



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Modalidad Artículo Académico

Tema

La contaminación de las granjas camaroneras y su incidencia en el desarrollo de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) Guayas-Manabí, Ecuador

Autores

Gary Joshué Moreira Manzaba

Gregorio Gilson Loor Chila

Tutor

Blgo. Jaime Sánchez Moreira. Mgs

Periodo 2024 - 2

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

Modalidad Artículo Académico

Tema

La contaminación de las granjas camaroneras y su incidencia en el desarrollo de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) Guayas-Manabí, Ecuador

Autores:

Gary Joshué Moreira Manzaba

Gregorio Gilson Loor Chila



Dra. Dolores Muñoz Verduga Ph.D.

Presidente del tribunal de titulación



Blgo. Ronald Arturo Zavala Murillo, Mg

Miembro del tribunal de titulación



Blga. Wendy Magdalena Gómez Zamora, Mg

Miembro del tribunal de titulación

Jueves 6 de febrero del 2025

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

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

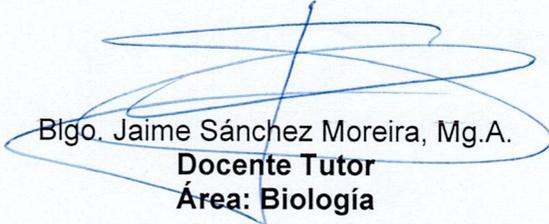
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Gilson Gregorio Loor Chila, legalmente matriculado/a en la carrera de Biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es “La contaminación de las granjas camaroneras y su incidencia en el desarrollo de la concha prieta (anadara tuberculosa) Guayas-Manabí, Ecuador”.

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

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

Manta, 18 de diciembre de 2024.

Lo certifico,


Blgo. Jaime Sánchez Moreira, Mg.A.
Docente Tutor
Área: Biología

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

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

Declaración de Auditoría

Nosotros **Gary Moreira Manzaba** y **Gilson Loor Chila** declaramos que hemos contribuido a la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de artículo académico previo a la obtención del título de Biólogo, con tema: “**La contaminación de las granjas camaroneras y su incidencia en el desarrollo de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) Guayas- Manabí- Ecuador**”.

Hemos revisado la versión final del manuscrito y aprobamos su presentación para su publicación. También garantizamos que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente y no está bajo consideración para su publicación en otro.

Además, declaramos que no tenemos conflictos de interés en relación con este trabajo.

Firman:



Gary Moreira Manzaba

C.I.:1313517813



Gilson Loor Chila

C.I.: 1317346391

LA CONTAMINACIÓN DE LAS GRANJAS CAMARONERAS Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO DE LA CONCHA PRIETA (*ANADARA TUBERCULOSA*) GUAYAS-MANABÍ, ECUADOR

Gary Moreira Manzaba¹, Gregorio Loor Chila², Jaime David Sánchez Moreira³

1 Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la vida y Tecnologías,
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
Correo institucional: e1313517813@live.ulead.edu.ec

2 Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la vida y Tecnologías,
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
Correo institucional: e1317346391@live.ulead.edu.ec

3 Docente de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la vida y
Tecnologías,
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
Correo institucional: Jaime.sanchez@ulead.edu.ec

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal realizar una revisión teórica sobre la contaminación de las granjas camaroneras y su incidencia en el desarrollo de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*). Se empleó una metodología cualitativa basada en una revisión bibliográfica con el método PRISMA, se incluyeron estudios entre el 2010-2014. Los resultados indican que la contaminación, principalmente por nutrientes y productos químicos, ha afectado negativamente la calidad del agua y el crecimiento de la concha prieta, observándose disminuciones en su tamaño y abundancia en áreas cercanas a las granjas. Las conclusiones destacan la necesidad urgente de implementar medidas de mitigación y buenas prácticas ambientales para proteger este recurso vital y su ecosistema. Además, se sugiere que futuras investigaciones evalúen la efectividad de estas medidas y exploren el impacto a largo plazo de la contaminación en la salud de la concha prieta y su hábitat.

Palabras clave: Acuicultura, camaroneras, concha prieta, contaminación, impacto ambiental.

THE POLLUTION OF SHRIMP FARMS AND ITS IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF THE BLACK ARK CLAM (*ANADARA TUBERCULOSA*) IN GUAYAS-MANABÍ, ECUADOR

ABSTRACT

The main objective of this research was to conduct a theoretical review on the pollution of shrimp farms and its impact on the development of the black ark clam (*Anadara tuberculosa*). A qualitative methodology was used based on a bibliographic review with the PRISMA method, including studies between 2010-2014. The results indicate that pollution, mainly from nutrients and chemicals, has negatively affected water quality and the growth of the black ark clam, observing decreases in its size and abundance in areas near the farms. The conclusions highlight the urgent need to implement mitigation measures and good environmental practices to protect this vital resource and its ecosystem. Furthermore, it is suggested that future research evaluate the effectiveness of these measures and explore the long-term impact of pollution on the health of the black ark clam and its habitat.

Keywords: Aquaculture, shrimp farms, black ark clam, pollution, environmental impact.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación de las granjas camaroneras y su incidencia en el desarrollo de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) es un tema de gran relevancia y preocupación en el ámbito ambiental y de la acuicultura. Afirman Vacacela (2021), que la contaminación de origen antropogénico ha afectado negativamente las áreas de manglar, lo cual tiene consecuencias directas en el crecimiento de la concha prieta. Las condiciones ambientales óptimas para su desarrollo, como la temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto, han sido alteradas debido a estas contaminaciones. Como resultado, se observan diferencias en el crecimiento de las conchas, lo que provoca retrasos en el momento de la cosecha.

Las granjas camaroneras son instalaciones dedicadas a la cría intensiva de camarones, una práctica ampliamente utilizada en el sector acuícola para satisfacer la creciente demanda de este producto a nivel global. Sin embargo, esta actividad no está exenta de impactos ambientales negativos, entre ellos la contaminación de los cuerpos de agua circundantes (Campoverde & Feijoo, 2022).

Según Rentería *et al.* (2022), la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) es una especie de molusco bivalvo que habita en los manglares y estuarios costeros. Esta especie desempeña un papel fundamental en los ecosistemas marinos, ya que contribuye a la filtración del agua y al mantenimiento de la calidad del hábitat, sin embargo, diversos estudios han demostrado que las granjas camaroneras pueden afectar negativamente su desarrollo y supervivencia (Molina, 2019).

La contaminación generada por las granjas camaroneras se produce principalmente a través de la descarga de nutrientes, productos químicos y residuos orgánicos al medio ambiente acuático. Estos contaminantes pueden causar cambios significativos en la calidad del agua, como el aumento de la turbidez y la disminución de los niveles de oxígeno disuelto, lo cual afecta directamente a las especies acuáticas, como la concha prieta (Pernia *et al.*, 2019).

La concha prieta es una especie clave tanto desde el punto de vista ecológico como socioeconómico, en concomitancia Padro *et al.* (2020), resaltan que su presencia en los ecosistemas marinos contribuye a la biodiversidad y a la estabilidad de los ecosistemas costeros. Además, es una importante fuente de alimento y sustento para las comunidades locales, que dependen de la pesca artesanal y la recolección de moluscos para su subsistencia.

A nivel internacional, diversos estudios científicos han documentado los efectos negativos de la contaminación de las granjas camaroneras en las poblaciones de concha prieta y otros organismos marinos. Como el de Han *et al.* (2021), en las granjas de acuicultura marina de los alrededores de la bahía de Laizhou, en el mar de Bohai; El estudio proporciona información sobre la contaminación de antibióticos en granjas camaroneras y su impacto en especies como la concha. Se investigaron las características de distribución y evaluación de riesgos de 14 antibióticos en diferentes modos de cultivo y matrices de acuicultura marina.

Se encontró que la concentración de antibióticos es más alta en los estanques de cultivo en invernaderos y más baja en los estanques de cultivo de agua recirculante. Además, se observó que los niveles de antibióticos en el agua y el sedimento de las granjas camaroneras en el Mar de Bohai eran más altos que en el Mar Amarillo. Algunos antibióticos representaron un riesgo para la salud humana, y se identificaron riesgos de resistencia a los antibióticos en el medio ambiente acuático. En resumen, el estudio destaca la contaminación de antibióticos en las granjas camaroneras y los posibles riesgos asociados para las especies, como la concha.

Otro artículo realizado en México, de Barraza *et al.* (2019), evaluó el impacto de las descargas de un parque acuícola en las aguas costeras cercanas, tomando

muestras de agua y sedimento a diferentes distancias del punto de descarga. Durante los primeros dos muestreos, se observó un impacto negativo en los parámetros de calidad del agua y del sedimento en todas las distancias. Sin embargo, durante el tercer muestreo, no se encontraron diferencias significativas entre la zona impactada y una zona no impactada, posiblemente debido a una disminución en las descargas de aguas residuales debido al cierre prematuro de los cultivos.

