



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE ECONOMÍA**

**ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO DEL SECTOR CAMARONERO  
Y LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PARA LA  
PRODUCCIÓN DE QUITINA EN EL ECUADOR, PERIODO 2013-2023**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Economista

AUTOR: Jordy Marcelo Ortiz Simbaña

TUTOR: Eco. Jorge Díaz Navas

QUITO – ECUADOR

2026


## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo, Jordy Marcelo Ortiz Simbaña con documento de identificación N°1750307140 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 19 de enero del año 2026

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Ortiz', is written above a solid horizontal line.

**Jordy Marcelo Ortiz Simbaña**

**1750307140**

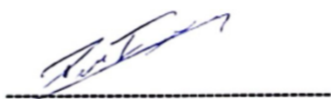
## CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Jordy Marcelo Ortiz Simbaña con documento de identificación 1750307140, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos primordiales en virtud de que soy autor del Artículo Académico: **“ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO DEL SECTOR CAMARONERO Y LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PARA LA PRODUCCIÓN DE QUITINA EN EL ECUADOR, PERIODO 2013-2023”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: ECONOMISTA, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 19 de enero del año 2026

Atentamente,



**Jordy Marcelo Ortiz Simbaña**

**1750307140**

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Guillermo Díaz Navas, con documento de identificación N° 1710438399, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaró que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO DEL SECTOR CAMARONERO Y LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PARA LA PRODUCCIÓN DE QUITINA EN EL ECUADOR, PERIODO 2013-2023”**, realizado por Jordy Marcelo Ortiz Simbaña con documento de identificación N°1750307140, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **ARTÍCULO ACADÉMICO** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 19 de enero del año 2026

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Navas', is written over a horizontal line.

Jorge Guillermo Díaz Navas

C.I. 1710438399

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, por su sacrificio silencioso y su apoyo de manera incondicional, fueron un pilar importante para llegar a esta etapa, sin ellos no creo estar en este momento importante de mi vida y lograr lo que en estos momentos empecé y estoy logrando, por cada noche larga que siempre estuvieron presentes, por cada sacrificio y decisión que tomaron para darme la educación y los principios que me convirtieron en la persona y profesional que soy. Ante todo, ellos fueron mis consejeros y mis amigos, gracias a dios los tengo conmigo y no abra un día donde no los agradezca.

Dedico este trabajo a una persona muy importante en mi vida y mi juventud quien me acompaño desde que tengo memoria y siempre ha estado para mí, aconsejándome en mis estudios y en la vida, alguien que quiero mucho y es un ejemplo a seguir en todos los aspectos, mi hermano Steven Ortiz me demostró que este camino no es fácil, gracias a su conocimiento previo me fue guiando en este largo camino desde el día 1, una persona que me acompaño desde los días buenos hasta los días malos, cuando no tenía a nadie más, siempre tuve ese amor de hermano y se lo agradeceré por siempre, también a mi hermana Dayra Ortiz quien a pesar de su corta edad me ha enseñado a ser un buen hermano y un ejemplo para ella. A todas las personas que me ayudaron en este largo camino, mis abuelos, mis primos que de una u otra manera siempre pude aprender de ellos, me extendieron la mano y pude mejorar, poco a poco formar el profesional que deseo ser, y también a mis amigos quien compartí estos años momentos inolvidables, las ganas de aprender y querer ser el profesional que todos deseamos, dando un apoyo mutuo a cada uno para poder conseguir este título que es un escalón más en la vida, a mi mascota que me acompaño todas las noches y madrugadas desde el primer hasta el último día.

Y dedico de manera especial a Dayanna Legña por haber sido parte de una etapa que me cambió más de lo que imaginé. Por los momentos compartidos, por lo aprendido y por todo lo que, incluso en medio del desorden, ayudó a formar la persona que hoy culmina este proceso. Por los silencios, por las conversaciones largas, por las risas simples y también por las noches difíciles que forman carácter.

Hay personas que no se quedan para siempre, pero enseñan lo suficiente como para no olvidarlas y además para mostrarnos partes de nosotros mismos que necesitábamos conocer. Esta etapa académica no se construyó solo con libros y esfuerzo, sino también con emociones reales, decisiones complicadas y personas que dejan marca y fuiste una de ellas.

