



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
Modalidad Artículo Académico

Tema:

Desarrollo de recubrimientos comestibles a base de especias para aumentar la vida útil del filete fresco de la Corvina de Roca (*Brotula clarkae* Hubbs, 1944)

Autor

María José Cedeño Macías

Tutor:

Blgo. Eduardo Xavier Pico Lozano, PhD.

Periodo 2024 - 1



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

Modalidad Artículo Académico

Desarrollo de recubrimientos comestibles a base de especias para aumentar la vida útil del filete fresco de la Corvina de Roca (*Brotula Clarkae* Hubbs, 1994)

Autora:

María José Cedeño Macías

Dra. Dolores Muñoz Verduga
Presidente de Tribunal de Titulación

Blgo. Darío Del Valle Calderón, Mg.
Miembro de Tribunal de Titulación

Blgo. Luis Zambrano Santana, Mg.
Miembro de Tribunal de Titulación

Manta, Manabí, Ecuador

Jueves, 13 de Febrero de 2025

	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 de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la carrera de Biología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

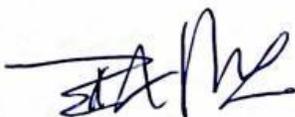
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **María José Cedeño Macias**, legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es "**Desarrollo de recubrimientos comestibles a base de especias para aumentar la vida útil del filete fresco de la Corvina de Roca (Brotula clarkae Hubbs, 1944)**"

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, 18 de diciembre de 2024

Lo certifico,



Blgo. Eduardo Xavier Pico Lozano, PhD.

Docente Tutor

Área: Procesamiento de Productos pesqueros

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

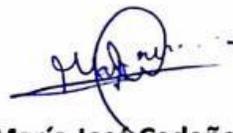
Declaración de Autoría

Yo, María José Cedeño Macías, declaro que he contribuido a la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo, con tema: **“Desarrollo de recubrimientos comestibles a base de especias para aumentar la vida útil del filete fresco de la Corvina de Roca (Brotula Clarkae Hubbs, 1994)”**.

He revisado la versión final del manuscrito y apruebo su presentación para su publicación. También garantizo que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente y no está bajo consideración para ninguna otra publicación.

Además, declaro que no tengo conflictos de interés en relación con este trabajo.

Firma:



María José Cedeño Macías

C.I. 1350697940

Manta, Manabí, Ecuador
Jueves, 13 de Febrero de 2025

**DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DE
EXTRACTOS DE ESPECIAS PARA AUMENTAR LA VIDA ÚTIL DEL FILETE
FRESCO DE CORVINA DE ROCA (*Brotula clarkae* Hubbs, 1944)**

María José Cedeño Macías¹, Xavier Pico Lozano, PhD¹

¹ Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica
Eloy Alfaro de Manabí.

Correo institucional: e1350697940@live.uleam.edu.ec

RESUMEN

Este estudio evaluó la efectividad de extractos naturales de romero, tomillo y cilantro como conservantes para filetes de Corvina de Roca (*Brotula clarkae*). La investigación se centró en el análisis microbiológico y sensorial durante un período de 15 días, empleando técnicas de envasado al vacío y almacenamiento a 0°C. Los resultados microbiológicos demostraron una significativa capacidad antimicrobiana de los tres extractos. El romero mostró la mayor eficacia con un 95% de inhibición, seguido por el cilantro con 83.3% y el tomillo con 36.4%. En contraste, el grupo control experimentó un incremento del 175.5% en el crecimiento microbiano. Tras 15 días, mientras el control alcanzó 1900 UFC/cm², los filetes tratados con extractos mantuvieron niveles entre 30-50 UFC/cm². La evaluación sensorial reveló que el extracto de romero fue superior en la preservación de características organolépticas, manteniendo calificaciones excelentes durante todo el período de estudio. Los extractos de cilantro y tomillo también mostraron resultados positivos, aunque con una disminución gradual en sus propiedades sensoriales, manteniéndose en niveles aceptables. El estudio concluye que estos extractos naturales, especialmente el romero, representan una alternativa prometedora como conservantes naturales para productos pesqueros, ofreciendo beneficios tanto en el control microbiano como en la preservación de características sensoriales.

Palabras clave: *Recubrimiento comestible, Brotula clarkae, percolación, microbiana, organolépticas.*

**DEVELOPMENT AND EVALUATION OF EDIBLE COATINGS OF SPICE
EXTRACTS TO INCREASE THE SHELF LIFE OF FRESH ROCK CORVINA
FILLET (*Brotula clarkae* Hubbs, 1944)**

ABSTRACT

This study evaluated the effectiveness of natural extracts from rosemary, thyme, and coriander as preservatives for Rock Bass (*Brotula clarkae*) fillets. The research focused on microbiological and sensory analysis over a 15-day period, using vacuum packaging techniques and storage at 0°C. The microbiological results demonstrated significant antimicrobial capacity of all three extracts. Rosemary showed the highest efficacy with 95% inhibition, followed by coriander with 83.3% and thyme with 36.4%. In contrast, the control group experienced a 175.5% increase in microbial growth. After 15 days, while the control reached 1900 CFU/cm², the fillets treated with extracts maintained levels between 30-50 CFU/cm². Sensory evaluation revealed that the rosemary extract was superior in preserving organoleptic characteristics, maintaining excellent ratings throughout the study period. Coriander and thyme extracts also showed positive results, although with a gradual decrease in their sensory properties, remaining at acceptable levels. The study concludes that these natural extracts, especially rosemary, represent a promising alternative as natural preservatives for fish products, offering benefits in both microbial control and preservation of sensory characteristics.

