



**USO DE ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO COMO BIOCONSERVANTE EN
LA TILAPIA PLATEADA (*Oreochromis niloticus*)**

**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA

TRABAJO DE GRADO

BOGOTÁ D.C., 2024



**USO DE ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO COMO BIOCONSERVANTE EN
LA TILAPIA PLATEADA (*Oreochromis niloticus*)**

ESTUDIANTE: JESSICA PAOLA ALVINO MORENO

ASESOR: PATRICIA CIFUENTES PRIETO

**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA

TRABAJO DE GRADO

BOGOTÁ D.C., 2024

DEDICATORIA

A mi familia, quienes con su amor y apoyo han sido mi fuente de inspiración y fortaleza durante todos estos años de estudio. Su guía y dedicación han sido el motor que me impulsó a alcanzar este logro.

A mis profesores, quienes han construido en mí una persona ética y han sembrado su conocimiento profesional en este ser lleno de ganas de aprender y conocer esta maravillosa profesión.

A mi asesora, Patricia Cifuentes Prieto, por su guía, paciencia y tiempo para realizar este trabajo y poder concretarlo.

A mí misma, por mi esfuerzo y dedicación, por las lágrimas y la lucha por encontrar los recursos necesarios para seguir adelante con mis estudios. Por nunca darme por vencida en lograr mi sueño de ser profesional y por no dejarme opacar por los comentarios de terceros.

Este trabajo es la concentración de mi tiempo en medio de una vida agitada. Espero que sirva como un impulso para quien necesite saber que no todo está perdido y que se pueden lograr nuestras metas una vez se tenga claro hasta dónde queremos llegar.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios y a las fuerzas cósmicas del universo por guiarme hasta este momento de mi vida, por nunca soltarme a pesar de las dificultades vividas. La vida no siempre es fácil y muchas veces se nubla la vista, sin embargo, he encontrado una respuesta al final de este camino.

A la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, por permitirme desarrollar mis habilidades y adquirir conocimientos. En este espacio físico encontré algo emocional que trasciende en mi vida, y no solo queda impreso en los años dedicados a obtener mi título universitario. Encontré personas maravillosas que me enseñaron que es importante el conocimiento, pero aún más importante es el estilo de vida que adoptamos y cómo tratamos a los demás.

Quiero agradecerme a mí misma por mis esfuerzos y perseverancia. Aunque no sabía cómo lograr llevar mi carrera adelante, lo logré, y esto me hace sentir más que orgullosa.

Tabla de contenido

Resumen	9
Introducción	11
Objetivos	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
1. Antecedentes	14
2. Marco referencial	16
2.1 <i>Origanum vulgare</i>	16
2.1.1 Composición química del orégano	16
Fuente: Tomado de Lombrea, A. et al. 2020.	17
2.1.3 ¿Cómo actúan los diferentes componentes del aceite esencial en los microorganismos?	17
2.1.4 Diferentes regiones de Colombia donde se cosecha el orégano	18
2.2 <i>Tilapia plateada (Oreochromis niloticus)</i>	19
2.2.1 Ciclo de vida de <i>Oreochromis niloticus</i>	20
2.2.2 Microorganismos con importancia patológica en <i>Oreochromis niloticus</i>	20
2.2.3 Cultivo de <i>Oreochromis niloticus</i>	22
2.2.5 Proceso económico del <i>Oreochromis niloticus</i>	22
2.3 Marco legal	23
3. Diseño metodológico	25
3.1 Tipo de investigación y enfoque	25
3.2 Universo	25
3.3 Población	25
3.4 Muestra	26
3.5 Métodos	26
3.5.1 Búsqueda y revisión de la información existente en la literatura	26
4. Resultados	26
5. Discusión	39
6. Conclusiones	48
7. Referencias bibliográficas	50

Índice de figuras

Figura 1. Acción del aceite esencial en las bacterias	18
Figura 2. Clasificación de los artículos documento por frecuencia porcentual	34
Figura 3. Número de artículos realizados por país sobre conservación de alimentos	35
Figura 4. Número de artículos realizados por país sobre efectos antimicrobianos de los aceites esenciales en la acuicultura	36
Figura 5. Número de artículos realizados por país sobre Beneficios del A.E de <i>Origanum vulgare</i> en <i>Oreochromis niloticus</i> ..	37
Figura 6. Número de artículos realizados por país sobre A.E de <i>Origanum vulgare</i> en <i>Oreochromis niloticus</i> .	38

Índice de tablas

Tabla 1. Composición fotoquímica de <i>Origanum vulgare</i> y sus propiedades funcionales	16
Tabla 2. Parámetros microbiológicos aceptables por el INVIMA en productos de pesca	23
Tabla 3. Clasificación documental según título, autor, año, país y temática	27
Tabla 4. Frecuencia absoluta y relativa de documentos según clasificación temática	33



**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA**

**USO DE ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO COMO BIOCONSERVANTE EN
LA TILAPIA PLATEADA (*Oreochromis niloticus*)**

Resumen

El aceite esencial de *Origanum vulgare* es reconocido por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes atribuidas a compuestos como el carvacrol. Estas propiedades hacen de este aceite una solución prometedora para la bioconservación de alimentos y la acuicultura. Estudios recientes sugieren que la aplicación del aceite esencial de orégano en la dieta de *Oreochromis niloticus* (tilapia del Nilo) puede reducir significativamente el riesgo de infecciones, fortalecer el sistema inmunológico y mejorar la calidad del producto final destinado al consumo humano. Además de sus beneficios durante el ciclo de vida del pez, el aceite esencial de orégano puede emplearse para la conservación de los filetes de tilapia cuando no se consumen inmediatamente, lo cual es crucial para mantener la calidad y seguridad de los alimentos durante su almacenamiento. Esto ofrece una alternativa viable y segura frente a los conservantes sintéticos que se asocian con problemas de salud y resistencia microbiana.

El uso de aceites esenciales en la acuicultura y la industria alimentaria responde a la demanda de soluciones efectivas y respetuosas con el medio ambiente. Al mejorar tanto la calidad del producto final como la sostenibilidad de los métodos de conservación, el aceite esencial de *Origanum vulgare* se posiciona como una herramienta valiosa para la seguridad alimentaria y la salud pública.

Palabras clave: Aceite esencial, *Origanum vulgare*, *Oreochromis niloticus*, bioconservación, seguridad alimentaria.

Estudiante: Jessica Paola Alvino Moreno

Docente institución: Patricia Cifuentes Prieto

Fecha: 2024

Introducción

Los conservantes sintéticos son usados ampliamente en la industria alimentaria debido a la necesidad de alargar el tiempo de vida útil del alimento, y preservar sus propiedades organolépticas, físico químicas y microbiológicas (Bejarano, J. et al. 2015); los componentes de estos conservantes tienen una repercusión negativa en la salud humana que puede variar desde enfermedades cardiovasculares hasta el desarrollo del cáncer (Pimiento, KL. et al. 2023). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para la alimentación se centran en garantizar la seguridad alimentaria, la nutrición y la agricultura sostenible para la población, por lo que la demanda de productos alimentarios va en aumento lo que ha generado la búsqueda de alternativas a los conservantes sintéticos que sean más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente y organismo humano para la conservación de estos alimentos (Becerra, SA. et al. 2022) Se espera que la producción de carne aumente considerablemente para el año 2030 en todas las regiones del mundo; en América Latina se estima un aumento del 33%, en África un 37%, en Oceanía un 28% y en Asia un 20% (OECD. 2021). En Colombia, se produjeron unas 79.000 toneladas de tilapia plateada en 2020, lo que resalta la necesidad de investigar alternativas naturales para alargar la vida útil del pescado sin afectar la salud de los consumidores.

La tilapia, debido a su contenido de grasa y proteína, es propensa a la descomposición si no se conserva correctamente. Aunque se recomienda almacenarla entre 0 y 4°C para mantenerla de 3 a 5 días, su congelación a -18°C o menos puede prolongar su vida útil por meses, aunque a menudo requiere el uso de conservantes (Nutrition C for FS and A. 2020). Esta especie se ha vuelto fundamental como fuente de alimento, ya que se encuentra en diversos ecosistemas a lo

largo de Colombia y su alta demanda entre la población; por esta razón, es crucial que su hábitat acuícola se mantenga libre de contaminantes, lo que garantiza un desarrollo y crecimiento adecuados de los ejemplares, así como un consumo seguro para los humanos. (Torres R G. A, González P S, Peña S E. 2010).

La tilapia del Nilo es considerada una de las principales especies cultivadas en acuicultura a nivel mundial. Su popularidad se debe a varias características favorables, como su rápido crecimiento, resistencia a enfermedades y facilidad de manejo, además, la carne de tilapia es altamente valorada por su sabor suave y su textura firme, lo que la convierte en una opción preferida en el mercado de pescado. La tilapia se presenta en una variedad de preparaciones culinarias, lo que aumenta su atractivo tanto para consumidores como para restaurantes (Tilapia del Nilo. 2023), sin embargo, la producción de tilapia en acuicultura no está exenta de controversias; en muchas granjas, se recurre al uso excesivo de antibióticos para controlar enfermedades, lo cual es común en ambientes de hacinamiento donde los peces están expuestos a altos niveles de estrés y patógenos. El uso indiscriminado de antibióticos plantea preocupaciones sobre la resistencia bacteriana y sus posibles efectos en la salud pública. (Cartay R. 2020)

Los conservantes de origen vegetal son considerados seguros y se ha demostrado que contienen compuestos bioactivos que ayudan a conservar los alimentos (Beya, MM. et al.2021). Los extractos de plantas, como los aceites esenciales se obtienen tradicionalmente por destilación al vapor de diversas partes de las plantas, estos contienen compuestos antimicrobianos y antioxidantes, lo que los convierte en una alternativa prometedora frente a los conservantes sintéticos que pueden tener impactos negativos en la salud (Oulahal, N. et al. 2022)(Wani. AR, et al. 2020) (Namiota, M. et al.2021)(Matera, R. et al.2023)

Objetivos

Objetivo general

Investigar el potencial del aceite esencial de *Origanum vulgare* (orégano) en la bioconservación analizando su actividad antimicrobiana y antioxidante, su impacto en la calidad y seguridad de los productos pesqueros, como los filetes de *Oreochromis niloticus*.

Objetivos específicos

- Determinar el impacto del aceite esencial de orégano (AEO) sobre la oxidación y el crecimiento microbiano en productos pesqueros, especialmente filetes de *Oreochromis niloticus*, durante el almacenamiento.
- Investigar el efecto del AEO en el sistema inmunológico de *Oreochromis niloticus* y su influencia en la salud general de los peces.
- Explorar la combinación del AEO con otros conservantes naturales en recubrimientos comestibles y su impacto en la calidad sensorial y la vida útil de los productos pesqueros.
- Analizar la viabilidad del AEO como alternativa sostenible en la acuicultura, destacando sus beneficios para reducir la dependencia de antibióticos y mejorar las prácticas acuícolas.
- Identificar las posibles limitaciones y desafíos asociados al uso del AEO en términos de variabilidad química, costos de producción y necesidades de estandarización.

1. Antecedentes

El uso de hierbas naturales para mejorar la calidad y prolongar la vida útil de productos alimenticios ha sido objeto de numerosas investigaciones debido a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes. El estudio presentado por Khalafalla F. A. *et al* en el 2015 analizó el efecto sobre filetes de tilapia sumergidos en soluciones con combinaciones de tomillo, romero y orégano, y se almacenaron a 4 °C durante 15 días. Los resultados mostraron que la combinación de tomillo y orégano tuvo el mayor efecto en la retención de color y la reducción de la tasa de deterioro, además de disminuir significativamente la carga bacteriana y aumentar la actividad antioxidante.

La investigación realizada por Badia V, *et al* en el 2019 sobre la incorporación de aceites esenciales de orégano y romero en productos cárnicos como salchichas toscanas ha mostrado efectos inhibidores sobre el crecimiento de bacterias del ácido láctico durante el almacenamiento refrigerado y envasado al vacío lo que subraya el potencial de estos aceites esenciales como agentes antimicrobianos naturales en la industria alimentaria. En la investigación realizada por Giannakourou MC, *et al* en el 2021 se demostró que la aplicación de infusiones de *Origanum vulgare* a filetes de pollo y tratamientos osmóticos mostró efectos beneficiosos en la vida útil y calidad de los productos durante el almacenamiento en refrigeración. Este tratamiento no solo inhibió el crecimiento microbiano, sino que también ayudó a mantener la textura y el color de los filetes, mejorando su calidad sensorial.

Otro estudio como el de Mollea, C., *et al* realizado en el 2022 evaluó la actividad antibacteriana de los aceites esenciales de tomillo y orégano contra *Staphylococcus epidermidis* y *Escherichia coli* utilizando el método de placa de agar; los resultados demostraron la eficacia de estos aceites en inhibir el crecimiento de ambas bacterias a diversas concentraciones. En 2022, Zhan

et al. también evidenciaron la actividad antimicrobiana del AEO contra *Enterococcus faecalis*, un patógeno común en productos alimenticios; el AEO mostró una potente acción antimicrobiana, con concentraciones mínimas inhibitorias (MIC) entre 0,25 y 0,50 $\mu\text{L}/\text{mL}$, superando la efectividad de otros aceites esenciales previamente estudiados, como el de tomillo. Los investigadores concluyeron que su mecanismo de acción incluye la alteración de la membrana celular, la disminución de los niveles de ATP y el aumento de especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que provoca un daño celular significativo. Así mismo, la actividad antimicrobiana y anti-biofilm de aceites esenciales contra *Staphylococcus aureus* también ha sido documentada por Ersanli, C. et al en el 2023, evidenciando su potencial en el control de infecciones bacterianas y la prevención de la formación de biofilms. Además, en la investigación realizada en el 2023 por Kolypetri S, et al, se demostraron las propiedades antibacterianas y antibiofilm del aceite esencial de *Origanum vulgare subsp. hirtum* contra *Salmonella typhimurium* y *Listeria monocytogenes*, donde se demostró la inhibición de éstas y se redujo la formación de los biofilms.