Y por último dedico estas líneas a una persona que apareció en un momento difícil y que, con su presencia en la etapa final de este camino, me dejó calma, aprendizaje y un recuerdo muy especial.

**Jordy Marcelo Ortiz Simbaña**

## **AGRADECIMIENTO**

Doy mis más sinceros agradecimientos a quienes contribuyeron directamente a mi formación profesional y académica. Agradezco de manera especial a mi tutor de tesis, por su orientación, paciencia y valiosos conocimientos durante el desarrollo de esta investigación.

También agradecer a mis compañeros de trabajo de Martínez Chávez y Asociados Cía. Ltda., quienes fueron las personas que me otorgaron los conocimientos, las bases y experiencia además por comprender mi horario de estudio, trabajo y darme la valiosa oportunidad de poder trabajar, pagándome los estudios porque este proceso no fue fácil y por esta misma razón los agradezco por todo lo otorgado y a las personas que conocí en la empresa.

Agradezco en especial a Edgar Pérez, Sandra Caiza y Jessica Ramírez tres personas que me acompañaron en el proceso, aconsejándome desde el primer día, los agradezco de todo corazón por su paciencia y todo el conocimiento adquirido.

## RESUMEN

El sector camaronero ecuatoriano ha experimentado un crecimiento sostenido durante la última década, consolidándose como uno de los principales motores de la economía nacional y un componente clave de la balanza comercial del país. Sin embargo, este crecimiento ha estado acompañado por un incremento significativo en la generación de residuos orgánicos, principalmente exoesqueletos, cabezas y caparazones de camarón, cuya gestión inadecuada genera impactos ambientales y representa una pérdida de valor económico. En este contexto, la valorización de dichos residuos mediante la producción de quitina surge como una alternativa viable dentro de un modelo de economía circular.

La presente investigación analizó la correlación entre el crecimiento del sector camaronero ecuatoriano y la viabilidad económica de la producción de quitina a partir de residuos, durante el periodo 2013–2023. Para ello, se realizó un análisis de la evolución histórica del volumen de producción y exportación de camarón, así como de los precios internacionales de la quitina, complementado con el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Asimismo, se evaluó el impacto económico potencial de la implementación de un modelo de economía circular enfocado en la provincia de Manabí.

Los resultados evidencian una relación positiva entre el crecimiento del sector camaronero y la viabilidad económica de la producción de quitina, lo que demuestra que la valorización de residuos no solo contribuye a la reducción del impacto ambiental, sino que también representa una oportunidad estratégica para diversificar ingresos, fortalecer el desarrollo local y mejorar la sostenibilidad del sector.

**PALABRAS CLAVES:** CAMARÓN, ECONOMÍA, RESIDUOS, BIOPOLÍMEROS, IMPACTO AMBIENTAL.

## ABSTRACT

The Ecuadorian shrimp sector has experienced sustained growth over the last decade, consolidating its position as one of the main drivers of the national economy and a key component of the country's trade balance. However, this growth has been accompanied by a significant increase in the generation of organic waste, mainly exoskeletons, heads, and shrimp shells, whose inadequate management generates environmental impacts and is a loss of economic value. In this context, the recovery of this waste through the production of chitin emerges as a viable alternative within a circular economy model.

This research analyzed the correlation between the growth of the Ecuadorian shrimp sector and the economic viability of chitin production from waste during the period 2013–2023. To this end, an analysis was carried out of the historical evolution of shrimp production and export volumes, as well as international chitin prices, complemented by the calculation of Pearson's correlation coefficient between the variables studied. Likewise, the potential economic impact of implementing a circular economy model focused on the province of Manabí was evaluated.

The results show a positive relationship between the growth of the shrimp sector and the economic viability of chitin production, demonstrating that waste recovery not only contributes to reducing environmental impact, but also represents a strategic opportunity to diversify income, strengthen local development, and improve the sustainability of the sector.