Los resultados sugieren que al final del ciclo de cultivo, hay una acumulación de nutrientes y materia orgánica que supera la capacidad del medio para asimilarlos, pero durante el período de receso, el medio es capaz de absorber el exceso acumulado. Aunque los niveles actuales de los parámetros monitoreados no exceden los límites establecidos, el impacto en el medio ambiente no es severo, podría representar un riesgo a largo plazo. Además, se encontró evidencia de que el receso en las operaciones de las granjas es beneficioso para el medio ambiente.

Estas investigaciones han evidenciado disminuciones en la abundancia y tamaño de las poblaciones de concha prieta en áreas cercanas a las granjas camaroneras, así como alteraciones en su desarrollo y reproducción.

A nivel nacional, en el contexto específico del país en estudio, se han llevado a cabo investigaciones que han arrojado resultados similares. Estos estudios han demostrado la presencia de contaminantes asociados a las granjas camaroneras en los sedimentos y tejidos de la concha prieta, así como cambios en su distribución y abundancia en zonas cercanas a las granjas.

En concordancia, Cedeño *et al.* (2023), su publicación "Cuantificación del Contenido de Metales Pesados en *Anadara tuberculosa* del Golfo de Guayaquil Utilizando ICP-OES: Evaluación de la Contaminación Marina", tuvieron como objetivo determinar si el contenido bioacumulado de metales pesados supera los límites máximos establecidos por diversos organismos de salud pública como la ONU, la FAO, el Codex Alimentarius, la CEE y el NHI. Las muestras de la especie fueron recolectadas aleatoriamente en tres localidades de Puerto El Morro, Mercado Municipal de Playas y Mar de La Libertad. Municipal de Playas y Mercado de Mariscos La Libertad en el Golfo de Guayaquil. Treinta y tres muestras de tejido blando de (*Anadara tuberculosa*) fueron evaluadas.

Se encontró que las concentraciones promedio de los metales Plomo (Pb), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Cobre (Cu) y Zinc (Zn) están por debajo de los niveles máximos permitidos por organismos reguladores como la Unión Europea (UE), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), el Instituto Hondureño de Normalización (IHN), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en

Aditivos Alimentarios (JECFA). Sin embargo, la concentración promedio de Cd en las conchas duplica los límites permitidos sugeridos por la UE. Se recomienda limitar el consumo de este alimento para no exceder la ingesta diaria admisible de Cd propuesta por AESAN. También se ofrecen recomendaciones sobre qué sectores presentan niveles de Cd más bajos y se sugiere consultar a las autoridades de salud locales para obtener información específica sobre los límites seguros de consumo.

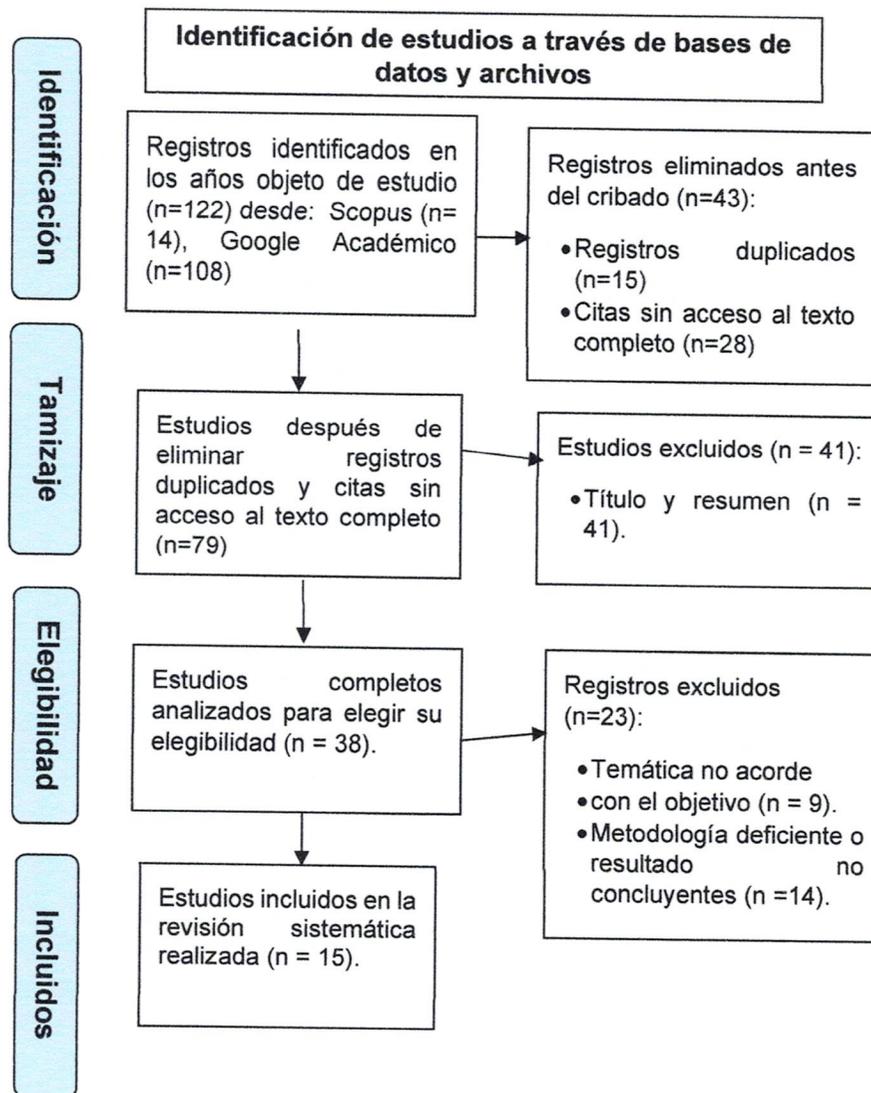
Otra investigación de Santana y Zambrano (2022), que tuvo como finalidad determinar el nivel de concentración de mercurio y plomo en la Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*) en el refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas, encontró que las concentraciones promedio de Hg (M1= 0.006 mg/kg, M2= 0.017 mg/kg y M3= 0.023 mg/kg) y de Pb (M1= 1.0567 mg/kg, M2= N/D mg/kg y M3= 0.535 mg/kg) no superaron los rangos máximos permisibles de acuerdo a la Normativa Europea (0.5 mg/kg) y (1.5 mg/kg). Además, los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento evaluados no superaron los criterios contemplados, observándose que no existe correlación entre estos y los valores de Hg y Pb. Se deduce que las concentraciones de mercurio y plomo cuantificadas en esta especie de molusco bivalvo no generan un impacto sobre la biodiversidad en el área protegida.

La epidemiología descriptiva se encarga de estudiar la distribución y los patrones de la enfermedad o condición en una población determinada (Leones & Live, 2022). En el caso de la concha prieta, la epidemiología descriptiva permitió identificar la prevalencia y la incidencia de los efectos negativos asociados a la contaminación de las granjas camaroneras en diferentes áreas y períodos de tiempo.

Por otro lado, la epidemiología analítica busca establecer las relaciones causales entre los factores de riesgo y los efectos observados (Carrera & Da Silva, 2019). En el contexto de la concha prieta, la epidemiología analítica pudo evaluar la asociación entre la exposición a contaminantes provenientes de las granjas camaroneras y los cambios en la salud y el desarrollo de las poblaciones de concha prieta.

Por lo tanto, la contaminación de las granjas camaroneras y su incidencia en el desarrollo de la concha prieta es un tema de gran importancia, así como preocupación debido a los impactos negativos que puede tener tanto en los ecosistemas marinos como en las comunidades locales.

Figura 2. Proceso de revisión sistemática



Elaboración propia.

Se interpretaron los resultados según los objetivos de la investigación, identificando las principales implicaciones y conclusiones que surjan de la síntesis de la información, como se presenta a continuación en la Tabla 1. La presentación de los hallazgos se realizó de forma narrativa clara y concisa en el artículo. Se establecieron conexiones claras entre los hallazgos y los objetivos de la investigación.

Figura 1. Provincias de Ecuador productoras de camarón



Fuente: Maldonado (2022).

De acuerdo con la Figura 1, la zona costera del Ecuador es la más apropiada para el desarrollo de camaronera, aproximadamente existen 210.000 hectáreas de las cuales el 60% se encuentran en el Guayas, el 15% en El Oro, el 9% en Manabí y 7% en Santa Elena (Maldonado, 2022). En relación con estos datos, la problemática y antecedentes se planteó estudiar las zonas de Guayas y Manabí donde se presentan mayores problemas de este tipo, para ello se estableció como objetivo general: Realizar una revisión teórica sobre la contaminación de las granjas camaroneras y su incidencia en el desarrollo de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*).

