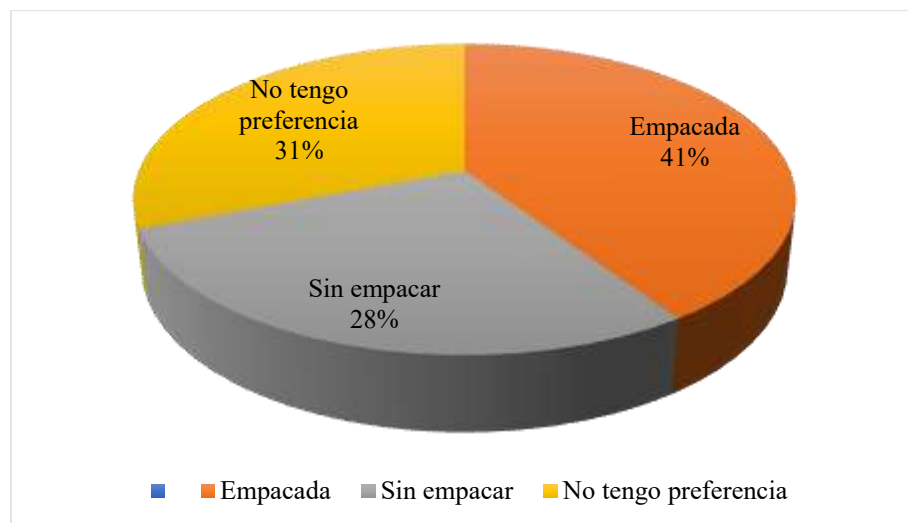
Preferencia de los encuestados por la tilapia roja empacada o sin empacar.

¿Prefiere comprar tilapia roja empacada al vacío o sin empacar?	
Empacada	50
Sin empacar	35
No tengo preferencia	38
Total	123

Elaboración propia.

Figura 11.

Gráfico sobre la preferencia de los encuestados por la tilapia roja empacada o sin empacar.



Elaboración propia.

El estudio sobre las preferencias de compra de la tilapia roja empacada al vacío reveló que la mayoría de las personas muestran una preferencia por esta opción en particular. De un total de 123 encuestados se observó que 50 de ellos prefieren la tilapia empacada al vacío en comparación a los 35 que prefieren el producto sin empaque. Adicionalmente se encontró que 38 encuestados no tienen una preferencia clara entre ambas presentaciones del producto.

Estos hallazgos indican que cuando los consumidores prueban la tilapia empacada al vacío por primera vez tienden a apreciarla de manera positiva en comparación con la opción convencional. Aunque un grupo considerable no muestra una preferencia clara, la mayoría de los consumidores que prefieren el producto empacado sugiere que esta tecnología podría ser una alternativa atractiva que brinda valor al comprador. Este entendimiento podría mejorar y reforzarse mediante tácticas de comunicación y educación que destaquen los beneficios que

proporcionan el empaçado al vacío en cuanto a la presentación del producto y su frescura y durabilidad (ver tabla 11)

Tabla 12.

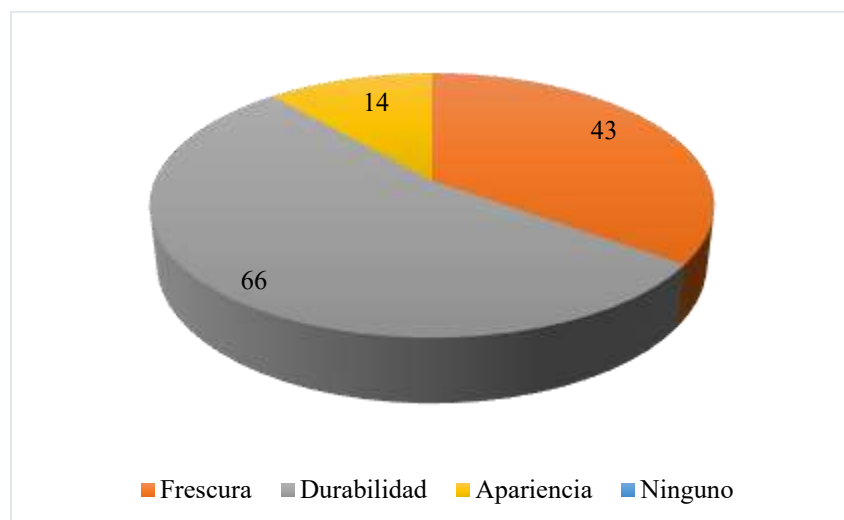
Cambios en la tilapia roja empaçada con respecto a la tilapia roja sin empaçar.

¿Qué cambios, si alguno, ha notado en la calidad de la tilapia roja empaçada al vacío comparada con la sin empaçar?	
Frescura	43
Durabilidad	66
Apariencia	14
Ninguno	0
Total	123

Elaboración propia.

Figura 12.

Gráficos de los cambios en la tilapia roja empaçada con respecto a la tilapia roja sin empaçar.



Elaboración propia.

La evaluación de las opiniones sobre la tilapia roja empacada al vacío reveló que la mayoría de los compradores que han probado este artículo notan mejoras positivas en comparación a la versión sin empacar. De un grupo de 123 encuestados, 66 personas (alrededor del 54%) resaltan la resistencia como el principal aspecto renovado, apuntando a una mayor durabilidad y la capacidad de conservar el producto por más tiempo sin que su calidad se vea afectada. 43 compradores adicionales (aproximadamente el 35%) resaltaron la frescura del PEV en comparación al método tradicional para mantener sus características organolépticas de manera más eficiente. Por otro lado, 14 encuestados (alrededor del 11%) mencionaron una mejora en la apariencia del producto indicando que se ve visualmente más atractivo y bien preservado. Los entrevistados no mencionan que no haya habido cambios en absoluto; esto respalda la noción de que el empacado al vacío proporciona beneficios tangibles para los consumidores y destaca especialmente la durabilidad y frescura del producto como aspectos fundamentales a considerar al evaluar su calidad (ver tabla 12).

Tabla 13.

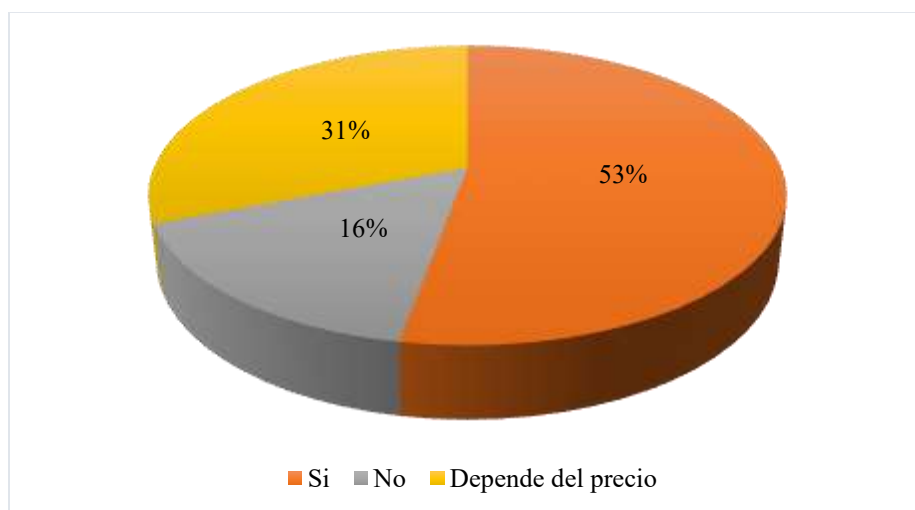
Disposición de los encuestados de pagar más por la tilapia roja empacada.