Varios estudios han demostrado la actividad antifúngica de inhibidores naturales, aunque su uso en alimentos se limita por sus intensas propiedades aromáticas que pueden alterar los atributos organolépticos. Un experimento de Schlösser et al. (2019) mostró que los aceites esenciales inducen deformaciones en las hifas de los mohos *Aspergillus ochraceus* y *Penicillium verrucosum*, sugiriendo que su mecanismo de acción implica la alteración de la pared celular fúngica, lo que provoca la muerte de los hongos. Además, se observó que la presencia de proteínas potencia la actividad antifúngica debido a interacciones hidrofóbicas y enlaces de hidrógeno, mientras que los lípidos, especialmente en medios con aceite de girasol, reducen su eficacia al unirse a los aceites esenciales, disminuyendo su disponibilidad para inhibir.

2. Marco referencial

2.1 *Origanum vulgare*

El género *Origanum* incluye plantas herbáceas y aromáticas que son esenciales en la familia Lamiaceae y crecen en áreas cálidas y montañosas (Soltani, S. *et al.* 2021), *Origanum vulgare*, conocido como orégano, es una especie destacada con usos tradicionales tanto culinarios como medicinales. Esta planta perenne tiene una base leñosa y tallos herbáceos que pueden crecer entre 20 y 80 cm de altura. Sus hojas, de forma ovalada, miden de 1 a 4 cm de largo y de 0.5 a 2.5 cm de ancho, con bordes lisos y puntas variadas; sus flores pequeñas se agrupan en inflorescencias terminales y laterales, las corolas constan de 5 pétalos unidos, de color blanco a púrpura (Lombrea, A. *et al.* 2020). Los aceites esenciales, componentes clave para sus propiedades medicinales, se encuentran en tricomas glandulares peltados en tallos, hojas y flores; sus aplicaciones tradicionales abarcan trastornos como indigestión, diarrea, tos, bronquitis, prurito, dolores de cabeza y depresión (Lombrea, A. *et al.* 2020).

2.1.1 Composición química del orégano

Tabla 1. Composición fitoquímica de *Origanum vulgare* y sus propiedades funcionales.

Composición fitoquímica del orégano	Componentes principales	Propiedades funcionales
Ácidos fenólicos	ácido o-cumárico	Beneficios para la salud de los polifenoles antioxidantes: efecto preventivo contra la enfermedad de Alzheimer, propiedades antiinflamatorias y antimutagénicas.
	ácido ferúlico	
	ácido vanílico	
	ácido cafeico	
	ácido rosmarínico	
	ácido protocatecúico	

Flavonoides	luteolina-7-O-glucósido	Actividad antiinflamatoria.	antioxidante,
	luteolina-O-glucurónido		
Aceites esenciales	timol	Efectos antimicrobianos, expectorantes, antibacterianos.	antioxidantes, antitusivos, antiespasmódicos y
	carvacrol		
	p-cimeno		
	γ -terpineno		
	linalol		
	sabineno		

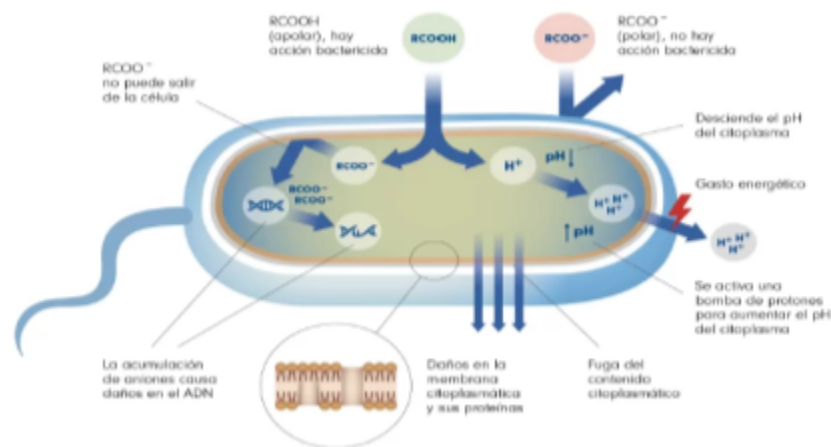
Fuente: Tomado de Lombrea, A. et al. 2020.

2.1.3 ¿Cómo actúan los diferentes componentes del aceite esencial en los microorganismos?

- Terpenos: Algunos terpenos, como el carvacrol y el timol, son conocidos por su fuerte actividad antimicrobiana. Estos compuestos pueden dañar las membranas celulares de los microorganismos y desestabilizar sus estructuras, lo que lleva a la muerte celular. (Namiota, M.*et al.* 2021)(Matera, R.*et al.* 2023)
- Fenoles: Los fenoles, como el eugenol, también tienen propiedades antimicrobianas. Estos compuestos pueden interferir con las enzimas y procesos metabólicos esenciales para la supervivencia de los microorganismos, lo que resulta en la inhibición de su crecimiento. (Namiota, M.*et al.* 2021)(Matera, R.*et al.* 2023)
- Aldehídos: Algunos aceites esenciales contienen aldehídos, como el citral, que pueden dañar las membranas celulares de los microorganismos y alterar la permeabilidad de estas, lo que puede llevar a la pérdida de componentes celulares y a la muerte de la célula. (Namiota, M.*et al.* 2021)(Matera, R.*et al.* 2023)

- **Ácidos orgánicos:** Los ácidos orgánicos, como el ácido benzoico y el ácido cinámico, pueden disminuir el pH del entorno, lo que dificulta la supervivencia de los microorganismos que no pueden tolerar un ambiente ácido. (Namiota, M.*et al.* 2021)(Matera, R.*et al.* 2023)
- **Monoterpenos:** Algunos monoterpenos, como el limoneno, tienen actividad antimicrobiana y pueden interferir con las membranas celulares de los microorganismos, lo que resulta en la pérdida de integridad de la membrana y la muerte celular. (Namiota, M.*et al.* 2021)(Matera, R.*et al.* 2023)
- **Compuestos volátiles:** Muchos aceites esenciales contienen compuestos volátiles que se liberan fácilmente al aire. Estos compuestos pueden tener efectos antimicrobianos al entrar en contacto con los microorganismos en el entorno, inhibiendo su crecimiento o causando su muerte. (Namiota, M.*et al.* 2021) (Matera, R.*et al.* 2023)

Figura 1. Acción del aceite esencial en las bacterias.



Fuente: Tomado de Oller AF, 2019

2.1.4 Diferentes regiones de Colombia donde se cosecha el orégano

El orégano es exitosamente cultivado en diversos tipos de terrenos ricos en materia orgánica, incluyendo silíceos arcillosos, calcáreos, entre otros, e incluso en zonas áridas. Las zonas cálidas del sur suelen obtener los mejores resultados en términos de calidad y cantidad de cultivo (ANEIA. 2015). En Colombia, se produce en regiones como Boyacá, Cundinamarca, Valle del Cauca y el Eje Cafetero. (Infoagro. s,f)

- Se destacan departamentos como Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Antioquia. (Encolombia, 2021)
- Valle del Cauca: Municipios como Dagua y Cali son propicios para su cultivo debido al clima.(Encolombia, 2021)
- Santander: En la provincia de Vélez en Santander se cultiva y cosecha. (Encolombia, 2021)
- Nariño: En el suroeste, en localidades como Pasto. (Encolombia, 2021)
- Cauca: Varias áreas del departamento de Cauca contribuyen a la producción nacional. (Encolombia, 2021)
- Quindío: En el corazón de la región cafetera, en Quindío. (Encolombia, 2021)
- Huila: Partes del departamento del Huila también participan en la producción. (Encolombia, 2021)

2.2 Tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*)

La tilapia del Nilo es un pez de agua dulce originario de África, conocido también como tilapia plateada o tilapia nilótica que pertenece a la familia *Cichlidae*, y es altamente valorado a nivel comercial debido a que es ampliamente cultivado en todo el mundo; puede vivir más de 10 años

y alcanzar un peso de hasta 5 Kg. Puede adaptarse a diferentes condiciones ambientales de 11°C hasta los 42°C, aunque su temperatura ideal se encuentra entre los 31 y 36°C y se alimenta de una variedad de fuentes, como fitoplancton, plantas acuáticas y pequeños invertebrados. Alcanza la madurez sexual entre los 5 y 6 meses y su proceso de reproducción implica la fertilización de los huevos por parte del macho y la protección de los mismos por parte de la hembra en su boca hasta que eclosionan. La cantidad de huevos producidos depende del peso de la hembra produciendo entre 100 hasta 1500 huevos. (FAO. s.f.)

2.2.1 Ciclo de vida de Oreochromis niloticus

La mojarra plateada o tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*) es un pez de agua dulce muy común en todo el mundo debido a su valor económico como alimento. El ciclo de vida de la mojarra plateada se compone de cuatro etapas principales:

La hembra de mojarra plateada pone entre varios cientos y miles de huevos en una superficie limpia y plana, donde se adhieren. Tras la eclosión, las larvas nadan libremente y son alimentadas inicialmente con yema de huevo y luego con alimento vivo, creciendo rápidamente hasta convertirse en juveniles en unas semanas. Los juveniles, de pocos centímetros, se alimentan de pequeños invertebrados acuáticos y pueden vivir en diversos hábitats. Una vez maduros, los adultos se reproducen, alcanzan varios kilogramos y tienen una dieta variada que incluye plantas, invertebrados y pequeños peces. (FAO. s.f.)

2.2.2 Microorganismos con importancia patológica en Oreochromis niloticus

Según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), se ha identificado una enfermedad establecida en la especie *Oreochromis niloticus*. Esta enfermedad, conocida como la Infección

por el virus de la tilapia del lago (TiLV), fue clasificada por el Comité Internacional de Taxonomía de Virus (ICTV) en 2018, aunque sus efectos en la especie se conocen desde 2014.

El TiLV afecta principalmente los ojos, el cerebro y el hígado de las tilapias. A nivel macroscópico, provoca opacidad en los ojos y, en casos graves, puede incluso llevar a la ruptura del cristalino, además, se observan erosiones en la piel, hemorragias en el cerebro y una congestión del bazo. A nivel microscópico, las lesiones incluyen edema, hemorragias, degeneración neuronal y gliosis en el cerebro y los ojos, el hígado se asocia indirectamente con el sistema nervioso central. (OMSA, s.f)

Se ha identificado la presencia de virus similares a los Orthomyxovirus en hepatocitos enfermos, lo que confirma la presencia de una hepatitis sincitial. Es importante destacar que esta enfermedad no presenta importancia zoonótica, es decir, no afecta a los seres humanos. (OMSA, s.f)

Aunque la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) no ha mencionado enfermedades en tilapias causadas por otros tipos de microorganismos, a nivel mundial se han registrado casos en los que diversas bacterias, hongos, platelmintos y protozoos han estado involucrados en enfermedades que las afectan. Las bacterias incluyen *Aeromonas hydrophila*, que puede provocar septicemia hemorrágica bacteriana; *Flavobacterium columnare*, causante de la columnaris; *Streptococcus agalactiae*, responsable de la estreptococosis, una enfermedad que puede tener un impacto económico significativo; y *Pseudomonas sp.* (MSD. 2022)(DANE. 2014)(AECI/PADESPA-FONDEPES. 2004).

En cuanto a las micosis, se han identificado especies comunes como *Saprolegnia sp* (Oomycete), causante de saprolegniasis, y *Branchiomyces sp*, relacionado con la branquiomycosis. Los protozoos también desempeñan un papel en la salud de las tilapias, incluyendo *Ichthyophthirius*

Multifiliis, responsable de la ictiofonosis o enfermedad del punto blanco, y *Trichodina sp*, que causa la trichodiniasis. Además, los platelmintos del género *Dactylogyrus sp*. pueden provocar la dactilgirosis. (MSD. 2022)(AECI/PADESPA-FONDEPES. 2004).

Es importante que los productores y las autoridades sanitarias estén al tanto de estas posibles amenazas y tomen medidas adecuadas para prevenir y controlar cualquier brote que pueda surgir. La vigilancia y la gestión sanitaria son fundamentales para mantener la salud de las poblaciones de tilapias y garantizar la sostenibilidad de la industria acuícola.

2.2.3 Cultivo de *Oreochromis niloticus*

La tilapia (*Oreochromis niloticus*) es una de las especies más cultivadas a nivel mundial, con un crecimiento anual del 7% y una producción global que alcanzó los 6 millones de toneladas en 2020 (Pié, J. et al. 2021), con una notable presencia en América Latina (especialmente en México, Brasil y Colombia), Asia (China, India e Indonesia), África (Egipto, Kenia y Nigeria) y el Medio Oriente (Irán, Israel, Arabia Saudita); China, Indonesia y Egipto son los principales productores (El-Sayed. et al. 2006). En Colombia, el Huila lidera la producción de tilapia (SIPSA. 2014), seguido por otros departamentos como Meta, Tolima y Antioquia (MinAgricultura. s.f), donde se cultiva principalmente en estanques y jaulas flotantes, como en la Represa de Betania. (Usgame, D. et al. 2008)(Report, GI. 2022).

2.2.5 Proceso económico del *Oreochromis niloticus*

La tilapia se ha convertido en una importante fuente de proteína en países en desarrollo, gracias a avances en su producción y control del sabor, siendo una actividad económica clave en países como Colombia, México, China y Tailandia. (Agropedia E. 2020) Su proceso económico abarca tres etapas: producción, procesamiento y comercialización. En la producción, se cría en

estanques o jaulas, asegurando su salud y crecimiento; en el procesamiento, se realizan actividades como limpieza, fileteado, envasado y congelación; y en la comercialización, los productos se venden en mercados locales, supermercados, exportaciones y en línea, con precios que varían según la demanda y calidad. Además, la tilapia se ofrece en diversas presentaciones, desde el pescado entero congelado hasta filetes frescos, siendo especialmente popular en mercados como el estadounidense, que prefiere los filetes provenientes de países como Colombia, Jamaica y Costa Rica. (Agropedia E. 2020)

2.3 Marco legal

Según la resolución 776 de 2008 del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos en el artículo 7to se estipulan parámetros microbiológicos para la carne de pescado, moluscos y crustáceos para consumo humano. (Resolución 776 de 20008)

Tabla 2. Parámetros microbiológicos aceptables por el INVIMA en productos de pesca.