**KEYWORDS:** SHRIMP, ECONOMY, WASTE, BIOPOLYMERS, ENVIRONMENTAL IMPACT.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA .....	2
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO .....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
ÍNDICE GENERAL.....	9
INDICE DE TABLAS .....	12
INDICE DE FIGURAS .....	13
1. TEMA.....	14
2. INTRODUCCIÓN .....	14
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
4. JUSTIFICACIÓN .....	17
5. OBJETIVOS .....	18
5.1. Objetivo General.....	18
5.2. Objetivo Específico.....	18
6. MARCO TEÓRICO.....	19
6.1. El sector camaronero en el Ecuador.....	19
6.1.1. Importancia económica en la industria camaronera.....	19
6.2. La quitina: características y aplicaciones.....	21

6.2.1. Fuentes de obtención de quitina .....	22
6.2.2. Métodos de la producción de quitina a partir de residuos de camarón.....	23
6.3. Teoría del comercio internacional y el sector camaronero .....	25
6.4. Exportaciones, importaciones y balanza de pagos .....	25
6.5. Desarrollo económico y Plan Nacional de Desarrollo.....	26
6.6. Economía circular aplicada al sector acuícola.....	26
6.7. Bioquímica aplicada a la transformación de residuos camaroneros .....	27
6.8. Teoría del impacto ambiental y externalidades .....	27
6.9. Antecedentes .....	27
6.10. Marco conceptual .....	29
7. METODOLOGÍA.....	31
7.1. Enfoque de la investigación .....	31
7.2. Tipo y diseño de la investigación .....	31
7.3. Métodos de investigación .....	32
7.4. Población y muestra .....	32
7.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
7.6. Procedimiento metodológico .....	33
7.7. Técnicas de análisis de datos .....	33
8. RESULTADOS .....	34
8.1. Evolución de la producción del sector camaronero en el Ecuador .....	34
8.2. Destino de la producción: exportación y consumo interno .....	35

8.3. Generación potencial de residuos del camarón .....	35
8.4. Rendimiento potencial de quitina a partir de residuos camaroneros .....	37
8.5. Mercado y análisis comparativo de precios de la quitina .....	38
8.6. Producción y situación actual de la quitina en Ecuador .....	41
8.7. Relación entre el crecimiento del sector camaronero y la viabilidad económica de la producción de quitina.....	43
8.8. Evaluación del impacto económico potencial de un modelo de economía circular.....	45
9. CONCLUSIONES.....	47
10. RECOMENDACIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA .....	49
11. ANEXOS .....	53

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Análisis comparativo de precios de Quitina.....	39
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje de precio promedio de compra por país .....	39
<b>Tabla 3.</b> Porcentaje de participación por país.....	39
<b>Tabla 4.</b> Quitina promedio general.....	40
<b>Tabla 5.</b> Ingreso económico por año.....	40
<b>Tabla 6.</b> Producción de Quitina en Ecuador .....	42
<b>Tabla 7.</b> Variables cuantitativas para el método estadístico .....	43
<b>Tabla 8.</b> Proyección económica en la provincia de Manabí .....	46

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Evolución de la producción camarónas Ecuador .....	34
<b>Figura 2.</b> Destino de la producción total .....	35
<b>Figura 3.</b> Residuos generados por el camarón .....	37
<b>Figura 4.</b> Quitina estimada por año .....	38

## **1. TEMA**

Análisis de la relación entre el crecimiento del sector camaronero y la viabilidad económica de la valorización de residuos para la producción de quitina en el Ecuador, periodo 2013-2023

## **2. INTRODUCCIÓN**

Durante la última década, la industria camaronera se ha afianzado como uno de los principales impulsores de la economía exportadora del Ecuador. Este sector se ha posicionado como el primer rubro de exportación no petrolera del país, representando aproximadamente entre el 18% y el 22% del total de exportaciones nacionales, con una tendencia claramente creciente en el periodo analizado, tanto en volumen como en valor económico. Sin embargo, el rápido incremento de la producción y las exportaciones durante la última década también ha venido acompañado de un aumento significativo de los residuos sólidos de la acuicultura, los cuales representan entre el 40% y el 50% del peso total del camarón procesado, correspondiendo a caparazones, cabezas y otras partes que no son aprovechadas en los procesos industriales convencionales (Manon, 2024). Además, la gestión de estos restos plantea ahora un reto ambiental, pero también una oportunidad para nuevas iniciativas industriales.