¿Estaría dispuesto a pagar más por tilapia roja empacada al vacío si garantiza mayor frescura y durabilidad?	
Si	65
No	20
Depende del precio	38
Total	123

Elaboración propia.

Figura 13.

Gráfico sobre la disposición de pago por tilapia empacada.



Elaboración propia.

El examen de la disposición para pagar un extra por la tilapia roja empacada al vacío reveló una respuesta generalmente positiva entre aquellos que ya han probado el producto en esta presentación anteriormente. De los 123 encuestados, 65 de ellos, aproximadamente el 53%, estarían dispuestos a desembolsar más dinero, siempre y cuando se les garantice mayor frescura y durabilidad del producto. Este resultado sugiere que hay una parte importante del mercado que valora las mejoras proporcionadas por el empaquetado al vacío lo suficiente como para justificar un aumento en el precio.

Por otro lado, como punto relevante de discusión se encontró que alrededor de 20 encuestados equivalentes al 16% manifestaron su negativa a desembolsar una cantidad superior aun cuando se les garantiza una mayor frescura y resistencia; esto da indicios de la presencia de un segmento de consumidores más sensibles al aspecto del precio y menos inclinados a invertir en mejoras que perciben como no esenciales o que no justifican el costo adicionalmente

asociado. En última instancia señalaron aproximadamente 38 individuos lo cual representa el 31%, que su disposición a abonar un precio superior estaría condicionada por la magnitud específica del aumento propuesto. Este conjunto de condiciones está dispuesto a considerar la propuesta; sin embargo, necesita una conexión evidente entre el incremento del precio y el beneficio esperado indicando que la razón detrás del costo adicional debe ser clara y persuasiva.

El análisis de los datos de las encuestas relacionadas al segundo objetivo sobre las preferencias de los consumidores entre la Tilapia Roja empacada al vacío y sin empacar según su aspecto de apariencia fresca y durabilidad indica que la fresca es el factor clave a la hora de comprar el producto para la mayoría de los compradores; independientemente de que tan familiarizados estén previamente con la tilapia, estos atribuyen mayor importancia a la

fresca sobre otros aspectos como la apariencia o durabilidad. Estos factores benefician a la tilapia empacada al vacío ya que los clientes que han experimentado con este tipo de presentación reconocen que este método ayuda a mantener o realzar estos elementos importantes: en especial la durabilidad es destacada por encima de la fresca y la apariencia en menor medida.

Aunque el porcentaje de consumidores que ha comprado tilapia empacada al vacío es menor al de quienes nunca la han adquirido, quienes sí la han probado manifiestan una alta propensión a volver a comprarla. Además, entre estos mismos consumidores se observa una preferencia por la tilapia empacada al vacío con respecto a la sin empaque, fundamentada en la percepción de mayor durabilidad y mantenimiento de la fresca, lo que sugiere que la tecnología de empaque influye positivamente en la percepción de calidad. La ausencia total de respuestas indicando la falta de cambios en la calidad al comparar el producto empacado con el sin empaque refuerza esta idea.

El interés en pagar un precio más alto por la tilapia empacada al vacío cuando se garantiza frescura y durabilidad destaca el valor añadido que los consumidores perciben en este tipo de empaque. Más del 50% de los encuestados que han adquirido este formato estarían dispuestos a invertir un extra en él; esto muestra una relación directamente proporcional entre la percepción de mayor frescura y durabilidad y la valoración económica del producto.

Aunque la frescura es más importante que la apariencia en términos de influencia en los consumidores, aun así, el empaque al vacío desempeña un papel importante al contribuir a una presentación más atractiva que puede influir en las preferencias del consumidor.

Además, se destaca la durabilidad como el principal beneficio del empaque al vacío, ya que permite conservar el producto por más tiempo sin que pierda calidad significativamente.

En general sugieren que el empacado al vacío favorece la aceptación del producto en el mercado. Los compradores que han probado este tipo de presentación perciben mejoras evidentes en resistencia y frescura y están dispuestos a valorar estos beneficios aumentando su disposición para adquirirlo e incluso aceptando un costo más elevado. Aunque no todos los consumidores han probado la tilapia empacada al vacío inicialmente, en el mercado es evidente su potencial de crecimiento a medida que más personas la prueban y valoran positivamente en comparación a la tilapia sin empaque.

Este análisis respalda la idea de que adoptar esta tecnología puede brindar una ventaja competitiva en términos de calidad percibida, satisfacción del cliente y valor agregado en el mercado (ver tabla 13).

Conclusiones

El empaçado al vacío ha demostrado ser una técnica altamente efectiva para resolver el problema de pérdida de calidad post-cosecha, preservando las propiedades nutricionales de la carne de tilapia roja durante el almacenamiento y respondiendo a la necesidad de los productores de acceder a mercados más exigentes.

El estudio evidencia que el empaçado al vacío preserva las propiedades nutricionales de la tilapia roja, al mismo tiempo garantiza su inocuidad microbiológica, cumpliendo con los estándares de salud pública. Esto posiciona a esta tecnología como una alternativa sostenible a los métodos de conservación tradicionales que dependen en mayor medida de conservantes químicos, abriendo camino hacia estrategias de biopreservación que respondan a las demandas actuales de alimentos seguros y naturales.

Si bien se observó un incremento en el contenido de grasa en ambas condiciones, este aumento fue notablemente menos pronunciado en la tilapia empaçada al vacío. Esto sugiere que esta técnica de conservación, además de ser eficaz para minimizar la oxidación lipídica, que puede comprometer el sabor y la calidad del producto, también contribuye a preservar la calidad nutricional de la carne. En consecuencia, el empaçado al vacío se establece como un método clave para prolongar la vida útil y asegurar la calidad de la carne de tilapia roja, lo que representa un valor añadido tanto para la industria alimentaria como para los consumidores.

La implementación de la técnica de empaçado al vacío no solo mejoró la aceptación del producto en el mercado, sino que también contribuyó a una percepción más favorable de frescura y calidad entre los consumidores. Al garantizar una prolongada frescura y reducir la percepción de deterioro en comparación con la tilapia sin empaque, esta técnica se posiciona como un factor

relevante en la preferencia del consumidor. Estos resultados sugieren que el empaque al vacío no solo se traduce en beneficios directos en la calidad del producto, sino que también fortalece el posicionamiento de la tilapia roja en un mercado cada vez más competitivo.

La adopción de tecnologías innovadoras en el sector rural, como el empaçado al vacío y el sistema BTF, ha demostrado tener un impacto positivo significativo en la eficiencia productiva de la piscicultura de tilapia roja. Estas tecnologías, además de mejorar la calidad y la frescura del producto, contribuyen a una reducción notable del impacto ambiental. Al optimizar el uso de recursos hídricos y minimizar la generación de residuos, la implementación de estas prácticas sostenibles promueve un modelo de producción más responsable y alineado con los objetivos de sostenibilidad en la acuicultura

A pesar de los evidentes beneficios que ofrecen estas tecnologías, los pequeños productores enfrentan importantes desafíos debido a los costos iniciales elevados y la necesidad de capacitación para su implementación efectiva. Estas barreras limitan la capacidad de adopción de innovaciones que podrían mejorar su competitividad y sostenibilidad. Por lo tanto, es crucial establecer mecanismos de apoyo técnico y financiero que faciliten la incorporación de nuevas tecnologías en la producción de tilapia roja, asegurando que más productores puedan beneficiarse de las ventajas asociadas, lo que, a su vez, contribuiría a un sector pesquero rural más robusto y sostenible.