Keywords: Edible coating, *Brotula clarkae*, percolation, microbial, organoleptic

INTRODUCCIÓN

La corvina de roca, *Brotula clarkae* es un depredador bentopelágico que habita el Pacífico oriental, desde Palos Verdes (California) hasta Paita (Perú) (Naranjo-Elizondo et al., 2016). Esta especie presenta un patrón de vida distintivo: en su etapa adulta habita fondos de barro blando, mientras que en su fase juvenil se encuentra en aguas epipelágicas, con un rango de profundidad entre 40 y 650 metros. Su dieta varía según su etapa de desarrollo: los juveniles se alimentan principalmente de camarones y cangrejos, mientras que los adultos consumen teleósteos, estomatópodos, equinodermos y moluscos (Herrera et al., 2016).

Como otros productos pesqueros, la Corvina de Roca presenta desafíos significativos en su conservación debido a su corta vida útil, principalmente afectada por la degradación microbiana y oxidación (Sikorski y Kolakowska, 2003). Esta problemática ha impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras en la industria pesquera, donde la preservación de productos frescos es fundamental tanto para mantener la calidad y seguridad alimentaria como para reducir pérdidas económicas (Nollet & Toldrá, 2010).

En respuesta a estas limitaciones, la investigación actual se centra en el desarrollo de recubrimientos comestibles a base de especias. Este enfoque surge como una alternativa natural a los métodos convencionales de preservación, aprovechando las propiedades antioxidantes y antimicrobianas de las especias, cualidades que, aunque tradicionalmente conocidas, han sido científicamente validadas en estudios recientes (Meléndez Pastrana et al., 2021).

El tomillo (*Thymus vulgaris* L.), perteneciente a la familia Lamiaceae, destaca por su aceite esencial concentrado principalmente en sus hojas. Su actividad biológica se debe fundamentalmente a dos componentes: timol y carvacrol (Rocha et al., 2012). La comercialización de esta planta, tanto fresca como seca, se orienta principalmente a la extracción de estos aceites esenciales (Guerrero-Lagunes et al., 2011).

El romero (*Rosmarinus officinalis* L.) ha demostrado propiedades conservadoras significativas en aplicaciones alimentarias. Sus efectos antimicrobianos se atribuyen a su alto contenido

fenólico, especialmente ácido carnósico y ácido rosmarínico (Elhafez et al., 2020). La versatilidad de su aceite esencial lo ha convertido en un componente valioso para las industrias farmacéutica y alimentaria, donde se utiliza como saborizante, fragancia, conservante y pesticida (Espinoza Espinoza, 2020).

El cilantro contribuye con propiedades antioxidantes tanto en sus hojas como en sus semillas, siendo las hojas particularmente ricas en carotenoides (Marín Mendoza, 2018).

La metodología de aplicación de estos recubrimientos incluye técnicas de inmersión y marinado funcional, seguidas de un almacenamiento controlado y monitoreo constante para análisis microbiológicos y sensoriales (Hernández-Hernández et al., 2009; Ojagh et al., 2010). A pesar del potencial prometedor de estos recubrimientos, persisten desafíos importantes como la optimización de concentraciones, la estandarización de métodos de aplicación y la evaluación del impacto económico en la industria pesquera (Kumar & Sethi, 2011).

Esta línea de investigación no solo busca extender la vida útil del filete de Corvina de Roca, sino también agregar valor al producto final mediante la mejora de su perfil sensorial y el mantenimiento de su calidad nutricional durante períodos más prolongados de conservación. El desarrollo continuo de estas técnicas podría revolucionar los métodos de conservación en la industria pesquera y contribuir significativamente a la reducción del desperdicio alimentario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología

Obtención de los extractos

La obtención de las especias se realizó por dos vías: comercial y artesanal. El romero y tomillo en polvo se adquirieron comercialmente en la despensa "Todo Criollo" (Manta, Manabí, Ecuador), mientras que el cilantro se sometió a un proceso de deshidratación controlada en horno doméstico a 60°C durante 2-4 horas, simulando un secado natural para preservar sus propiedades.