Dentro de las iniciativas industriales, la quitina, un polisacárido presente en los exoesqueletos del camarón, es conocida por su potencial como materia prima de alto valor para sectores como el químico, el farmacéutico, el agrícola y el de los biopolímeros (Suarez, 2021). Su transformación en quitina abre la posibilidad de reutilizar materiales que actualmente tienen usos limitados.

El objetivo de este estudio es analizar la relación entre el crecimiento del sector camaronícola en Ecuador entre 2013 y 2023 y la viabilidad económica de la valorización de los residuos de camarón para la producción de quitina. Para ello, se examina la evolución de la producción y la exportación del sector, así como las características, el volumen y la disponibilidad de los subproductos generados durante las fases de cultivo y procesamiento, en particular las cabezas y las conchas. También se analizan los métodos técnicos más eficientes para la obtención de quitina a partir de estos residuos, considerando los rendimientos potenciales. Finalmente, se

evalúa el mercado internacional de la quitina, se estudian sus posibles aplicaciones en el contexto ecuatoriano y se realiza un análisis económico para determinar la viabilidad de esta opción de valorización en condiciones reales de producción, costo y demanda.

Los resultados de este trabajo buscan proveer información útil para orientar las decisiones sobre políticas de producción, inversión privada y estrategias de gestión ambiental en la industria camaronera. Por último, este estudio investiga la posibilidad de avanzar hacia un modelo de economía circular que transforme los productos de desecho subutilizados en productos de mayor valor añadido y con un fuerte potencial comercial.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Formulación del Problema**

La industria camaronera en Ecuador cumple un papel fundamental en la economía del país, considerándose uno de los principales productos de exportación no petroleros. Sin embargo, su crecimiento lineal ha generado una problemática ambiental significativa debido a la disposición inadecuada de los residuos de cáscara de camarón, los cuales representan aproximadamente el 40-50% del peso total procesado durante el período 2013-2023. En la provincia de Manabí, epicentro de esta actividad, estos desechos son dispuestos sin tratamiento, causando contaminación soil y marina, emisión de malos olores y pérdida de valor económico potencial (Ministerio del Ambiente, 2023).

Considerando que en el año 2023 las exportaciones superaron las 800.000 toneladas, la cantidad de residuos generados habría superado las 360.000 toneladas anuales, lo que representa una carga ambiental considerable.

Desde el punto de vista ambiental, estos residuos presentan una alta carga orgánica, con valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) que pueden oscilar entre 30 000 y 50 000 mg/L en efluentes asociados al procesamiento, y una Demanda Química de Oxígeno (DQO) superior a 60 000 mg/L, lo que evidencia su elevado potencial contaminante si no se gestionan adecuadamente. La cabeza del camarón, al contener mayor proporción de proteínas y lípidos, es el residuo que genera el

mayor impacto ambiental, debido a su rápida descomposición y a la liberación de compuestos nitrogenados que favorecen la contaminación del suelo y cuerpos de agua (Cajas, 2022).

El impacto ambiental se distribuye de manera diferenciada a lo largo de la cadena productiva. Aproximadamente el 70 % de los residuos sólidos se genera en las plantas procesadoras destinadas a la exportación, donde se realizan actividades de descabezado y pelado. El 30 % restante se origina en las zonas de cultivo en piscinas, asociado principalmente a biomasa residual y subproductos del manejo productivo. No obstante, es en el sector industrial donde se concentran los mayores volúmenes de residuos y, por ende, los impactos ambientales más severos (Argulló et al., 2024).

A nivel territorial, estos impactos se concentran principalmente en las provincias costeras, donde se localiza la mayor parte de la infraestructura camaronera del país. La disposición inadecuada de residuos ha contribuido a la generación de lixiviados, emisión de olores ofensivos y proliferación de vectores, afectando tanto a ecosistemas sensibles como a comunidades cercanas a las plantas procesadoras.