Recomendaciones

El proyecto propone una serie de recomendaciones para maximizar los beneficios y abordar los desafíos relacionados en la aplicación de tecnologías como el empacado al vacío y el sistema BTF en la producción de tilapia roja. Estas sugerencias están dirigidas tanto a productores como consumidores y actores clave en el desarrollo de la acuicultura en Colombia, buscando promover prácticas sustentables y elevar la competitividad del sector.

Se sugiere fortalecer los programas de formación técnica destinados a los productores agrícolas focalizándose en el uso de tecnologías como BTF y empacado al vacío. Estos programas deben abarcar la capacitación en el manejo de equipos especializados y en el tratamiento del agua y control sanitario; enfatizando la optimización de la operación y la reducción de los costos iniciales de implementación. Adicionalmente se requiere disponer de un soporte técnico constante que permita solventar problemas operativos y garantizar el éxito continuado de estas tecnologías.

Es esencial impulsar tácticas de marketing que destaquen las bondades del empacado al vacío como la frescura del producto mejorada y su mayor durabilidad y atractivo visual. Dichas estrategias publicitarias deberían centrarse en informar al consumidor acerca de las ventajas que ofrece esta tecnología y resaltar el valor extra que aportan, lo cual motivaría una mayor predisposición a la compra y un mayor reconocimiento del producto en el mercado.

Se recomienda promover la creación de colaboraciones estratégicas entre pequeñas y medianas empresas para facilitar el acceso a recursos y tecnologías avanzadas en la industria agroalimentaria.

Se sugiere impulsar medidas gubernamentales que impulsen la sostenibilidad en la acuicultura mediante estímulos para adoptar tecnologías avanzadas. Estos incentivos podrían involucrar subvenciones para la compra de maquinaria especializada y programas de investigación y desarrollo en la industria, además de regulaciones que respaldan técnicas de producción respetuosas del medio ambiente.

Es esencial realizar estudios de mercado más completos para comprender mejor las preferencias de los consumidores en diversas regiones y ajustar las estrategias de producción y marketing según las características específicas de cada mercado en particular. Asimismo, se recomienda promover investigaciones futuras sobre la combinación del empacado al vacío con agentes de biopreservación natural, como extractos de plantas locales con propiedades antimicrobianas o cultivos protectores, para desarrollar sistemas de conservación integrales que maximicen la vida útil del producto mientras se mantienen los estándares de inocuidad y se reduce el impacto ambiental.

Es fundamental integrar los hallazgos de esta investigación en los programas de desarrollo rural territorial, diseñando estrategias de transferencia tecnológica que consideren las particularidades socioculturales y productivas de las comunidades piscícolas de Aguachica. La adopción escalonada de estas tecnologías debe articularse con políticas públicas locales que fomenten la asociatividad, el acceso a financiamiento blando y la comercialización conjunta, transformando la actividad piscícola tradicional en un eje de desarrollo económico territorial sostenible. Esta articulación entre innovación tecnológica y desarrollo comunitario permitirá no solo mejorar los ingresos de los productores, sino también fortalecer la seguridad alimentaria y la gobernanza local en el territorio.

Estas recomendaciones tienen como objetivo fortalecer el uso de tecnologías innovadoras como herramientas fundamentales para el crecimiento competitivo y sustentable del sector acuícola en Colombia.

Referencias

- Aguilera-Díaz, MM (2005). Aguachica: municipio agroindustrial del Cesar. Capítulo 3. Aguachica: municipio agroindustrial del Cesar. Pág.: 108-181.
<https://repositorio.banrep.gov.co/items/c49761af-5dac-4d44-a238-d2cdfa2e77ab>
- Ahmad, I., Babitha Rani, AM, Verma, AK y Maqsood, M. (2017). Tecnología Biofloc: una vía emergente en la salud y nutrición de los animales acuáticos. *Acuicultura internacional*, 25, 1215-1226. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10499-016-0108-8>
- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. RePEc: Research Papers in Economics. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.288998>
- AOAC International. (2012). Official methods of analysis of AOAC International (19.^a ed., Vol. 1). AOAC International.
<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
- AOAC International. (2019). Official Methods of Analysis of AOAC International (21.^a ed.). AOAC International. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis/>
- APHA science and evidence review 2021*. (2022, 23 agosto). GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/publications/apha-annual-science-review/apha->
- Araujo, J. C. (2010). Empacado de Alimentos. Mexico: Editorial Trillas
- Arévalo Torres, P. D., & Urrego Guevara, G. A. (2021). Diseño del Programa Gestión Ambiental para la Estación Piscícola las Brisas ubicada en la ciudad de Villavicencio, Meta. Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional USTA.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/37049>

Ariza, F. G., & Rodriguez, E. M. (2019). Tecnología Biofloc (BFT), una alternativa sostenible para el desarrollo de la acuicultura: revisión. *Ingeniería y Región*, 21, 2-11.

<https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/1841>

Association of Official Analytical Chemists. (2012). Official methods of analysis of AOAC International (19th ed.). AOAC International, aspects of vacuum packaging: A review. *International Journal of Food Science and*

<https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1819676>

Avnimelech Yoram, D.-S. P. (2015). *Biofloc Technology - A Practical Guidebook*. Louisiana, United States: World Aquaculture Society.

https://www.researchgate.net/publication/308052605_Biofloc_technology_A_practical_guide_book_The_World_Aquaculture_Society

Barbosa-Cánovas, G. V., Fontana Jr., A. J., Schmidt, S. J., & Labuza, T. P. (2007). *Water activity in foods: Fundamentals and applications*. Blackwell Publishing / Institute of Food Technologists. <https://experts.umn.edu/en/publications/water-activity-in-foods-fundamentals-and-applications>

Barrios, G. E. R., Farfán, L. B., & Figueroa, J. C. (2021). Caracterización de la piscicultura en Santander. Estudio aplicado en Bajo Simacota, El Carmen de Chucurí, San Vicente de Chucurí y Barrancabermeja. <https://doi.org/10.18566/978-628-500-010-2>

Bejarano Cujar, M. A., & Sánchez Bona, E. D. (2024). Comercialización de la tilapia roja (*Oreochromis spp*) en el departamento del Meta [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional USTA. <https://hdl.handle.net/11634/56289>

Bonilla Hernández, M. D., & Cantero Pérez, M. J. (2021). Plan de negocio para la creación de una empresa productora y comercializadora de filetes de tilapia 'Filetes B&C' [Trabajo de