Para la preparación de los extractos, se siguió un proceso sistemático:

1. Reducción granulométrica de las especias deshidratadas utilizando una licuadora portátil Crown type juice.
2. Pre-hidratación: En un recipiente de vidrio protegido de la luz, se agregaron 4ml de alcohol por cada porción de vegetal pulverizado, con un tiempo de reposo de 4 horas para evitar la formación de grumos durante la percolación.
3. Extracción etanólica: Se realizó mediante maceración y percolación por goteo controlado durante 24 horas en un embudo cónico de polipropileno (250ml) con llave de paso PTFE. Se empleó una relación 1:5 (20g de material vegetal por 100ml de alcohol al 70%) (Alegre et al., 2017).
4. Almacenamiento: El extracto filtrado se conservó en recipientes ámbar esterilizados bajo refrigeración, eliminando los sólidos en suspensión mediante filtración con papel filtro.

Aplicación de tratamientos

Los filetes de corvina de roca (*Brotula clarkae*), adquiridos en el sector pesquero de las Piñas (Manta-Manabí), se procesaron de la siguiente manera:

- Preparación: 20 porciones rectangulares de 100g cada una
- Tratamiento: Aplicación de 2ml de extracto por porción
- Distribución: 5 muestras por cada tratamiento (romero, tomillo, cilantro) y 5 controles
- Conservación: Empacado al vacío mediante selladora doméstica y almacenamiento a 0°C durante 15 días

Evaluación sensorial

La evaluación organoléptica se realizó siguiendo los lineamientos de la FAO (2014) y las metodologías propuestas por Martinsdóttir et al. (2009) y Olafsdottir et al. (1997). Se evaluaron cinco parámetros: Apariencia; Color; Olor; Textura; Frescura

La evaluación utilizó una escala (Tabla 1) de 1 a 5 (donde 1 representa la calificación más baja y 5 la óptima). Adicionalmente, se incluyó una evaluación de aptitud para consumo humano del pescado cocido. El panel de evaluación consistió en tres panelistas entrenados que participaron durante toda la investigación.

Tabla 1. Tabla de evaluación sensorial para filetes frescos

Característica	Escala	Descripción
Apariencia	1	Muy poco atractivo: Forma irregular, bordes desiguales, manchas o decoloraciones evidentes
	2	Poco atractivo: Forma algo irregular, algunos bordes desiguales o pequeñas manchas
	3	Aceptable: Forma mayormente regular, pocos defectos visibles
	4	Atractivo: Forma regular, bordes limpios, color uniforme
	5	Muy atractivo: Forma perfecta, bordes precisos, color brillante y uniforme
Color	1	Muy pálido/descolorido: Color notablemente diferente al esperado para la especie
	2	Algo pálido/descolorido: Color ligeramente apagado o con algunas áreas descoloridas
	3	Aceptable: Color cercano al esperado, aunque no ideal
	4	Bueno: Color característico de la especie, mayormente uniforme
	5	Ideal: Color perfecto y uniforme, típico de la especie en su mejor estado
Olor	1	Desagradable: Olor fuerte a pescado pasado o amoníaco
	2	Poco agradable: Olor ligeramente fuerte o con notas no características
	3	Neutro: Poco olor, ni agradable ni desagradable
	4	Agradable: Olor fresco, ligero aroma a mar
	5	Muy agradable: Olor fresco e intenso, característico de pescado recién capturado
Textura	1	Muy mala: Extremadamente blanda y deshecha, o muy dura y seca al tacto
	2	Deficiente: Blanda y algo deshecha, o dura y reseca al tacto
	3	Aceptable: Textura adecuada pero no ideal al tacto
	4	Buena: Firme al tacto, elasticidad adecuada
	5	Excelente: Perfectamente firme, elástica y resiliente al tacto
Frescura	1	Nada fresco: Signos claros de deterioro en múltiples aspectos
	2	Poco fresco: Algunos signos de pérdida de frescura
	3	Moderadamente fresco: Frescura aceptable, sin signos claros de deterioro
	4	Fresco: Buena frescura en la mayoría de los aspectos
	5	Extremadamente fresco: Como recién capturado, excelente en todos los aspectos

Fuente: Autor

Análisis microbiológicos

El procedimiento microbiológico incluyó:

1. Toma de muestras mediante hisopado con Swab-Sampler/Caldo Lethen (10ml)
2. Preparación de dilución 10^2 usando micropipeta regulable MICROLITRBO
3. Siembra de 1000 μ l en placas Compact Dry TC de 3M para aerobios mesófilos
4. Incubación en laboratorio de microbiología ULEAM:
 - Equipo: Incubador CO2 Memmert
 - Condiciones: 35°C durante 48 horas
5. Conteo final de UFC tras el período de incubación

RESULTADOS

Evolución de la Carga Microbiológica

Rendimiento de Extractos

De la proporción 1:5, se obtuvieron los siguientes rendimientos respecto a los 100ml de alcohol inicial:

- Romero: 70% de extracto final
- Tomillo: 60% de extracto final
- Cilantro: 65% de extracto final

El rendimiento de los extractos se refiere a la cantidad de extracto final obtenido en relación con el volumen inicial de solvente (alcohol) utilizado en el proceso de extracción. En este caso específico, se empleó una proporción de 1:5, lo que significa que se utilizaron 20g de material vegetal (especias) por cada 100ml de alcohol al 70%.