PRODUCTOS DE LA PESCA, EN PARTICULAR PESCADOS, MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS FRESCOS ULTRACONGELADOS Y CONGELADOS CRUDOS				
<i>Parámetros</i>	<i>Número de muestras por examinar</i>	<i>Índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad (m)</i>	<i>Índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de buena calidad. (M)</i>	<i>Número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M</i>
Recuento <i>E. Coli</i> ufc/g	5	10	400	2
Recuento Estafilococo coagulasa positiva ufc/g	5	100	1000	2
<i>Salmonella</i> /25g	5	Negativo	0	0
<i>Vibrio cholerae</i> O1/25g	5	Negativo	0	0
PRODUCTOS DE LA PESCA, EN PARTICULAR PESCADOS, MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS EN CONSERVAS - ESTERILIDAD COMERCIAL				

<i>Parámetros</i>	<i>Número de muestras por examinar</i>	<i>Índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad (m)</i>	<i>Índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de buena calidad. (M)</i>	<i>Número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M</i>
Microorganismos aerobios y anaerobios	5	PRUEBA DE ESTERILIDAD COMERCIAL: No presentar crecimiento bacteriano		
PRODUCTOS DE LA PESCA, EN PARTICULAR PESCADOS, MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS PRECOCIDOS				
<i>Parámetros</i>	<i>Número de muestras por examinar</i>	<i>Índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad (m)</i>	<i>Índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de buena calidad. (M)</i>	<i>Número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M</i>
Recuento <i>E. Coli</i> ufc/g	5	10	100	2
Recuento Estafilococo coagulasa positiva ufc/g	5	100	1000	2
<i>Salmonella</i> /25g	5	Negativo	0	0
<i>Vibrio cholerae</i> O1/25g	5	Negativo	0	0
PRODUCTOS DE LA PESCA, EN PARTICULAR PESCADOS, MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS PASTEURIZADOS O COCIDOS				
<i>Parámetros</i>	<i>Número de muestras por examinar</i>	<i>Índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad (m)</i>	<i>Índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de buena calidad. (M)</i>	<i>Número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M</i>
Recuento <i>E. Coli</i> ufc/g	5	Menor 10	0	0
Recuento Estafilococo coagulasa positiva ufc/g	5	100	1000	2
<i>Salmonella</i> /25g	5	Negativo	0	0

Fuente: Resolución 776 de 2008

3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación y enfoque

La presente monografía se centra en la investigación sobre el uso del aceite esencial de orégano como una alternativa a los conservantes sintéticos en la industria alimentaria, específicamente en el filete de tilapia plateada. Se realizó un análisis exhaustivo de la literatura científica disponible, así como de estudios previos relacionados con el tema. Se buscó identificar las propiedades antimicrobianas y antioxidantes del aceite esencial de orégano, así como su capacidad para prolongar la vida útil de los alimentos de manera natural. El propósito principal de esta investigación es contribuir con un aporte teórico significativo al campo de la industria alimentaria, proporcionando información valiosa sobre alternativas naturales para conservar alimentos, en este caso, el filete de tilapia plateada con el aceite esencial de orégano como tratamiento.

3.2 Universo

Literatura científica correspondiente a artículos sobre el uso del aceite esencial de orégano en la conservación de filete de tilapia plateada.

3.3 Población

Artículos publicados en línea como la FAO, agrotendencia; revistas científicas como PubMed Central, ProQuest, Wiley, Pakamuros, Scielo ; bases de datos como el DANE y documentos de Agrosavia, repositorio Universidad Libre de Colombia, repositorio Universidad de San Carlos en Guatemala, repositorio Universidad Cooperativa de Colombia entre otros, utilizando palabras

clave como: aceites esenciales en la conservación de *Oreochromis niloticus*, aceite esencial de *Origanum vulgare* en la conservación de *Oreochromis niloticus*, aceite esencial de orégano en la mejora del sistema inmune en peces, impacto de los aceites esenciales en la acuicultura.

3.4 Muestra

Literatura científica relacionada con aceite esencial de *Origanum vulgare* en la bioconservación de *Oreochromis niloticus*, correspondientes a los años 2009-2024

3.5 Métodos

3.5.1 Búsqueda y revisión de la información existente en la literatura

Permitió establecer una base teórica sólida, proporcionando contexto y teorías existentes que sustentan el trabajo. Además, se mantuvo la investigación actualizada y relevante al incorporar los descubrimientos más recientes y avances en el campo de estudio.

4. Resultados

Se revisaron 41 documentos correspondientes a artículos científicos que datan entre los años 2009 al 2024 relacionados con el aceite esencial de orégano, procurando que sea *Origanum vulgare* en la acuicultura, más centrado en la tilapia plateada *Oreochromis niloticus*, los cuales se clasifican de acuerdo a su temática.

Las temáticas más reiterativas son:

- Conservación de alimentos
- Beneficios del aceite esencial *Origanum vulgare* para *Oreochromis niloticus*
- Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales

Tabla 3. Clasificación documental según título, autor, año, país y temática.

TÍTULO	AUTORES	AÑO	PAÍS	TEMÁTICA
Use of Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) processing residues in the production of patés with the addition of oregano (<i>Origanum vulgare</i>) essential oil	Matiucci MA, Dos Santos IC, da Silva NM, Dos Santos PDS, Oliveira GG, Santos Corrêa S, Dos Santos Araujo E, Said R, Silva JF, Chambó APS, de Campos TAF, Santos OO, Alcalde CR, de Souza MLR, Feihrmann AC	2023	Brasil	Conservación de alimentos
Exploring the Roles of Dietary Herba Essential Oils in Aquaculture: A Review	Dawood MAO, El Basuini MF, Yilmaz S, Abdel-Latif HMR, Alagawany M, Kari ZA, Abdul Razab MKA, Hamid NKA, Moonmanee T, Van Doan H.	2022	Egipto	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales
Quality and sensory acceptability of fish fillet (<i>Oreochromis niloticus</i>) with alginate-based coating containing essential oils	Vital ACP, Guerrero A, Ornaghi MG, Kempinski EMBC, Sary C, Monteschio JO, Matumoto-Pintro PT, Ribeiro RP, do Prado IN.	2018	Brasil	Conservación de alimentos
Antibacterial Effects of Essential Oils of Seven Medicinal-Aromatic Plants Against the fish Pathogen <i>Aeromonas veronii</i> bv. <i>sobria</i> : To Blend or Not to Blend?	Mandalakis M, Anastasiou TI, Martou N, Keisarlis S, Greveniotis V, Katharios P, Lazari D, Krigas N, Antonopoulou E.	2021	Grecia	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales
Antiparasitic and Antibacterial Functionality of Essential Oils: An Alternative Approach for Sustainable Aquaculture	Dawood MAO, El Basuini MF, Zaineldin AI, Yilmaz S, Hasan MT, Ahmadifar E, El Asely AM, Abdel-Latif HMR, Alagawany M, Abu-Elala NM, Van Doan H, Sewilam H.	2021	Egipto	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales
Oregano essential oil addition in rice starch films and its effects on the chilled fish storage.	Martins PC, Bagatini DC, Martins VG.	2021	Brasil	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales

The Extraction and Impact of Essential Oils on Bioactive Films and Food Preservation, with Emphasis on Antioxidant and Antibacterial Activities-A Review	Khan S, Abdo AAA, Shu Y, Zhang Z, Liang T.	2023	China	Conservación de alimentos
Oregano (<i>Origanum vulgare</i>) essential oil as an additive in diets for Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) fingerlings reared in salinized water	Heluy, Guilherme & Ramos, L. & Pedrosa, V.F. & Sarturi, Cristiane & Figueiredo, Paulo & Vidal, Leticia & França, Igor & Pereira, Marcelo.	2020	Brasil	Beneficios del aceite esencial <i>Origanum vulgare</i> para <i>Oreochromis niloticus</i>
Análisis microbiológico y sensorial de filetes de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) con recubrimiento bioactivo incorporando aceite esencial de orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	Aguilar Paquirachín, E., Guamuro Fonseca, A. M., Minchán-Velayarce, H. H., Pasapera-Campos, S. E., & Ticona Yujra, J. A.	2024	Perú	Conservación de alimentos
Vida Útil de Filete de Tilapia (<i>Oreochromis Niloticus</i>) con Recubrimiento Bioactivo Incorporando Aceite Esencial de Orégano (<i>Origanum vulgare</i>) y Almacenados en Refrigeración	Aguilar Paquirachín, E., Guamuro Fonseca, A.	2022	Perú	Conservación de alimentos
Oregano essential oil enhanced the growth performance, immunity, and antioxidative status of Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) reared under intensive systems.	Shourbela RM, El-Hawarry WN, Elfadadny MR, Dawood MAO	2021	Egipto	Beneficios del aceite esencial <i>Origanum vulgare</i> para <i>Oreochromis niloticus</i>
Efecto del aceite esencial de orégano mexicano <i>Lippia graveolens</i> en el crecimiento y supervivencia de crías de la tilapia <i>Oreochromis niloticus</i>	Santiago, A. M., García, J. A. M., García, L. G. N., Magallón, F. C. A., Silva, G. V., Díaz-Larrea, J., & Cabrera, R.	2022	México	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales
Isolation of <i>E. coli</i> and <i>Shigella spp.</i> from raw Tilapia, elucidation of their antibiotic susceptibility	Salma	2018	Bangladesh	Efectos antimicrobianos

pattern and evaluation of the antimicrobial efficacy of Oregano (<i>Origanum vulgare</i>)				de los aceites esenciales
Oregano Leaf Extract Dietary Administration Modulates Performance, Redox Status, Intestinal Health, and Expression of Some Related Genes of Nile Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i> L.)	Fath AF, Amer AA, El-Nawsany MM, Ibrahim IH, Gouda AH, El-Bahlol AA, Naiel MA	2024	Egipto	Beneficios del aceite esencial <i>Origanum vulgare</i> para <i>Oreochromis niloticus</i>
Impact of using some essential oils on sensory acceptability and <i>Aeromonas hydrophila</i> contamination of Nile tilapia fish fillet during refrigeration storage	Moustafa N, Kirrella G, Kishk D, Abdallah R.	2021	Egipto	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales
Description of the Protective Feature of Oregano Essential Oil Sold as a Commercial Site on Rainbow Trout	Karaton Kuzgun N, Kirbag S	2020	Turquía	Conservación de alimentos
Evaluación de la actividad inhibitoria de aceites esenciales contra bacterias patógenas presentes en trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) responsables de enfermedades transmitidas por alimentos	Francisco Argote-Vega, Zully Suárez-Montenegro, Andres Hurtado-Benavides, Esteban Arteaga-Cabrera, Angela López-Suarez, Jose Pérez-Álvarez. Clemencia Chávez-Lopez.	2023	Colombia	Conservación de alimentos
Uso de aceites esenciales, provenientes de especies vegetales, como preservantes naturales en alimentos.	Espinoza Espinoza S	2020	Ecuador	Conservación de alimentos
Caracterización química del aceite esencial de orégano como agente bioconservador en alimentos	Mera Mendoza C	2020	Ecuador	Conservación de alimentos
Efecto del aceite esencial de orégano (<i>Oreganum vulgare</i> L.) como agente antimicrobiano en la conservación de la carne de dos especies de tilapia: negra	Mera Mendoza C	2015	Ecuador	Conservación de alimentos

(<i>Oreochromis mossambicus</i>) y roja (<i>Oreochromis niloticus</i>).				
Bay Laurel (<i>Laurus nobilis</i> L.) Essential Oil as a Food Preservative Source: Chemistry, Quality Control, Activity Assessment, and Applications to Olive Industry Products	Ordoudi SA, Papapostolou M, Nenadis N, Mantzouridou FT, Tsimidou MZ.	2022	Grecia	Conservación de alimentos
An Exploratory Study on Spoilage Bacteria and <i>Listeria monocytogenes</i> in Fresh Salmon: Extending Shelf-Life Using Vacuum and Seasonings as Natural Preservatives	Lemos ML, Prata JC, Rodrigues IC, Martins-Costa S, Archer B, Machado J, Dilão R, Vaz-Pires P, Martins da Costa P.	2023	Portugal	Conservación de alimentos
Chitosan and Oregano Oil Treatments, Individually or in Combination, Used To Increase the Shelf Life of Vacuum-Packaged, Refrigerated European Eel (<i>Anguilla anguilla</i>) Fillets	Lambrianidi L, Savvaidis IN, Traki MI, El.Obeid T.	2019	Grecia	Conservación de alimentos
Uso de aceites esenciales de orégano como aditivo funcional en sistemas de producción de Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	2011	Colombia	Beneficios del aceite esencial <i>Origanum vulgare</i> para <i>Oreochromis niloticus</i>
Aplicación de inmunostimulantes de origen natural en el cultivo de tilapia para la prevención de Estreptococosis en Guatemala.	Josué García, Marroquín C, M. Isabel Pérez	2016	Guatemala	Beneficios del aceite esencial <i>Origanum vulgare</i> para <i>Oreochromis niloticus</i>
Inclusión de extracto de <i>Lippia graveolens</i> (Kunth) en la alimentación de <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) para la prevención de estreptococosis por <i>Streptococcus agalactiae</i>	García-Pérez JR, Marroquín-Mora DC, Pérez-González MI.	2019	Guatemala	Beneficios del aceite esencial <i>Origanum vulgare</i> para <i>Oreochromis niloticus</i>