- grado, Universidad de Córdoba]. Repositorio Institucional Universidad de Córdoba.
https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/4724/Moises%20Bonilla-Manuel%20Cantero_Creacion%20de%20empresa_Trabajo%20de%20grado.pdf
- Bregnalle, J. (2015). Introducción a los sistemas modernos de recirculación de la acuicultura.
<http://openknowledge.fao.org/items/9acf1b11-d027-4ef8-a60f-a115b0735753>
- Brito Brito, S. G., García Jaramillo, G. M., & Esther, T. J. L. (2019) Formulación de un plan para el diseño de un sistema de producción acuícola de tilapia roja para campesinos de la zona rural de Almapoque, municipio de Fonseca, La Guajira.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/30783>
- Brú-Cordero, S. B., Buelvas, V. M., Ayazo-Genes, J. E., Atencio-García, V. J., & Pardo-Carrasco, S. C. (2017). Bicultivo en biofloc de cachama blanca-Piaractus brachyomus-y tilapia nilótica-Oreochromis niloticus-alimentadas con dietas de origen vegetal. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 64(1), 44-60.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-29522017000100005
- Cala-Delgado, D. L., Alvarez-Rubio, N. C., & Cueva-Quiroz, V. A. (2023). Effect of the aeration system on water quality parameters and productive performance of red tilapia (Oreochromis sp.) grown in a biofloc system. Revista Brasileira de Zootecnia, 52.
<https://doi.org/10.37496/rbz5220230036>
- Castillo, F.L. 1994. La historia genética e hibridación de la Tilapia Roja. Ediciones Ideal. Cali. Colombia, pp. 236. https://catalogo.unillanos.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=640&shelfbrowse_itemnumber=116832
- Chávez Solís, C. E. (2020). Evaluación microbiológica y organoléptica de filetes de tilapia tratados con tres tipos de conservantes (Bachelor's thesis, Universidad Estatal

- Amazónica). <https://repositorio.unicartagena.edu.co/entities/publication/4313dc9b-9dda-4cd4-9ac9-74b46406df84>
- Collazos-Lasso, L. F., & Arias-Castellanos, J. A. (2015). Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT): Una alternativa para la piscicultura en Colombia. *Orinoquia*, 19(1), 77–86. <https://www.redalyc.org/pdf/896/89640816007.pdf>
- Cortés, R. P. (2018). La Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Revista De Derecho Ambiental*, 10, 99. <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2018.52077>
- De Castro, M. L., & Priego-Capote, F. (2010). Soxhlet extraction: Past and present panacea. *Journal of chromatography A*, 1217(16), 2383-2389. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967309016884>
- Diaz-Cano, M., & López-Barrera, E. A. (2019). El factor cultural en el Manejo Integrado Costero: Conflicto entre actividad portuaria y pesca artesanal en Colombia. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/6067>
- Dolcemáscolo, J. E (2020). gestión ambiental aplicada a la acuicultura. <https://ri.itba.edu.ar/entities/tesis%2520de%2520maestr%25C3%25ADa/269de7a6-e396-4808-bd6b-faaa85988ba9/full>
- FAO y OPS. (2017). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/FAO-countries/Uruguay/docs/PANORAMA_2017.pdf
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020: La sostenibilidad en acción. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/ca9229es/CA9229ES.pdf>

FAO. (2021) El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura - Sistemas al límite. (2021). In FAO e-books.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d6cdccdc-9f9e-4abc-b2d1-78d0351ffc37/content>

FAO. (2024). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024: Hacia una transformación azul en la pesca y la acuicultura. FAO. <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-report-global-fisheries-and-aquaculture-production-reaches-a-new-record-high/es>

FAO. 2022. Versión resumida de El estado Mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación Azul. Roma, FAO. <http://openknowledge.fao.org/items/92319005-6232-450f-8c75-4d4fcf24720d>

García Gualdron, G. A. (2025). Mejoramiento de la vida útil de un producto alimenticio optimizando la aplicación de empaque al vacío.

García. R. B. M. (2017). Implementación de buenas prácticas de manejo, para los piscicultores de Cocorná, Antioquia, para una actividad sostenible.

<https://repository.usta.edu.co/items/122d44a1-f310-4bbc-9cd7-3eaab238265f>

Garduño, C. R., González, M. I., & García, J. R. (2003). Evaluación del crecimiento de tilapia en diferentes sistemas de cultivo. *Revista Mexicana de Acuicultura*, 18(1), 45-55.

<https://noesis.uis.edu.co/bitstreams/9957621a-584f-4a69-925c-1df322e1b0c7/download>

Giraldo, P. A. M. (2019). Sostenibilidad Ambiental En Los Sistemas De Producción Familiar.

<https://repository.unad.edu.co/jspui/handle/10596/28327?locale=en>

Gonzales Molina, L., Ganoza Chozo, F., Prieto Dueñas, C., Alvarez Veliz, J., García Valladares, J., Corasma Bartolo, R., & Barreto Meza, J. (2023). Cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* en sistema de floculo bacteriano–Biofloc.

<https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/8271>

González-Díaz, J. E., Sánchez-González, J. A., Ochoa-De-Arco, E., & Sánchez-Valbuena, I. (2019). Modelo de explotación pesquera sostenible como apuesta productiva: caso Moñitos-Córdoba-Colombia. *Saber, Ciencia y Libertad*, 14(1), 179-189.

<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/saber/article/view/5221>

Gunes, E., Kose, A., & Karadag, S. (2020). Vacuum packaging as a food preservation technique: A review. *Food Control*, 112, 107100. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107100>

Harris, D. C. (2015). *Análisis químico cuantitativo* (3.^a ed.).

https://books.google.com.ec/books?id=H-_8vZYdL70C&printsec=copyright

Hassoun, A., Jagtap, S., Garcia-Garcia, G., Trollman, H., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., ... & Câmara, J. S. (2023). Food quality 4.0: From traditional approaches to digitalized automated analysis. *Journal of Food Engineering*, 337, 111216.

Hernández Mancipe, L. E., Londoño Velez, J. I., Hernández García, K. A., & Torres Hernández, L. C. (2019). Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14(1), 70-99.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072019000100070

Horwitz, W., & Latimer, G. W., Jr. (Eds.). (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (18^a ed.).

https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005

Huet, M. 1978. alimentación y crecimiento de las tilapias. *Tratado de Piscicultura*, 2da Edición. Madrid. pp: 177 – 189. <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971086002.pdf>

- Intriago, L., Talledo, V., Arteaga, R., Pazmiño, A., & Cuenca-Nevárez, G. (2023). Análisis de la inhibición de microorganismos proteolíticos en filetes de tilapia roja (*Oreochromis spp*) conservados con propóleo (*Apis mellifera* Linnaeus). *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 38(2), 17–32. <https://doi.org/10.17163/lgr.n38.2023.02>
- Jaramillo Fuentes, M. J. (2023). Análisis de la producción acuícola del cultivo de tilapia roja (*Oreochromis Spp*) en tres municipios de la subregión norte del Departamento del Magdalena durante el año 2020. <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/items/d35b23d0-7376-40bf-8381-7d059eb82f62>
- Jaramillo Pedrozo, E. (2023). Análisis sobre la cadena de valor: problemática de la explotación de la tilapia y comercio con España y Colombia. https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/29629/JARAMILLOPEDRO_ZOERNESTO.pdf?sequence=1
- Jung, S., Rickert, D. A., Deak, N. A., Aldin, E. D., Recknor, J., Johnson, L. A., & Murphy, P. A. (2003). Comparison of Kjeldahl and Dumas methods for determining protein contents of soybean products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80, 1169-1173. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11746-003-0837-3>
- Kirk, S., & Sawyer, R. (1991). *Pearson's composition and analysis of foods* (No. Ed. 9, pp. 708). <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2726050>
- Kumar Dara, P. (2021). Extraction and characterization of myofibrillar proteins from different meat sources: A comparative study. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 6(1). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2369969821000360>
- López Cáceres, M. K., Ortiz Espinosa, Z. V., & García Duarte, M. V. (2021). Tecnologías orientadas al empaque para conservación e inocuidad de carne de pescado.