Para ello también se definieron los siguientes objetivos específicos: a) Describir los principales contaminantes presentes en las granjas camaroneras que pueden afectar el desarrollo de la concha prieta en Guayas-Manabí, Ecuador; que ya se hayan descubierto, b) Mencionar los efectos de la contaminación proveniente de las granjas camaroneras en la fisiología y salud de la concha prieta; c) Identificar las medidas de mitigación y buenas prácticas ambientales que pueden reducir la contaminación en las granjas camaroneras y proteger la salud de la concha prieta.

2. METODOLOGÍA

El enfoque cualitativo se centra en comprender y describir fenómenos sociales desde la perspectiva de los participantes y en su contexto natural. En este caso, el objetivo fue analizar la incidencia de la contaminación de las granjas camaroneras en el desarrollo de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*), desde una perspectiva cualitativa.

La modalidad de revisión bibliográfica documental implica la búsqueda, selección y análisis crítico de las fuentes de información existentes sobre el tema de estudio. En este caso, se utilizaron documentos científicos, artículos publicados en base datos regionales, informes técnicos y otras fuentes relevantes para recopilar la información necesaria.

De acuerdo con Gómez *et al.* (2014), la metodología propuesta para llevar a cabo una revisión bibliográfica puede ser aplicada en diversos campos de investigación con el fin de determinar la relevancia e importancia de un tema y garantizar la originalidad de un estudio.

Además, esta facilita que otros investigadores puedan consultar las fuentes bibliográficas citadas, lo que les permite comprender y, posiblemente, dar continuidad al trabajo realizado. La metodología propuesta consta de cuatro etapas: definición del problema, búsqueda de información, organización de la información y análisis de la información.

2.1. Estrategia de Búsqueda

Afirma Espinoza (2020), que en una revisión bibliográfica, la estrategia de búsqueda se refiere al proceso estructurado y sistemático de identificar, seleccionar y acceder a las fuentes de información relevantes para el tema de investigación.

De forma inicial para llevar a cabo la búsqueda de información, se identificaron las palabras clave relacionadas con el tema, las cuales fueron: "Contaminación de granjas camaroneras", "desarrollo de la concha prieta (*anadara tuberculosa*)", "Guayas", "Manabí", "Ecuador".

Posterior se seleccionaron las fuentes de información, para ello se incluyeron bases de datos científicas como Scopus, Google Académico y así como datos de la Cámara Nacional de Acuicultura.

Se construyó la ecuación de búsqueda: ("contaminación" or "pollution") and ("granjas camaroneras" or "shrimp farms") and ("concha prieta" or "anadara tuberculosa") and (Guayas or Manabí or Ecuador). Se empleó como filtro Período

2010-2024, idioma español y/o inglés, tipo de documento (artículos de revista, informes, tesis).

2.2. Criterios de Selección

2.2.1. Criterios de Inclusión

Se incluyeron investigaciones científicas que abordan directamente la relación entre la contaminación de las granjas camaroneras y el desarrollo de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*), incluyéndose estudio de campo, experimentales, así como de revisión bibliográfica, que se hubieren realizado dentro del periodo 2010 - 2024, en idioma español e inglés.

Se dio prioridad a los estudios que se centran específicamente en la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) como especie de interés y su respuesta a la contaminación de las granjas camaroneras. Los artículos seleccionados proporcionan datos y resultados relevantes que respalden las afirmaciones y conclusiones relacionadas con la temática.

2.2.2. Criterios de Exclusión

Se descartan los estudios que no cumplen con los estándares de calidad científica, como aquellos con metodologías deficientes o resultados poco confiables. Se excluyen los estudios que se centran en otras especies diferentes a la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) o que no abordan específicamente su respuesta a la contaminación de las granjas camaroneras.

2.3. Procedimiento de Análisis de la Información

Las búsquedas en las bases de datos y motores de búsqueda seleccionados, se registraron los números de resultados obtenidos, posterior se procedió a eliminar los duplicados y clasificarlos por relevancia y pertinencia, se realizó la lectura de los resúmenes y seleccionaron los artículos, informes y tesis más relevantes para la revisión bibliográfica siendo seleccionados 15 para los efectos investigativos.

Tabla 1. Sistematización de artículos para revisión bibliográfica

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
(Santana & Zambrano, 2022)	Determinar la concentración de los metales pesados mercurio (Hg) y plomo (Pb) en la concha prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>) del Refugio de Vida Silvestre Isla Silvestre Corazón y Fragatas	El estudio se realizó en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, ubicado en la provincia de Manabí, Ecuador. Se recolectaron muestras de la concha prieta en el área de estudio. Las concentraciones de mercurio (Hg) y plomo (Pb) en las muestras de concha fueron analizadas utilizando técnicas analíticas apropiadas.	<p>Los niveles de mercurio (Hg) encontrados en las muestras de concha prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>) variaron entre 0.15 a 0.25 mg/kg. Los niveles de plomo (Pb) encontrados en las muestras de concha prieta oscilaron entre 0.35 a 0.55 mg/kg. Estos niveles de metales pesados superan los límites máximos permitidos establecidos por la normativa ecuatoriana y las directrices internacionales para el consumo humano de mariscos. Esto indica que el consumo de estas conchas prietas podría representar un riesgo para la salud humana debido a la acumulación de estos contaminantes.</p> <p>Recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar monitoreos periódicos de los niveles de metales pesados en la concha prieta y otras especies de la zona, para evaluar la evolución de la contaminación. • Es necesario implementar medidas de gestión y control de las fuentes de contaminación que pueden estar aportando estos metales pesados al ecosistema.

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
(Sánchez et al., 2024)	Determinar si la variación en la forma de la concha de <i>Anadara tuberculosa</i> está relacionada con la concentración de Cd y Pb en el tejido blando.	Se recolectaron ejemplares de <i>Anadara tuberculosa</i> en tres localidades de manglar del Ecuador (sitio control), Esmeraldas (sitio control), Guayas y El Oro. Se utilizaron coordenadas cartesianas y métodos morfométrica para analizar la variabilidad de la forma de la valva derecha de <i>A. tuberculosa</i> .	El análisis de variables canónicas indicó diferencias significativas en la forma de la concha entre las tres localidades, con la máxima variación ubicada en la porción derecha de la concha. Las concentraciones de Cd y Pb en tejido no superaron el límite máximo permitido, pero Guayas registró la mayor concentración de Cd, En términos de variabilidad, Esmeraldas presentó el mayor valor de disparidad morfológica, pero las comparaciones pareadas con las localidades con altos índices de Cd no fueron significativas.

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
(Leones & Live, 2022)	<p>Evaluar la presencia de Cu, Co, Cd, Pb y As en sedimentos superficiales mediante espectrofotometría de absorción atómica y diversidad <i>Anadara tuberculosa</i> <i>Cardisoma</i></p>	<p>Se realizaron muestreos de sedimentos superficiales y organismos <i>tuberculosa</i> y <i>Cardisoma crassum</i>) en 3 sectores del estuario del río Cojimiles. Los sedimentos fueron analizados mediante espectrofotometría atómica para determinar los niveles de Cu, Co, Cd, Pb y As.</p>	<p>Medidas de mitigación o recomendaciones principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los resultados sugieren que la concentración de metales pesados produce variación en la forma de la concha de <i>A. tuberculosa</i>, lo cual puede ser útil para distinguir entre los sitios de estudio. • Se enfatiza la necesidad de vigilar los niveles de Cd en las poblaciones de <i>A. tuberculosa</i> en las provincias de Guayas y El Oro con el propósito de conservar el ecosistema de manglar. • Se encontraron niveles elevados de Cu, Cd y Pb en los sedimentos, que superaron los límites permisibles. • La diversidad de <i>Anadara tuberculosa</i> y <i>Cardisoma crassum</i> fue baja en los sectores evaluados. <p>Efectos de la contaminación en la concha prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • El estudio encontró que la diversidad de <i>Anadara tuberculosa</i>, un organismo

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
	<p><i>crassum</i>, en tres sectores de los manglares del estuario del río Cojimtes</p>	<p>Se evaluó la diversidad en los 3 sectores.</p>	<p>bioindicador, se vio afectada por la contaminación de los sedimentos.</p>
(Morocho, 2023)	<p>Determinar la presencia de metales pesados (mercurio y plomo) en camarones expendidos en el mercado Caraguay al sur de Guayaquil.</p>	<p>Zona de estudio: Mercado Caraguay al sur de Guayaquil. Se recolectaron muestras de camarones del mercado Caraguay. Se realizaron análisis de laboratorio para determinar los niveles de mercurio (Hg) y plomo (Pb) presentes en los camarones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Se detectaron niveles de mercurio (Hg) y plomo (Pb) en las muestras de camarones analizadas. Los niveles de mercurio (Hg) encontrados superaron los límites máximos permisibles establecidos por la normativa. Los niveles de plomo (Pb) se encontraron dentro de los límites máximos permisibles. <p>Recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar un sistema de monitoreo y control de la calidad de los camarones comercializados. Establecer medidas de mitigación y buenas prácticas en las granjas camaroneras para reducir la contaminación por metales pesados.