(Lehmann y Neumann, 1896)				
Quality improvement and shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) fillets using natural herbs	Khalafalla FA, Ali FHM, Hassan ARHA	2015	Egipto	Conservación de alimentos
Effect of the addition of antimicrobial oregano (<i>Origanum vulgare</i>) and rosemary (<i>Rosmarinus officinalis</i>) essential oils on lactic acid bacteria growth in refrigerated vacuum-packed Tuscan sausage	Badia V, de Oliveira MSR, Polmann G, Milkiewicz T, Galvão AC, da Silva Robazza W.	2019	Brasil	Conservación de alimentos
Combined Effect of Impregnation with an <i>Origanum vulgare</i> Infusion and Osmotic Treatment on the Shelf Life and Quality of Chilled Chicken Fillets.	Giannakourou MC, Poulis S, Konteles SJ, Dipla A, Lougovois VP, Kyrana V, Proestos C, Sinanoglou VJ.	2021	Grecia	Conservación de alimentos
Agar Plate Methods for Assessing the Antibacterial Activity of Thyme and Oregano Essential Oils against <i>S. epidermidis</i> and <i>E. coli</i> .	Mollea C, Bosco F, Fissore D.	2022	Italia	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales
The Antimicrobial and Antibiofilm Activity of Oregano Essential Oil against <i>Enterococcus faecalis</i> and Its Application in Chicken Breast	Zhan X, Tan Y, Lv Y, Fang J, Zhou Y, Gao X, Zhu H, Shi C.	2022	China	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales
The Assessment of Antimicrobial and Anti-Biofilm Activity of Essential Oils against <i>Staphylococcus aureus</i> Strains.	Ersanli C, Tzora A, Skoufos I, Fotou K, Maloupa E, Grigoriadou K, Voidarou CC, Zeugolis DI.	2023	Grecia	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales
Chemical Composition, Antibacterial and Antibiofilm Actions of Oregano (<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i>) Essential Oil against Salmonella	Kolypetri S, Kostoglou D, Nikolaou A, Kourkoutas Y, Giaouris E	2023	Grecia	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales

Typhimurium and Listeria monocytogenes				
Antifungal Activity of Selected Natural Preservatives against <i>Aspergillus westerdijkae</i> and <i>Penicillium verrucosum</i> and the Interactions of These Preservatives with Food Components	Schlösser I, Prange A.	2019	Alemania	Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales
Combined effect of vacuum-packaging and oregano essential oil on the shelf-life of Mediterranean octopus (<i>Octopus vulgaris</i>) from the Aegean Sea stored at 4°C.	Atrea I, Papavergou A, Amvrosiadis I, Savvaidis IN.	2009	Grecia	Conservación de alimentos
Quality Improvement and Shelf-Life Extension of Iced Nile Tilapia Fillets Using Natural Garlic Extract.	Edgar Iván Jiménez-Ruíz, Víctor Manuel Ocaño-Higuera, Valdez-Hurtado S, José Alberto Cruz-Guzmán, et al.	2023	México	Conservación de alimentos
Effect of some essential oils against <i>Aeromonas hydrophila</i> artificially inoculated into raw Nile Tilapia fish fillets during refrigeration storage	Tawfik, Rifaat Mahmoud Farghaly, Hassan Mohammed Gad-Elrab, Nahed Mahmoud Abdel-Aziz.	2022	Egipto	Conservación de alimentos
Evaluation of biochemical, chemical, physical and microbiological quality of tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) muscle during 0 and 5 °C storage.	Montoya-Camacho Nathaly, Castillo-Yáñez Francisco Javier, Márquez-Ríos Enrique, Ruíz-Cruz Saúl, Arvizu Flores Aldo Alejandro, Barrales-Cureño Hebert Jair, et al .	2021	México	Conservación de alimentos
Bioactive Protecting Coating of Guar Gum with Thyme Oil to Extend Shelf Life of Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) Fillets.	Ruelas-Chacon X, Aguilar-González A, de la Luz Reyes-Vega M, Peralta-Rodríguez RD, et al.	2020	México	Conservación de alimentos
Preparation and characterization of novel bionanocomposites based on garlic extract for preserving fresh Nile tilapia fish fillets	Youssef AM, El-Sayed HS, El-Nagar I, El-Sayed SM.	2021	Egipto	Conservación de alimentos

Essential Oils as Stress-Reducing Agents for Fish Aquaculture: A Review.	Souza CF, Baldissera MD, Baldisserotto B, Heinzmann BM, Martos-Sittha JA, Mancera JM.	2019	Brasil	Beneficios del aceite esencial <i>Origanum vulgare</i> para <i>Oreochromis niloticus</i>
--	---	------	--------	--

Fuente: Autor

Tabla 4. Frecuencia absoluta y relativa de documentos según clasificación temática.

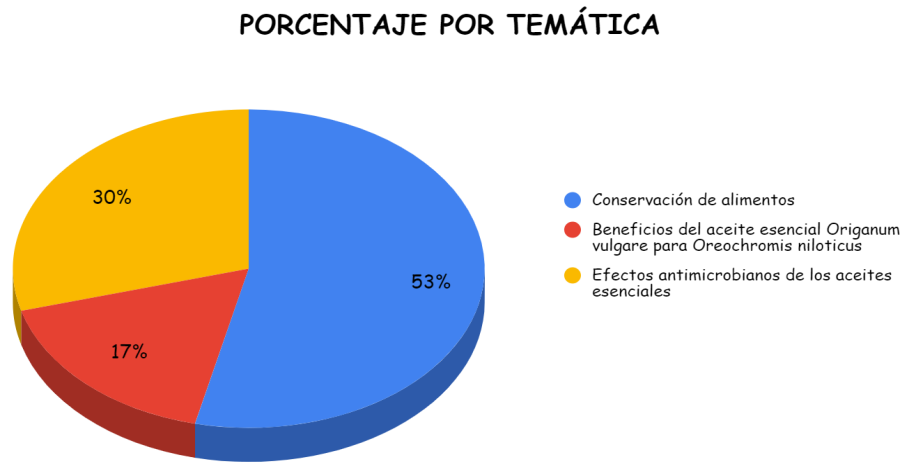
TEMÁTICA	NÚMERO DE ARTÍCULOS	PORCENTAJE DE ARTÍCULOS
Conservación de alimentos	22	53
Beneficios del aceite esencial <i>Origanum vulgare</i> para <i>Oreochromis niloticus</i>	7	17
Efectos antimicrobianos de los aceites esenciales	12	30
TOTAL	41	100

Fuente: Autor

Con base en los resultados obtenidos de la búsqueda de información, se puede observar que el uso de aceites esenciales en la conservación de alimentos ha sido un tema de investigación desde el año 2000. No obstante, existen brechas significativas en la información disponible sobre la aplicación específica de aceites esenciales en matrices como los filetes de *Oreochromis niloticus* tratados con *Origanum vulgare*. Esta falta de información detallada puede atribuirse a la diversidad de especies de orégano, así como al hecho de que los estudios sobre la conservación de alimentos con aceites esenciales han comenzado a realizarse de manera más elaborada y detallada a partir del 2020.

El tema de los aceites esenciales en la conservación de alimentos es de interés internacional, con una notable concentración de investigaciones en Sudamérica, especialmente en Brasil, en África, particularmente en Egipto y en Europa se centra en Grecia.

Figura 2. Clasificación de los artículos documento por frecuencia porcentual.

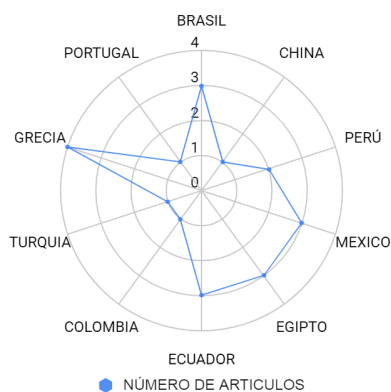


Fuente: Autor

El 53% de los artículos recopilados tienen como temática central la conservación de alimentos utilizando aceites esenciales de plantas aromáticas. Este dato subraya la creciente necesidad de buscar alternativas naturales que permitan preservar los alimentos por períodos prolongados sin comprometer su inocuidad. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), es crucial implementar métodos que garanticen la seguridad alimentaria, reduciendo así el riesgo de enfermedades crónicas asociadas con el consumo de conservantes sintéticos comúnmente utilizados por la industria alimentaria para prolongar la vida útil de los productos (Conceptos Básicos, s.f). La adopción de aceites esenciales como conservantes naturales podría ser una solución eficaz y segura para abordar estas preocupaciones.

Figura 3. Número de artículos realizados por país sobre conservación de alimentos.

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

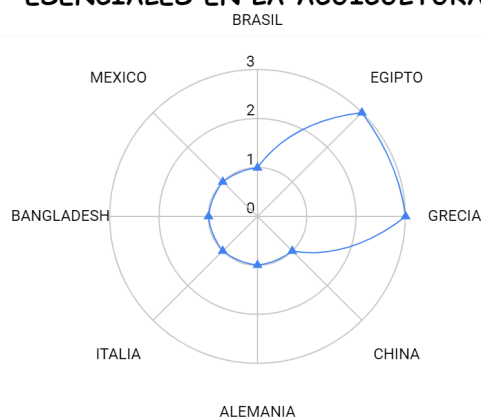


Fuente: Autor

Latinoamérica se destaca a nivel mundial por ser una de las regiones que más ha investigado sobre el uso de aceite esencial de *Origanum vulgare*. Esta tendencia se explica no solo por el impacto positivo que tiene en la salud y nutrición humana, sino también por su relevancia económica. Según un estudio del Banco Mundial, la pérdida de un tercio de todos los alimentos producidos a nivel mundial cuesta más de un billón de dólares anualmente. Además, el World Resources Institute señala que esta pérdida también contribuye significativamente al cambio climático, ya que aproximadamente el 8-10% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero provienen de la producción de alimentos, especialmente de la ganadería. Si las tendencias actuales continúan, se estima que estos valores se duplicarán para el año 2050 (Goodwin L, 2023). Por lo tanto, la investigación en alternativas sostenibles como el uso de aceites esenciales no solo es crucial para reducir el desperdicio de alimentos y mejorar la seguridad alimentaria, sino también para mitigar el impacto ambiental asociado. (Conceptos Básicos, s.f)

Figura 4. Número de artículos realizados por país sobre efectos antimicrobianos de los aceites esenciales en la acuicultura

EFFECTOS ANTI-MICROBIANOS DE LOS ACEITES ESENCIALES EN LA ACUICULTURA



Fuente: Autor

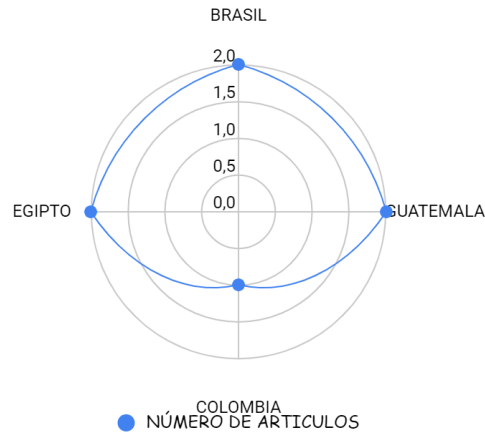
El 30% de los documentos recopilados abordan el efecto antimicrobiano de los aceites esenciales en la acuicultura. La FAO explica este interés creciente como una consecuencia directa del aumento en la producción acuícola tras la pandemia de SARS-COV-2 (Producción acuícola, s.f). En 2020, la producción mundial alcanzó 87.5 millones de toneladas de animales acuáticos destinados al consumo humano, lo que representa un incremento de 6.7 millones de toneladas en comparación con 2018. Además, se proyecta que para 2024 la producción acuícola de especies animales habrá crecido más de un 2.7% en comparación con 2019. A nivel regional, Egipto se destaca como el principal productor acuícola en África, realizando el 98% de su producción en granjas particulares (FAO Fisheries & Aquaculture, s.f).

Egipto ha realizado diversos estudios sobre los efectos antimicrobianos del aceite esencial de *Origanum vulgare* y otras plantas aromáticas para garantizar la inocuidad de los alimentos acuícolas, una necesidad crucial para la seguridad alimentaria. Estos estudios buscan proteger la salud pública y asegurar que los productos acuáticos sean seguros para el consumo, contribuyendo así a la seguridad alimentaria global (Conceptos Básicos, s.f). En este contexto, Grecia, como principal productor acuícola en Europa con 2,57 millones de toneladas en 2020, lidera la industria con 122.100 toneladas, lo que representa el 24,14% de la producción total,

subrayando la importancia de aplicar métodos seguros en la acuicultura. (Mercado De La Acuicultura En Grecia E, 2022)

Figura 5. Número de artículos realizados por país sobre Beneficios del A.E de *Origanum vulgare* en *Oreochromis niloticus*.

