



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE BIOLOGÍA

Modalidad Artículo Académico


Estudios de control microbiológico y físico-químicas en el empaquetado de productos pesqueros mínimamente procesados (*Centropomus armatus*) procedentes de pesca por palangre, trasmallo en la parroquia Crucita, provincia de Manabí.

Autor:


Guillen Pinargote Javier Gustavo



Dra. Dolores Muñoz Verduga, Ph.D.
Presidenta del Tribunal de Titulación



Dr. Francisco Navarrete Mier
Miembro de Tribunal de Titulación



Blgo. Jaime Sánchez Moreira, Mg
Miembro de Tribunal de Titulación

Manta, Manabí Ecuador

Viernes 7 de febrero de 2024

Declaración de autoría

Yo, Guillen Pinargote Javier Gustavo declaro que he concluido la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de artículo académico previo a la obtención de título de Biólogo, con el tema: "Estudios de control microbiológico y físico-químicas en el empaquetado de productos pesqueros mínimamente procesados (*Centropomus armatus*) procedentes de pesca por palangre, trasmallo en la parroquia Crucita, provincia de Manabí".

Se ha revisado la versión final del manuscrito y apruebo su presentación para su publicación.


Me encuentro en el derecho de asegurar que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente.

Firma:



Guillen Pinargote Javier Gustavo

C.I:1317807582

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado el Trabajo de investigación/artículo académico, bajo la autoría del estudiante **Guillen Pinargote Javier Gustavo**, legalmente matriculado en la carrera de biología, período académico 2023-2024, cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación de artículo académico, cuyo tema del proyecto es **"Estudios de control microbiológico y fisicoquímicos en el empaquetado de productos pesqueros mínimamente procesados (Centropomus armatus) procedente de pesca por palangre, trasmallo en la parroquia Crucita, provincia de Manabí."**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 6 de enero de 2025.

Lo certifico,



Blga. Solorzano Barcia Sandra Xiomara
Docente Tutora
Área: Microbiología



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Tema:

Estudios de control microbiológico y físico-químicas en el empaquetado de productos pesqueros mínimamente procesados (*Centropomus armatus*) procedentes de pesca por palangre, trasmallo en la parroquia Crucita, provincia de Manabí.

Autor:

Guillen Pinargote Javier Gustavo

Tutor:

Blga. Sandra Solorzano Barcia, Mg.

Co-Tutor:

Antonio José Carpio Camargo, PhD.

Periodo

2024-2025

Estudios de control microbiológico y físico-químicas en el empaquetado de productos pesqueros mínimamente procesados (*Centropomus armatus*) procedentes de pesca por palangre, trasmallo en la parroquia Crucita, provincia de Manabí.

Guillen Pinargote Gustavo ¹, Solorzano Barcia Sandra ¹, Antonio J. Carpio²

¹Carrera de Biología, Facultad ciencias de la vida y tecnología,
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Correo institucional: e1317807582@live.uleam.edu.ec

²Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal,
Grupo de Investigación en Educación y Gestión de la Biodiversidad
(GESBIO),

Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba, España.

Correo institucional: b42carca@uco.es

Resumen

La calidad del pescado fresco es un factor crítico para garantizar la seguridad alimentaria y la satisfacción del consumidor, especialmente en productos procedentes de la pesca artesanal. En este contexto, el almacenamiento y las condiciones de conservación juegan un papel fundamental en la preservación de las características microbiológicas, físico-químicas y organolépticas del producto. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los días de almacenamiento sobre las características microbiológicas, físico-químicas y organolépticas de muestras de pescado de la especie *Centropomus armatus*, procedentes de la pesca artesanal en la parroquia Crucita, provincia de Manabí, Ecuador. La investigación se llevó a cabo con 30 muestras, recolectadas mediante pesca artesanal y almacenadas bajo condiciones controladas de frío a -18°C . Para el análisis microbiológico se empleó la técnica Compact Dry, utilizando placas con medios de cultivo específicos para la detección y cuantificación de coliformes totales y *Escherichia coli* (*E. coli*), siguiendo protocolos estandarizados de análisis microbiológico. Para evaluar el efecto de los días de almacenamiento, se comprobó que las variables físico-químicas seguían una distribución normal, mientras que las microbiológicas y organolépticas no. En ese sentido, las variables físico-químicas (pH y peso), fueron analizadas mediante una regresión lineal, mientras que las variable organolépticas (color, brillo, firmeza, olor y jugosidad) fueron analizadas con la prueba de Wilcoxon para rangos con signos. Por otra parte, se aplicó el análisis correlación de Spearman a las variables microbiológicas (coliformes totales y *E. coli*). Los análisis revelaron que los días de almacenamiento no tuvieron un impacto significativo en las cargas microbiológicas ($\text{Rho} = -0.017$, $p = 0.927$ para coliformes totales; $\text{Rho} = -0.102$, $p = 0.592$ para *E. coli*). No obstante, se identificó una correlación negativa y significativa entre el conteo de coliformes totales y *E. coli* ($\text{Rho} = -0.399$, $p = 0.029$). En cuanto a las variables fisicoquímicas, se observó un aumento significativo en el peso asociado al tiempo de almacenamiento ($\text{R}^2 = 0.15$, $p = 0.032$), probablemente debido a la retención de humedad en condiciones de congelación, mientras que la evaluación organoléptica evidenció diferencias significativas en las propiedades del pescado *Centropomus armatus* antes y después del almacenamiento a -18°C ($p < 0.05$). En conclusión, el almacenamiento en condiciones controladas permitió mantener la calidad del pescado, destacando la importancia de la cadena de frío y el manejo postcaptura como factores determinantes en la conservación del producto.

Palabras Claves: Coliformes, congelación, *Escherichia coli*, inocuidad, manipulación, organoléptico, pH, robalo.

Abstract

The quality of fresh fish is a critical factor in ensuring food safety and consumer satisfaction, particularly for products originating from artisanal fishing. In this context, storage and preservation conditions play a fundamental role in maintaining the microbiological, physicochemical, and organoleptic characteristics of the product. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of storage days on the microbiological, physicochemical, and organoleptic characteristics of fish samples of the species *Centropomus armatus*, sourced from artisanal fishing in Crucita Parish, Manabí Province, Ecuador. The study was conducted with a population of 30 samples collected through artisanal fishing and stored under controlled freezing conditions at $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. The microbiological analysis was performed using the Compact dry technique, employing culture media plates specific for the detection and quantification of total coliforms and *Escherichia coli* (*E. coli*), following standardized microbiological analysis protocols. To evaluate the effect of storage days on the microbiological, physicochemical, and organoleptic (ordinal) variables, it was determined that the microbiological variables did not follow a normal distribution, while the physicochemical variables did. Accordingly, the physicochemical variables (pH and weight) were analyzed using linear regression, while the organoleptic variables (color, brightness, firmness, odor, and juiciness) were analyzed with the Wilcoxon signed-rank test. Additionally, Spearman's correlation analysis was applied to the microbiological variables (*total coliforms and E. coli*). The analyses revealed that storage days had no significant impact on microbiological loads (Rho = -0.017 , $p = 0.927$ for total coliforms; Rho = -0.102 , $p = 0.592$ for *E. coli*). However, a moderate and significant negative correlation was identified between total coliforms and *E. coli* counts (Rho = -0.399 , $p = 0.029$). Regarding the physicochemical variables, a significant increase in weight associated with storage time was observed ($R^2 = 0.15$, $p = 0.032$), likely due to moisture retention under freezing conditions. Meanwhile, the organoleptic evaluation revealed significant differences in the properties of *Centropomus armatus* fish before and after storage at $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($p < 0.05$). In conclusion, storage under controlled conditions preserved the quality of the fish, emphasizing the importance of the cold chain and post-capture handling as determining factors in product conservation.

Keywords: Coliforms, freezing, safety, handling, organoleptic, pH, refrigeration, snook.