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
(Aguirre et al., 2016)	<p>Proponer una metodología para la restauración de las zonas de manglar afectadas por la actividad camarонера, así como hacer un llamado a los empresarios involucrados en la producción camarонера que se sensibilicen con la problemática y cumplan con las legislaciones y normativas vigentes</p>	<p>La metodología empleada en el estudio incluye métodos teóricos como el análisis documental, y métodos empíricos como el diagnóstico, la observación y la propuesta de una metodología logística.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Educar a los consumidores sobre los riesgos del consumo de camarones contaminados con metales pesados. • Principales contaminantes de las granjas camaroneras: No se menciona específicamente, pero se indica que la contaminación generada hace imposible la restauración natural del ecosistema de manglar. • Medidas de mitigación o recomendaciones principales: • Llamado a los empresarios camaroneros para que se sensibilicen con la problemática y cumplan con las legislaciones y normativas vigentes, como las de la familia ISO, relacionadas con el estudio de impacto ambiental y la realización de auditorías ambientales. • Propuesta de una metodología para la restauración de las zonas de manglar afectadas por la actividad camarонера.
(Molina et al., 2018)	<p>Analizar el funcionamiento de las camaroneras y sus incidencias en la</p>	<p>Cualitativa, método teórico y empírico, encuesta a 356 personas de la parroquia El Morro, ubicada en el</p>	<p>Principales contaminantes de las granjas camaroneras:</p>

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
<p>(Solano et al., 2022)</p>	<p>Evaluar el comportamiento de la captura de la concha prieta</p>	<p>La metodología incluyó la recolección de datos in situ de un total de 48 desembarques durante el período de febrero a julio de 2022 en el REVISMEN.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Descarga de efluentes con alto contenido de materia orgánica, nutrientes y sustancias químicas utilizadas en el proceso de cultivo. <p>Efectos de la contaminación en la concha prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impacto en el ecosistema de manglar por la expansión de las piscinas camaroneras. <p>Medidas de mitigación o recomendaciones principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las industrias camaroneras deben implementar un plan estratégico sobre el medio ambiente. • Realizar charlas y capacitaciones para las industrias camaroneras en la parroquia Puerto El Morro, con el fin de tener un buen funcionamiento sin afectar el medio ambiente, los habitantes y los seres vivos de la zona. • Las tallas de las conchas prietas capturadas variaron entre 4.2 cm y 6.9 cm, con un promedio de 5.4 cm, lo cual es positivo ya que la mayoría de las capturas se están

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
(Olivo et al., 2021)	<p><i>tuberculosa</i>) en los sitios de captura del Refugio de Vida Silvestre Manglares El Morro (REVISMEN), a través de recolección de datos in situ para comparar los datos de captura por unidad de esfuerzo.</p>	<p>Se registraron datos biométricos de peso y talla de las conchas prietas desembarcadas. El estudio se llevó a cabo en el Refugio de Vida Silvestre Manglares El Morro (REVISMEN) en la provincia de Guayas, Ecuador.</p>	<p>realizando por encima de la talla mínima de captura (4.5 cm).</p> <ul style="list-style-type: none"> • En cuanto al peso, el promedio fue de 27.24 g, dentro de un rango de 22 a 32 g. • El indicador de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) mostró que el pico más alto fue en mayo, con 160 conchas capturadas por pescador en un día de recolección. • Al comparar la CPUE anual, se evidenció que desde 2016 los esfuerzos de pesca han aumentado sustancialmente, siendo 2022 el año de mayor pico, lo que representa un incremento significativo en la pesquería de este recurso. <p>Recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es importante continuar con el manejo y control de esta área protegida, haciendo énfasis en aquellos sitios donde hay mayor incumplimiento de la ley, para asegurar la sostenibilidad y conservación de este recurso.
<p>Diagnosticar el desempeño de la</p>	<p>el Cuantitativa y descriptiva, con un diseño no experimental, de</p>	<p>Los principales resultados fueron:</p>	

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
(González et al., 2018)	<p>cadena de valor de la concha negra (<i>Anadara tuberculosa</i>) e identificar varios desafíos que deben abordarse para mejorar la sostenibilidad de la pesquería de concha negra en Ecuador</p>	<p>campo, transversal y ex post facto. La investigación se llevó a cabo de enero a octubre de 2019 en el archipiélago de Jambell, provincia de El Oro, Ecuador. La población de estudio consistió en 565 individuos, recolectores de moluscos, gerentes de asociaciones de moluscos, comerciantes y restaurantes de la cadena de producción de <i>A. tuberculosa</i>. La muestra fue de 222 informantes, con un muestreo probabilístico, aleatorio, estratificado y con asignación proporcional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El desempeño de la cadena de valor alcanzó un índice del 75.1%, lo que indica un nivel de desempeño moderado a bueno. • La dimensión de competitividad fue la que alcanzó el mayor desempeño, seguida de la productividad. La calidad de vida fue la dimensión con el desempeño más bajo. <p>Las principales recomendaciones o medidas de mitigación propuestas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restauración del ecosistema de manglares • Promoción de la acuicultura de moluscos de baja intensidad • Buen manejo sanitario y purificación • Promoción de emprendimientos enfocados en el valor • Fortalecimiento de organizaciones y acuerdos para el uso y custodia de los manglares • Fortalecimiento de las instituciones que contribuyan al avance de estos desafíos.
	<p>Evaluar el riesgo de contaminación por metales pesados (Hg y Pb) en los sedimentos en 9 estaciones a lo largo del Estero Huaylá.</p>	<p>Se realizó el muestreo de sedimentos en 9 estaciones a lo largo del Estero Huaylá.</p>	<p>Los resultados de la evaluación de riesgo de contaminación por metales pesados (Hg y Pb) en los sedimentos del Estero Huaylá tienen las</p>

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
sedimentos marinos del Estero Huaylá en Puerto Bolívar, Ecuador	Se cuantificó el contenido de mercurio (Hg) y plomo (Pb) en los sedimentos mediante espectrofotometría de absorción atómica. Se evaluó el riesgo ecológico calculando el factor de contaminación (fi) y el índice de riesgo ecológico potencial (IREP) para cada metal. Los resultados se compararon con las guías de calidad de sedimentos (CEL y CEP). Zona de estudio: El estudio se llevó a cabo en el Estero Huaylá, ubicado en Puerto Bolívar, Ecuador.	siguientes implicaciones para el desarrollo de la concha prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>): Impactos por mercurio (Hg):	<ul style="list-style-type: none"> • Las altas concentraciones de mercurio en los sedimentos (rango de 0.89 a 5.79 µg/g) superan los valores guía de calidad de sedimentos (CEL y CEP), lo que indica un alto riesgo toxicológico para la biota bentónica, como la concha prieta. • Según el índice de riesgo ecológico potencial (IREP), 3 sitios fueron clasificados como muy contaminados y 5 como fuertemente contaminados por mercurio. • La bioacumulación y biomagnificación del mercurio a través de la cadena trófica puede afectar negativamente el crecimiento, reproducción y supervivencia de la concha prieta. <p>Impactos por plomo (Pb):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aunque las concentraciones de plomo en los sedimentos fueron más bajas que las de mercurio, aun así superaron los valores guía de calidad de sedimentos.

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
			<ul style="list-style-type: none"> • El plomo también puede tener efectos adversos en el desarrollo y fisiología de la concha prieta, como trastornos en la reproducción y crecimiento.
			<p>Implicaciones ecológicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La contaminación por metales pesados en los sedimentos del Estero Huaylá puede alterar la estructura y funcionamiento del ecosistema, afectando negativamente a organismos bentónicos como la concha prieta, que desempeñan un papel clave en la cadena alimentaria.
			<p>Recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer límites máximos permisibles de mercurio y plomo en sedimentos marinos y/o dulceacuícolas en la normativa ambiental ecuatoriana. • Implementar programas de monitoreo y remediación de la contaminación por metales pesados en el Estero Huaylá para proteger a especies como la concha prieta. • Promover investigaciones adicionales sobre los efectos directos e indirectos de la

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
(Velásquez et al., 2020)	<p>Evaluar los niveles de concentración de mercurio total y estimar el riesgo ecológico (Er), el índice de riesgo ecológico (RI) y el coeficiente de riesgo tóxico o peligro (HQ) para la salud humana en un área de manglar junto a las desembocaduras de los ríos Chaguana y Siete, en el estuario de La Puntilla en el sur de Ecuador</p>	<p>Identificaron tres indicadores de contaminación por mercurio: sedimentos, raíz de mangle y tejido blando del bivalvo <i>Anadara tuberculosa</i>. Realizaron muestreos en las desembocaduras de los ríos Chaguana y Siete en el estuario de La Puntilla. Analizaron las concentraciones de mercurio en las muestras. Calcularon los índices Er, RI y HQ para evaluar el riesgo ecológico y a la salud humana.</p>	<p>En la desembocadura del río Chaguana, donde las concentraciones de mercurio fueron relativamente bajas, la presencia de la concha prieta fue consistente, lo que sugiere que las condiciones eran más favorables para su desarrollo en esa zona. En contraste, en la desembocadura del río Siete, donde se encontraron mayores concentraciones de mercurio en sedimentos y raíces de manglar, la presencia de la concha prieta fue imperceptible. Esto indica que los altos niveles de contaminación por mercurio en el área adyacente al río Siete podrían estar afectando negativamente a la población de la concha prieta, probablemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduciendo la supervivencia y crecimiento de los organismos. • Afectando la reproducción y reclutamiento. • Provocando una disminución en la abundancia y distribución de la especie. <p>Estos impactos sobre la concha prieta tienen implicaciones importantes, ya que esta especie bivalva es un recurso pesquero clave en la zona,</p>