Beneficios del aceite esencial *Origanum vulgare* esenciales para *Oreochromis niloticus*

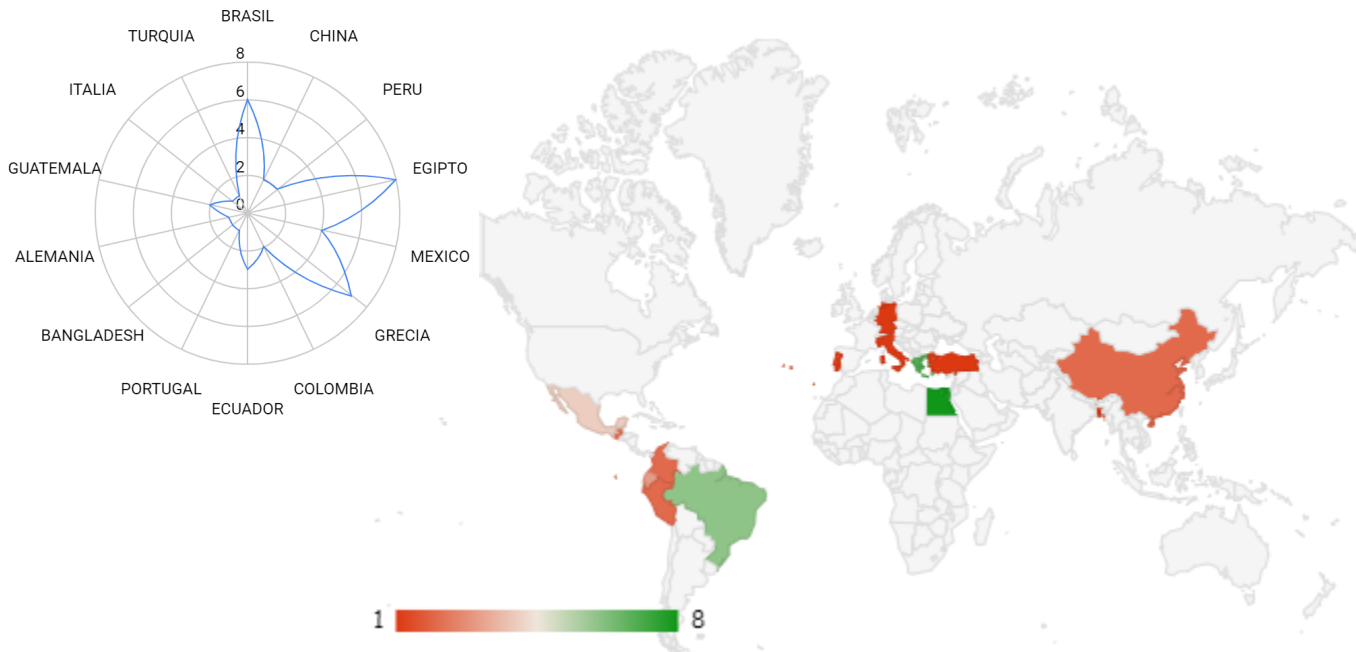


Fuente: Autor

El 17% de las investigaciones revisadas se centra en los beneficios del aceite esencial de *Origanum vulgare* para *Oreochromis niloticus*. Estas investigaciones buscan mejorar la calidad de vida de la tilapia plateada mediante la inclusión de aceites esenciales en su dieta, específicamente *Origanum vulgare*. Al mejorar la calidad de vida de la tilapia, también se mejora la calidad del producto para el consumo humano, reduciendo el riesgo de infecciones. Con las actuales restricciones sobre el uso de antibióticos para evitar daños a la salud humana, el fortalecimiento del sistema inmune de la tilapia con aceites esenciales es una alternativa prometedora que ayuda a disminuir las pérdidas económicas. Esto no solo promueve una alimentación segura, sino que también contribuye al objetivo de desarrollo sostenible "Hambre Cero" para el periodo 2020-2030 (Objetivo 2: Hambre cero. 2015).

Figura 6. Número de artículos realizados por país sobre A.E de *Origanum vulgare* en la acuicultura.

INVESTIGACIONES REALIZADAS A NIVEL MUNDIAL SOBRE A.E DE *Origanum vulgare* EN LA ACUICULTURA



Fuente: Autor

A nivel mundial, promover la investigación sobre nuevos conservantes naturales, como los aceites esenciales, es fundamental para garantizar la inocuidad de los alimentos acuícolas y mejorar la salud pública. Los aceites esenciales, como el de orégano, han demostrado tener propiedades antimicrobianas que pueden ayudar a prevenir infecciones y enfermedades en los productos acuáticos, reduciendo la necesidad de conservantes y antibióticos sintéticos, que pueden tener efectos negativos para la salud humana y el medio ambiente. Además, incluir aceite esencial de orégano en la dieta de los peces no solo mejora su resistencia a patógenos, sino que también puede fortalecer su sistema inmunológico, promoviendo una acuicultura más sostenible y saludable. Estas alternativas naturales son clave para el futuro de la seguridad alimentaria global, ya que ofrecen soluciones ecológicas y efectivas para preservar

la calidad de los alimentos acuícolas, mientras se minimizan los riesgos asociados a los productos químicos tradicionales.

5. Discusión

El aceite esencial de orégano, junto con los de tomillo y romero, son ampliamente estudiados debido a su contenido de carvacrol, que varía entre 60-74% según la especie. Este componente antimicrobiano actúa como bactericida frente a las bacterias Gram positivas y Gram negativas. En las Gram negativas, desintegra la membrana externa de lipopolisacáridos, haciendo la bacteria permeable y provocando apoptosis. En las Gram positivas, altera la permeabilidad de cationes H⁺ y K⁺, impidiendo la regulación del pH intracelular y la homeostasis iónica, lo que lleva a la lisis y la no producción de ATP. (Toro V, Londoño L. s.f). En un estudio realizado por Mera Mendoza en el 2020 se realizó el análisis del AE de orégano que reveló compuestos polifenólicos, flavonoides y taninos, con propiedades antioxidantes y pigmentantes. El principal componente, Carvacrol, ha demostrado ser efectivo en la prolongación de la vida útil de alimentos procesados mediante tecnologías como la congelación, que suele acelerar la oxidación de lípidos. La adición de aceites esenciales podría mitigar este efecto, ayudando a preservar el sabor y las propiedades nutricionales de los alimentos, al mismo tiempo que actúan como conservantes naturales. (Toro V, Londoño L. s.f)

Se ha encontrado potencial en los aceites esenciales como conservantes naturales en la industria alimentaria, destacando sus propiedades antibacterianas y antioxidantes. Se subraya el impacto positivo de los aceites esenciales en el rendimiento de las películas bioactivas, las cuales se emplean para mejorar la conservación de productos alimenticios, prolongando su vida útil y estabilidad fenólica (Khan S, *et al.* 2023). En el estudio realizado por Lambrianidi L, *et al.* en 2019 en Grecia se evaluó el impacto del quitosano y el aceite esencial de orégano tanto de manera

individual como en conjunto para la conservación de filetes de anguila refrigerados y envasados al vacío. Este estudio encontró que el uso únicamente con quitosano o en combinación de este con AE de orégano, prolonga eficazmente la vida útil de la anguila; mejorando tanto su calidad microbiológica como sensorial por 18 días. A diferencia del uso único del AE de orégano, el cual solo prolongó la vida útil por 10 días.

El estudio realizado por Lemos ML, *et al* en el 2023 busco mejorar la vida útil y seguridad microbiológica del salmón fresco envasado al vacío a 4 °C prolongando la vida útil del salmón hasta 20 días, donde se utilizó el AE de orégano al 0,13% obteniendo una mejor respuesta frente a la concentración mínima inhibitoria y la concentración mínima bactericida en comparación con el zumo de limón, el ajo en polvo y la sal de cocina. Por otro lado, como descubrimientos adicionales, la bacteria *Carnobacterium maltaromaticum* prosperó bajo almacenamiento al vacío e inhibió el crecimiento de *Listeria monocytogenes*. Este estudio sugiere que la combinación de buenas prácticas de higiene, envasado al vacío, y el uso de bioconservantes es una estrategia prometedora para prolongar la vida útil y mejorar la seguridad del salmón fresco. Mera Mendoza C realizó un estudio en el 2015 donde se evaluó el efecto del aceite esencial de orégano como conservante natural en filetes de tilapia (*Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis niloticus*). Los resultados indicaron diferencias significativas entre los tratamientos, destacando el tratamiento de 5% AEO (aceite esencial de orégano) + 20% NaCl como el más efectivo. Por ende, el aceite esencial de orégano, especialmente en combinación con una mayor concentración de cloruro de sodio, demostró ser un conservante natural prometedor para la tilapia, destacando su potencial en la industria alimentaria como alternativa a los conservantes sintéticos. En la investigación hecha por Francisco Argote-Vega, *et al* en el 2023 evaluó el efecto inhibitor de los aceites esenciales de romero (AER) y orégano silvestre (AEO) contra bacterias patógenas

comunes en *Oreochromis niloticus* relacionadas con enfermedades transmitidas por alimentos. El AER mostró mayor eficacia antimicrobiana y antibacteriana contra *S. aureus*, el AEO resultó ser más efectivo contra *B. cereus*, esto sugiere un fuerte potencial bioprotector, siendo alternativas prometedoras como conservantes naturales en productos cárnicos, gracias a sus propiedades antimicrobianas y bactericidas.

Vital ACP, *et al* en el 2018 planteó un estudio que evaluó la calidad y aceptabilidad sensorial de filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*) recubiertos con alginato mezclado con aceites esenciales de jengibre y orégano, donde se examinó la actividad antioxidante de los aceites esenciales, el recubrimiento y la mezcla de los aceites esenciales con el recubrimiento en los filetes de tilapia, encontrando que el recubrimiento comestible con aceite esencial de orégano, no sólo mejoró la calidad del pescado al reducir la oxidación y mantener sus propiedades físicas, sino que también aumentó la aceptación sensorial. En 2020, Ruelas-Chacón X. *et al.* llevaron a cabo un estudio en el que exploraron un recubrimiento bioactivo de goma guar combinado con aceite de tomillo para extender la vida útil de los filetes de tilapia almacenados a 4 °C durante 15 días; los resultados mostraron que este recubrimiento bioactivo fue eficaz para retrasar la colonización microbiana y reducir la degradación de las propiedades sensoriales y de calidad de los filetes de tilapia. Este hallazgo sugiere que el recubrimiento de goma guar con aceite de tomillo es una alternativa prometedora y natural para prolongar la vida útil de *Oreochromis niloticus*.

Estos resultados sugieren que los recubrimientos con aceites esenciales representan una estrategia prometedora para mejorar la conservación y el valor sensorial de productos de pescado. Aunque, los aceites esenciales ofrecen claros beneficios para la conservación de alimentos, en el artículo realizado por Khan S, *et al* en el 2023 se resaltan algunas limitaciones,

como su potencial impacto sensorial en los productos y los desafíos en la estandarización de sus efectos antimicrobianos debido a que cada estudio de conservación de alimentos debe considerar la temperatura, el pH y las condiciones de almacenamiento, ya que las propiedades intrínsecas de los alimentos y su almacenamiento pueden influir en la eficacia del aceite esencial.

El uso de aceites esenciales en la acuicultura representa una alternativa prometedora a los métodos tradicionales de promoción del crecimiento y control de enfermedades al poseer propiedades antibacterianas e inmunoestimulantes; como se recopiló en el artículo realizado por Dawood MAO, *et al* en el 2022, en donde se determinó que los aceites esenciales no solo ayudan a prevenir infecciones, sino, también pueden fortalecer el sistema inmunológico de los peces, lo que reduce la dependencia de antibióticos, un aspecto clave en la producción sostenible de alimentos. Un estudio realizado en el 2021 en Egipto por Moustafa N, *et al* tuvo como objetivo evaluar el impacto de los aceites esenciales de tomillo, canela y ajo en la aceptabilidad sensorial y la vida útil de *Oreochromis niloticus* durante su almacenamiento en refrigeración a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12 días, las concentraciones probadas fueron del 0.5% y 1% de cada AE, y también se evaluó su efecto sobre la contaminación por *Aeromonas hydrophila* la cual es un patógeno principal en la acuicultura. Se llegó a la conclusión, de que el AE de tomillo, especialmente en una concentración del 1%, resultó ser el más efectivo tanto para mejorar la aceptabilidad sensorial como para aumentar la seguridad microbiológica, prolongando así la vida útil de los filetes de tilapia refrigerados.

En el estudio realizado por Salma en el 2018 se analizó la presencia de bacterias resistentes a los antibióticos en muestras de tilapia provenientes de los mercados en Dhaka, lo que resalta un problema creciente con el manejo inadecuado y la falta de higiene en la comercialización del pescado al encontrarse bacterias como *E. coli* y *Shigella spp.* en diversas partes del cuerpo de los

peces, siendo las branquias la principal fuente de *E. coli*, la piel y el intestino las principales fuentes de *Shigella spp.*, se aislaron 25 cepas de *E. coli* y 11 de *Shigella spp.*, las cuales fueron evaluadas para determinar su resistencia a diferentes antibióticos. Dado el aumento de la resistencia bacteriana, se evaluaron las propiedades antimicrobianas de *Origanum vulgare*, en un aislamiento de *Shigella spp* realizado en la piel de la tilapia; la cual presentó la mayor zona de inhibición y un índice de actividad elevado, lo que sugiere el potencial del orégano como alternativa natural para combatir bacterias resistentes. Estos resultados son consistentes con el estudio realizado en 2022 por Mollea C. et al., en el que se evaluó la eficacia de los aceites esenciales de orégano y tomillo contra *Staphylococcus epidermidis* y *Escherichia coli* en tratamientos de larga duración. Los hallazgos mostraron que ambos aceites inhibieron el crecimiento bacteriano tanto en fase líquida como en vapor, siendo la mayor eficacia observada en las pruebas de difusión en disco, donde el contacto directo con las bacterias facilitó la acción antimicrobiana. Además, se encontró que la inhibición era más pronunciada en las bacterias Gram-positivas que en las Gram-negativas, y que la actividad antimicrobiana dependía tanto de la concentración del aceite como de la modalidad de aplicación utilizada.

Las Aeromonas son patógenos asociados con brotes de enfermedades en la acuicultura, como se evidencio en el estudio hecho por Mandalakis M, *et al* en el 2021, se probaron 127 combinaciones de AE en busca de efectos sinérgicos que incrementan la capacidad de inhibir o eliminar *A. veronii*. Los resultados mostraron que la mayoría de las combinaciones tienen efectos sinérgicos o aditivos, lo que significa que la mezcla de ciertos aceites esenciales potenciaba su actividad antimicrobiana, ofreciendo una mayor efectividad que el uso de AE por separado. Las combinaciones de AE de orégano griego y zanahoria silvestre resultaron ser las más

prometedoras; esto sugiere que la combinación de diferentes AE podría ser una estrategia más poderosa para controlar patógenos en la acuicultura.