1. Introducción

El consumo de alimentos acuáticos crecerá un 19% entre 2014 y 2026, aunque el 60% de las poblaciones de peces están explotadas y el 30% sobreexplotadas (Peeler y Ernst, 2019). Esto subraya la necesidad de garantizar la calidad y seguridad de los productos pesqueros para satisfacer la creciente demanda (Tidwell y Allan, 2001). La pesca, como actividad esencial del sector primario, requiere una gestión sostenible basada en conocimientos para el uso responsable de los recursos (González et al., 2019). Por ello, autores como (Norman et al., 2019) mencionan que los recursos alimentarios provenientes de fuentes acuáticas tienen un alto impacto en la nutrición y seguridad alimentaria global. Sin embargo, este tema suele ser ignorado debido a la diversidad de grupos taxonómicos involucrados, como peces, crustáceos y moluscos, que se obtienen tanto de la acuicultura como de la pesca en ambientes marinos y de agua dulce. Esto, sumado a la variación en la oferta de consumo entre países, añade complejidad a la gestión sostenible (FAO, 2022).

En ese sentido, durante el análisis de la evaluación en la calidad de los alimentos, la inocuidad representa un factor clave que asegura que los alimentos sean seguros para el consumo (Röhr et al., 2005). Este concepto abarca todas las propiedades de los alimentos, incluyendo las nutricionales y sensoriales, garantizando su adecuación para el consumo humano y el cumplimiento de condiciones y medidas necesarias a lo largo de la cadena alimentaria para evitar riesgos que puedan afectar la salud de los consumidores (Meza-Villalobos et al., 2023). Por ejemplo, el sellado al vacío es una técnica clave para garantizar alimentos seguros, ya que permite almacenar productos bajo condiciones controladas. Al eliminar el aire, se reduce la presión de oxígeno, disminuyendo la respiración y los procesos oxidativos, lo que prolonga la conservación de los alimentos (Xu et al., 2022). Es por ello que dichas condiciones son necesarias desde el punto de vista microbiológico, ya que los procesos oxidativos inhiben el crecimiento de organismos como bacterias y hongos, los cuales provocan el deterioro del producto (Suárez Mahecha et al., 2008).

Asimismo, entre los microorganismos presentes en los pescados y mariscos destacan *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria spp.*, *Aeromonas spp.* y especies del género *Vibrio* (Vásquez Ampuero et al., 2018; Cho et al., 2016). Uno de los riesgos más considerables es la contaminación con materia fecal presente en el agua, siendo un factor recurrente debido a la inadecuada manipulación del pescado durante su captura (Juan Rondón et al., 2020). Por lo tanto, los coliformes totales, bacterias gramnegativas no esporuladas, aeróbicas o anaerobias facultativas, representan indicadores clave de contaminación en alimentos y agua. Esas bacterias, presentes en el intestino de animales de sangre caliente y ampliamente distribuidas en la naturaleza, se caracterizan por su capacidad para fermentar lactosa a 35 ± 2 °C, produciendo ácido y gas (An et al., 2002).

Las condiciones evaluadas garantizan la inocuidad alimentaria. Los coliformes fecales, subgrupo de los coliformes totales, fermentan lactosa a $44,5 \pm 0,2$ °C con producción de indol, siendo *Escherichia coli* el género predominante (90%) (Halkman y Halkman, 2014). Su detección indica contaminación fecal y verifica una manipulación higiénica adecuada (Campuzano et al., 2015). Además, cepas como *Escherichia coli* O157, asociadas a la toxina Shiga, generan problemas graves como síndrome urémico hemolítico, colitis hemorrágica y diarrea por intoxicación alimentaria (Carrión Espinosa et al., 2023).

En Ecuador, los problemas de calidad del pescado son comunes debido a la incapacidad de mantener temperaturas adecuadas durante su almacenamiento (Ortiz, 2023). Esto provoca una descomposición acelerada, como ocurre en la provincia de Manabí, debido a que es considerada como la más pesquera de Ecuador. Es por ello, que estas dificultades se relacionan

con la falta de conocimientos sobre la correcta manipulación y comercialización del pescado (Mendoza et al., 2023). Por ello, es esencial garantizar la calidad y seguridad del producto, reducir su deterioro y minimizar pérdidas de forma sostenible. Además, seguir buenas prácticas de higiene es crucial (Cortés-Sánchez et al., 2024), ya que la microbiota y los riesgos sanitarios dependen de las condiciones higiénicas del entorno, así como de la calidad microbiológica y las prácticas durante el procesamiento, almacenamiento y distribución (Cortés-Sánchez, 2018).

Por ello, el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto que tienen los días de almacenamiento en la calidad microbiológica, físico-químicas y organoléptica del pescado *Centropomus armatus*, en la parroquia Crucita, provincia de Manabí. A fin, de aportar información relevante sobre el impacto del almacenamiento en la calidad del producto para la industria pesquera y seguridad alimentaria.

2. Materiales y Métodos

2.1 Diseño de la investigación

La presente investigación de tipo experimental con alcance descriptivo e inferencial, empleo un enfoque cuantitativo para evaluar el efecto de los días de almacenamiento en las variables microbiológicas, físico-químicas y organolépticas del pescado *Centropomus armatus*. Para ello, el diseño de la investigación incluyó una serie de etapas cuidadosamente planificadas, desde la recolección de las muestras en la zona de estudio hasta su análisis en laboratorio. Estas etapas abarcaron la captura de 30 ejemplares ($n=30$), realizada por un pescador local con más de 35 años de experiencia en pesca artesanal. El tamaño de muestra seleccionado ($n=30$) se justifica según directrices aceptadas en acuicultura, respaldadas por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) en referencia al hábitad acuático, que establece que muestras de este tamaño son representativas para estudios microbiológicos y físico-químicos en poblaciones acuáticas, especialmente al emplear un muestreo aleatorio simple (Boerlage et al., 2020).

Además, se realizó una evaluación organoléptica inicial mediante el método sensorial de cata (Rodríguez et al., 2014), empleando una escala de evaluación del 1 al 5, diseñada específicamente para capturar las características sensoriales de la muestra y reconocer las propiedades organolépticas del pescado en su estado actual y posterior. El ejemplar permaneció envasado al vacío entre 43 y 61 días antes de su descongelamiento para el análisis en laboratorio (Apéndice 1). Por ello, se planteó la siguiente hipótesis nula (H_0): Los días de almacenamiento no tienen un efecto significativo en las cargas microbiológicas, fisicoquímicas y características organolépticas del pescado *Centropomus armatus*. Como hipótesis alternativa (H_1): Los días de almacenamiento tienen un efecto significativo en dichas cargas y características.

2.2 Prueba piloto

Previo a la recolección formal de datos, se realizó una prueba piloto con 2 muestras de pescado *Centropomus armatus* para evaluar la estimación y validación de resultados a fin de guiar los ajustes en el protocolo de recolección y análisis. El escenario para realizar la prueba fue el laboratorio CESECCA, donde se evaluó la detección de *coliformes totales* empleando el método estándar AOAC (Ed. 22, 2023; 991.14), basado en medios cromogénicos y fluorogénicos que identifican microorganismos mediante reacciones enzimáticas específicas, como β -galactosidasa para coliformes (Le Thanh et al., 2023). Además, se aplicó el método BAM CAP 09 de la FDA para identificar bacterias del género *Vibrio*, pero este análisis fue descartado posteriormente debido a la ausencia de estas bacterias en las muestras (Park y Zhang, 2024).

2.3 Procedimiento

El estudio se desarrolló por tres fases principales, la primera fase consistió en la recolección de muestras, la segunda permitió procesar las muestras en el laboratorio y la tercera fase condujo al análisis mediante pruebas estadísticas.

2.3.1 Fase 1. Recolección de muestras

La recolección de muestras de *Centropomus armatus* se realizó mediante un muestreo sistemático temporal (Arrogante, 2022), con un total de 30 muestras ($n=30$) recolectadas en diferentes días durante cuatro semanas, distribuidas en los meses de septiembre y octubre de 2024. La pesca artesanal se llevó a cabo en la parroquia Crucita, perteneciente al cantón Portoviejo, provincia de Manabí, en el litoral ecuatoriano, con un total de 10 visitas al sitio de estudio (Figura 1).