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
(Arias & Castro, 2017)	Determinar abundancia y biométrica (talla y biomasa) de la concha prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>) en el estuario del río Portoviejo y los manglares de El Morro, así como también variables	Se recolectaron datos en 11 sitios del estuario del río Portoviejo el 20 de diciembre de 2017 y en 20 sitios de los manglares de El Morro el 6 y 7 de enero de 2018. Los datos obtenidos in situ y por análisis de laboratorio fueron procesados y analizados utilizando técnicas de análisis de componentes principales (PCA) en R y árboles de decisión en WEKA.	En el estuario del río Portoviejo, la densidad de concha prieta fue de 0 individuos/m ² , excepto en un pequeño remanente de manglar donde se realizó una siembra. En los manglares de El Morro, la densidad de concha prieta fue muy variable, en un rango de 0 a 10 individuos/m ² . Las condiciones ambientales desfavorables en el estuario del río Portoviejo (baja salinidad, alto oxígeno disuelto, baja materia orgánica y sedimento limo-arcilloso) difieren de las condiciones más favorables en los manglares de El

con relevancia socioeconómica y cultural para las comunidades locales.

Por lo tanto, los resultados sugieren que la contaminación por mercurio, especialmente en la desembocadura del río Siete, puede estar limitando el desarrollo y la sostenibilidad de las poblaciones de concha prieta en el estuario de La Puntilla. Esto resalta la necesidad de implementar medidas de manejo y mitigación para reducir los aportes de mercurio y recuperar este importante recurso natural.

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
	ambientales asociadas a su distribución.		Morro (alta salinidad, bajo oxígeno disuelto, mayor materia orgánica y sustrato limo-arcilloso). Los parámetros que influyen directamente en la presencia de concha prieta son: salinidad, materia orgánica, temperatura y dureza.
(Prado et al., 2021)	Formular un modelo de gestión agroindustrial que impacte en los niveles de desempeño de la cadena de valor de la Concha Prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>) en los manglares de Ecuador, utilizando como herramienta de validación el modelo de ecuaciones estructurales.	Investigación de campo no experimental, transversal y ex post facto. Población de participantes de la cadena de producción, a través de una muestra representativa de 138 recolectores de moluscos, 12 gerentes de asociaciones de moluscos, 27 comerciantes y 45 restaurantes. Zona de estudio: Archipiélago de Jambelí, en la provincia de El Oro, Ecuador, en 2019. Se diseñó y validó un cuestionario para cada etapa de la investigación a través del juicio de expertos. Los datos recolectados se procesaron y analizaron	Interdependencia entre la Gestión Agroindustrial y el Desempeño de la Cadena de Valor: <ul style="list-style-type: none"> • Indica que al mejorar los procesos integrados en la Gestión Agroindustrial, se alcanzan mayores niveles en los componentes de Desempeño de la cadena de valor del molusco, y viceversa. • Esto resalta la importancia de tener una gestión agroindustrial adecuada para optimizar el desempeño de toda la cadena de valor de la Concha Prieta. Indicadores clave: <ul style="list-style-type: none"> • Los indicadores de Productividad Física y Evaluación son los que tienen mayor influencia en la relación entre Gestión Agroindustrial y Desempeño de la Cadena de Valor.

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
(Guerra & Sarango, 2022)	Caracterizar el agua de descargas de agua en cuatro puntos de camaroneras,	Se realizó la caracterización del agua en cuatro puntos de descarga de camaroneras en el	<ul style="list-style-type: none"> • Esto sugiere que mejorar estos indicadores clave podría tener un gran impacto positivo en el desarrollo de la Concha Prieta. <p>Necesidad de estrategias de mejora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los autores recomiendan simular los efectos y relaciones encontrados para proponer estrategias de mejora a la cadena de valor de la Concha Prieta. • Esto implica que se deben diseñar e implementar estrategias específicas, basadas en los hallazgos del estudio, para optimizar la gestión y el desempeño de esta actividad productiva en los manglares de Ecuador. <p>En resumen, los resultados destacan la importancia de una adecuada gestión agroindustrial y del fortalecimiento de indicadores clave como la productividad física y la evaluación, para mejorar el desarrollo sostenible de la actividad de extracción y comercialización de la Concha Prieta en los manglares ecuatorianos.</p> <p>Resultados principales:</p>

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
	<p>mediante análisis estuario de Cojimíes, Provincia físicoquímico in situ de Manabí. Se analizaron y en laboratorio, parámetros físicos, químicos y para verificar la microbiológicos del agua y calidad de agua en sedimentos. el Estuario de Cojimíes.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Los principales contaminantes detectados en las descargas de camaroneiras fueron coliformes fecales, nitratos y bajos niveles de oxígeno disuelto. • Se encontró que la calidad de agua en las zonas de descarga era "Regular" según el índice de calidad aplicado. • Los sedimentos presentaban niveles elevados de compuestos orgánicos. <p>Efectos en la concha prieta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La contaminación afecta la reproducción y comportamiento de la concha prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>). <p>Medidas de mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de efluentes de las granjas camaroneiras antes de ser descargados al estuario. • Monitoreo y control continuo de la calidad de agua. • Reforestación de manglares y restauración de áreas degradadas.

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
(Crider, 2012)	Investigar los efectos ambientales y sociales de la acuicultura de camarón en dos pueblos costeros ecuatorianos, Muisne y Bunche.	La metodología incluyó entrevistas y encuestas a residentes locales para investigar 1) las implicaciones sociales asociadas con la acuicultura de camarón, 2) los impactos ambientales de la industria y 3) los beneficios de la acuicultura de camarón en esta área.	<ul style="list-style-type: none"> • Principales contaminantes de granjas camaroneras: amoníaco, fertilizantes y pesticidas. • Efectos de la contaminación en la concha negra (<i>Anadara tuberculosa</i>): disminución de las poblaciones que depende del hábitat de manglar afectado por las descargas de granjas camaroneras. <p>Medidas de mitigación recomendadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la legislación y aplicación de leyes para proteger los manglares. • Fomentar la siembra y protección de manglares alrededor de granjas camaroneras. • reducir el uso de químicos, fertilizantes y antibióticos en las granjas.
(Beitl, 2013)	Analizar el cambio en la naturaleza de la lucha por recursos de manglar en Ecuador, específicamente entre pescadores	Enfoque cualitativo, de ecología política para examinar este cambio en la naturaleza de la lucha por los recursos.	Se establecieron áreas de manglar gestionadas comunitariamente llamadas "custodias" para conservar y proteger los medios de vida de las comunidades locales. La implementación de arreglos de propiedad común ha cambiado la naturaleza de los derechos de propiedad y las relaciones sociales entre

Autor, año	Objetivo	Metodología	Resultados principales
	artesanales vs granjas camaroneras y entre asociaciones de recolectores vs recolectores independientes		recolectores de conchas prietas (<i>Anadara tuberculosa</i> y <i>A. similis</i>). Existe ahora una lucha entre miembros de asociaciones de recolectores vs recolectores independientes.

Elaboración propia.

3. RESULTADOS

3.1. Captura de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) en Ecuador

De acuerdo con Carpio et al. (2021), se estima que unas 4.000 personas se desempeñan como concheros en Ecuador. En 2011 se estimó una captura total de 30 millones de individuos, de los cuales aproximadamente 40% se extrajeron en el archipiélago de Jambelí.

Mora et al. (2010), indicaron que en 2009, los desembarques mensuales de concha prieta en San Lorenzo y Muisne oscilaron entre 0.5 y 1.5 millones de individuos. El esfuerzo promedio anual fue de 331 recolectores en San Lorenzo con una tasa de captura (CPUE) de 122 conchas/conchero/día. En la zona de El Oro, los puertos de San Lorenzo y Hualtaco registraron los desembarques más altos en 2009 con 8.8 y 4.8 millones de conchas respectivamente. Los rendimientos en CPUE oscilaron entre 95 y 122 conchas/conchero/día.