El aceite esencial de orégano también posee propiedades antimicóticas, como se destacó en el estudio realizado por Schlösser y Prange en 2019, en este estudio, se evaluó la actividad antifúngica del aceite esencial de *Origanum vulgare* y sus componentes principales (carvacrol, timol, eugenol y trans-cinamaldehído) contra los hongos *Penicillium verrucosum* y *Aspergillus westerdijkiae*, utilizando medios alimentarios con diferentes concentraciones de proteínas, carbohidratos y aceite. Los resultados revelaron que las proteínas aumentaron la actividad antifúngica de los aceites esenciales, salvo en el caso del trans-cinamaldehído, cuyo efecto se redujo a medida que aumentaba la concentración de proteínas. En cuanto a los carbohidratos, su presencia redujo la eficacia antimicrobiana contra *A. westerdijkiae*, pero aumentó la inhibición de *P. verrucosum*, la presencia de aceite también tuvo un impacto considerable, ya que, a medida que aumentaba la concentración de aceite, disminuye la actividad antifúngica; de hecho, a concentraciones altas de aceite (10%), casi no se observó inhibición. Además, se observó que los aceites esenciales alteraban la morfología de los mohos, deformando estructuras clave como las hifas, los conidióforos y las esporas, lo que sugiere que estos aceites son efectivos para inhibir el crecimiento fúngico.

La potencialización de los efectos antimicrobianos de los AE se puede dar con el uso de envases activos como el de almidón de arroz, mejorando la conservación de alimentos perecederos como los filetes de pescado; siempre y cuando estén recubiertos con la película enriquecida con el AE de orégano, disminuyendo la oxidación y crecimiento microbiano. Factores claves en la degradación del pescado durante su almacenamiento, es así, como Martins PC, *et al* en su estudio

en el año 2021 propone estos envases como alternativa sostenible, con mayor vida útil y calidad del producto.

En el contexto actual de la acuicultura, donde se busca reducir el uso de antibióticos y encontrar alternativas más seguras y sostenibles, los aceites esenciales presentan un potencial prometedor como tratamiento natural y sostenible contra las infecciones microbianas y parasitarias. En la acuicultura se encuentra la eficacia de los AE contra parásitos como *Ichthyophthirius multifiliis* y *Gyrodactylus sp.*, así como contra bacterias patógenas como *Aeromonas salmonicida* y *Vibrio harveyi*. Además, la suplementación dietética con AE ha demostrado ser beneficiosa para mejorar el crecimiento, la inmunidad y la resistencia a enfermedades en los organismos acuáticos, lo que representa una ventaja significativa sobre los métodos químicos convencionales (Dawood MAO, *et al.* 2021).

Un estudio realizado en México por Anayeli Martínez Santiago, *et al* en el 2022 hace mención del uso de la dieta del AE de orégano a una concentración de 0.8, 10, 12,14% en las crías de *Oreochromis niloticus* en un periodo de 90 días, cuyos resultados no fueron significativos. Sin embargo, otros autores como Guilherme Melgaço Heluy, *et al* en el 2020 resalta que el nivel de inclusión de 0.75 g/kg de AE de orégano ofreció los mejores resultados en cuanto a los parámetros de crecimiento, mientras que la inclusión de 3.0 g/Kg de AE de orégano demostró un beneficio en el desarrollo de las vellosidades intestinales, que en conjunto con el estudio realizado por Fath AF, *et al* en el 2024 se resalta que esto podría favorecer el rendimiento a largo plazo, sugiriendo así que el aceite esencial de orégano podría ser una herramienta útil como promotor del crecimiento en tilapia del Nilo, especialmente en condiciones de cultivo en agua salinizada, aunque las concentraciones deben ser cuidadosamente ajustadas para evitar efectos negativos en el crecimiento.

El objetivo actual del sector de la acuicultura es aumentar la densidad de población de peces con mejor condición de salud. Shourbela RM, *et al* en el 2021 estudió el impacto del AE de orégano en los niveles de cortisol, glucosa, y enzimas en sangre como la alanina aminotransferasa y la aspartato aminotransferasa; parámetros relevantes para medir la condición de salud de la población acuícola. El aumento de estos parámetros indican un estrés fisiológico en los peces cuando se crían en condiciones de alta densidad, por lo que reducirlos a través de la alimentación con AE de orégano, es un descubrimiento relevante para cumplir con el objetivo del sector acuícola.

Así mismo el AE de orégano tuvo otros efectos positivo en marcadores inmunológicos como el óxido nítrico, el cual ayuda en la regulación del flujo sanguíneo y la reducción del estrés oxidativo; la glutatión reductasa (GR) que ayuda a proteger las células del daño causado por el estrés oxidativo, los radicales libres y detoxificación; incluyendo la mieloperoxidasa que ayuda a la respuesta inmune y con ello a la inflamación. El efecto beneficioso del AE de orégano se demostró en un estudio realizado por Fath AF, *et al* en el 2024 donde algunos índices sanguíneos como la hemoglobina, el recuento de glóbulos rojos y blancos, mostraron un aumento significativo en el grupo que recibió una dieta suplementada con 4% de AE de orégano, los niveles superiores de AE de orégano parecen optimizar el crecimiento y la conversión alimentaria, lo que podría deberse a los compuestos bioactivos presentes en el extracto que mejoran la salud digestiva o el metabolismo.

Esta dieta se relaciona con la reducción del estrés oxidativo y mejoramiento de la función inmune; permite así observar las propiedades antioxidantes en el equilibrio del estado redox en los peces, junto al aumento de la actividad de la lipasa en dichos grupos. Evidenciando la mejoría en la digestión y absorción de grasas. Así mismo contribuye a un mayor rendimiento en la

expresión de genes relacionados con el crecimiento y la inmunidad; tales como los genes Gh, IL-8 e IL-1 β , es decir, mayor expresión de los genes anteriormente mencionados, se relacionan con una mejor respuesta a estímulos ambientales y el crecimiento. Mientras que la regulación negativa del gen hsp70 se asocia con el estrés térmico, esto sugiere que el AE de orégano puede ayudar a mitigar el estrés en alevines de tilapia del Nilo. (Fath AF, *et al.* 2024)

Estas investigaciones guiadas a la acuicultura han ganado relevancia por su potencial para mitigar el estrés en los peces causado por factores bióticos y abióticos, lo cual afecta procesos fisiológicos clave como el crecimiento, la reproducción y la inmunidad. Los AE, con propiedades antioxidantes y antimicrobianas, ofrecen una alternativa prometedora para mejorar el bienestar de los peces y reducir alteraciones bioquímicas, sin embargo, su efectividad depende de factores como la concentración, el quimiotipo y la especie de pez, y deben ser administrados con precisión para evitar efectos adversos (Souza CF, *et al.* 2019)

6. Conclusiones

El aceite esencial de *Origanum vulgare*, con su componente principal carvacrol, ha demostrado una potente actividad antimicrobiana contra una amplia gama de patógenos bacterianos. El carvacrol actúa de manera diferenciada sobre bacterias Gram positivas y Gram negativas, desintegrando membranas y alterando la permeabilidad celular, lo que lleva a la lisis y muerte bacteriana. Además, se ha confirmado su eficacia combatiendo bacterias resistentes a los antibióticos y su capacidad para potenciar la actividad antimicrobiana cuando se combina con otros aceites esenciales.

Se ha revelado como un bioconservante efectivo en la industria pesquera, prolongando la vida útil de productos pesqueros como filetes de *Oreochromis niloticus*. Investigaciones muestran que el AEO ayuda a reducir la oxidación y el crecimiento microbiano, mejorando la calidad y la aceptación sensorial de los productos. Su incorporación en recubrimientos comestibles y en combinación con otros conservantes ha demostrado mantener la frescura y seguridad de los alimentos durante su almacenamiento.

A nivel global, el AEO es cada vez más reconocido como una alternativa sostenible en la acuicultura. Su capacidad para fortalecer el sistema inmunológico de los peces y reducir la dependencia de antibióticos subraya su importancia en prácticas acuícolas más sostenibles. En el cultivo de *Oreochromis niloticus*, el AEO ha mostrado beneficios significativos, mejorando el rendimiento de crecimiento, la morfometría intestinal y la salud general de los peces bajo condiciones de alta densidad. Esto destaca el papel crucial del AEO en la optimización de la acuicultura moderna, proporcionando una herramienta valiosa tanto para la conservación de alimentos como para el bienestar de los organismos acuáticos.

El aceite esencial de orégano representa una alternativa prometedora a los antibióticos convencionales debido a su potente capacidad antimicrobiana, que se debe principalmente a compuestos como el carvacrol y el timol. Estos compuestos tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de diversas bacterias patógenas, lo que sugiere que el aceite esencial de orégano podría ser útil como complemento en el tratamiento de infecciones, especialmente frente a cepas resistentes a los antibióticos.

Estandarizar el uso de aceites esenciales como conservantes naturales en la industria alimentaria y acuicultura es un desafío debido a varios factores, como los altos costos de obtención y extracción de estos aceites, que pueden limitar su viabilidad comercial, además, las variaciones en sus propiedades según el tipo, origen y concentración complican la creación de protocolos estandarizados, ya que su eficacia antimicrobiana varía dependiendo del tipo del tipo de microorganismo y las condiciones de aplicación. A esto se suma la falta de información consistente en la literatura científica sobre las mejores prácticas, lo que genera incertidumbre en los resultados, que pueden verse influenciados por factores como el pH, la temperatura y las condiciones de almacenamiento. Así, aunque los aceites esenciales muestran un gran potencial como bioconservantes, su aplicación requiere enfoques personalizados y más investigación para optimizar su uso sin afectar la calidad sensorial ni la viabilidad comercial de los productos, se necesitan más estudios para estandarizar su aplicación y maximizar su eficacia.

7. Referencias bibliográficas

1. AECI/PADESPA-FONDEPES. Manual de Cultivo de Tilapia – Programa de Transferencia de Tecnología en Acuicultura para Pescadores Artesanales y Comunidades Campesinas. [Internet]. FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO – FONDEPES AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL – AECI PROYECTO DE APOYO AL DESARROLLO DEL SECTOR PESCA Y ACUÍCOLA DEL PERÚ – PADESPA 2004. [cited 2023 Sept 20]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/270511247_Manual_del_Cultivo_de_Tilapias
2. Agropedia E. Cultivo de tilapia: tipos, beneficios, propiedades y su cultivo [Internet]. Agrotendencia.tv. 2020 [cited 2023 Apr 5]. Available from: <https://agrotendencia.tv/agropedia/agropedia/acuicultura/cultivo-de-la-tilapia/>
3. Anayeli Martínez Santiago, Martínez A, Georgina L, Arana FC, Gabriela Vázquez Silva, Jhoana Díaz-Larrea, et al. Efecto del aceite esencial de orégano mexicano *Lippia graveolens* en el crecimiento y supervivencia de crías de la tilapia *Oreochromis niloticus*. Brazilian Applied Science Review. 2022 Nov 30;6(6):1558–73. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/54819/40467>
4. ANEIA. Orégano: una hierba que promete [Internet]. ANEIA - Universidad de Los Andes. 2015 [cited 2023 Aug 29]. Available from: <https://aneia.uniandes.edu.co/2015/04/oregano-una-hierba-que-promete/#:~:text=Dichas%20hierbas%20se%20producen%20principalmente%20en%20Boyac%C3%A1%2C%20Cundinamarca%2C>

5. Arcila-Lozano Cynthia Cristina, Loarca-Piña Guadalupe, Lecona-Uribe Salvador, González de Mejía Elvira. El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. ALAN [Internet]. 2004 Mar [citado 2024 Ago 09] ; 54(1): 100-111. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100015&lng=es.
6. Atrea I, Papavergou A, Amvrosiadis I, Savvaidis IN. Combined effect of vacuum-packaging and oregano essential oil on the shelf-life of Mediterranean octopus (*Octopus vulgaris*) from the Aegean Sea stored at 4°C. Food Microbiology. 2009 Apr;26(2):166–72. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002008002013>
7. Badia V, de Oliveira MSR, Polmann G, Milkiewicz T, Galvão AC, da Silva Robazza W. Effect of the addition of antimicrobial oregano (*Origanum vulgare*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oils on lactic acid bacteria growth in refrigerated vacuum-packed Tuscan sausage. Braz J Microbiol. 2020 Mar;51(1):289-301. doi: 10.1007/s42770-019-00146-7. Epub 2019 Aug 28. PMID: 31463868; PMCID: PMC7058726. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7058726/>
8. Becerra Rojas SA, Maldonado Roa E, Castro Molina SL. Efecto bioconservante del propóleo y su aplicación en la conservación de matrices cárnicas. Perspectivas en Nutrición Humana. 2022 Feb 11;24(1):125–35. Available from: <https://www.proquest.com/docview/2779157006/4315BAC7B6264A64PQ/1>
9. Bejarano Roncancio Jhon Jairo, Suárez Latorre Lina María. Algunos peligros químicos y nutricionales del consumo de los alimentos de venta en espacios públicos. Rev. Univ. Ind.

Santander. Salud [Internet]. 2015 Dec [cited 2023 May 08] ; 47(3): 349-360. Available from:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072015000300011&lng=en.