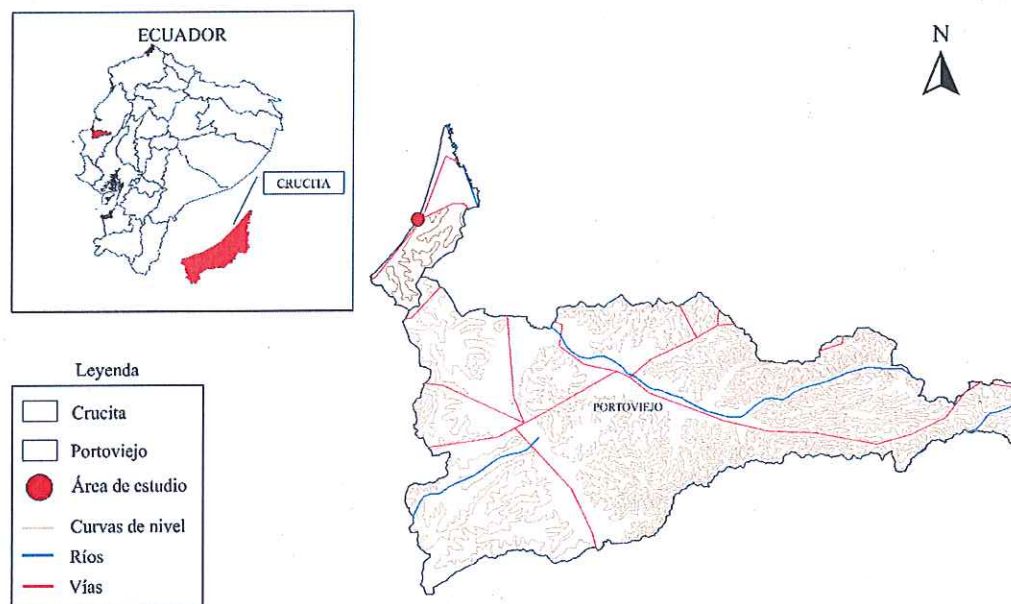


Figura 1. Ubicación del área de estudio en Crucita, parroquia de la provincia de Manabí, Ecuador. El mapa muestra las principales características geográficas, incluyendo las curvas de nivel, vías de acceso y cursos de agua en la región. La zona destacada en rojo indica el área específica donde se realizó la investigación.

2.3.1.1 Transporte, evaluación inicial y almacenamiento de las muestras

Se preparó previamente un cooler con hielo seco para el transporte de las muestras siendo monitoreadas por el termómetro datalogger para su conservación. Durante todo el traslado, se aseguró que la temperatura se mantuviera por debajo de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, preservando la cadena de frío (Cristina et al., 2016). Bajo este procedimiento, las muestras evisceradas se adquirieron el mismo día de su captura, manteniendo la cabeza y la cola intacta (Figura 2). Posteriormente, se realizó una evaluación organoléptica inicial mediante la técnica (cata), en la cual se recolectaron datos sobre características sensoriales como brillo, color, firmeza, olor y jugosidad.

Después de realizar la evaluación organoléptica, los ejemplares fueron sellados en una bolsa para envasado al vacío de material polietileno (PE)(Huss, 1972) y rotulados con la letra R y asignados del 1 al 30 según el día de captura (Figura 3).

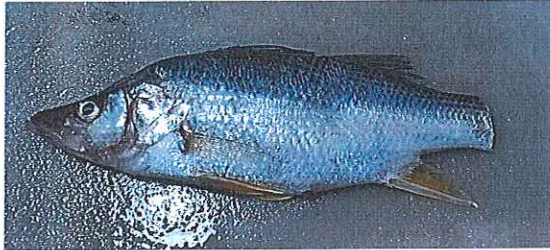


Figura 2. *Centropomus armatus* conservando sus características el día de su captura.



Figura 3. *Centropomus armatus* eviscerado, rotulado y empacado al vacío.



Figura 4. *Centropomus armatus* al vacío listo para su congelación.

Finalmente, las muestras fueron almacenadas en un congelador tipo industrial a temperaturas de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ para garantizar su conservación hasta el análisis microbiológico y físico-químico, conservando las condiciones de calidad y trazabilidad del producto (Figura 4).

2.3.2 Fase 2. Laboratorio

Las muestras recolectadas fueron llevadas al laboratorio, donde se convirtieron en muestras analíticas, para los análisis microbiológicos y físico-químicas. Para ello se pesaron 10 (g) de la muestra y se colocaron en una bolsa estéril tipo *stomacher* a la cual se añadieron 90 (ml) de agua destilada estéril. Posteriormente, se pipeteó 1 (ml) de esta mezcla para sembrarla directamente en las placas Compact dry.

2.3.2.1 Pruebas microbiológicas, incubación e identificación de colonias

Para las pruebas microbiológicas se utilizaron 30 placas Compact dry para analizar *coliformes totales* y *E. coli*, en medio de cultivo deshidratado y simplificado. Además, se usó una disolución de 1:10. La siembra se realizó directo a la placa en el medio de enriquecimiento Magenta-Gal y X-Gluc para evaluar la carga de UFC/g (Kodaka et al., 2006).

Posterior a ello, las placas Compact dry fueron sometidas a un proceso de incubación controlada en un incubador microbiológico modelo Memmert IN110. La incubación se realizó a una temperatura constante de $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 24 horas. El escenario para ello fue el laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

En la etapa final del análisis, las colonias de coliformes totales fueron identificadas mediante su coloración característica rojo/rosa, atribuida a la actividad de la enzima β -galactosidasa, mientras que las colonias de *Escherichia coli* se diferenciaron por su tonalidad azul/púrpura, resultado de la actividad enzimática de la β -glucuronidasa (Tryland y Fiksdal, 1998)

2.3.2.2 Pruebas físico-químicas y evaluación organoléptica

El pH de las muestras se midió con un multiparámetro Apera Instruments PC60, previa calibración del equipo, e introduciendo la sonda en la funda de homogenización para cada muestra de pescado (n). Para la evaluación organoléptica, se realizó una medición inicial en el momento de la captura y otra el día del procesamiento para el análisis. Esta evaluación fue realizada por tres evaluadores, de los cuales dos son autores del presente estudio, con el objetivo de detectar las características sensoriales en cada etapa de evaluación (Santaella, 2012). Esta evaluación, permitió registrar datos sobre brillo, color, firmeza, olor y jugosidad teniendo en cuenta que las características organolépticas del pescado pueden experimentar cambios debido al tiempo de almacenamiento (Meshram y Pawar, 2022). Además, este enfoque permitió un diseño apareado, en el que cada muestra fue comparada consigo misma antes y después del proceso de congelación, asegurando una evaluación más precisa de los cambios sensoriales.

2.3.3 Fase 3. Análisis estadístico

Las variables de respuesta del estudio fueron las microbiológicas, físico-químicas y organolépticas, mientras que la variable predictora fue el número de días de almacenamiento. Para la selección de los análisis estadísticos, se realizó una prueba de normalidad mediante Shapiro-Wilk, dado que el tamaño de muestra era menor a 50 ($n < 50$).

Dado que las variables microbiológicas de interés (coliformes totales y *Escherichia coli*) no cumplieron con el supuesto de normalidad, se evaluaron mediante la prueba de correlación de Spearman. En contraste, las variables físico-químicas (pH y peso) sí cumplieron con este supuesto, por lo que se analizaron mediante regresión lineal. Para las variables organolépticas (frescura, olor, color, firmeza y jugosidad), se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para rangos con signos.

La elección de estas pruebas estadísticas permitió identificar efectos, relaciones y diferencias significativas, con el objetivo de comprobar la hipótesis del estudio. Todos los análisis se realizaron en Jamovi, excepto la prueba de normalidad, que se llevó a cabo en SPSS.

3. Resultados

Las pruebas de normalidad indicaron que las variables conteo de colonias de coliformes ($p = 0,006$) y *E. coli* ($p < 0,001$) no cumplen con el supuesto de normalidad, mientras que pH ($p = 0,645$) y peso ($p = 0,121$) sí cumplen con este criterio. Estos resultados determinaron el uso de análisis no paramétricos para las variables microbiológicas y análisis paramétricos para las variables físico-químicas y organolépticas.