En contraste con esta problemática ambiental, el sector camaronero ecuatoriano ha experimentado un crecimiento sostenido durante la última década, alcanzando volúmenes de exportación superiores a las 800 000 toneladas en 2023 (Asociación de Camaroneros del Ecuador, 2024). Este crecimiento productivo ha incrementado de forma proporcional la generación de residuos, evidenciando que la falta de estrategias de valorización no solo agrava los impactos ambientales, sino que también representa una oportunidad económica desaprovechada, considerando que los residuos orgánicos pueden ser utilizados como recurso o materia prima para la producción de quitina, un biopolímero de un nivel comercial alto.

Paralelamente, a nivel global, la valorización de residuos de crustáceos para obtener quitina y quitosano es una práctica establecida en países como Tailandia e India, demostrando su viabilidad técnica y rentabilidad (Accio, 2020). En Ecuador, Mendoza et al. (2022) han diagnosticado el bajo nivel de circularidad en la industria y han identificado el potencial de la quitina. Este trabajo busca llenar ese vacío, utilizando

series de datos históricas para fundamentar la toma de decisiones. Bajo este contexto nacen las siguientes preguntas de investigación:

- ¿De qué manera el crecimiento del sector camaronero ecuatoriano (variable independiente), durante el período 2013-2023, se correlaciona con la viabilidad económica de la valorización de sus residuos para la producción de quitina (variable dependiente) en el marco de un modelo de economía circular?
- ¿Cuál es el grado de correlación, medido a través del coeficiente de Pearson, entre los indicadores de crecimiento del sector camaronero (volumen de producción/exportación) y los indicadores de viabilidad económica de la producción de quitina (precio internacional, valor económico potencial)?
- ¿Cuál es el impacto económico potencial, determinado mediante un análisis costo beneficio, de implementar un sistema de valorización de residuos camaroneros para la producción de quitina en las comunidades costeras de la provincia de Manabí?

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

Este estudio se justifica en la necesidad de transitar hacia modelos económicos sostenibles y circulares en Ecuador, alineados con el Plan Nacional de Desarrollo 12 y 14, el estudio busca promover prácticas de producción y uso responsables, así como la protección y el uso sostenible de los recursos naturales y marinos. En este sentido, establece, por primera vez en Ecuador, una correlación estadística entre el crecimiento del sector camaronícola y el potencial económico derivado de la valorización de sus residuos, contribuyendo así a la reducción del impacto ambiental y a la creación de valor añadido. La investigación cuantificará, por primera vez en el contexto ecuatoriano, la relación estadística entre la evolución del sector camaronero y el potencial económico de la valorización de sus residuos.

Al determinar esta correlación, se proporcionará evidencia empírica sólida para sustentar la prefactibilidad de proyectos de inversión en bioeconomía circular, ofreciendo a los actores públicos y privados un modelo replicable que transforme un pasivo ambiental en un activo económico, generando nuevas cadenas de valor, empleo e innovación tecnológica en las zonas costeras.

La valorización de residuos camaroneros representa una oportunidad estratégica para alinear crecimiento económico con sostenibilidad ambiental. Transformar cáscaras desechadas en quitina y diversificar la estructura productiva del país hacia una bioeconomía emergente. Estudios recientes han demostrado que la incorporación de procesos de biorrefinería aumenta significativamente el valor económico de la cadena pesquera (Valencia, 2022). Además, países como India, Vietnam y Tailandia ya integran procesos de valorización como parte de sus políticas industriales sostenibles.

Desde una perspectiva económica, producir quitina localmente permitiría insertarse en mercados de alto valor, cuyo crecimiento anual compuesto supera el 14 % a nivel global (Gutierrez et al., 2021). Esta tendencia evidencia que el desperdicio de residuos camaroneros no es solo un problema ambiental, sino una pérdida de competitividad internacional. Finalmente, el estudio se justifica porque analiza si el crecimiento del sector camaronero ecuatoriano durante 2013–2023 ha generado las condiciones de suministro, escala y concentración necesarias para que un modelo de valorización sea económicamente factible.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo General**

Analizar la correlación entre el crecimiento del sector camaronero ecuatoriano (variable independiente) y la viabilidad económica de la valorización de sus residuos para la producción de quitina (variable dependiente) durante el periodo 2013-2023.