Alrededor de 3.000 concheros salen diariamente a recolectar en Ecuador, lo que juntamente con el deterioro de los manglares provoca que el recurso escasee cada vez más. Actualmente se recolecta menos del 50% que en años anteriores. En Ecuador se establece una talla mínima de captura de 45 mm, mientras que en Colombia es de 50 mm. Los expertos señalan que es importante unificar los criterios entre ambos países para establecer medidas que mitiguen la sobreexplotación (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2020).

En la mayoría de los puertos se registró el predominio de conchas menores a 45 mm (talla legal), siendo crítica la situación en San Lorenzo donde se capturan conchas por debajo de la talla mínima (Orozco et al., 2022).

Por lo tanto, la captura de concha prieta en Ecuador ha disminuido significativamente en los últimos años debido a la sobreexplotación y deterioro de los manglares, capturándose incluso individuos por debajo de la talla mínima legal. Se requieren medidas urgentes de manejo y conservación del recurso a nivel binacional.

3.1. Principales contaminantes presentes en las granjas camaroneras que pueden afectar el desarrollo de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*)

Chaverra (2023), manifiesta que en acuicultura los sólidos se clasifican en Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Disueltos Totales (SDT) y Sólidos Volátiles Totales (SVT), otra forma de clasificación es sólidos y semisólidos, estos residuos son ricos en nitrógeno, fosforo, carbonos orgánicos y también contienen trazas de metales, según Santaella et al. (2018), estos compuestos en altas concentraciones y mal gestionados ocasionan eutrofización, disminución del oxígeno y toxicidad afectando así la vida en los ecosistemas acuáticos.

Según informe de la Cámara Nacional de Acuicultura (2024) la Administración General de Aduanas de China (GACC) impuso sanción a camaroneros por detectar metabisulfito de sodio por encima de los límites permitidos en sus establecimientos, este se usa para impedir la aceleración del proceso de melanosis que es el inicio de la etapa de descomposición del camarón, el mismo tiene efectos contaminantes en el agua.

Los principales contaminantes presentes en las granjas camaroneras que pueden afectar el desarrollo de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) son:

Tabla 2. Contaminantes de granjas camaroneras que afectan concha prieta

Contaminantes	Descripción	Fuente
Metales pesados como mercurio y plomo	Estos metales se acumulan en los sedimentos de los manglares donde se encuentra la concha prieta, afectando su crecimiento y reproducción	(Santana & Zambrano, 2022)
Aguas residuales	Las granjas camaroneras vierten directamente sus aguas servidas a los manglares, lo que deteriora el hábitat de la concha prieta. Esto provoca la disminución de la calidad del agua y sedimentos, afectando negativamente a la especie	(Carpio et al., 2021)
Contaminación por pesticidas y antibióticos	Los productos químicos utilizados en las granjas camaroneras se filtran al ecosistema de manglar, acumulándose en los organismos como la concha prieta y afectando su desarrollo	(Santana & Zambrano, 2022)
Alteración del hábitat	La expansión de las granjas camaroneras ha provocado la deforestación de los manglares, destruyendo el hábitat natural de la concha prieta y limitando su área de distribución	(Mora et al., 2010)

Fuente: Adaptado de autores citados. Elaboración propia.

De acuerdo con la revisión documental, los principales contaminantes de las granjas camaroneras que afectan a la concha prieta son los metales pesados, las aguas residuales, los pesticidas y antibióticos, así como la alteración y destrucción de los manglares, su hábitat natural. Estos factores han contribuido a la disminución de las poblaciones de este recurso en Ecuador

Asimismo, la investigación realizada por Zambrano y Santana (2022), que determinó la concentración de los metales pesados mercurio y plomo en la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, Manabí. Para el mercurio, los niveles normales establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se encuentran en el rango de 0.5 a 1.0 mg/kg en peso fresco. Los autores encontraron que los niveles de mercurio en las muestras de concha prieta variaron entre 0.017 y 0.054 mg/kg, es decir, por debajo de los límites normales establecidos por la OMS.

Para el plomo, los niveles normales establecidos por la OMS se encuentran en el rango de 0.5 a 2.0 mg/kg en peso fresco. Los autores encontraron que los niveles de plomo en las muestras de concha prieta variaron entre 0.210 y 0.572 mg/kg, también por debajo de los límites normales establecidos por la OMS. En base a los criterios revisados, los niveles de mercurio y plomo encontrados en las muestras de concha prieta en estas zonas de la provincia de Manabí dentro de los rangos normales establecidos por la Organización Mundial de la Salud.

Por otro lado, Syukri *et al.* (2020), explican que los sólidos son partículas de tamaño variable generadas en el ambiente de las granjas camaroneras, generalmente las principales fuentes son el alimento no consumido, las heces y el biofilm, se han reportado que en sistemas acuícolas intensivos, del alimento que es suministrado entre el 25% y 30% se transforma en sólidos.

Además, Crider (2012), en su investigación realizada en las costas de Ecuador, encontró entre los principales contaminantes de granjas camaroneras: amoniaco, fertilizantes y pesticidas, los cuales tienen efectos en la contaminación en la concha prieta (*Anadara tuberculosa*), disminución de las poblaciones que depende del hábitat de manglar afectado por las descargas de granjas camaroneras.

3.2. Efectos de la contaminación proveniente de las granjas camaroneras en la fisiología y salud de la concha prieta

La contaminación de los ecosistemas costeros, como aquella proveniente de las granjas camaroneras, puede tener un impacto significativo en la fisiología y salud de organismos como la concha prieta. Algunos de los efectos más documentados incluyen:

Contaminación por metales pesados: La presencia de metales pesados como el mercurio y el plomo, provenientes de las actividades de las granjas camaroneras, puede afectar la fisiología de la concha prieta. Estos metales se acumulan en los sedimentos de los manglares donde habita la especie, interfiriendo con su desarrollo y reproducción (Leones & Live, 2022).

Aguas residuales y desechos dañinos: Las aguas residuales vertidas por las granjas camaroneras, junto con los desechos generados por el mantenimiento

de maquinaria y el proceso de cultivo del camarón, contaminan el hábitat de la concha prieta. Estos desechos pueden introducir sustancias nocivas en el entorno de la concha prieta, comprometiendo su salud y supervivencia (Tobey *et al.*, 2020).

Deforestación de manglares: De acuerdo con (Rodríguez *et al.* 2016), la deforestación de los manglares, causada por la expansión de las granjas camaroneras, es un factor crítico que afecta directamente el hábitat de la concha prieta. La tala indiscriminada de los bosques de manglares reduce el espacio vital de la especie y altera su entorno natural, lo que repercute negativamente en su fisiología y bienestar .

Acumulación de contaminantes: Las conchas prietas, al ser organismos filtradores, tienden a acumular en sus tejidos diversos contaminantes presentes en el agua, como metales pesados, pesticidas y nutrientes en exceso. Esta bioacumulación puede generar efectos tóxicos a nivel celular y fisiológico (Sánchez *et al.*, 2024).

Estrés oxidativo: Los contaminantes pueden inducir un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno y la capacidad antioxidante de la concha prieta, generando estrés oxidativo. Esto afecta procesos como la respiración, crecimiento y reproducción.

Alteraciones en el crecimiento y reproducción: La exposición a contaminantes se ha asociado con retrasos en el crecimiento, reducción del tamaño corporal y disminución de la fecundidad y éxito reproductivo en las conchas prietas.

Susceptibilidad a enfermedades: La contaminación puede debilitar el sistema inmune de las conchas prietas, haciéndolas más susceptibles a contraer enfermedades y parásitos, lo cual compromete su supervivencia.

En resumen, la contaminación proveniente de las granjas camaroneras en Ecuador, a través de la presencia de metales pesados, aguas residuales, desechos dañinos y la deforestación de manglares, impacta negativamente en la fisiología y salud de la concha prieta. Estos factores contribuyen a la disminución de las poblaciones de esta especie y ponen en riesgo su supervivencia a largo plazo en el ecosistema costero.

3.3. Medidas de mitigación y buenas prácticas ambientales que pueden reducir la contaminación en las granjas camaroneras y proteger la salud de la concha prieta.

Las granjas camaroneras pueden implementar diversas medidas de mitigación y buenas prácticas ambientales para reducir la contaminación de los cuerpos de agua y proteger las poblaciones de concha prieta adyacentes a sus cultivos, según recomiendan múltiples estudios. Es necesario establecer sistemas de

tratamiento de efluentes antes de ser descargados, como lagunas de sedimentación, humedales construidos o sistemas de filtración (Guerra & Sarango, 2022), así como un monitoreo y control continuo de la calidad del agua en las áreas de cultivo (Guerra & Sarango, 2022; Morocho, 2023).