3.1 Descriptivos de las variables respuestas en función a la variable predictora

Los resultados descriptivos para las variables días almacenados, pH y peso fueron (media \pm SD) de 51,70 días ($\pm 5,91$), 6,20 ($\pm 0,14$) y 127,27 g ($\pm 30,15$), respectivamente. Por otro lado, el conteo de colonias de coliformes totales mostró una mediana de 310 CFU/g (RIC = 340), mientras que el conteo de colonias de *E. coli* presentó una mediana de 20 CFU/g (RIC

= 30), reflejando una mayor dispersión y variabilidad en las cargas microbiológicas respecto a las propiedades físico-químicas.

3.2 Efecto de los días de almacenamiento sobre las propiedades físico-químicas

El análisis de regresión lineal no mostró un efecto significativo de los días almacenados en el pH del pescado ($R^2 = 0.00$) ($p = 0.846$). (Tabla 1).

Tabla 1. Coeficientes de determinación, normalidad y valores de significancia

	Variable	
R²	pH	Peso
P value	0.00	0.15
Shapiro-Wilk	0.846	0.032
	0.610	0.403

Nota. Models estimated using sample size of N=30

Para la variable peso del pescado los resultados muestran que los días almacenados tienen un efecto positivo sobre el peso ($R^2 = 0.15$) ($p = 0.032$). Sin embargo, el efecto observado respalda la hipótesis de un impacto de los días almacenados en el peso del producto (Figura 5).

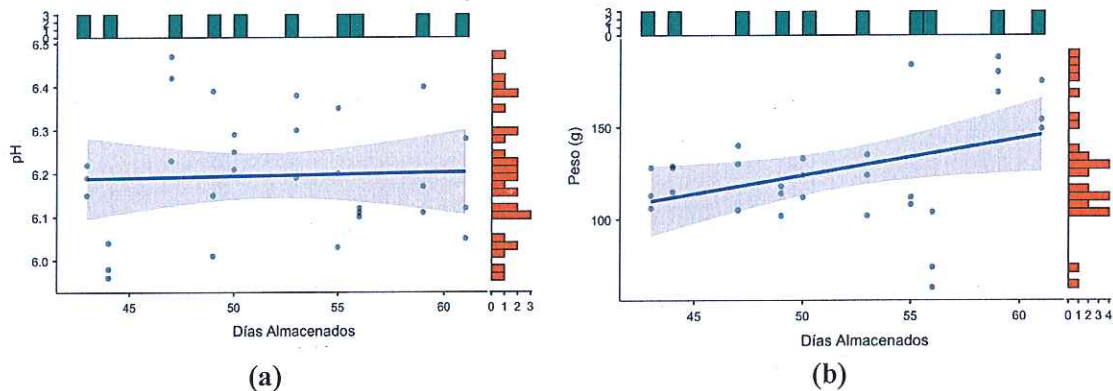


Figura 5. Efecto de los días de almacenamiento sobre pH (a) y peso (b) del pescado *Centropomus armatus*.

3.3 Relación entre los días de almacenamiento y la carga microbiana

El análisis de correlación de Spearman reveló una correlación negativa y significativa entre el conteo de colonias coliformes totales y el conteo de *E. coli* ($Rho = -0.399$, $p = 0.029$). Este resultado sugiere una relación inversa entre ambas variables microbiológicas, donde un aumento en el conteo de coliformes totales está asociado con una disminución en el conteo de *E. coli* y viceversa (Figura 6).

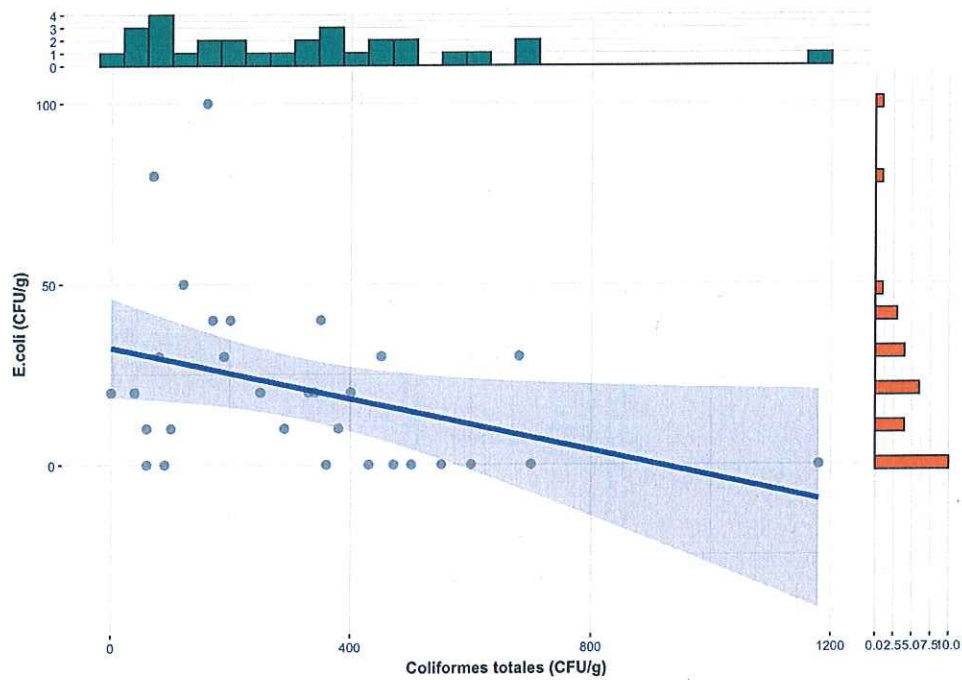


Figura 6. Relación entre la variable *E. coli* y la variable coliformes totales.

Por otro lado, no se observaron correlaciones significativas entre los días almacenados y el conteo de *coliformes totales* ($Rho = -0.017$, $p = 0.927$) ni entre los días almacenados y el conteo de *E. coli* ($Rho = -0.102$, $p = 0.592$) (Apéndice 2).

3.4 Diferencias en las propiedades organolépticas según los días de almacenamiento.

Los resultados obtenidos de la prueba de Wilcoxon para las variables organolépticas evidencian diferencias estadísticamente significativas antes y después del almacenamiento. En particular, se observaron cambios (disminución) en el brillo ($p = 0.003$), color ($p = 0.006$), firmeza ($p = 0.006$), olor ($p = 0.002$) y jugosidad ($p = 0.002$). Estas diferencias reflejan alteraciones perceptibles en las características sensoriales del pescado *Centropomus armatus* bajo las condiciones de almacenamiento estudiadas (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de las características sensoriales pre y post almacenamiento mediante la prueba de Wilcoxon para rangos con signos.

Variable	Prueba T/Wilcoxon	P value
Brillo	0.00	0.003
Color	0.00	0.006
Firmeza	0.00	0.006
Olor	0.00	0.002
Jugosidad	0.00	0.002

Nota. Models estimated using sample size of N=30

4. Discusión

Los días de almacenamiento influyen significativamente en la preservación de la calidad del pescado *Centropomus armatus*, como lo demuestran los cambios observados en las características organolépticas y propiedades fisicoquímicas. Estos hallazgos resaltan la relevancia de evaluar las prácticas de manejo postcaptura y conservación, no solo para mantener la calidad del producto, sino también para fomentar la sostenibilidad y optimizar los recursos en el sector pesquero, (Nurliza et al., 2021; Teisl et al., 2002). En este contexto, el sector pesquero ecuatoriano, y en particular el de Manabí, representa un ejemplo clave para analizar el impacto de estas prácticas en la economía local.

4.1 Propiedades fisico-químicas

En relación con el efecto de los días de almacenamiento sobre las propiedades fisicoquímicas, los resultados indican que, el aumento significativo en el peso durante el almacenamiento puede atribuirse a la retención de humedad en condiciones de congelación, lo que podría interpretarse como una ventaja económica para los productores al reducir pérdidas por deshidratación (Espinoza Rodezno et al., 2013). Sin embargo, este fenómeno también plantea desafíos potenciales en términos de calidad, ya que las características estructurales del pescado podrían alterarse tras el descongelamiento.