### **5.2. Objetivo Específico**

- Analizar y evolución de datos históricos (2013-2023) sobre: volumen de producción y exportación de camarón, y precios internacionales de la quitina.
- Determinar el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables de crecimiento del sector camaronero y los indicadores de viabilidad económica de la producción de quitina.
- Evaluar el impacto económico potencial de implementar un modelo de economía circular para la valorización de residuos en la provincia de Manabí

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. El sector camaronero en el Ecuador**

En la industria ecuatoriana el sector camaronero se ha incrementado considerablemente en la última década, logrando posicionarse entre los primeros lugares de la exportación a nivel internacional. Durante el período 2019-2023, este sector ha desempeñado un papel crucial en la economía ecuatoriana, generando ingresos considerables, impulsando el desarrollo local y contribuyendo a la diversificación de las exportaciones no petroleras del país (Cajas, 2022).

Por otra parte, este rubro económico al igual que otros productos nacionales presento un desafío debido a la pandemia en el año 2020, generando incertidumbre entre las empresas exportadoras del camarón en el país. Afortunadamente, esta situación solo se presentó por un tiempo relativamente corto, ocasionando un desbalance en la economía del país (Cajas, 2022)

#### **6.1.1. Importancia económica en la industria camaronera**

El destacado producto camaronero importante en la economía ecuatoriana. Es el producto principal de exportación no petrolero del país, con un valor generado en el 2023 de 6,3 millones de dólares, situándose como el número uno en exportaciones de camarón internacional desde el año 2021, superando a países como la India. Además, el camarón ecuatoriano representa un 34,4 % del total de las exportaciones mundiales del crustáceo (Cira et al., 2022).

El sector camaronero ecuatoriano se caracteriza por sus altos estándares de producción. Esto se debe a las favorables condiciones climáticas, que permiten una cosecha constante durante todo el año. Además, los ecosistemas costeros del país son idóneos, la experiencia técnica es excelente y se invierte continuamente en tecnología y mejores prácticas acuícolas. Estas condiciones han permitido al país especializarse en la producción de *Penaeus vannamei*, una especie conocida por su rápido crecimiento, excelente capacidad de conversión alimenticia y excelentes propiedades organolépticas. Esto lo convierte en un producto muy codiciado en el mercado internacional. Con más de 200.000 hectáreas de tierra dedicadas a este fin

a lo largo de su costa, Ecuador se ha consolidado como uno de los mayores productores de camarón del mundo. (Parada et al., 2021).

En 2023, la producción récord de camarón en Ecuador alcanzó 1,2 millones de toneladas, con exportaciones valuadas en 6.288 millones de dólares, ligeramente inferior al año anterior en valor, pero superior en cantidad (Cámara Nacional de Acuacultura, 2024).

Entre 2017 y 2022 se registró un declive sostenido en los precios, estos fueron parcialmente compensados por incrementos en los niveles de producción. En este contexto, el año 2021 evidenció una recuperación del sector; sin embargo, en 2022 se observó nuevamente una ligera caída. En 2023, si bien China incrementó su demanda de camarón en un 21,30 %, el valor total de las exportaciones presentó una disminución del 2,10 %, lo que refleja una dinámica comercial marcada por factores externos y ajustes del mercado. Similarmente, tanto Estados Unidos como Europa experimentaron aumentos en cantidad exportada, pero con disminuciones en el valor (Cámara Nacional de Acuacultura, 2024).

La creciente demanda de China ha impulsado al sector camaronero ecuatoriano a adaptar su producción para atender este mercado estratégico. Como resultado, se ha incrementado el volumen exportado mediante la incorporación de tecnologías productivas y la optimización de los procesos, así como el aumento del tamaño del camarón, el cual ha crecido aproximadamente un 67 % desde que China se consolidó como el principal socio comercial. Aunque las importaciones desde Europa y Estados Unidos han disminuido en términos relativos dado el incremento en la demanda china, en términos reales, las importaciones desde Europa han aumentado un 12,85 % respecto al 2022, mientras que las de Estados Unidos han aumentado un 5,44 % (Manon, 2024).