Los resultados obtenidos muestran diferentes niveles de rendimiento para cada especia. Del romero se recuperaron 70ml de los 100ml iniciales, representando el mayor rendimiento con un 70%. El cilantro tuvo un rendimiento intermedio, recuperándose 65ml del volumen inicial (65%), mientras que el tomillo mostró el menor rendimiento con 60ml recuperados (60%).

La diferencia entre el volumen inicial y el volumen final recuperado se puede atribuir a varios factores. Parte del alcohol queda retenido en el material vegetal durante el proceso, hay pérdidas naturales por evaporación, el material vegetal absorbe cierta cantidad del líquido durante la maceración, y también ocurren algunas pérdidas durante el proceso de filtración.

El mayor rendimiento del romero (70%) sugiere que esta especia tiene una menor capacidad de retención del solvente y permite una mejor recuperación del extracto. Por el contrario, el tomillo, con el menor rendimiento (60%), probablemente posee una mayor capacidad de absorción o retención del solvente en su estructura vegetal, lo que resulta en una menor cantidad de extracto final recuperado.

Análisis Temporal de la Carga Microbiológica

Etapa Inicial (Día 2)

En la etapa inicial, la carga microbiológica del control (234 UFC) fue similar a la observada con el tratamiento de tomillo (220 UFC) y menor que la de cilantro (300 UFC) y romero (600 UFC). Esto indica que los efectos antimicrobianos de los extractos aún no eran claramente diferenciables.

Fase Temprana (Día 4)

Para el cuarto día, los extractos naturales comenzaron a mostrar una reducción notable en la carga microbiana. El tomillo demostró ser el más efectivo con 177 UFC, seguido del cilantro con 220 UFC. El romero, aunque presentó una disminución a 460 UFC, mantuvo valores más altos. El control mostró un ligero incremento a 250 UFC.

Fase Intermedia (Día 6-8)

En el día 6, los tratamientos continuaron reduciendo la carga microbiológica. El tomillo alcanzó 167 UFC, el cilantro 200 UFC, y el romero mostró una reducción significativa a 330 UFC, mientras el control aumentó a 320 UFC.

Para el día 8, los efectos de los tratamientos fueron claramente evidentes. El tomillo (66 UFC) y el romero (77 UFC) destacaron como los más efectivos, mientras que el cilantro mantuvo buenos resultados (106 UFC). El control presentó un incremento notable a 440 UFC.

Fase de Estabilización (Días 10-12)

En el día 10, todos los tratamientos alcanzaron sus niveles más bajos: romero (30 UFC), tomillo y cilantro (50 UFC cada uno), mientras el control aumentó a 640 UFC.

Durante los días 11 y 12, los valores se mantuvieron estables para los tratamientos (romero 30 UFC, cilantro y tomillo entre 45-50 UFC), mientras el control continuó aumentando hasta 800 UFC.

Fase Final (Días 13-15)

En los últimos días del estudio, los tres extractos mantuvieron su eficacia antimicrobiana:

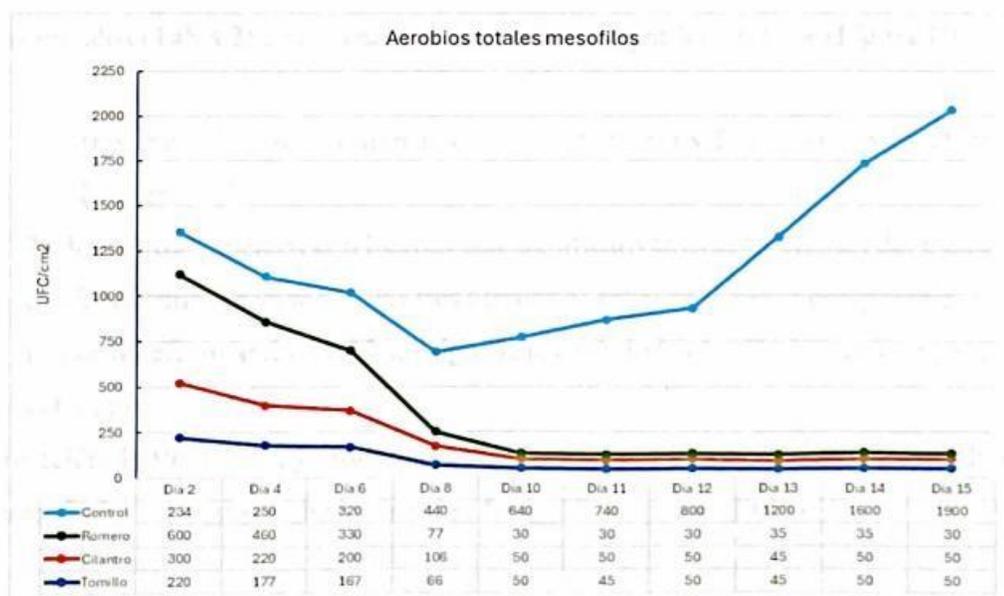
- El romero fluctuó entre 30-35 UFC
- El tomillo y cilantro se mantuvieron estables entre 45-50 UFC
- El control mostró un incremento exponencial, alcanzando 1900 UFC al día 15