<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/2a15858d-3520-4734-b065-206f2c8bddbf>

Luthria, DL (2008). Influencia de las condiciones experimentales en la extracción de compuestos fenólicos de hojuelas de perejil (*Petroselinum crispum*) mediante un extractor de líquido presurizado. *Química de alimentos*, 107 (2), 745-752.

https://www.researchgate.net/publication/43263088_Influence_of_experimental_conditions_on_the_extraction_of_phenolic_compounds_from_parsley_Petroselinum_crispum_flakes_using_a_pressurized_liquid_extractor

Mancipe, L. E. H., Velez, J. I. L., García, K. a. H., & Hernández, L. C. T. (2019). Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. *CES Medicina Veterinaria Y Zootecnia*, 14(1), 70–99.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072019000100070

Mazo Mesa, M. (2021). Sistemas de acuaponia artesanal y eficiencia productiva de trucha en sistemas de recirculación en tanques circulares de geomembrana (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).

<https://repository.unilasallista.edu.co/items/63308216-cde9-4374-bdd4-8c42d2c3013a>

MeatChefTools. (2024). Conservando la frescura: Lo esencial del almacenamiento de carne al vacío. <https://meatcheftools.com>

Mei, J., Ma, X., & Xie, J. (2019). Review on natural preservatives for extending fish shelf life. *Foods*, 8(10), 490. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6835557/>

Méndez-Martínez, Y., Pérez-Tamames, Y., Torres-Navarrete, Y. Y., & Reyes-Pérez, J. J. (2018). Estado Del Arte Del Cultivo De Tilapia Roja En La Mayor De Las Antillas. *Biocencia*, 20(2), 15–24. <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971086002.pdf>

Ministerio de Agricultura. (2015). Programa de Transformación Productiva. Obtenido de Plan de Negocio Sectorial de la Piscicultura en Colombia.

https://fedeaqua.org/files/plannegociopiscicola2015_1.pdf

Ministerio De Agricultura. (21 de 05 de 2020). Cadena de la Acuicultura - SIOC - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Ministerio de la Protección Social. (2010). Evaluación de riesgos de Staphylococcus aureus enterotoxigénico en alimentos preparados no industriales en Colombia. Ministerio de la Protección Social.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Er-staphylococcus.pdf>

Montesinos, M., Ramos, D., Klauer, B., & Chong, J. (2021). Agenda de innovación del sector pesca y acuicultura.

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/PNIPA_15f30dc8e81437de61994d8a70ab7269

Moreau, Y., Martínez-Palacios, C. A., & Ross, L. G. (2005). Tilapia: Biología y cultivo. En C. E. Hernández (Ed.), Manual de acuicultura tropical (pp. 353–387). Universidad Autónoma de Nuevo León. [https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-](https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf)

[TILAPIA-CIDEA.pdf](https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf)

Moreno, L. T. (2018). La pesca e los pescadores artesanales en Colombia. PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho, 19(2).

<https://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/5514>

- Mosse, J. (1990). Nitrogen-to-protein conversion factor for ten cereals and six legumes or oilseeds. A reappraisal of its definition and determination. Variation according to species and to seed protein content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(1), 18-24.
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf00091a004>
- Nielsen, S. S. (Ed.). (2017). *Food Analysis Laboratory Manual* (3.^a ed.). Springer.
http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/88429/1/10.1007_978-3-319-44127-6.pdf
- Nielsen, SS (Ed.). (2010). *Análisis de Alimentos*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=475484>
- Noriega-Salazar, A., Rivas-Salazar, D., Silva-Acuña, R., & Hurtado, E. 2020. Crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapia roja con dietas suplementadas de vitaminas C y E. *CIENCIA UNEMI*, 13(34), 16-27. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol13iss34.2020pp16-27p>
- Parra, E. R. C., Alarcón, G. G. L., Cárdenas, G. O. Z., & Silva, V. R. O. (2024). Análisis Económico Financiero de un Emprendimiento para la producción y Comercialización de Tilapia Roja en la Parroquia Jimbitono Cantón Morona. *Polo del Conocimiento*, 9(8), 528-541. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/7711/pdf>
- Parvez, S., Rahman, M. S., & Biswas, S. K. (2021). Vacuum packaging and food preservation: A sustainable approach to reducing food waste. *Environmental Sustainability*, 14(4), 512-519.
- Peña Ruiz, L. A., & Sánchez De La Peña, W. A. (2021). Estudio de factibilidad para implementar sistemas de recirculación acuícola (RAS) aplicado a la tilapia roja en los departamentos del Tolima y Huila, disminuyendo los impactos ambientales en fuentes hídricas producidos por la piscicultura convencional (Doctoral dissertation, Corporación

Universitaria Minuto de Dios). <https://repository.uniminuto.edu/items/4e483de7-26d3-48dc-b63f-61196745f0ea>

Piccoli, R. H. (2008). Bacterial ecology of tilapia fresh fillets and some factors that can influence their microbial quality. *Food Science and Technology*, 28, 863-867.

<https://www.scielo.br/j/cta/a/NVydgjRKPmpGd8fkKnzQZMh/?lang=en>

Piñeros-Roldan, A. J., Gutiérrez-Espinosa, M. C., Lapa-Viana, M., & Coelho-Emerenciano, M. G.

(2020). Aireación en la tecnología Biofloc (BTF): principios básicos, aplicaciones y perspectivas. *Revista Politécnica*, 16(31), 29-40.

<https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1638>

Prada Riaño, L. C. (2015). Estado del arte en tecnología de producción piscícola en Colombia. *Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(10), 1747-1759.

<https://ciencia.lasalle.edu.co/bitstreams/294b241c-575a-4e95-87da-7a1254dc1264/download>

Prosky, L., Asp, NG, Furda, I., Devries, J. W., Schweizer, TF y Harland, BF (1985).

Determinación de la fibra dietética total en alimentos y productos alimenticios: estudio colaborativo. *Revista de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales*, 68 (4), 677-679.

https://www.researchgate.net/publication/42540380_Determination_of_total_dietary_fiber_CODEX_definition_by_Enzymatic-Gravimetric_method_and_liquid_chromatography

Ríos, R. (2012). *Cartilla Practica para el Cultivo de Tilapia (Oreochromis sp.)*. 32. Ciudad de Panamá, Panamá: Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá.

<https://arap.gob.pa/wp-content/uploads/2024/10/Cartilla-practica-para-el-cultivo-de-tilapia-compressed.pdf>

Rodríguez Garzón, D. (2024). Manual de exportación para las microempresas piscícolas en Colombia. Universidad Piloto de Colombia.

<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/13976/TESIS%20FINAL%20duber%20rodriguez%20.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Rodríguez Saucedo, R., Rojo-Martínez, G., Martínez Ruiz, R., Piña-Ruiz, H. H., Ramírez-Valverde, B., Vaquera Huerta, H., & Cong Hermida, M. (2014). Envases Inteligentes Para La Conservación De Alimentos Smart Packaging for Food Preservation. *Ra Ximhai*, 10(10), 151–173. <http://www.redalyc.org/pdf/461/46132135012.pdf>

Rueda Barrios, G. E., Bohórquez Farfán, L., & Reyes Figueroa, J. C. (2021). Caracterización de la piscicultura en Santander. Estudio aplicado en Bajo Simacota, El Carmen de Chucurí, San Vicente de Chucurí y Barrancabermeja.