El balance entre la conservación del peso y la calidad física del producto debe considerarse en futuras estrategias de manejo postcaptura. Como indican estudios previos, Nakazawa y Okazaki (2020) destacan que la desnaturalización de proteínas juega un papel clave en la preservación de la calidad del pescado congelado, más que el tamaño de los cristales de hielo. Esto refuerza la importancia de adoptar condiciones adecuadas de congelación y almacenamiento que minimicen los daños estructurales (Benjakul et al., 2005). Además, el incremento en el peso resalta la necesidad no solo de preservar la calidad estructural si no también las ventajas económicas asociadas. Estos hallazgos proporcionan información científica que puede orientar estrategias de manejo sostenible y mejorar la competitividad de la industria pesquera artesanal en Ecuador.

Sin embargo, para fortalecer las implicaciones prácticas de estos resultados, sería útil complementar el análisis con la evaluación de variables como el contenido de humedad, proteínas y grasas, lo que proporcionaría una visión más integral de la calidad fisicoquímica del pescado almacenado (Arannilewa et al., 2006). En este sentido, vincular estos análisis con el desarrollo de estrategias más robustas permitiría garantizar la sostenibilidad y competitividad de la industria pesquera artesanal en Ecuador, en respuesta a las exigencias de los mercados nacionales e internacionales (Jacquet y Pauly, 2022).

4.2 Relación entre los días de almacenamiento y la carga microbiana

Respecto a la relación entre los días de almacenamiento y la carga microbiana, los resultados mostraron una correlación inversa significativa entre el conteo de *coliformes totales* y *E. coli*, del pescado *Centropomus armatus*, lo cual podría deberse a interacciones competitivas entre estas especies bacterianas (Hiraishi et al., 1984). Debido a que, en ambientes de almacenamiento con recursos limitados, es común que microorganismos compitan por nutrientes, lo que puede resultar en un desplazamiento selectivo de ciertas especies (Granato et al., 2019). Además, condiciones de almacenamiento, como la temperatura y el tiempo, pueden influir en la supervivencia diferencial de *E. coli* y otros coliformes fecales. En otras palabras, *E. coli* puede ser más susceptible a temperaturas de congelación prolongadas o a ciertas condiciones de estrés ambiental (Thiyagarajan y Qian, 2003).

Es por ello, por lo que, estudios como los de Sanjee y Karim, (2016), refuerzan la importancia de cumplir con estándares internacionales de seguridad alimentaria para destacar niveles aceptables de recuentos microbianos (coliformes totales), lo cual es relevante para mantener condiciones óptimas de conservación en la cadena de frío. Por esta razón, autores como Sun et al., (2020) sugieren que la ausencia de un efecto significativo de los días de almacenamiento sobre las cargas microbiológicas es efectiva para estabilizar la población bacteriana en esas condiciones experimentales. Por cuanto, la temperatura constante y adecuada ralentizó el metabolismo microbiano, limitando su proliferación, (Odeyemi et al., 2018; Riccardi et al., 2023).

Estudios previos han destacado la importancia de la cadena de frío. Por ejemplo, Pinto de Rezende et al. (2022) y Calanche et al. (2013) demostraron en sus investigaciones que la implementación de técnicas como la biopreservación y la superrefrigeración inhibe significativamente la proliferación bacteriana, reforzando así la relevancia de la cadena de frío para garantizar la calidad microbiológica de los productos pesqueros. Además, autores como Baptista et al. (2020) y Odeyemi et al. (2024) destacan el potencial de preservar la calidad de los productos pesqueros mediante la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos y de descomposición, mientras se garantiza la seguridad alimentaria y la calidad sensorial. Todo aquello contribuye a la inocuidad microbiológica de productos como el *Centropomus armatus*, mejorando así, la competitividad de los productos pesqueros ecuatorianos (Martínez-Ortiz et al., 2015) que apuntan a mercados internacionales, donde la calidad y la trazabilidad son factores críticos de selección (Peck, 1997).

De ahí que futuros estudios podrían explorar condiciones específicas de almacenamiento bajo escenarios que simulen las prácticas locales y evalúen otros factores ambientales que influyen en la estabilidad microbiológica del pescado. Como subraya Shehata et al. (2020), resaltando el monitoreo del microbiota en productos pesqueros, en garantizar la inocuidad alimentaria y la autenticidad del producto, sus resultados destacan la eficacia de la cadena de frío en la conservación fisicoquímica del pescado, la estabilidad del pH observada bajo condiciones de almacenamiento controlado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, reafirma que estas temperaturas limitan el metabolismo bacteriano y enzimático, garantizando la inocuidad del producto. Esto, se refuerza con el estudio de Amagliani et al. (2012), quienes sugieren que la prevención de riesgos microbiológicos en productos pesqueros debe incluir una cadena de frío adecuada, buenas prácticas de acuicultura, higiene en el procesamiento, monitoreo microbiológico, capacitación del personal y el uso de tecnologías avanzadas.

4.3 Diferencias en las propiedades organolépticas según los días de almacenamiento.

Los resultados evidencian que el almacenamiento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ influyó significativamente en las propiedades organolépticas del pescado *Centropomus armatus*, generando cambios perceptibles en el brillo, color, firmeza, olor y jugosidad. Estas modificaciones pueden estar asociadas a procesos de congelación que alteran la estructura celular, como la formación de cristales de hielo que afectan la retención de agua y la estabilidad de los compuestos químicos responsables de las características sensoriales.

Aunque la congelación es una estrategia efectiva para prolongar la vida útil del pescado, estos hallazgos resaltan la necesidad de abordar los desafíos relacionados con la calidad sensorial en productos congelados. Dado que, puede vincularse a los retos identificados en cadenas de suministro como el estudio Bangladesh, estudiada por los autores Shareef et al. (2020), donde se mencionan las deficiencias en infraestructura y manejo postcaptura como aspectos que impactan directamente la calidad del producto.

Es por ello, por lo que, autores como, Odoli et al., (2019), resaltan la implementación de estrategias eficientes, como la congelación adecuada y el mantenimiento de temperaturas constantes, como acciones esenciales para preservar las propiedades sensoriales del pescado y mitigar el desperdicio postcaptura. Esto resulta clave para superar las limitaciones en economías emergentes, donde la subutilización de tecnologías afecta la calidad y competitividad del producto en mercados internacionales. Debido a que, un manejo postcaptura adecuado puede optimizar la conservación y fortalecer la sostenibilidad del sector pesquero.

En el contexto de Crucita, provincia de Manabí, donde la pesca artesanal es una actividad económica presente, preservar las propiedades sensoriales del pescado garantiza su competitividad en los mercados. Dado que, las características visuales, como el brillo y las combinaciones de color del pescado, contribuyen a la percepción de frescura, un atributo clave que influye significativamente en la decisión de compra del consumidor, el cual suelen basar sus juicios de frescura en señales visuales específicas (Li et al., 2024; Rodrigues et al., 2017).

Además, considerar estos aspectos, resalta la preservación de estas características en contribución a la reducción de los desperdicios alimentarios al minimizar las pérdidas relacionadas con el deterioro sensorial (Speranza et al., 2021). Es por ello, que investigaciones recientes destacan que tecnologías innovadoras, como el plasma no térmico y los campos eléctricos pulsados, que se estudian, pueden complementar los métodos tradicionales de congelación, optimizando aún más la conservación de las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del pescado (Tavares et al., 2021).

En resumen, el estudio destaca la importancia de optimizar los procesos de congelación y manejo postcaptura para preservar la calidad sensorial del pescado. Además, se sugiere capacitar a las comunidades pesqueras, mejorar el acceso a tecnologías de conservación a fin de reducir pérdida, aumentar la competitividad entre los mercados, fortalecer la sostenibilidad del sector, y a las economías artesanales (Ellahamy, 2024).

5. Conclusión

Este estudio destaca la importancia de la cadena de frío y las condiciones de almacenamiento controladas a -18°C para preservar la calidad microbiológica, fisicoquímica del pescado *Centropomus armatus*. Los resultados obtenidos evidencian que la estabilidad del pH no se ve afectada, mientras que los atributos sensoriales claves, como el color, el brillo, olor, jugosidad y la firmeza, se ven afectados bajo estas condiciones. Además, el peso del pescado se ve influenciado por los días de almacenamiento, probablemente debido a la formación de cristales durante el almacenamiento a -18°C , y una relación negativa y significativa entre *Escherichia coli* y coliformes totales, lo que podría reflejar dinámicas específicas de competencia microbiana. Estos hallazgos refuerzan la relevancia de implementar prácticas postcaptura adecuadas para garantizar la calidad y seguridad del producto. Esto destaca la eficacia de la cadena de frío como una herramienta clave para garantizar la calidad y competitividad del pescado en mercados nacionales e internacionales, generando un enfoque que refuerza la sostenibilidad de la industria pesquera local y podría inspirar estrategias similares en otras regiones con características comparables.