10. Beya MM, Netzel ME, Sultanbawa Y, Smyth H, Hoffman LC. Plant-Based Phenolic Molecules as Natural Preservatives in Comminuted Meats: A Review. *Antioxidants* (Basel). 2021 Feb 9;10(2):263. doi: 10.3390/antiox10020263. PMID: 33572049; PMCID: PMC7915777. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7915777/>
11. Cartay R. Tilapia (*Oreochromis aureus*, *mossambicus*, *niloticus*): Importancia comercial, desventajas, productos derivados, características, comportamiento y reproducción. [Internet]. Del Amazonas. Del Amazonas; 2020 [cited 2024 Aug 4]. Available from: <https://delamazonas.com/fauna/tilapia/>
12. Conceptos Básicos | Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [Internet]. www.fao.org. [cited 2024 Jun 3]. Available from: <https://www.fao.org/in-action/pesa-centroamerica/temas/conceptos-basicos/es/#:~:text=E%20este%20sentido%2C%20el%20t%C3%A9rmino,justa%20distribuci%C3%B3n%20de%20la%20renta>
13. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Uso de aceites esenciales de orégano como aditivo funcional en sistemas de producción de Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Marzo de 2011 [Internet]. [cited 2024 Nov 15]. Available from: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13442/Ver_Documento_13442.pdf?sequence=1&isAllowed=y

14. DANE. INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA [Internet]. 2014. Available from: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_mar_2014.pdf
15. Dawood MAO, El Basuini MF, Yilmaz S, Abdel-Latif HMR, Alagawany M, Kari ZA, Abdul Razab MKA, Hamid NKA, Moonmanee T, Van Doan H. Exploring the Roles of Dietary Herbal Essential Oils in Aquaculture: A Review. *Animals (Basel)*. 2022 Mar 24;12(7):823. doi: 10.3390/ani12070823. PMID: 35405814; PMCID: PMC8996993. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8996993/>
16. Dawood MAO, El Basuini MF, Zaineldin AI, Yilmaz S, Hasan MT, Ahmadifar E, El Asely AM, Abdel-Latif HMR, Alagawany M, Abu-Elala NM, Van Doan H, Sewilam H. Antiparasitic and Antibacterial Functionality of Essential Oils: An Alternative Approach for Sustainable Aquaculture. *Pathogens*. 2021 Feb 9;10(2):185. doi: 10.3390/pathogens10020185. PMID: 33572193; PMCID: PMC7914417. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7914417/>
17. Edgar Iván Jiménez-Ruiz, Víctor Manuel Ocaño-Higuera, Valdez-Hurtado S, José Alberto Cruz-Guzmán, Cesar Benjamín Otero-León, Saúl Ruiz-Cruz, et al. Quality Improvement and Shelf-Life Extension of Iced Nile Tilapia Fillets Using Natural Garlic Extract. *Fishes*. 2023 Jun 19;8(6):325–5. <https://www.mdpi.com/2410-3888/8/6/325>
18. El-Sayed, Abdel-Fattah M., ed. *Tilapia culture*. CABI publishing, 2006. Available from: <http://sherekashmir.informaticspublishing.com/290/1/9780851990149.pdf>
19. Encolombia. *Agricultura en Colombia por Regiones* [Internet]. encolombia.com. 2021. Available from:

<https://encolombia.com/educacion-cultura/geografia-colombiana/agricultura-en-colombia/>

20. Ersanli C, Tzora A, Skoufos I, Fotou K, Maloupa E, Grigoriadou K, Voidarou CC, Zeugolis DI. The Assessment of Antimicrobial and Anti-Biofilm Activity of Essential Oils against *Staphylococcus aureus* Strains. *Antibiotics (Basel)*. 2023 Feb 13;12(2):384. doi: 10.3390/antibiotics12020384. PMID: 36830295; PMCID: PMC9952819. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9952819/>
21. Esmeralda Aguilar Paquirachin, MELVA A, HIMBLER H, ELOISA S, ANTONIO J. Análisis microbiológico y sensorial de filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con recubrimiento bioactivo incorporando aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) . Pakamuros. 2024 Mar 27;12(1):27–38. <https://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/292/294>
22. Esmeralda B, Paquirachín A, Melva B, Fonseca G, Himbler M, Velayarce M, et al. UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS VIDA ÚTIL DE FILETE DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) CON RECUBRIMIENTO BIOACTIVO INCORPORANDO ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*) Y ALMACENADOS EN REFRIGERACIÓN TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.2022 [Internet]. [cited 2024 MAY 18]. Available from: http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/425/1/Aguilar_PE_Guamuro_FAM.pdf
23. Espinoza Espinoza S. USO DE ACEITES ESENCIALES, PROVENIENTES DE ESPECIES VEGETALES, COMO PRESERVANTES NATURALES EN ALIMENTOS.

Universidad de las Américas. 2020. UDLA-EC-TIAG-2020-49.
<https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/13041>

24. FAO - *Oreochromis niloticus* [Internet]. www.fao.org. Available from:
https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_niletilapia.htm
25. FAO Fisheries & Aquaculture [Internet]. www.fao.org. [cited 2024 May 16]. Available from: <https://www.fao.org/fishery/ar/countrysector/eg/es>
26. Fath AF, Amer AA, El-Nawsany MM, Ibrahim IH, Gouda AH, El-Bahlol AA, Naiel MA. Oregano Leaf Extract Dietary Administration Modulates Performance, Redox Status, Intestinal Health, and Expression of Some Related Genes of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Annals of Animal Science*. 2024 Jan 1;24(1):179–90.
<https://sciendo.com/pl/article/10.2478/aoas-2023-0068>
27. FRANCISCO ARGOTE-VEGA,, ZULLY SUÁREZ-MONTENEGRO,, ANDRES HURTADO-BENAVIDES,, ESTEBAN ARTEAGA-CABRERA,, ANGELA LÓPEZ-SUÁREZ,, JOSE PÉREZ-ÁLVAREZ,, CLEMENCIA CHÁVEZ-LÓPEZ. Evaluación de la actividad inhibitoria de aceites esenciales contra bacterias patógenas presentes en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) responsables de enfermedades transmitidas por alimentos. *Rev.Bio.Agro* [Internet]. 2023 Dec [cited 2024 Aug 04]; 21(2): 87-98. Available from:
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612023000200087](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612023000200087&lng=en)
&lng=en. Epub Dec 01, 2023. <https://doi.org/10.18684/rbsaa.v21.n2.2023.1817>.
28. García-Pérez JR, Marroquín-Mora DC, Pérez-González MI. Inclusión de extracto de *Lippia graveolens* (Kunth) en la alimentación de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

- para la prevención de estreptococosis por *Streptococcus agalactiae* (Lehmann y Neumann, 1896). AquaTIC [Internet]. 2019 [cited 2024 Nov 15];(54):15–24. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/494/49464451002/html/>
29. Giannakourou MC, Poulis S, Konteles SJ, Dipla A, Lougovois VP, Kyrana V, Proestos C, Sinanoglou VJ. Combined Effect of Impregnation with an *Origanum vulgare* Infusion and Osmotic Treatment on the Shelf Life and Quality of Chilled Chicken Fillets. *Molecules*. 2021 May 6;26(9):2727. doi: 10.3390/molecules26092727. PMID: 34066449; PMCID: PMC8124957. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8124957/>
30. Goodwin L. Los beneficios globales de reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos. *eswriorg* [Internet]. 2023 May 16; Available from: <https://es.wri.org/insights/los-beneficios-globales-de-reducir-la-perdida-y-el-desperdicio-de-alimentos>
31. Guilherme Melgaço Heluy, Rocha L, Virgínia Fonseca Pedrosa, Cristiane Sarturi, Pires G, Poblete G, et al. Oregano (*Origanum vulgare*) essential oil as an additive in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings reared in salinized water. *Aquaculture research*. 2020 May 4;51(8):3237–43. https://www.researchgate.net/publication/341136025_Oregano_Origanum_vulgare_essential_oil_as_an_additive_in_diets_for_Nile_tilapia_Oreochromis_niloticus_fingerlings_reared_in_salinized_water
32. IDEXX. Guía microbiológica para interpretar la concentración mínima inhibitoria (CMI). 2022 [Internet]. [cited 2023 Jun 15]. Available from: <https://www.idexx.es/files/mic-gui%CC%81a-microbiolo%CC%81gica-es.pdf>

33. Infoagro. Agricultura. El cultivo del orégano, 1a parte. [Internet]. www.infoagro.com. Available from: <https://www.infoagro.com/aromaticas/oregano.htm>
34. Josué García, Marroquín C, M. Isabel Pérez. Aplicación de inmunoestimulantes de origen natural en el cultivo de tilapia para la prevención de Estreptococosis en Guatemala [Internet]. 2016. Available from: https://www.researchgate.net/publication/334450613_Aplicacion_de_inmunoestimulantes_de_origen_natural_en_el_cultivo_de_tilapia_para_la_prevenccion_de_Estreptococosis_en_Guatemala
35. KARATON KUZGUN N, KIRBAG S. Description of the Protective Feature of Oregano Essential Oil Sold as a Commercial Site on Rainbow Trout. International Journal of Pure and Applied Sciences [Internet]. 2020 Dec 31 [cited 2024 Aug 4];6(2):99–106. Available from: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1279633>
36. Khalafalla FA, Ali FHM, Hassan ARHA. Quality improvement and shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets using natural herbs. Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. 2015 Mar;4(1):33–40. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2314853515000062#:~:text=The%20obtained%20results%20showed%20that,antioxidant%20activity%20with%20weak%20antimicrobial>
37. Khan S, Abdo AAA, Shu Y, Zhang Z, Liang T. The Extraction and Impact of Essential Oils on Bioactive Films and Food Preservation, with Emphasis on Antioxidant and Antibacterial Activities-A Review. Foods. 2023 Nov 18;12(22):4169. doi: 10.3390/foods12224169. PMID: 38002226; PMCID: PMC10670266. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10670266/>

38. Kim M, Sowndhararajan K, Kim S. The Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oil from Korean Native Thyme Bak-Ri-Hyang (*Thymus quinquecostatus* Celak.). *Molecules*. 2022 Jul 1;27(13):4251. doi: 10.3390/molecules27134251. PMID: 35807496; PMCID: PMC9268194. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9268194/>
39. Kolypetri S, Kostoglou D, Nikolaou A, Kourkoutas Y, Giaouris E. Chemical Composition, Antibacterial and Antibiofilm Actions of Oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) Essential Oil against *Salmonella* Typhimurium and *Listeria monocytogenes*. *Foods*. 2023 Jul 29;12(15):2893. doi: 10.3390/foods12152893. PMID: 37569162; PMCID: PMC10418746. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10418746/>
40. Kräuter. Aceite Esencial puro de Orégano 10 ml Bogotá Colombia [Internet]. Aceites Esenciales Kräuter Bogota - Colombia. [cited 2023 Aug 29]. Available from: <https://krauteraceitesesenciales.com/producto/aceite-esaencial-puro-de-oregano-10-ml-bogota-colombia/>
41. LAMBRIANIDI L, SAVVAIDIS IN, TSIRAKI MI, EL-OBEID T. Chitosan and Oregano Oil Treatments, Individually or in Combination, Used To Increase the Shelf Life of Vacuum-Packaged, Refrigerated European Eel (*Anguilla anguilla*) Fillets. *Journal of Food Protection*. 2019 Jul 19;82(8):1369–76. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X22098805?via%3Dihub>
42. Lemos ML, Prata JC, Rodrigues IC, Martins-Costa S, Archer B, Machado J, Dilão R, Vaz-Pires P, Martins da Costa P. An Exploratory Study on Spoilage Bacteria and *Listeria monocytogenes* in Fresh Salmon: Extending Shelf-Life Using Vacuum and Seasonings as

Natural Preservatives. *Vet Sci.* 2023 Jun 29;10(7):423. doi: 10.3390/vetsci10070423.
PMID: 37505828; PMCID: PMC10383938.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10383938/>

43. Lombrea A, Antal D, Ardelean F, Avram S, Pavel IZ, Vlaia L, Mut AM, Diaconeasa Z, Dehelean CA, Soica C, Danciu C. A Recent Insight Regarding the Phytochemistry and Bioactivity of *Origanum vulgare* L. Essential Oil. *Int J Mol Sci.* 2020 Dec 17;21(24):9653. doi: 10.3390/ijms21249653. PMID: 33348921; PMCID: PMC7765853.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7765853/>
44. López Zaldivar Y, Torres Rodriguez A, López Zaldivar Y, Torres Rodriguez A. Aditivos inmunoestimulantes en la dieta de especies de tilapias (*Oreochromis* spp.). *Revista de Producción Animal* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2024 May 16];34(3):65–79. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202022000300065
45. Mandalakis M, Anastasiou TI, Martou N, Keisaris S, Greveniotis V, Katharios P, Lazari D, Krigas N, Antonopoulou E. Antibacterial Effects of Essential Oils of Seven Medicinal-Aromatic Plants Against the Fish Pathogen *Aeromonas veronii* bv. sobria: To Blend or Not to Blend? *Molecules.* 2021 May 6;26(9):2731. doi: 10.3390/molecules26092731. PMID: 34066575; PMCID: PMC8125735.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8125735/>
46. Martins PC, Bagatini DC, Martins VG. Oregano essential oil addition in rice starch films and its effects on the chilled fish storage. *J Food Sci Technol.* 2021 Apr;58(4):1562-1573. doi: 10.1007/s13197-020-04668-z. Epub 2020 Aug 7. PMID: 33746283; PMCID: PMC7925721. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7925721/>

47. Matera R, Lucchi E, Valgimigli L. Plant Essential Oils as Healthy Functional Ingredients of Nutraceuticals and Diet Supplements: A Review. *Molecules*. 2023 Jan 16;28(2):901. doi: 10.3390/molecules28020901. PMID: 36677959; PMCID: PMC9862182. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9862182/>
48. Matiucci MA, Dos Santos IC, da Silva NM, Dos Santos PDS, Oliveira GG, Santos Corrêa S, Dos Santos Araujo E, Said R, Silva JF, Chambó APS, de Campos TAF, Santos OO, Alcalde CR, de Souza MLR, Feihmann AC. Use of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) processing residues in the production of pâtés with the addition of oregano (*Origanum vulgare*) essential oil. *PLoS One*. 2023 Dec 18;18(12):e0296106. doi: 10.1371/journal.pone.0296106. PMID: 38109370; PMCID: PMC10727447. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10727447/>
49. Mera Mendoza C. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO COMO AGENTE BIOCONSERVADOR EN ALIMENTOS. Universidad Ciencia y Tecnología. 2020 24. 54-62. 10.47460/uct.v24i105.381. Available from: [\(PDF\) CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO COMO AGENTE BIOCONSERVADOR EN ALIMENTOS \(researchgate.net\)](#)
50. Mera Mendoza C. Efecto del aceite esencial de orégano (*Oreganum vulgare* L.) como agente antimicrobiano en la conservación de la carne de dos especies de tilapia: negra (*Oreochromis mossambicus*) y roja (*Oreochromis niloticus*) [Internet]. Uteq.edu.ec. Quevedo: UTEQ; 2015. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/f3fafaeb-c3b6-429d-b99f-7d75eb168ebe>
51. Mercado De La Acuicultura En Grecia E. EM ESTUDIO DE MERCADO RESUMEN EJECUTIVO [Internet]. 2022 [cited 2024 Nov 15]. Available from:

<https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/011/documentos/2022/04/documentos-anexos/resumen-ejecutivo-mercado-acuicultura-grecia-2022.pdf>

52. MinAgricultura. Con crecimiento de 24%, la piscicultura jalona exportaciones agropecuarias: MinAgricultura [Internet]. Gov.co. [cited 2023 Apr 5]. Available from: <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Con-crecimiento-de-24,-la-piscicultura-jalona-exportaciones-agropecuarias-MinAgricultura.aspx>
53. Mollea C, Bosco F, Fissore D. Agar Plate Methods for Assessing the Antibacterial Activity of Thyme and Oregano Essential Oils against *S. epidermidis* and *E. coli*. *Antibiotics*. 2022 Dec 13;11(12):1809. <https://www.mdpi.com/2079-6382/11/12/1809>
54. Montoya-Camacho Nathaly, Castillo-Yañez Francisco Javier, Márquez-Ríos Enrique, Ruíz-Cruz Saúl, Arvizu Flores Aldo Alejandro, Barrales-Cureño Hebert Jair et al . Evaluation of biochemical, chemical, physical and microbiological quality of tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle during 0 and 5 °C storage. *Biotecnia* [revista en la Internet]. 2021 [citado 2024 Nov 15] ; 23(2): 127-133. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562021000200127&lng=es. Epub 05-Sep-2022. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i2.1418>.
55. Moustafa N, Kirrella G, Kishk D, Abdallah R. Impact of using some essential oils on sensory acceptability and *Aeromonas hydrophila* contamination of Nile tilapia fish fillet during refrigeration storage. *Kafrelsheikh Veterinary Medical Journal*. 2021 Oct 15;19(2):9–13. Available from: [\[PDF\] Impact of using some essential oils on sensory acceptability and *Aeromonas hydrophila* contamination of Nile tilapia fish fillet during refrigeration storage | Semantic Scholar](#)

56. MSD. 4 enfermedades que afectan a los alevines de tilapia [Internet]. Universo de la Salud Animal. 2022 [cited 2023 Sep 20]. Available from: <https://www.universodelasaludanimal.com/acuicultura/4-enfermedades-que-afectan-a-los-alevines-de-tilapia/#:~:text=Seg%C3%BAn%20Rodrigo%20Zanolo%2C%20veterinario%20y%20Flavobacterium%20columnare%20y%20Aeromonas%20sp.>
57. Namiota M, Bonikowski R. The Current State of Knowledge about Essential Oil Fumigation for Quality of Crops during Postharvest. *Int J Mol Sci.* 2021 Dec 12;22(24):13351. doi: 10.3390/ijms222413351. PMID: 34948149; PMCID: PMC8708446. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8708446/>
58. Nieves. Descubriendo los aceites esenciales en la cocina, cómo usarlos y cuándo [Internet]. Aceites Albert. 2022 [cited 2024 Aug 9]. Available from: <https://www.aceitesalbert.com/aceite-oliva/descubriendo-los-aceites-esenciales-en-la-cocina-como-usarlos-y-cuando/>
59. Nutrition C for FS and A. Carne de res, pollo, pescados y mariscos de Seguridad alimentaria para futuras mamás. FDA [Internet]. 2020 Apr 10; Available from: <https://www.fda.gov/food/people-risk-foodborne-illness/carne-de-res-pollo-pescados-y-mariscos-de-seguridad-alimentaria-para-futuras-mamas>
60. Objetivo 2: Hambre Cero [Internet]. Sustainable Development Goals Fund. 2015. Available from: <https://www.sdgfund.org/es/objetivo-2-hambre-cero#:~:text=Los%20Objetivos%20de%20Desarrollo%20Sostenible>
61. OECD. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2021-2030 [Internet]. OECD iLibrary. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development; 2021 [cited 2023 May 8].

Available from:

<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/7b08862b-es/index.html?itemId=/content/component/7b08862b-es#chapter-d1e26745>.

62. Oller AF. Aceites esenciales como conservantes y potenciadores productivos [Internet]. nutriNews, la revista de nutrición animal. 2019 [cited 2023 Sep 20]. Available from: <https://nutrinews.com/aceites-esenciales-como-conservantes-y-potenciadores-productivos/>
63. OMSA - Organización Mundial de Sanidad Animal. INFECCIÓN POR EL VIRUS DE LA TILAPIA DEL LAGO (TiLV) -UN NUEVO VIRUS DE TIPO ORTHOMYXO [Internet]. Available from: <https://www.woah.org/app/uploads/2022/11/e-woah-tilv-disease-sept-2022.pdf>
64. Ordoudi SA, Papapostolou M, Nenadis N, Mantzouridou FT, Tsimidou MZ. Bay Laurel (*Laurus nobilis* L.) Essential Oil as a Food Preservative Source: Chemistry, Quality Control, Activity Assessment, and Applications to Olive Industry Products. *Foods*. 2022 Mar 4;11(5):752. doi: 10.3390/foods11050752. PMID: 35267385; PMCID: PMC8909149. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8909149/>
65. Oulahal N, Degraeve P. Phenolic-Rich Plant Extracts With Antimicrobial Activity: An Alternative to Food Preservatives and Biocides? *Front Microbiol*. 2022 Jan 4;12:753518. doi: 10.3389/fmicb.2021.753518. PMID: 35058892; PMCID: PMC8764166. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8764166/>
66. Pié Orpí Julia. El cultivo de tilapia a nivel mundial y patologías más importantes [Internet]. *Veterinaria Digital - Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura*. 2021. [cited 2023 Apr 5]. Available from:

<https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-cultivo-de-tilapia-a-nivel-mundial-y-patologias-mas-importantes/>

67. Pimiento Fonseca KL, Varela Velásquez PA, Velandia Parra DA. Productos y subproductos cárnicos: principales aditivos y sus efectos en la salud humana. Revisión sistemática de literatura. repositoryucceduco [Internet]. 2023 Jan 23 [cited 2023 May 8]; Available from: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/17e3695e-0999-47ec-b2cc-53e9ed100b2a/content>
68. Producción acuícola [Internet]. www.fao.org. [cited 2024 Jun 3]. Available from: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ae439370-d5a7-4552-9968-46ab8dd13b58/content/sofia/2022/aquaculture-production.html>
69. RESOLUCIÓN 776 DE 2008. Diario Oficial No. 46.923 de 6 de marzo de 2008: MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL; 2008. Available from: https://normograma.invima.gov.co/normograma/docs/resolucion_minproteccion_0776_2008.htm
70. Ruelas-Chacon X, Aguilar-González A, de la Luz Reyes-Vega M, Peralta-Rodríguez RD, Corona-Flores J, Reboloso-Padilla ON, Aguilera-Carbo AF. Bioactive Protecting Coating of Guar Gum with Thyme Oil to Extend Shelf Life of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fillets. *Polymers (Basel)*. 2020 Dec 17;12(12):3019. doi: 10.3390/polym12123019. PMID: 33348654; PMCID: PMC7766342. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7766342/>
71. Salma. Isolation of *E. coli* and *Shigella* spp. from raw Tilapia, elucidation of their antibiotic susceptibility pattern and evaluation of the antimicrobial efficacy of Oregano

(*Origanum vulgare*) [Internet]. 2018 [cited 2024 Aug 4]. Available from: https://dspace.bracu.ac.bd/xmlui/bitstream/handle/10361/10907/13236006_MNS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

72. Schlösser I, Prange A. Antifungal Activity of Selected Natural Preservatives against *Aspergillus westerdijkiae* and *Penicillium verrucosum* and the Interactions of These Preservatives with Food Components. *J Food Prot.* 2019 Oct;82(10):1751-1760. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-19-082. PMID: 31538828. [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0362-028X\(22\)09915-X](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0362-028X(22)09915-X)
73. Shourbela RM, El-Hawarry WN, Elfadadny MR, Dawood MAO. Oregano essential oil enhanced the growth performance, immunity, and antioxidative status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared under intensive systems. *Aquaculture.* 2021 Sep;542:736868. [Internet]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/351762316_Oregano_essential_oil_enhanced_the_growth_performance_immunity_and_antioxidative_status_of_Nile_tilapia_Oreochromis_niloticus_reared_under_intensive_systems
74. SIPSA (Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario), Ministerio de Agricultura., DANE. El cultivo de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en estanques de tierra, fuente de proteína animal de excelente calidad. *Boletín Mens insumos y factores Asoc a la Prod Agropecu* [Internet]. 2014;21:1–64. Available from: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_mar_2014.pdf
75. Soltani S, Shakeri A, Iranshahi M, Boozari M. A Review of the Phytochemistry and Antimicrobial Properties of *Origanum vulgare* L. and Subspecies. *Iran J Pharm Res.* 2021

- Spring;20(2):268-285. doi: 10.22037/ijpr.2020.113874.14539. PMID: 34567161; PMCID: PMC8457725. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8457725/>
76. Souza CF, Baldissera MD, Baldisserotto B, Heinzmann BM, Martos-Sitcha JA, Mancera JM. Essential Oils as Stress-Reducing Agents for Fish Aquaculture: A Review. *Front Physiol.* 2019 Jun 20;10:785. doi: 10.3389/fphys.2019.00785. PMID: 31281264; PMCID: PMC6596282. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6596282/>
77. Tawfik, Rifaat Mahmoud Farghaly, Hassan Mohammed Gad-Elrab, Nahed Mahmoud Abdel-Aziz. Effect of some essential oils against *Aeromonas hydrophila* artificially inoculated into raw Nile Tilapia fish fillets during refrigeration storage. *SVU-International Journal of Veterinary Sciences.* 2022 Dec 12;5(4):88–102. https://svu.journals.ekb.eg/article_273912_e58129a5cdde727cf4ed2c7c0e740b55.pdf
78. Telma I, Cano M, Jorge I, Godínez E, I IT, Blanca I, et al. OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (*THYMUS VULGARIS*) CULTIVADO EN GUATEMALA, UTILIZADO EN DIVERSIDAD DE PRODUCTOS FITOFARMACÉUTICOS. 2001; Available from: <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/RESUMEN/inf0175.htm>
79. Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) - Tilapia Pro [Internet]. tilapia.pro. 2023. Available from: <https://tilapia.pro/tilapia-del-nilo/>
80. Toro V, Londoño L. ACEITES ESENCIALES EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS [cited 2024 Aug 9]. Available from: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17599/4.%20ACEITES%20ESENCIALES.%20.pdf>

81. Torres R G. A, González P S, Peña S E. Descripción Anatómica, Histológica y Ultraestructural de la Branquia e Hígado de Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Int. J. Morphol. [Internet]. 2010 Sep [citado 2024 Ago 04] ; 28(3): 703-712. Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022010000300008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022010000300008>.
82. Usgame, Diana; Usgame, Giovanni; Valverde, Camilo. (2008). Agenda productiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la tilapia. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, Proyecto estudio de prospectiva tecnológica de la cadena colombiana de la tilapia. Available from:
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/15568/43678_55367.pdf?sequence=1&isAllowed=y
83. Vital ACP, Guerrero A, Ornaghi MG, Kempinski EMBC, Sary C, Monteschio JO, Matumoto-Pintro PT, Ribeiro RP, do Prado IN. Quality and sensory acceptability of fish fillet (*Oreochromis niloticus*) with alginate-based coating containing essential oils. J Food Sci Technol. 2018 Dec;55(12):4945-4955. doi: 10.1007/s13197-018-3429-y. Epub 2018 Oct 12. PMID: 30482990; PMCID: PMC6233458.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6233458/>
84. Wani AR, Yadav K, Khursheed A, Rather MA. An updated and comprehensive review of the antiviral potential of essential oils and their chemical constituents with special focus on their mechanism of action against various influenza and coronaviruses. Microb Pathog. 2021 Mar;152:104620. doi: 10.1016/j.micpath.2020.104620. Epub 2020 Nov 16.

PMID: 33212200; PMCID: PMC9159739.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9159739/>

85. Youssef AM, El-Sayed HS, El-Nagar I, El-Sayed SM. Preparation and characterization of novel bionanocomposites based on garlic extract for preserving fresh Nile tilapia fish fillets. *RSC Adv.* 2021 Jun 28;11(37):22571-22584. doi: 10.1039/d1ra03819b. PMID: 35480459; PMCID: PMC9034308. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9034308/>
86. Zhan X, Tan Y, Lv Y, Fang J, Zhou Y, Gao X, Zhu H, Shi C. The Antimicrobial and Antibiofilm Activity of Oregano Essential Oil against *Enterococcus faecalis* and Its Application in Chicken Breast. *Foods.* 2022 Aug 1;11(15):2296. doi: 10.3390/foods11152296. PMID: 35954060; PMCID: PMC9368637. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9368637/>
87. Zhang LY, Peng QY, Liu YR, Ma QG, Zhang JY, Guo YP, Xue Z, Zhao LH. Effects of oregano essential oil as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance, antioxidant status, and intestinal health of broilers. *Poult Sci.* 2021 Jul;100(7):101163. doi: 10.1016/j.psj.2021.101163. Epub 2021 Mar 26. PMID: 34082177; PMCID: PMC8181178. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8181178/>