<https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/9782?show=full>

Rueda-Barrios, G., Bohórquez-Farfán, L., Reyes-Figueroa, J. C., & Gómez-Díaz, D. (2019). Diagnóstico de las unidades productivas en el sector piscícola de Santander (Colombia). *Diagnóstico*, 40(28). Rural Con Piscicultura, En El Municipio De Acacias, Meta.

Sanabria, Y. A. P. (2016). Historia de la Acuicultura en Colombia. *Revista AquaTIC*, (37). <https://revistaespacios.com/a19v40n28/a19v40n28p25.pdf>

Ruiz, J. (2022, 21 julio). La pesca y la acuicultura colombiana: sectores fuertes, resilientes y retadores – Aunap. <https://www.aunap.gov.co/visual-composer-10845/>

Rumbado Matin, E. J. (2011). Preelaboracion Y Conservacion De Pescados, Crustáceos Y Moluscos. España: Editorial:

[https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=NVi6EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=Rumbado+Matin,+E.+J.+\(2011\).+Preelaboracion+Y+Conservacion+De+Pescados,](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=NVi6EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=Rumbado+Matin,+E.+J.+(2011).+Preelaboracion+Y+Conservacion+De+Pescados,)

[+Crust%C3%A1ceos+Y+Moluscos.+Espa%C3%B1a:+Editorial:+Ic&ots=TSJi3_b0q0&sig=fQntBOGtPZGcIhmjxTliay0oPz0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](#)

Salazar, S., Uribe, E., Aguilar, C., & Klotz, B. (2011). Bioconservación de pescado fresco empacado al vacío mediante la utilización de extractos antimicrobianos de bacterias ácido lácticas. *Alimentos Hoy*, 20(24), 8-22. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/1276/1039/2358>

Sampieri, R. H. (2018). *Metodología De La Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa Y Mixta*. Mcgraw Hill México. <https://bellasartes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf>

Sánchez, V., & Martínez, G. (2022). El impacto del empaque al vacío en la vida útil de de productos frescos. *Food Packaging and Shelf Life*, 29, 100879. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100879>

Sanchez, Y. D. Q., Portillo, S. S., Colina, E. B., Del Rosario Salazar Sanchez, M., Florez, L. F. P., & Martinez, I. H. (2024). Evaluación de la producción de tilapia roja (*oreochromis sp*) criados con tecnología biofloc. *Revista EIA*, 21(42). <https://doi.org/10.24050/reia.v21i42.1761science-and-evidence-review-2021>

Suarez, E. (2016). *Calidad Fisicoquímica Y Microbiológica De Dos Especies De Pescados Dulceacuícolas Comercializados En El Municipio De Sincelejo – Colombia*. 76. <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstreams/8e75163c-f0e1-4d12-8bf2-b3b07ba17f11/download> .

Talon, R., Leroy, S., & Joffraud, J. J. (2017). Emballage sous vide et sécurité alimentaire: influence sur la conservation de produits alimentaires périssables. *Revue des sciences et*

technologies de l'alimentation, 50(1), 32-47.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/67045/gagarciagua.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tavares, J., Martins, A., Fidalgo, L. G., Lima, V., Amaral, R. A., Pinto, C. A., ... & Saraiva, J. A. (2021). Fresh fish degradation and advances in preservation using physical emerging technologies. *Foods*, 10(4), 780. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/4/780>

TerriData. (s. f.). TerriData :: DNP. Departamento Nacional de Planeación.

<https://terridata.dnp.gov.co/>

Van Soest, PV, Robertson, JB, y Lewis, BA (1991). Métodos para la fibra dietética, la fibra detergente neutra y los polisacáridos no amiláceos en relación con la nutrición animal. *Journal of Dairy Science* , 74 (10), 3583-3597.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030291785512>

Vargas, M. F. V., Carvajal, M. X. Q., Díaz, L. M. V., & Pardo, R. y. R. (2022). Encapsulación de probióticos: alternativa tecnológica para mejorar el cultivo de tilapia. En Universidad de La Sabana. <https://doi.org/10.5294/978-958-12-0607-0>

Vázquez Correa, Á. (2021). Innovación tecnológica en los métodos de conservación de alimentos.

<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/26780/1/250178.pdf>

Vera Junco, A. A. (2023). Producción y comercialización de la tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*) en la Provincia de Los Ríos (Bachelor's thesis, Babahoyo: Utb, 2023).

<https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14893>

Verdezoto Duche, W. L. (2017). Análisis de la vida útil de la tilapia “*Oreochromis*” con empaque al vacío, Centro de Acopio Guaslán Ministerio de Agricultura, Ganadería,

Acuicultura y Pesca–2015 (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Vergara Narváez, A. J., & Oviedo Soto, O. D.. (2022). Piscicultura en Sucre: un acercamiento a la capacidad productiva del sector en el departamento. *Dictamen Libre*, 31: Julio-Diciembre, 65-78. <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.31.9771>

Vilas-Boas, L. A., Monteiro, C. P., & da Silva, J. A. (2018). Microbiological and chemical aspects of vacuum packaging: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(12), 2839-2846.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/67045/gagarciagua.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yu, D., Wu, L., Regenstein, J. M., Jiang, Q., Yang, F., Xu, Y., & Xia, W. (2020). Recent advances in quality retention of non-frozen fish and fishery products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(10), 1747-1759.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30924360/>

Apéndices

Apéndice A.

Encuesta aplicada.



1. ¿Con qué frecuencia consume tilapia roja?

Diariamente

Semanalmente

Mensualmente

Ocasionalmente

Nunca

2. ¿Dónde compra usualmente la tilapia roja?

Supermercados

Tiendas locales

Mercados al aire libre

Otros:

3. ¿Qué aspecto considera más importante al comprar tilapia roja?

(Marque solo una opción)

Frescura

Apariencia

Durabilidad

Precio

Otros:

4. ¿Ha comprado tilapia roja empacada al vacío?

SI

NO

5. Si ha comprado tilapia empacada al vacío, ¿Qué calificación les daría a los siguientes aspectos en comparación con la tilapia sin empacar?

(1 = Muy malo, 5 = Excelente)

Características	1	2	3	4	5
Textura					
Apariencia del producto					
Frescura					
Durabilidad					
Facilidad de almacenamiento					

6. ¿Qué tan probable es que compre tilapia roja empacada al vacío en el futuro?

Muy probable

Probable

No estoy seguro

Poco probable

Nunca

7. ¿Prefiere comprar tilapia roja empacada al vacío o sin empacar?

Empacada al vacío

Sin empacar

No tengo preferencia

8. ¿Qué cambios, si alguno, ha notado en la calidad de la tilapia roja empacada al vacío comparada con la sin empacar?

(Marque todas las que apliquen)

Mejor apariencia

Mejor frescura

Mayor durabilidad

No he notado ninguna diferencia

Otros:

9. ¿Estaría dispuesto a pagar más por tilapia roja empacada al vacío si garantiza mayor frescura y durabilidad?

SI

NO

Depende del precio

10. ¿Le gustaría agregar algún comentario adicional sobre su preferencia por la tilapia empacada al vacío o sin empacar?