Agradecimientos

Expreso mi gratitud al proyecto EMEP de la Universidad de Córdoba por la colaboración y el respaldo permanente brindado en la realización de mi trabajo de titulación.

Agradezco también al Laboratorio CESECCA (Centro de Servicios para el Control de la Calidad) por facilitar el uso de sus instalaciones, lo que contribuyó significativamente al desarrollo de este proyecto.

Por último, extendiendo mi gratitud a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, cuyo apoyo y compromiso han sido cruciales en cada etapa de este proceso.

Referencias bibliográficas

- Amagliani, G., Brandi, G., & Schiavano, G. F. (2012). Incidence and role of Salmonella in seafood safety. *Food Research International*, 45(2), 780–788. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.022>
- An, Y.-J., Kampbell, D. H., & Peter Breidenbach, G. (2002). Escherichia coli and total coliforms in water and sediments at lake marinas. *Environmental Pollution*, 120(3), 771–778. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(02\)00173-2](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(02)00173-2)
- Angeles Romero-Rodríguez, M., Estévez Calvar, N., & Sieiro, P. (2014). *Guía Visual para la evaluación sensorial de la calidad del pescado congelado*. <https://www.researchgate.net/publication/271515374>
- Aranmilewa, S. T., Salawu, S. O., Sorungbe, A. A., & Ola-Salawu, B. B. (2006). Effect of Frozen Period on The Chemical, Microbiological and Sensory Quality of Frozen Tilapia Fish (*Sarotherodon Galiaenus*). *Nutrition and Health*, 18(2), 185–192. <https://doi.org/10.1177/026010600601800210>
- Arrogante, O. (2022). Técnicas de muestreo y cálculo del tamaño muestral: Cómo y cuántos participantes debo seleccionar para mi investigación. *Enfermería Intensiva*, 33(1), 44–47. <https://doi.org/10.1016/j.enfi.2021.03.004>
- Baptista, R. C., Horita, C. N., & Sant'Ana, A. S. (2020). Natural products with preservative properties for enhancing the microbiological safety and extending the shelf-life of seafood: A review. *Food Research International*, 127, 108762. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108762>
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Thongkaew, C., & Tanaka, M. (2005). Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand. *Food Hydrocolloids*, 19(2), 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.05.004>
- Boerlage, A. S., Schwermer, H., Santander, J., Muniesa, A., De Blas, I., Vallejo, A., & Ruiz-Zarzuola, I. (2020). Assessment of Sample Size Calculations Used in Aquaculture by Simulation Techniques. *Frontiers in Veterinary Science | Www.Frontiersin.Org*, 1, 253. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00253>
- Calanche, J., Samayoa, S., Alonso, V., Provincial, L., Roncalés, P., & Beltrán, J. A. (2013). Assessing the effectiveness of a cold chain for fresh fish salmon (*Salmo salar*) and sardine (*Sardina pilchardus*) in a food processing plant. *Food Control*, 33(1), 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.005>
- Campuzano F, S., Mejía Flórez, D., Madero Ibarra, C., & Pabón Sánchez, P. (2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. *Nova*, 13(23), 81–92. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702015000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Carrión Espinosa, W. E., Bravo Bravo, V. P., & Sanchez Prado, R. (2023). Presencia de Escherichia Coli O157: H7 en el ceviche de pescado que expenden los vendedores ambulantes del cantón Pasaje. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico - Profesional, ISSN-e 2550-682X, Vol. 8, Nº. 8 (AGOSTO 2023), 2023, Págs. 1450-1462, 8(8), 1450–1462*. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i8>
- Cortés-Sánchez, A. D. J. (2018). Bioconservación, Alimentos Y Pescado. *Agro Productividad*, 11(11), 11–16. <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i11.1276>
- Cortés-Sánchez, A. D. J., Diaz-Ramírez, M., Torres-Ochoa, E., Espinosa-Chaurand, L. D., Rayas-Amor, A. A., Cruz-Monterrosa, R. G., Aguilar-Toalá, J. E., & Salgado-Cruz, Ma. de la P. (2024). Processing, Quality and Elemental Safety of Fish. *Applied Sciences*, 14(7), 2903. <https://doi.org/10.3390/app14072903>
- Cho, T. J., Kim, N. H., Kim, S. A., Song, J. H., & Rhee, M. S. (2016). Survival of foodborne pathogens (Escherichia coli O157:H7, Salmonella Typhimurium, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, and Vibrio parahaemolyticus) in raw ready-to-eat crab marinated in soy sauce. *International Journal of Food Microbiology*, 238, 50–55. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2016.08.041>

- Cristina, A., Zapata, Z., & Guerrero, D. F. (2016). *Análisis de condiciones de mercado para el desarrollo de tecnologías de cadena de frío* / *Analysis of market conditions for the development of cold chain technologies*.
- Ellahamy, A. (2024). Effect of frozen storage on fish quality and fishery products: A Review. *Mediterranean Aquaculture Journal*, 10(2), 25–35. <https://doi.org/10.21608/MAJ.2024.334695>
- Espinoza Rodezno, L. A., Sundararajan, S., Solval, K. M., Chotiko, A., Li, J., Zhang, J., Alfaro, L., Bankston, J. D., & Sathivel, S. (2013). Cryogenic and air blast freezing techniques and their effect on the quality of catfish fillets. *LWT - Food Science and Technology*, 54(2), 377–382. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.07.005>
- FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*, 266. <https://doi.org/10.4060/CC0461EN>
- Granato, E. T., Meiller-Legrand, T. A., & Foster, K. R. (2019). The Evolution and Ecology of Bacterial Warfare. *Current Biology*, 29(11), R521–R537. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.04.024>
- Halkman, H. B. D., & Halkman, A. K. (2014). Indicator Organisms. In *Encyclopedia of Food Microbiology* (pp. 358–363). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00396-7>
- Hiraishi, A., Saheki, K., & Horie, S. (1984). Relationships of total coliform, fecal coliform, and organic pollution levels in the Tamagawa River. *NIPPON SUISAN GAKKAISHI*, 50(6), 991–997. <https://doi.org/10.2331/suisan.50.991>
- Huss, H. H. (1972). Storage life of prepacked wet fish at 0°C: I. Plaice and haddock. *International Journal of Food Science and Technology*, 7(1), 13–19. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1972.TB01636.X>
- Jacquet, J., & Pauly, D. (2022). Reimagining sustainable fisheries. *PLOS Biology*, 20(10), e3001829. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001829>
- Juan Rondón, E., Daphne Ramos, D., Miguel Vilca, L., Eduardo Salazar, S., YamiliMendoza, Q., & Rosa González, V. (2020). Sanitary characterization and identification of microbial contamination points in the fishing marketing chain in the port of Pucallpa, Ucayali, Peru. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 31(1). <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i1.17539>
- Kodaka, H., Teramura, H., Nirazuka, T., Mizuochi, S., Goins, D., Odumeru, J., & Kokubo, Y. (2006). Comparison of the Compact Dry CF with the Most Probable Number Method (AOAC Official Method 966.24) for Enumeration of Coliform Bacteria in Raw Meats: Performance-Tested Method SM 110401. *Journal of Aoac International*, 89(1), 115–126. <https://doi.org/10.1093/jaoac/89.1.115>
- Le Thanh, H., Trieu Viet, P., Ngo Quynh, H., & Nguyen Thuy, H. (2023). The tendency of referencing to AOAC methods in TCVNs, QCVNs and harmonizing TCVNs in the food chain according to the AOAC methods. *Heavy Metals and Arsenic Concentrations in Water, Agricultural Soil, and Rice in Ngan Son District, Bac Kan Province, Vietnam*, 6(2), 117–128. <https://doi.org/10.47866/2615-9252/vjfc.4079>
- Leena N. Meshram, & Suman S. Pawar. (2022). Organoleptic Changes in Trichiurus SPP. During Frozen Storage. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 185–189. <https://doi.org/10.48175/IJARSCT-3085>
- Li, P., Sakai, Y., Kurokura, H., & Yagi, N. (2024). Can Consumers Judge the Freshness of Fish from Visual Cues? A Case Study of Japanese Consumers. *Foods*, 13(19), 3191. <https://doi.org/10.3390/foods13193191>
- Martínez-Ortiz, J., Aires-da-Silva, A. M., Lennert-Cody, C. E., & Maunder, M. N. (2015). The Ecuadorian Artisanal Fishery for Large Pelagics: Species Composition and Spatio-Temporal Dynamics. *PLOS ONE*, 10(8), e0135136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135136>
- Maulu, S., Hasimuna, O. J., Monde, C., & Mweemba, M. (2020). An assessment of post-harvest fish losses and preservation practices in Siavonga district, Southern Zambia. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/S41240-020-00170-X/TABLES/6>
- Mendoza, A., Zambrano, P., & Técnica, V. S. (2023). La Evaluación Microbiológica de Pescado Fresco Albacora (*Thunnus alalunga*) en el Mercado Central del Cantón Chone. *Dialnet.Unirioja.Es*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232819>
- Meza-Villalobos, L. A., Meza-Espinoza, L., Espinosa-Chaurand, L. D., Diaz-Ramírez, M., & Cortés-Sánchez, A. D. J. (2023). Evaluación microbiológica de pescado (*cynoscion albus*) destinado al