Nota: Todos los resultados se leen en UFC/cm²

Análisis estadístico

El gráfico (Figura 1) muestra la evolución de aerobios totales mesófilos (medidos en UFC/cm²) a lo largo de 15 días para cuatro condiciones diferentes: Control, Romero, Cilantro y Tomillo. Las tres hierbas (Romero, Cilantro y Tomillo) parecen tener un efecto inhibitor sobre el crecimiento de aerobios mesófilos. El control sin tratamiento muestra un crecimiento bacteriano significativo después del día 8. Después del día 10, todas las hierbas mantienen niveles bajos y estables de bacterias, mientras que el control continúa aumentando. El Romero parece tener el efecto inhibitor más fuerte inicialmente, aunque todas las hierbas llegan a niveles similares de efectividad.

Figura 1. Análisis de ATM



Fuente: Autor

Así mismo se procede a realizar un análisis de la normalidad de los datos, con el objetivo de hacer una Contraste estadístico de Shapiro-Wilk (Software JASP v.19), obteniendo un p-valor <0,001 y se procede a realizar un análisis no paramétrico (Kruskal-Wallis) (Tabla 2)

Tabla 2. análisis no paramétrico (Kruskal-Wallis).

Contraste de Kruskal-Wallis ▼

Contraste de Kruskal-Wallis

Factor	Estadístico	gl	p
Especies	19.102	3	< .001

Dunn ▼

Comparaciones Post-hoc de Dunn - Especies ▼

Comparación	z	W _i	W _j	r _{rb}	p	PBonf	PHolm
Tomillo - Cilantro	-0.308	16.150	17.750	0.130	0.758	1.000	1.000
Tomillo - Romero	0.433	16.150	13.900	0.260	0.665	1.000	1.000
Tomillo - Control	-3.475	16.150	34.200	1.000	< .001	0.003	0.003
Cilantro - Romero	0.741	17.750	13.900	0.280	0.459	1.000	1.000
Cilantro - Control	-3.167	17.750	34.200	0.960	0.002	0.009	0.006
Romero - Control	-3.908	13.900	34.200	0.780	< .001	< .001	< .001

Nota. Correlación de rango biserial basada en contrastes de Mann-Whitney individuales.

Estos resultados (Tabla 2) confirman lo observado en el gráfico anterior (Figura 1):

1. Los tres tratamientos con hierbas (Tomillo, Cilantro y Romero) son estadísticamente similares entre sí
2. Todos los tratamientos con hierbas son significativamente diferentes del Control
3. El efecto antimicrobiano de las tres hierbas es estadísticamente comparable
4. Existe un efecto antimicrobiano significativo de todas las hierbas en comparación con el Control

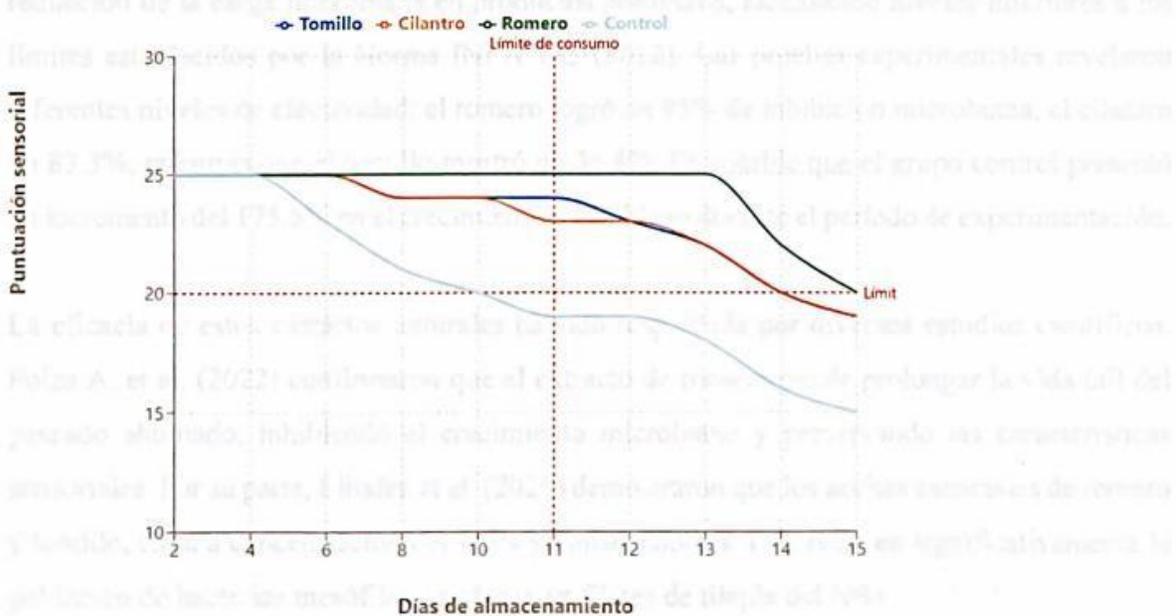
La corrección de Bonferroni y Holm para comparaciones múltiples confirma estos hallazgos, manteniendo las mismas conclusiones sobre la significancia estadística