Apéndice B.

Resultados bromatológicos y microbiológicos de las muestras estudiadas.

Numero de muestras		Humedad	Ceniza	Grasa	Proteína	RCT Escherichia coli	RCT Staphylococcus aureus coagulasa positiva	Detección Salmonella spp	Detección de Vibrio cholerae
Muestra 1 Día 1 Pescado empacado	M1D1BE	77,00	1,16	2,37	19,47	9	70	0	0
Muestra 2 Día 1 Pescado empacado	M2D1BE	76,90	1,30	1,90	19,90	9	69	0	0
Muestra 3 Día 1 Pescado empacado	M3D1BE	77,40	1,10	2,10	19,40	9	70	0	0
Muestra 4 Día 1 Pescado empacado	M4D1BE	77,80	1,10	2,50	18,60	8	68	0	0
Muestra 5 Día 1 Pescado empacado	M5D1BE	78,00	1,10	2,10	18,80	9	69	0	0
		77,42	1,15	2,19	19,23				
		0,43	0,08	0,21	0,47				
Muestra 1 Día 15 Pescado empacado	M1D15BE	76,47	1,24	2,44	19,85	8	70	0	0
Muestra 2 Día 15 Pescado empacado	M2D15BE	77,38	1,26	2,86	18,50	8	70	0	0
Muestra 3 Día 15 Pescado empacado	M3D15BE	74,78	1,16	5,16	18,90	9	71	0	0
Muestra 4 Día 15 Pescado empacado	M4D15BE	77,30	1,20	2,40	19,10	8	73	0	0
Muestra 5 Día 15 Pescado empacado	M5D15BE	76,52	1,30	2,42	19,76	8	70	0	0
		76,49	1,23	3,06	19,22				
		0,94	0,05	1,07	0,51				
Muestra 1 Día 30 Pescado empacado	M1D30BE	77,80	1,20	2,50	18,50	8	70	0	0
Muestra 2 Día 30 Pescado empacado	M2D30BE	76,70	1,13	3,35	18,82	8	71	0	0
Muestra 3 Día 30 Pescado empacado	M3D30BE	76,90	1,30	3,40	18,40	8	70	0	0
Muestra 4 Día 30 Pescado empacado	M4D30BE	77,56	1,22	2,52	18,70	8	77	0	0
Muestra 5 Día 30 Pescado empacado	M5D30BE	76,90	1,25	2,95	18,90	8	69	0	0
		77,17	1,22	2,94	18,66				
		0,43	0,06	0,39	0,19				
Muestra 1 Día 45 Pescado empacado	M1D45BE	75,18	1,31	5,60	17,91	7	70	0	0
Muestra 2 Día 45 Pescado empacado	M2D45BE	75,90	1,17	5,23	17,70	7	74	0	0
Muestra 3 Día 45 Pescado empacado	M3D45BE	74,52	1,48	5,93	18,07	8	74	0	0
Muestra 4 Día 45 Pescado empacado	M4D45BE	74,50	1,30	5,80	18,10	6	71	0	0
Muestra 5 Día 45 Pescado empacado	M5D45BE	74,33	1,38	5,91	17,80	7	71	0	0
		74,89	1,33	5,69	17,92				
		0,58	0,10	0,26	0,15				
Muestra 1 Día 1 Pescado no empacado	M1D1NE	77,00	1,18	2,73	19,09	8	70	0	0
Muestra 2 Día 1 Pescado no empacado	M2D1NE	78,08	0,93	4,77	16,22	8	70	0	0
Muestra 3 Día 1 Pescado no empacado	M3D1NE	77,90	1,18	2,13	18,79	8	71	0	0
Muestra 4 Día 1 Pescado no empacado	M4D1NE	77,70	1,12	2,52	18,66	8	70	0	0
Muestra 5 Día 1 Pescado no empacado	M5D1NE	78,05	0,98	2,55	18,42	8	70	0	0
		77,75	1,08	2,94	18,24				
		0,40	0,10	0,94	1,03				
Muestra 1 Día 15 Pescado no empacado	M1D15NE	76,05	1,53	3,32	19,10	8	71	0	0
Muestra 2 Día 15 Pescado no empacado	M2D15NE	76,18	1,19	2,74	19,89	8	70	0	0
Muestra 3 Día 15 Pescado no empacado	M3D15NE	76,21	1,16	3,37	19,26	8	70	0	0
Muestra 4 Día 15 Pescado no empacado	M4D15NE	75,54	1,09	3,64	19,73	7	71	0	0
Muestra 5 Día 15 Pescado no empacado	M5D15NE	76,30	1,30	2,60	19,80	8	70	0	0
		76,06	1,25	3,13	19,56				
		0,27	0,15	0,40	0,32				
Muestra 1 Día 30 Pescado no empacado	M1D30NE	75,04	1,13	5,95	17,88	8	70	0	0
Muestra 2 Día 30 Pescado no empacado	M2D30NE	75,63	1,16	5,00	18,21	9	70	0	0
Muestra 3 Día 30 Pescado no empacado	M3D30NE	75,01	1,17	5,92	17,90	7	71	0	0
Muestra 4 Día 30 Pescado no empacado	M4D30NE	75,52	1,10	5,18	18,20	8	70	0	0
Muestra 5 Día 30 Pescado no empacado	M5D30NE	74,80	1,30	5,10	18,80	8	70	0	0
		75,20	1,17	5,43	18,20				
		0,32	0,07	0,42	0,33				
Muestra 1 Día 45 Pescado no empacado	M1D45NE	74,67	1,15	5,96	18,22	8	70	0	0
Muestra 2 Día 45 Pescado no empacado	M2D45NE	74,68	1,95	6,34	17,12	8	70	0	0
Muestra 3 Día 45 Pescado no empacado	M3D45NE	74,80	1,89	5,99	17,32	7	70	0	0
Muestra 4 Día 45 Pescado no empacado	M4D45NE	74,90	1,96	6,30	16,84	8	70	0	0
Muestra 5 Día 45 Pescado no empacado	M5D45NE	75,20	1,90	5,80	17,10	8	70	0	0
		74,85	1,77	6,08	17,32				
		0,19	0,31	0,21	0,48				

Apéndice 1.

Evidencia fotográfica.



Elaboración propia.

Nota. Estanque tradicional para cría de tilapia roja.



Elaboración propia.

Nota. Estanque tradicional para cría de tilapia roja



Elaboración propia.

Nota. Preparación del estanque para el cultivo de tilapia roja.



Elaboración propia.

Nota. Llenado y maduración.



Elaboración propia.

Nota. Prueba de calidad del agua de los estanques con estudiantes de la Universidad Popular del Cesar



Elaboración propia.

Nota. Prueba de calidad del agua de los estanques con estudiantes de la Universidad Popular del Cesar



Elaboración propia.

Nota. Prueba de calidad del agua de los estanques con estudiantes de la Universidad Popular del Cesar



Elaboración propia.

Nota. Tanque de maduración del agua



Elaboración propia.

Nota. Toma de muestras



Elaboración propia.

Nota. Toma de muestras



Elaboración propia.

Nota. Captura para sacrificio



Elaboración propia.

Nota. Pesaje de tilapia roja



Elaboración propia.

Nota. Refrigeración y almacenamiento sin empaque de la tilapia roja



Elaboración propia.

Nota. Empaque y almacenamiento al vacío de la tilapia roja



Elaboración propia.