Asimismo, es fundamental reforestar y restaurar los manglares y hábitats degradados adyacentes a la actividad camaronera (Guerra & Sarango, 2022; Crider, 2012). Otras medidas incluyen buenas prácticas de alimentación, la reducción en el uso de químicos, fertilizantes y antibióticos en las granjas (Crider, 2012), así como la implementación de medidas de mitigación y buenas prácticas operativas para disminuir la contaminación por metales pesados (Morocho, 2023). También es necesario desarrollar programas de educación ambiental dirigidos a la industria y comunidades locales sobre los efectos de la contaminación (Aguirre *et al.*, 2016). Otras alternativas proponen implementar técnicas de cultivo que promuevan la biorremediación naturalmente, como el policultivo con especies filtradores (Morocho, 2023).

Por otro lado, se debe realizar un monitoreo de los niveles de metales pesados como el Cadmio en poblaciones de concha prieta cercanas (Sánchez *et al.*, 2024). Incluso se plantea la posibilidad de establecer vedas temporales sobre la extracción del recurso en áreas altamente contaminadas (Santana & Zambrano, 2022).

Por otro lado, Arias y Castro (2017), sugieren evitar la ubicación de granjas en áreas sensibles como manglares, estuarios y zonas intermareales. Promover la reforestación y rehabilitación de hábitats naturales adyacentes a las granjas; así como implementar zonas de amortiguamiento y de protección alrededor de las granjas (Velásquez *et al.*, 2020).

Por último, capacitar a los productores en buenas prácticas ambientales y de manejo. Fomentar la participación de las comunidades locales en la toma de decisiones (Molina *et al.*, 2018). Promover la implementación de sistemas de certificación y sellos de sostenibilidad (Solano *et al.*, 2022).

La implementación de estas medidas de mitigación y buenas prácticas en las granjas camaroneras contribuirá a reducir la contaminación y proteger la salud y supervivencia de la concha prieta, un recurso natural de gran importancia ecológica y socioeconómica.

4. DISCUSIÓN

Las zonas más contaminadas por las granjas camaroneras en Guayas, Manabí, Ecuador, están relacionadas con la sobreexplotación del ecosistema y la descarga de efluentes contaminados en el medio ambiente (Morocho, 2023).

Estos problemas se han exacerbado debido a la construcción de camarónicas en áreas de manglares, lo que ha llevado a la destrucción de estos ecosistemas críticos y a la contaminación del agua y suelos.

En el archipiélago Jambelí, por ejemplo, la cobertura de manglar ha disminuido significativamente desde 1969, y en 2006, solo quedaban 15 207,6 hectáreas de manglar, lo que representa un 34,6% de la totalidad del Ecuador. La construcción de camarónicas en estas áreas ha llevado a la salinización excesiva en los suelos abandonados de piscinas y en los suelos agrícolas cercanos, lo que afecta la salud y el bienestar de los habitantes locales y turistas (Aguirre *et al.*, 2016).

Además, según Molina *et al.* (2018), la industria camarónera en Ecuador ha sido criticada por no medir adecuadamente el grado de contaminación que causan los químicos tóxicos utilizados en sus procesos, los cuales se arrojan directamente al agua sin considerar los daños que causan a la vida acuática y a la salud humana. Esto ha llevado a una discusión sobre la necesidad de implementar planes estratégicos para el medio ambiente y de realizar charlas educativas para las empresas camarónicas sobre el impacto de sus actividades en el entorno.

En definitiva, las zonas más contaminadas por las granjas camarónicas en Guayas, Manabí, Ecuador, están relacionadas con la sobreexplotación del ecosistema, la destrucción de manglares y la descarga de efluentes contaminados en el agua y suelos, lo que afecta la salud y el bienestar de los habitantes locales y turistas.

Los resultados obtenidos en este estudio revelan una problemática preocupante en torno a la captura y estado de conservación de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) en Ecuador. Por un lado, se estima que la captura total anual ha disminuido significativamente en los últimos años, pasando de 30 millones de individuos en 2011 a menos del 50% de esa cantidad en la actualidad. Esto se debe principalmente a la sobreexplotación de este recurso, así como al deterioro progresivo de los manglares, su hábitat natural.

Un aspecto particularmente alarmante es que en muchos de los puertos de desembarque se reporta el predominio de conchas por debajo de la talla mínima legal de captura (45 mm en Ecuador), lo que sugiere una pesca insostenible que afecta el potencial reproductivo de la especie. Estos hallazgos concuerdan con los reportes de Orozco *et al.* (2022), quienes también señalaron la captura excesiva de individuos inmaduros en la zona de San Lorenzo.

En comparación con otros estudios, como los de Mora *et al.* (2010) y Carpio *et al.* (2021), se observa una tendencia similar en la disminución de las poblaciones de concha prieta y la necesidad urgente de establecer medidas de manejo y

conservación a nivel binacional. Sin embargo, a diferencia de algunos autores que sugieren una mejora en la regulación y el monitoreo, la evidencia sugiere que las medidas actuales son insuficientes para mitigar la sobreexplotación y la contaminación, lo que genera un desacuerdo en la efectividad de las políticas implementadas hasta ahora.

En cuanto a los principales contaminantes que afectan el desarrollo de la concha prieta, la revisión bibliográfica identificó a los metales pesados, las aguas residuales, los pesticidas y antibióticos, así como la alteración y destrucción de los manglares. Estos factores, provenientes principalmente de la industria camaronera, se han ido acumulando en los sedimentos y el agua, deteriorando progresivamente el hábitat de esta especie. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Santana y Zambrano (2022) y Carpio *et al.* (2021), quienes también destacaron la grave amenaza que representa la contaminación de los ecosistemas de manglar para la sobrevivencia de la concha prieta.

En base a lo expuesto, se recomienda la implementación urgente de medidas de manejo y conservación de la concha prieta a nivel binacional (Ecuador-Colombia), incluyendo el fortalecimiento de la vigilancia y control de las tallas mínimas de captura, así como el establecimiento de vedas y áreas protegidas que permitan la recuperación de las poblaciones. Asimismo, es crucial abordar de manera integral la problemática de la contaminación de los manglares, implementando regulaciones más estrictas para las granjas camaroneras y fomentando prácticas productivas más sostenibles. Solo a través de un enfoque multidimensional que involucre a los diversos actores relacionados, será posible revertir la tendencia negativa observada y garantizar la preservación a largo plazo de este importante recurso natural.

Para futuras investigaciones, se recomienda realizar estudios más profundos sobre el impacto de la contaminación en la salud y fisiología de la concha prieta, así como evaluar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas. Es crucial establecer una colaboración más estrecha entre los países involucrados y las comunidades locales para implementar prácticas sostenibles que aseguren la conservación de este recurso vital, además de fomentar la educación ambiental y la participación comunitaria en la gestión de los recursos marinos.

5. CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica realizada en este estudio permitió identificar que la contaminación proveniente de las granjas camaroneras representa una de las principales amenazas para el desarrollo y supervivencia de la concha prieta en las zonas costeras de Guayas y Manabí, Ecuador. Los principales contaminantes que afectan a esta especie incluyen metales pesados, aguas residuales,

pesticidas y antibióticos, los cuales se han ido acumulando progresivamente en los sedimentos y el agua, deteriorando el hábitat de la concha prieta.

De acuerdo con la información recopilada, los principales contaminantes presentes en las granjas camaroneras que pueden afectar el desarrollo de la concha prieta incluyen metales pesados como el cadmio, mercurio y plomo; compuestos orgánicos persistentes como pesticidas y antibióticos; así como el vertido de aguas residuales ricas en materia orgánica y nutrientes. Estos contaminantes se han detectado tanto en los sedimentos como en los tejidos de la concha prieta, lo que pone en riesgo su salud y capacidad reproductiva.

La evidencia revisada muestra que la exposición a los contaminantes provenientes de las granjas camaroneras puede tener diversos efectos negativos sobre la fisiología y salud de la concha prieta, incluyendo alteraciones en el crecimiento, reproducción, capacidad de filtración, respuestas inmunitarias e incluso mortalidad. Estos impactos comprometen seriamente la viabilidad de las poblaciones de esta especie, así como su papel ecológico como organismo filtrador y dentro de la cadena alimenticia.

Para reducir la contaminación de las granjas camaroneras y proteger la salud de la concha prieta, se recomienda la implementación de diversas medidas de mitigación y buenas prácticas ambientales, tales como: el tratamiento adecuado de efluentes antes de su descarga, el uso racional y controlado de agroquímicos, el mantenimiento de zonas de amortiguamiento con vegetación nativa, y la rehabilitación y conservación de los manglares. Asimismo, es crucial el fortalecimiento de los marcos regulatorios y de fiscalización, así como el fomento de una acuicultura más sustentable y de prácticas productivas que minimicen el impacto ambiental.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento a Dios, familiares y amigos, así como a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y a la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías por el apoyo brindado en todo el proceso de formación profesional.

Agradecemos especialmente a la Carrera de Biología por la oportunidad de desarrollar esta investigación, y a nuestro tutor, por su orientación, valiosos comentarios y el constante acompañamiento durante todo el proceso en este trabajo de integración curricular en la modalidad de artículo académico.