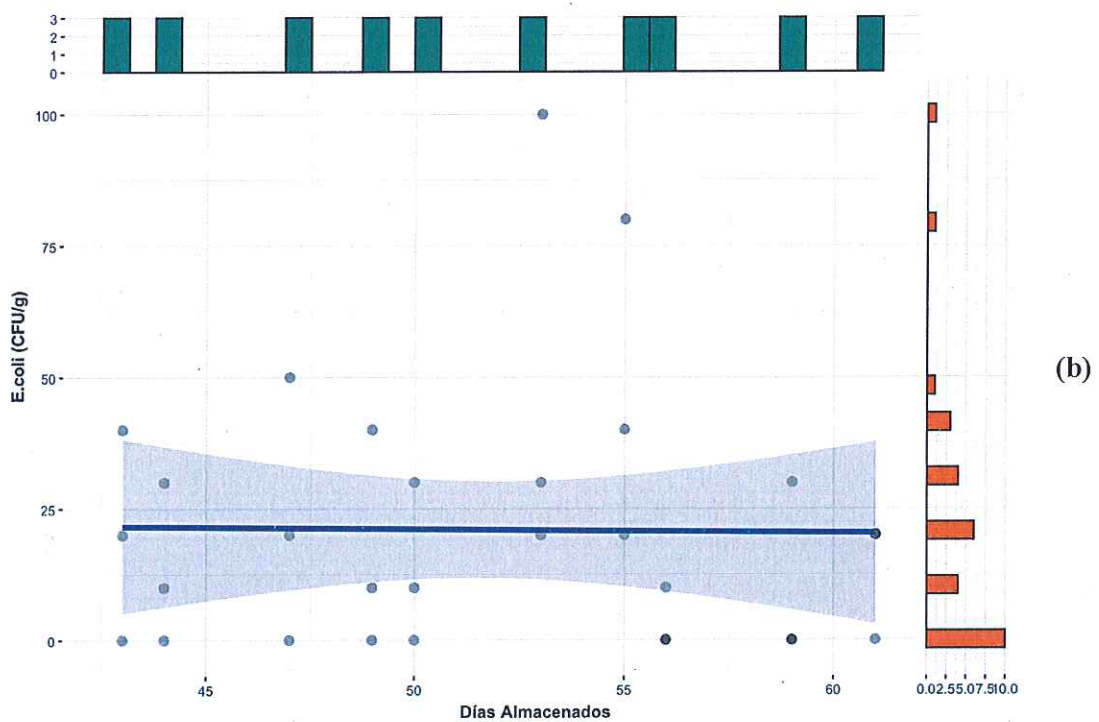
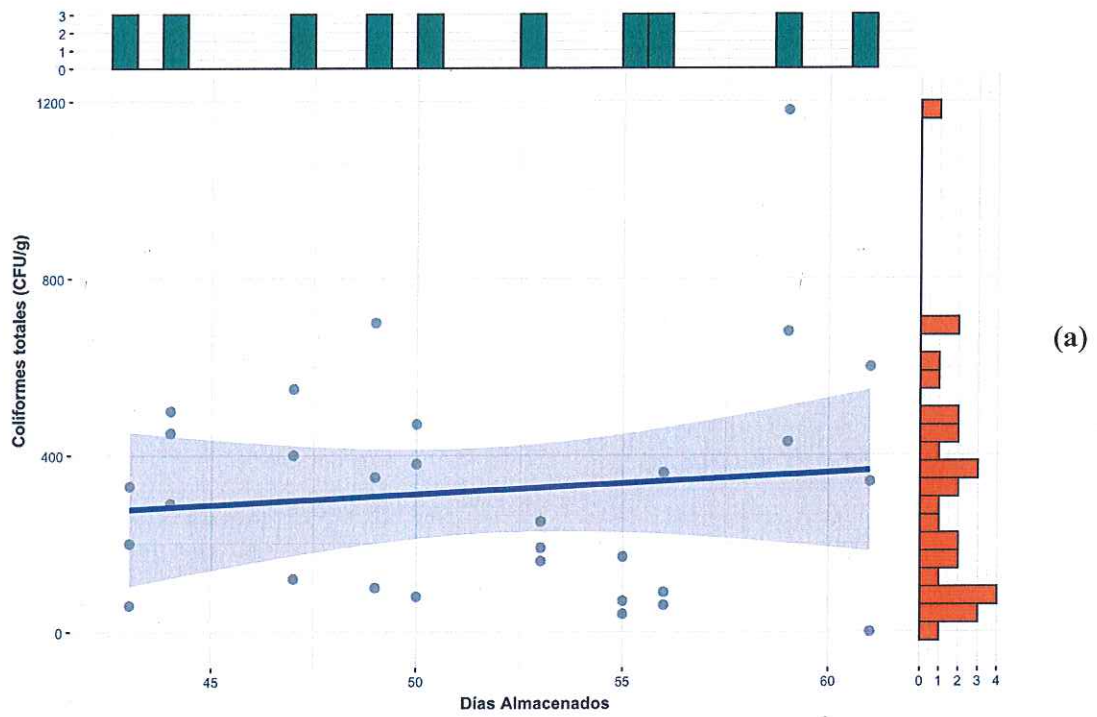
- consumo humano. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 1263–1283. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4480
- Nakazawa, N., & Okazaki, E. (2020). Recent research on factors influencing the quality of frozen seafood. *Fisheries Science*, 86(2), 231–244. <https://doi.org/10.1007/s12562-020-01402-8>
- Norman, R. A., Crumlish, M., & Stetkiewicz, S. (2019). The importance of fisheries and aquaculture production for nutrition and food security. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 38(2), 395–407. <https://doi.org/10.20506/rst.38.2.2994>
- Nurliza, N., Suharyani, A., & Nugraha, A. (2021). The Product Features, Functions, and Benefits of Seafood Products for Competitive Repositioning. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 7(1), 91–110. <https://doi.org/10.18196/agraris.v7i1.10571>
- Odeyemi, O. A., Burke, C. M., Bolch, C. C. J., & Stanley, R. (2018). Seafood spoilage microbiota and associated volatile organic compounds at different storage temperatures and packaging conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 280, 87–99. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.12.029>
- Odeyemi, O. A., Somorin, Y. M., Ateba, C. N., Onyeaka, H., Anyogu, A., Amin, M., Dewi, F. R., Stratev, D., Oko, J. O., & Kasan, N. A. (2024). Pathogens associated with seafood exports from Southeast Asia to the European Union: Analysis of the Rapid Alert System for Food and Feed (1997–2020). *BULGARIAN JOURNAL OF VETERINARY MEDICINE*, 27(2), 305–321. <https://doi.org/10.15547/bjvm.2022-0026>
- Odoli, C. O., Owiti, H., Kobingi, N., Obiero, M., Ogari, Z., Mugo, J., Nyamweya, C., & Aura, C. M. (2019). Post-harvest interventions in small-scale fisheries: a boon or bane to food and nutritional security in Kenya? *Food Security*, 11(4), 855–868. <https://doi.org/10.1007/s12571-019-00950-x>
- Ortiz, J. (2023). Artículo Original / Original Article. *Rev Chil Nutr*, 50(3), 261–270. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182023000300261>
- Park, S. Bin, & Zhang, Y. (2024). Innovative Multiplex PCR Assay for Detection of tlh, trh, and tdh Genes in *Vibrio parahaemolyticus* with Reference to the U.S. FDA's Bacteriological Analytical Manual (BAM). *Pathogens*, 13(9), 774. <https://doi.org/10.3390/pathogens13090774>
- Peck, M. W. (1997). Clostridium botulinum and the safety of refrigerated processed foods of extended durability. *Trends in Food Science & Technology*, 8(6), 186–192. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(97\)01027-3](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(97)01027-3)
- Peeler, E. J., & Ernst, I. (2019). Introduction: Improved aquatic animal health management is vital to aquaculture's role in global food security. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 38(2), 361–383. <https://doi.org/10.20506/rst.38.2.2992>
- Pinto de Rezende, L., Barbosa, J., & Teixeira, P. (2022). Analysis of Alternative Shelf Life-Extending Protocols and Their Effect on the Preservation of Seafood Products. *Foods*, 11(8), 1100. <https://doi.org/10.3390/foods11081100>
- Reyna-González, P. C., Romero-Hernández, E., & Lorenzo-Rosas, J. A. (2019). Spatial behavior of artisanal fishing in veracruz coast, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 54(2), 180–193. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2019.54.2.1889>
- Riccardi, C., Calvanese, M., Ghini, V., Alonso-Vásquez, T., Perrin, E., Turano, P., Giurato, G., Weisz, A., Parrilli, E., Tutino, M. L., & Fondi, M. (2023). Metabolic Robustness to Growth Temperature of a Cold-Adapted Marine Bacterium. *MSystems*, 8(2). <https://doi.org/10.1128/msystems.01124-22>
- Rodrigues, B. L., da Costa, M. P., da Silva Frasão, B., da Silva, F. A., Mársico, E. T., da Silveira Alves, T., & Conte-Junior, C. A. (2017). Instrumental Texture Parameters as Freshness Indicators in Five Farmed Brazilian Freshwater Fish Species. *Food Analytical Methods*, 10(11), 3589–3599. <https://doi.org/10.1007/S12161-017-0926-Y>
- Röhr, A., Lüddecke, K., Drusch, S., Müller, M. J., & Alvensleben, R. v. (2005). Food quality and safety—consumer perception and public health concern. *Food Control*, 16(8), 649–655. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.06.001>
- Sanjee, S. Al, & Karim, Md. E. (2016). Microbiological Quality Assessment of Frozen Fish and Fish Processing Materials from Bangladesh. *International Journal of Food Science*, 2016, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2016/8605689>