Nota. Tilapia empacada al vacío




Elaboración propia.

Nota. Aplicación de la entrevista a los productores de tilapia roja

Apéndice 2.

Acta de inicio.

 Universidad Cooperativa de Colombia	ACTA DE INICIO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Código: Versión: Fecha:
--	---	--

Acta de Inicio	INV3355	Fecha de Inicio
		30/01/2023

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO			
Convocatoria:	Mediana Cuantía Año 30/01/2023		
Sedes Participantes	Sede Bucaramanga		
Título del proyecto:	EFECTOS DEL EMPACADO Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL, ORGANOLÉPTICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA TILAPIA ROJA (OREOCHROMIS SP) EN UN SISTEMA CON TECNOLOGÍA BIOFLOC <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #1a3d4d; color: white;">Duración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">24</td> </tr> </tbody> </table>	Duración	24
Duración			
24			
Grupos de investigación participantes:	Grupo de Investigación en Ciencia Animal – GRICA UCC		
Programa Académico al que le tributa el proyecto	Med.Veterinaria Zootecnia (C)		
Objetivo Desarrollo Sostenible (ODS*)	2 - HAMBRE CERO		
*Objetivo de desarrollo sostenible al que le aporta el proyecto. http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html			

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO
Evaluar los efectos del empacado al vacío y tiempo de almacenamiento en la calidad final de la tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>) obtenida de un sistema productivo biofloc

3. PARTICIPANTES				
ROL DE LOS INTEGRANTES	IDENTIFICACIÓN N°	NOMBRE COMPLETO	SEDE	DEDICACIÓN SEMANAL
Co - Investigador	13741180	NELSON CALA MORENO	Sede Bucaramanga - Medicina Veterinaria y Zootecnia	4,00

Co - Investigador	1.095.794.821	INGRIS YOHANA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ	Villagrim Docente UNAD Aguachica	6,00
Investigador Principal	1098689619	DANIEL CALA DELGADO	Sede Bucaramanga - Medicina Veterinaria y Zootecnia	6,00
Estudiante	266	NO APLICA NO APLICA	Sede Bucaramanga - Medicina Veterinaria y Zootecnia	6,00

4. RECURSOS DEL PROYECTO

ENTIDADES	TIPO APORTACIÓN	TOTAL
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA	FINANCIACION (ESPECIE)	39.720.000,00
UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA	FINANCIACION (EFECTIVO)	40.000.000,00

5. COMPROMISOS

Cant.	PRODUCTOS
1	UN(1) DOCUMENTO PROPUESTA INCORPORACIÓN AL CURRÍCULO, Prácticas académicas
1	UN (1) DOCUMENTO QUE DETERMINE EL IMPACTO QUE SE CONSEGUIRÁ CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO EN LOS TÉRMINOS QUE CORRESPONDA: ECONÓMICOS, AMBIENTALES, TECNOLÓGICOS Y CULTURALES
1	UN (1) Artículo publicado en revista que se encuentra en el cuartil dos (entre el 74.9% y el 50% inferior de ISI [SCI y SSCI] o SCOPUS. (ART_A2)
1	UN(1) Eventos científicos con componente de apropiación
1	UNA(1) Dirección o co-dirección o tutor de trabajo de grado de Pregrado

5.1 EL INVESTIGADOR PRINCIPAL Y CO-INVESTIGADORES SE COMPROMETEN A:

- Cumplir con los objetivos generales y específicos del proyecto.
- Cumplir con los cronogramas, resultados y compromisos. (Publicaciones científicas, formación de estudiantes, presentación de ponencias en congresos, realización de eventos, entre otros).
- Presentar a la Dirección de Investigación informes de avances, o a la mitad del tiempo aprobado para el desarrollo del proyecto, así como un informe final al terminar la ejecución del proyecto, de acuerdo a los formatos establecidos, con las evidencias de los productos académicos, los resultados y los impactos del proyecto. Estos informes deben venir acompañados de la relación gastos de los recursos otorgados a la fecha.
- Cumplir con las condiciones aprobadas en la propuesta de investigación.
- Responsabilizarse por los equipos y material bibliográfico utilizados para el desarrollo de la investigación que sean adquiridos por la Universidad Cooperativa de Colombia con presupuesto aprobado al proyecto.
- Todas las compras y gastos se registrarán bajo las normas y procedimientos establecidos por la Universidad Cooperativa de Colombia.

5.2 OBLIGACIONES DE LOS PARTICIPANTES. Además de cumplir diligentemente los deberes inherentes a su trabajo en el proyecto, especialmente se comprometen a:

- Guardar la reserva de la información de cualquier índole que sea suministrada o que se conozca en desarrollo de las actividades del proyecto, salvo cuando tengan autorización previa y escrita del responsable del mismo.
- No gestionar ni presentar proyecto alguno que tenga relación directa o indirecta con el que colaboraron, aún después de su desvinculación del proyecto, cuando con tal divulgación se violen derechos sobre la propiedad intelectual.
- No reclamar derechos sobre la propiedad intelectual cuando se retiren voluntaria o estatutariamente antes de la culminación del proyecto.

5.3 CAUSALES DE RETIRO. El retiro podrá ser voluntario o podrá ser motivado por el incumplimiento de las obligaciones de una de las partes.



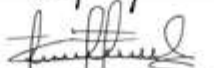
5.4 CONSTANCIAS. Todos los participantes conocen el Estatuto de Propiedad Intelectual de la Universidad de Cooperativa de Colombia.

Las modificaciones que surjan durante el desarrollo de la actividad deberán constar expresamente y anexarse a la presente acta.

Por tratarse de una obra colectiva y en virtud a la financiación aprobada para el desarrollo del proyecto, el investigador principal cede los derechos patrimoniales de autor a la Universidad Cooperativa de Colombia sobre los avances y productos finales, y adquiere como obligación, hacer firmar a co-investigadores y demás participantes que se vinculen al presente proyecto, contrato de cesión de derechos patrimoniales de autor sobre la producción creativa que desarrollen bajo su orientación y según el plan trazado. De conformidad con los artículos 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 14 del Reglamento de Propiedad Intelectual de la universidad, se reconocen los derechos morales que les correspondan a los autores.

Se entiende como confidencial cualquier información escrita, oral o visual, resultado de la investigación y que se considere protegible por el derecho de autor, la propiedad industrial, o que se trate de información institucional que sea definida por la Universidad como privilegiada, y sobre la cual los participantes en el desarrollo del proyecto están obligados a mantener en reserva. En el caso de bienes patentables se firmará acuerdo de confidencialidad que contemple sanciones en caso de incumplimiento.

FIRMAS

Nombre del investigador (a) principal Daniel Leonardo Cala Delgado	Firma 	Fecha		
		Año	Mes	Día
		2022	12	9
Nombre del Co-investigador (a) NELSON CALA MORENO	Firma 	Fecha		
		Año	Mes	Día
		2022	12	09
Nombre del Co-investigador (a) INGRIS YOHANA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ	Firma 	Fecha		
		Año	Mes	Día
		2022	12	09

LOS ESTUDIANTES

Nombres y apellidos del (a) estudiante Linda Lucia Castillo Caceres	Firma 	Fecha		
		Año	Mes	Día
		2022	12	09

REVISIÓN Y VALIDACIÓN

Nombre del Jefe Regional	Firma 	Fecha		
		Año	Mes	Día