Análisis Organoléptico

El gráfico (Figura 2) muestra las evaluaciones de tres panelistas sensoriales diferentes (A, B y C) para los cuatro tratamientos (Tomillo, Cilantro, Romero y Control). Los panelistas muestran un alto nivel de concordancia en sus evaluaciones, donde los tres coinciden en que los tratamientos con especias (Tomillo, Cilantro y Romero) mantienen características sensoriales superiores, con puntuaciones entre 22-25 unidades, mientras que el Control recibe consistentemente puntuaciones más bajas (17-20 unidades) por parte de los tres evaluadores.

La variabilidad en las evaluaciones, indicada por las barras de error, es mayor para el Control, lo que sugiere que los panelistas tuvieron más dificultad para llegar a un consenso en las muestras sin tratamiento. Es notable que el panelista B muestra una ligera tendencia a dar puntuaciones más altas al Romero, mientras que el panelista C parece ser más crítico con el Control. En general, hay una buena consistencia entre evaluadores, lo que refuerza la confiabilidad de los resultados.

Figura 2. Evaluación sensorial



Fuente: Autor

- Romero: Mantiene calificaciones excelentes (5/5) en todas las características sensoriales durante los 15 días
- Cilantro y Tomillo: Muestran disminución gradual de propiedades organolépticas, manteniéndose en niveles aceptables (3/5)
- Control: Deterioro acelerado desde el día 11, llegando a niveles inaceptables (Figura 2)
- La carga microbiana (UFC/cm²) se correlaciona con los cambios sensoriales
- El romero demuestra superioridad en la preservación de características sensoriales

El extracto de romero manifestó una notable estabilidad fisicoquímica, manteniendo calificaciones elevadas en apariencia, color, olor, textura y frescura durante todo el período. Los extractos de cilantro y tomillo experimentaron una disminución progresiva de sus propiedades organolépticas, mientras que el control mostró el mayor deterioro.

DISCUSIÓN

Los extractos naturales de tomillo, romero y cilantro demostraron un efecto significativo en la reducción de la carga microbiana en productos pesqueros, alcanzando niveles inferiores a los límites establecidos por la Norma INEN 183 (2012). Las pruebas experimentales revelaron diferentes niveles de efectividad: el romero logró un 95% de inhibición microbiana, el cilantro un 83.3%, mientras que el tomillo mostró un 36.4%. Es notable que el grupo control presentó un incremento del 175.5% en el crecimiento microbiano durante el período de experimentación.

La eficacia de estos extractos naturales ha sido respaldada por diversos estudios científicos. Foiza A. et al. (2022) confirmaron que el extracto de romero puede prolongar la vida útil del pescado ahumado, inhibiendo el crecimiento microbiano y preservando las características sensoriales. Por su parte, Elhafez et al. (2020) demostraron que los aceites esenciales de romero y tomillo, en una concentración del 1.5% y almacenados a 4°C, reducen significativamente la población de bacterias mesófilas aeróbicas en filetes de tilapia del Nilo.

Respecto a los mecanismos de acción, el aceite de tomillo destaca por su contenido de timol y carvacrol, compuestos que aumentan la permeabilidad de las células bacterianas, inhibiendo su desarrollo. En cuanto al cilantro, aunque no se encontraron estudios comparativos directos con romero y tomillo en conservación de pescado, investigaciones recientes han demostrado su potencial antimicrobiano. Sateriale et al. (2023) reportaron que el aceite de semilla de cilantro superó la eficacia de la rifaximina en la inhibición del crecimiento de *E. coli*.

La aplicación práctica de estos extractos se ve potenciada cuando se combina con técnicas de conservación complementarias. Balikçi et al. (2022) evidenciaron que el extracto de tomillo, en conjunto con el envasado al vacío, mejoró significativamente la preservación de las características bioquímicas, microbiológicas y sensoriales en bolas de caballa refrigeradas. Este hallazgo sugiere que la implementación de biopelículas elaboradas con extractos de romero, tomillo o cilantro en filetes de pescado fresco envasados al vacío podría optimizar su conservación y extender su vida útil.

La vida útil de los filetes de pescado fresco, incluyendo la corvina, es limitada bajo condiciones de refrigeración convencional. Por lo general, un filete de corvina almacenado a temperaturas de refrigeración (4°C) mantiene sus características sensoriales y microbiológicas aceptables durante aproximadamente 6 días, después de los cuales comienza a mostrar signos de deterioro como cambios en el color, textura y olor, además de un incremento significativo en la carga microbiana que lo hace inadecuado para el consumo humano (Herrera et al., 2016).