- Santaella M., M. G. C. , P. M. J. , S. J. (2012). *Vista de Evaluación sensorial de diferentes presentaciones comerciales de dorada (Sparus aurata L.) de acuicultura*. <https://revistas.um.es/analesvet/article/view/188751/155481>
- Shareef, M. A., Dwivedi, Y. K., Kumar, V., Mahmud, R., Hughes, D. L., Rana, N. P., & Kizgin, H. (2020). The inherent tensions within sustainable supply chains: a case study from Bangladesh. *Production Planning & Control*, 31(11–12), 932–949. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1695917>
- Shehata, H. R., Mitterboeck, T. F., & Hanner, R. (2020). Characterization of the microbiota of commercially traded finfish fillets. *Food Research International*, 137, 109373. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109373>
- Speranza, B., Racioppo, A., Bevilacqua, A., Buzzo, V., Marigliano, P., Mocerino, E., Scognamiglio, R., Corbo, M. R., Scognamiglio, G., & Sinigaglia, M. (2021). Innovative Preservation Methods Improving the Quality and Safety of Fish Products: Beneficial Effects and Limits. *Foods*, 10(11), 2854. <https://doi.org/10.3390/foods10112854>
- Suárez Mahecha, H., Pardo Carrasco, S. C., & Cortés Rodríguez, M. (2008). Calidad físico-química y atributos sensoriales de filetes sajados biopreservado de cachama empacado al vacío bajo refrigeración. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, ISSN-e 0120-0690, Vol. 21, N° 3, 2008, 21(3)*, 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2897715&info=resumen&idioma=ENG>
- Sun, Y., Gao, P., Xu, Y., Xia, W., Hua, Q., & Jiang, Q. (2020). Effect of Storage Conditions on Microbiological Characteristics, Biogenic Amines, and Physicochemical Quality of Low-Salt Fermented Fish. *Journal of Food Protection*, 83(6), 1057–1065. <https://doi.org/10.4315/JFP-19-607>
- Tavares, J., Martins, A., Fidalgo, L. G., Lima, V., Amaral, R. A., Pinto, C. A., Silva, A. M., & Saraiva, J. A. (2021). Fresh Fish Degradation and Advances in Preservation Using Physical Emerging Technologies. *Foods*, 10(4), 780. <https://doi.org/10.3390/foods10040780>
- Teisl, M. F., Roe, B., & Hicks, R. L. (2002). Can Eco-Labels Tune a Market? Evidence from Dolphin-Safe Labeling. *Journal of Environmental Economics and Management*, 43(3), 339–359. <https://doi.org/10.1006/jeem.2000.1186>
- Thiyagarajan, V., & Qian, P.-Y. (2003). Effect of temperature, salinity and delayed attachment on development of the solitary ascidian *Styela plicata* (Lesueur). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 290(1), 133–146. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(03\)00071-6](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(03)00071-6)
- Tidwell, J. H., & Allan, G. L. (2001). Fish as food: aquaculture's contribution. *EMBO Reports*, 2(11), 958–963. <https://doi.org/10.1093/embo-reports/kve236>
- Tryland, I., & Fiksdal, L. (1998). Enzyme Characteristics of β -Galactosidase- and β -Glucuronidase-Positive Bacteria and Their Interference in Rapid Methods for Detection of Waterborne Coliforms and *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(3), 1018–1023. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.3.1018-1023.1998>
- Vásquez Ampuero, J. M., Tasayco Alcántara, W. R., Chuquiyauri Talenas, M. Á., & Apac Sotil, S. (2018). Evaluación microbiológica de pescados y mariscos expendidos en mercados de la ciudad de Huánuco. *Investigación Valdizana*, 12(2), 75–82. <https://doi.org/10.33554/riv.12.2.142>
- Xu, D., Chen, C., Zhou, F., Liu, C., Tian, M., Zeng, X., & Jiang, A. (2022). Vacuum packaging and ascorbic acid synergistically maintain the quality and flavor of fresh-cut potatoes. *LWT*, 162, 113356. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2022.113356>

Material complementario

Catador:	Guillen Pinargote Javier Gustavo	Código de usuario Catast:	02				
Nombre Comercial:	Robalo						
Nombre del pescado Científico:	<i>Centropomus Armatas</i>						
Atributos del pescado; Intensidad de 1 (+baja) a 5 (+alta) (marcar con una cruz el grado de intensidad según la escala descrita).		Fases	Escala				
Aspecto Visual	Descripción		1	2	3	4	5
Brillo	Marca si el pescado tiene un brillo claro y nítido en la piel del pescado. La falta de brillo puede ser un signo de que el pescado no es tan fresco.	Visual					X
Color	Marca si el filete tiene un color uniforme, característico del tipo de pescado, sin manchas oscuras ni decoloración.	Visual					X
Intensidad del sabor	Descripción Marca si el sabor es característico del pescado, sin notas extrañas o rancias	Fase	1	2	3	4	5 X

Apéndice 1. Cata diseñada bajo la guía visual para la evaluación sensorial de la calidad del pescado congelado.



Apéndice 2. Relación entre *coliformes totales* (CFU/g) (a) y *E. coli* (CFU/g) (b) en los días de almacenamiento mediante análisis de correlación de Spearman.