Del mismo modo, extendemos nuestro agradecimiento a los docentes y personal administrativo quienes contribuyeron de diversas formas en la formación académica.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, G., Chirboga, G., & Rodríguez, C. (2016). La gestión ambiental empresarial, su función frente a cambios climáticos globales. camaronerías, caso: Manglares de Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(3), 43-50.
- Arias, A., & Castro, K. (2017). *Determinación de la influencia de los factores ambientales en el crecimiento y supervivencia de la concha prieta Anadara tuberculosa [Tesis de Ingeniería Oceánica Ambiental]*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Barraza, R., Martínez, L., Enríquez, L., Martínez, M., Miranda, A., & Porchas, M. (2019). Efecto de efluentes de granjas camaronícolas sobre parámetros de la calidad del agua y del sedimento frente a la costa de Sonora, México. *Ciencias marinas*, 40(4), 221-235.
- Beitl, C. (2013). Shifting Policies, Access, and the Tragedy of Enclosures in Ecuadorian Mangrove Fisheries: Towards a Political Ecology of the Commons. *Journal of Political Ecology*, 19(1), 94-113.
- Cámara Nacional de Acuicultura. (2024). *Gestión Acuícola Abril, 2024*. CNA Ecuador.
- Campoverde, M., & Feijoo, W. (2022). *Tratamiento de efluentes del cultivo de Penaeus vannamei mediante el uso de moluscos y macroalgas [Tesis de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar]*. Repositorio Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Carpio, E., Echeverría, E., Olivo, M., Martínez, M., & Rodríguez, C. (2021). Agronegocio: cadena de valor de Anadara tuberculosa (concha prieta) en Ecuador. *Revista Espacios*, 42(22), 18.
- Carrera, F., & Da Silva, E. (2019). Percepción ambiental de habitantes de comunidades que viven aledañas al ecosistema manglar. El caso de la comunidad de Bunche, en Muisne, Ecuador. *Espacio Abierto*, 28(4), 36-56.
- Cedeño, K., Flores, A., & Ballesteros, J. (2023). Quantification of Heavy Metal Content in Anadara tuberculosa from the Gulf of Guayaquil Using ICP-OES: Assessing Marine Contamination. *Pre prints*, 1(1), 1-5.
- Chaverra, S. (2023). Acumulación de sólidos, un aspecto crítico en los sistemas acuícolas intensivos: alternativas para una gestión sostenible. *Revista Acuicultura. Orinoquia*, 26(1), 53-64.

- Crider, M. (2012). *The social and environmental effects of shrimp mariculture: case studies of two coastal villages in Ecuador [Master of Science]*. Florida Atlantic University.
- Espinoza, E. (2020). La búsqueda de información científica en las bases de datos académicas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 31-35.
- Gómez, E., Navas, D., Aponte, G., & Betancourt, L. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, 81(184), 158-163.
- González, V., Valle, S., Nirchio, M., Olivero, J., Tejada, L., Valdelamar, J., Pesantes, F., & González, K. (2018). Evaluación del riesgo de contaminación por metales pesados (Hg y Pb) en sedimentos marinos del Estero Huaylá, Puerto Bolívar. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM*, 21(41), 75-82.
- Guerra, R., & Sarango, V. (2022). *Caracterización de aguas de descarga de camaronas en el estuario de Cojimíes, Provincia de Manabí [Tesis de Ambiental]*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Han, Q., Zhang, X., Xu, X., Wang, X., Yuan, X., Ding, Z., Zhao, S., & Wang, S. (2021). Antibiotics in marine aquaculture farms surrounding Laizhou Bay, Bohai Sea: Distribution characteristics considering various culture modes and organism species. *Science of the Total Environment*, 760, 143863.
- Leones, D., & Live, V. (2022). *Evaluación de la presencia de Cu, Co, Cd, Pb y As en sedimentos superficiales mediante espectrofotometría de absorción atómica y diversidad de anadara tuberculosa y cardisoma crassum, en tres sectores de los manglares de Cojimíes [Tesis de Ing Ambiental]*. Repositorio Universidad Politécnica Salesiana.
- Leones, V., & Live, V. (2022). *Evaluación de la presencia de Cu, Co, Cd, Pb y As en sedimentos superficiales mediante espectrofotometría de absorción atómica y diversidad de Anadara tuberculosa y cardisoma crassum, en tres sectores de los manglares río Cojimíes*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Maldonado, M. (2022). *Evolución y análisis de factores competitivos del sector camaronero ecuatoriano en el periodo 2007-2019 [Tesis de Comercio Exterior]*. Universidad de Azuay.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). *Ecuador y Colombia analizan el estado de la concha prieta*. MAG.
- Molina, D., Villegas, F., & Coka, J. (2018). Análisis del funcionamiento de las camaronas y sus incidencias en la contaminación del medio ambiente en Puerto El Morro. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 1, 1-20.

- Molina, N. (2019). *Manglares de Ecuador*. Ediciones Grupo Compás.
- Mora, E., Moreno, J., Jurado, V., & Flores, L. (2010). La pesquería de la concha prieta (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*) en el 2009: indicadores pesqueros y condición reproductiva en la zona sur y norte de Ecuador. *Boletín Científico y Técnico INP (Ecuador)*, 20(8), 35-49.
- Morocho, E. (2023). *Determinar la presencia de metales pesados en camarones expendidos en el mercado Caraguay al sur de Guayaquil [Tesis en Veterinaria]*. Universidad Agraria del Ecuador.
- Olivo, M., Quiñonez, M., Beitzl, C., Prado, E., & Rodríguez, C. (2021). Performance and Challenges in the Value Chain of the *Anadara tuberculosa* Bivalve Mollusk in Ecuador. *Sustainability*, 13, 10863.
- Orozco, A., Garzón, J., Carvajal, H., & Espinosa, A. (2022). Inteligencia empresarial en la captura de concha prieta, su incidencia en la toma de decisiones. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 2642-2665.
- Pernia, B., Mero, M., & Cornejo, X. (2019). Impactos de la contaminación sobre los manglares de Ecuador. *Universidad de Especialidades Espíritu Santo*, 1(1), 375-415.
- Prado, E., Martínez, E., Morris, A., Castro, C., Rentería, P., Coronel, J., & Rodríguez, C. (2020). Importancia de la producción de la concha prieta (*anadara tuberculosa*) en las costas ecuatorianas. *EspamCiencia para el agro*, 1(1), 34-46.
- Prado, E., Martínez, M., Rodríguez, C., Núñez, Y., Morris, A., & Arias, M. (2021). Structural Equations Model of the Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*) Agribusiness Management and Value Chain Performance in the Ecuadorian Mangroves. *International Journal on Food System Dynamics*, 1(1), 156-169.
- Rentería, J., Prado, E., Olivo, M., Martínez, M., & Rodríguez, C. (2022). Estrategias para fortalecer la cadena de valor de *Anadara tuberculosa* (concha prieta) en Ecuador. *Revista Cumbres*, 8(2), 21-35.
- Rodríguez, G., Chiriboga, F., & Lojan, A. (2016). Las camaronerías ecuatorianas: una problemática medioambiental. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(3), 151-156.
- Sánchez, A., Rodríguez, R., Moreno, J., & Chollet, G. (2024). Análisis de la forma de la concha de *Anadara tuberculosa* como indicador de contaminación en manglares.: Forma de concha de *A. tuberculosa* y contaminación en manglares. *CICIMAR Océánides*, 38(2), 7-18.

- Santaella, S., Vale, M., Almeida, C., Cavalcante, W., Nunes, A., Sousa, O., & Leitao, R. (2018). Biofloc production in activated sludge system treating shrimp farming effluent. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 23(1), 1143-1152.
- Santana, M., & Zambrano, F. (2022). *Concentración de metales pesados mercurio y plomo en concha prieta (Anadara tuberculosa) del refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas [Proyecto de Carrera Medio Ambiente]*. Repositorio Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
- Solano, Y., Fajardo, L., & Valenzuela, S. (2022). Analysis Of Anadara Tuberculosa Capture Analysis At The Manglares El Morro Wildlife Refuge And Protected Zone Of Guayas In 2022. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13(9), 4702.
- Syukri, Kamarudin, M., & Karim, M. (2020). Potential of bio-remediation in treating aquaculture sludge: Review article. *Revista Acuicultura*(509), 10.
- Tobey, J., Clay, J., & Vergne, P. (2020). *Informe económicos, ambientales y sociales del cultivo de camarón en latinoamérica*. Centro de Recursos Costeros. Universidad Rhode Island.
- Vacacela, L. (2021). *Manejo de parámetros físicos y químicos para la reproducción de la concha prieta (anadara tuberculosa) [Tesis Ingeniería Acuicola]*. Repositorio Universidad Técnica de Machala.
- Velásquez, P., López, I., & Rivera, M. (2020). Estimación del riesgo ecológico y a la salud humana del mercurio en una zona de manglar del estuario La Puntilla, provincia de El Oro, sur del Ecuador. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 49(1), 81-100.