Mantener la calidad sensorial y microbiológica de los filetes de corvina durante 15 días representa un avance significativo en la conservación de productos pesqueros, especialmente considerando que los extractos naturales de romero y tomillo lograron mantener las características organolépticas en niveles aceptables durante este período. Este resultado es particularmente relevante ya que supera más de dos veces el tiempo de vida útil convencional del pescado fresco. Estudios similares realizados por Balikçi et al. (2022) y Elhafez et al. (2020) han demostrado que la combinación de extractos naturales con técnicas de envasado al vacío

puede extender significativamente la vida útil del pescado, aunque sus resultados no habían alcanzado períodos tan prolongados de conservación efectiva.

CONCLUSIÓN

Los hallazgos demuestran que los tres extractos son efectivos en la preservación de pescado fresco, siendo el romero el más eficaz a largo plazo. La estabilización de las UFC en niveles bajos (30-50) para todos los extractos, en contraste con el incremento exponencial del control hasta 1900 UFC, confirma el potencial de estos tratamientos naturales como conservantes. Los resultados sugieren que estos extractos no solo mantienen la calidad microbiológica del pescado, sino que también preservan sus características sensoriales durante un período extendido de almacenamiento.

El desarrollo de recubrimientos comestibles a base de extractos de romero, tomillo y cilantro representa una estrategia prometedora para aumentar la vida útil del filete fresco de Corvina de Roca.

AGRADECIMIENTOS

Quiero empezar expresando mi más profunda gratitud a mi madre la Lcda. Nathaly Macías, fuente de inspiración y ejemplo de fortaleza, la cual me ha iluminado con amor y dedicación en mi trayectoria académica. A mi hermana y confidente Andrea Cedeño quien nunca ha dudado de mis capacidades, su comprensión y aliento han sido sin duda fundamentales en este proceso. A mi compañera de vida Abogada Génesis Mero quien ha sido un refugio de paz y motivación en los momentos más grises, brindándome su amor y comprensión desmedida. A mi padre Tito Cedeño quien de manera discreta pero significativa ha estado presente en este recorrido de mi formación. A mis fieles compañeras peludas que me acompañaron silenciosamente en las noches de desvelo.

Un reconocimiento especial a mi tutor Xavier Pico Lozano PhD, cuya guía, paciencia y conocimientos fueron fundamentales para la culminación de esta investigación. A la

conocimientos fueron fundamentales para la culminación de esta investigación. A la Universidad Laica Eloy Alfaron de Manabí y al laboratorio de control de calidad de recursos bioacuáticos ubicado en el bloque de la carrera de biología por brindarme los espacios y conocimientos requeridos para mi formación como profesional. Finalmente agradecer a demás familiares, amigos y colegas testigos de este viaje de transformación y crecimiento.

ANEXOS



Imagen 1 Especies pulverizadas



Imagen 2 maceración y percolación de los extractos.



Imagen 3 Filtrado de los sólidos en suspensión



Imagen 4 filetes sellados al vacío

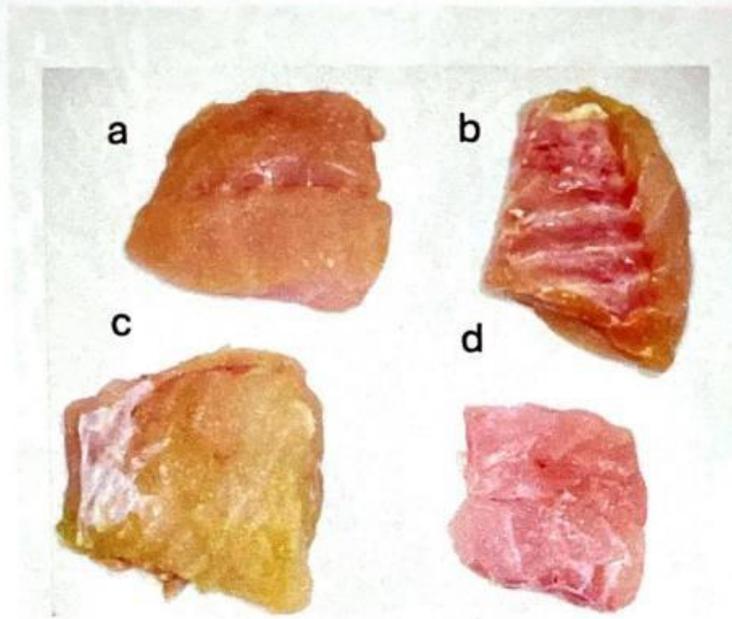


Imagen 5 filetes con recubrimientos donde a= romero, b=tomillo, c=cilantro y d=control



Imagen 6 hisopado



Imagen 7 rotulación de muestras



Imagen 8 Inoculación o siembra en las placas



Imagen 10 conteo de aerobios en placa TC

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre, A., Iannacone, J., & Carhuapoma, M. (2017). TOXICIDAD DEL EXTRACTO ACUOSO, ETANÓLICO Y HEXÁNICO de *Annona muricata*, *Minthostachys mollis*, *Lupinus mutabilis*, Y *Chenopodium quinoa* SOBRE *Tetranychus urticae* Y *Chrysoperla externa*. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 33(3), 273-284. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902017005000705>
- Balikçi, E., YILDIZ, P. O. Y GÖK, V. (2022). Effects of thyme extract on biochemical, microbiological, color and sensory properties of mackerel fish balls. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(3), 461-467.
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253.
- Espinoza Espinoza, S. G. (2020). *Uso de aceites esenciales, provenientes de especies vegetales, como preservantes naturales en alimentos* [bachelorThesis, Quito: Universidad de las Américas, 2020]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/13041>
- Elhafez, M. A., Yehia, N., Amin, R., Emam, W., Hamouda, S., & El-Magd, M. A. (2020). Quality enhancement of frozen Nile tilapia fillets using rosemary and thyme oil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72, 1821-1829. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11855>.
- Elhafez, E., EL-LAHAMY, A., ELERAKY, N., HASHEM, E. Y AHMED, H. (2020). Effect of rosemary and thyme essential oils as natural preservatives on retarding lipid oxidation and microbial growth in Nile tilapia fillets. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 24(7), 679-693.
-

- FAO. (2014). Manual de métodos de análisis de calidad para productos pesqueros. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/3/i3544s/i3544s.pdf>
- Foiza A., A. I., Abdalrasol A., S., & Ateea, A. B. (2022). The efficacy of *Rosmarinus officinalis* L. extract in keeping quality of cold fish fillet. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 12(5), 370.
- Guerrero-Lagunes, L. A., Ruiz-Posadas, L. del M., Rodríguez-Mendoza, M. de las N., Soto-Hernández, M., & Castillo-Morales, A. (2011). Efecto del cultivo hidropónico de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) en la calidad y rendimiento del aceite esencial. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(2), 141-149.
- Hernández-Hernández, E., Ponce-Alquicira, E., Jaramillo-Flores, M. E., & Guerrero-Legarreta, I. (2009). Antioxidant effect of rosemary and oregano extracts on TBARS and color of model raw pork batters. *Meat Science*, 81(2), 410-417.
- Herrera, M., SERRA, X., COMAPOSADA, J. Y GUARDIA, M. D. (2016). Effect of high-pressure processing and storage time on quality parameters of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(2), 329-339.
- Herrera, M., Clarke, T. M., Naranjo-Elizondo, B., Espinoza, M., & Wehrtmann, I. S. (2016). Talla de madurez sexual del congrio rosado (Ophidiidae: *Brotula clarkae*): una especie de importancia comercial en el Pacífico de Costa Rica. *Latin american journal of aquatic research*, 44(3), 657-661.
- Kumar, P., & Sethi, S. (2011). Edible coatings on fresh fruits and vegetables: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(6), 1277-1287.
- Martinsdóttir, E., Schelvis, R., Hyldig, G., & Sveinsdóttir, K. (2009). Sensory evaluation of fish freshness. QIM Eurofish. <http://www.qim-eurofish.com/>

-
- Marín Mendoza, P. M. (2018). *El extracto de cilantro (Corandrum sativum) y su efecto antioxidante*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/99244>

 - Meléndez Pastrana, I. Y., Rodríguez Morachis, M. A., Rodríguez Medina, M. A., Zorrilla Briones, F., Meléndez Pastrana, I. Y., Rodríguez Morachis, M. A., Rodríguez Medina, M. A., & Zorrilla Briones, F. (2021). Determinación de la vida útil de la tortilla de maíz adicionada con aceite esencial de tomillo a través de pruebas de vida acelerada. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1017>

 - Naranjo-Elizondo, B., Espinoza, M., Herrera, M., Clarke, T. M., & Wehrtmann, I. S. (2016). Feeding habits of the Pacific bearded brotula *Brotula clarkae* Hubbs, 1944 (Ophidiidae) along the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Journal of Applied Ichthyology*, 32(3), 439-447. <https://doi.org/10.1111/jai.13029>

 - Nollet, L. M. L., & Toldrá, F. (2010). *Handbook of Food Analysis, Volume 1: Physical Characterization and Nutrient Analysis*. CRC Press.

 - Norma INEN 183. (2012). *Pescado fresco, refrigerado y congelado*. Quito, Ecuador, de http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/11/nte_inen_183.pdf

 - Olafsdottir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I. M., Henehan, G., Nielsen, J., & Nilsen, H. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Science & Technology*, 8(8), 258-265. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(97\)01049-2](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(97)01049-2).

 - Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120(1), 193-198.

 - Rocha, R. P. da, Melo, E. de C., Corbín, J. B., Berbert, P. A., Donzeles, S. M. L., & Tabar, J. A. (2012). Cinética del secado de tomillo. *Revista Brasileira de Engenharia*

Agrícola e Ambiental, 16, 675-683. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000600013>

- Sikorski, Z. E., & Kolakowska, A. (2003). Chemical and functional properties of fish muscle proteins. *Food Chemistry*, 81(2), 253-264.