En los últimos años, la industria camaronera ecuatoriana ha experimentado un importante desarrollo, posicionándose como el principal exportador mundial y distinguiéndose por sus altos estándares de calidad. Este progreso ha sido orgánico, adaptándose a la evolución del mercado con camarones de mayor tamaño y mejor sabor (Suarez, 2021).

En cuanto a los precios, los precios del camarón ecuatoriano continuaron disminuyendo en 2023, en consonancia con observaciones anteriores. Si bien el volumen de exportación aumentó un 14,45%, el valor total de las exportaciones disminuyó un 5,48%, lo que refleja la continua caída de los precios en el mercado internacional. Esta situación indica que, a pesar del aumento de la producción y las exportaciones, el sector continúa enfrentando desafíos relacionados con la caída de precios, lo que impacta directamente la rentabilidad (Mendoza et al., 2022).

## **6.2. La quitina: características y aplicaciones**

La quitina se posiciona como el segundo compuesto orgánico más cuantioso en el entorno natural, después de la celulosa. Tanto la quitina como el quitosano son polisacáridos notables debido a que poseen propiedades fisicoquímicas excepcionales. Las fuentes comerciales potenciales de quitina son los caparazones de jaiba, camarón, langosta, krill, almejas, ostras y calamar, aunque es importante señalar a la industria de la fermentación basada en hongos como otra fuente de quitina (Kurita, 2020). En la modernidad, son algunas las aplicaciones que se le da al uso del quitosano y quitina.

Después de la celulosa, la quitina se considera el segundo biopolímero orgánico más abundante en la naturaleza. La quitina y su derivado, el quitosano, revisten un gran interés científico e industrial debido a sus propiedades fisicoquímicas, bioquímicas y funcionales. Sus principales fuentes comerciales son las conchas de crustáceos — como camarones, cangrejos y langostas—, así como otros organismos marinos como el krill, las almejas, las ostras y los calamares. La fermentación de ciertos hongos también ofrece una opción prometedora para su extracción (Kurita, 2020).

Actualmente, la quitina y el quitosano tienen numerosos usos industriales. En la industria alimentaria, se utilizan para elaborar recubrimientos y películas comestibles, así como aditivos espesantes, gelificantes y emulsionantes que mejoran la textura y prolongan la vida útil. En el tratamiento de aguas, estos biopolímeros se utilizan para eliminar colorantes y metales pesados, desempeñando un papel vital en los procesos de purificación y la producción de agua potable (Gonzales et al., 2020).

Además, el quitosano ha demostrado una potente actividad antimicrobiana contra bacterias, hongos y levaduras, ampliamente confirmada mediante estudios experimentales in vitro. En los sectores cosmético y farmacéutico, la quitina y sus derivados se utilizan como agentes hidratantes, emolientes, formadores de película y excipientes en diversas formulaciones. En el ámbito sanitario, estos materiales se han utilizado en el control del colesterol, sistemas de administración controlada de fármacos, prótesis dentales, suturas, biomateriales y apósitos con propiedades antibacterianas, demostrando su versatilidad y alto valor añadido (Kurita, 2020).

### **6.2.1. Fuentes de obtención de quitina**

Para la obtención de quitina, el exoesqueleto de camarón constituye una fuente especialmente adecuada, ya que permite su extracción mediante metodologías enzimáticas, las cuales se basan en la eliminación selectiva de pigmentos, sales y proteínas. Este enfoque presenta ventajas frente a métodos tradicionales, al favorecer procesos más eficientes y ambientalmente sostenibles (Sastoque et al., 2021). Independientemente del método elegido para obtener quitina, el proceso se basa en la eliminación completa de los componentes de la materia prima que son extraños a su estructura, con el fin de obtener una extracción eficiente y de alta pureza.

En este contexto, los procedimientos de desmineralización y desproteización constituyen etapas fundamentales en la obtención de quitina. Posteriormente, se realiza la decoloración, mediante el uso de solventes o procesos de oxidación, con el fin de eliminar los pigmentos remanentes cuando resulta necesario (Pastor, 2024). El orden de aplicación del método depende del origen de los residuos y las condiciones de aislamiento. Asimismo, los residuos utilizados pueden variar en función de las cantidades disponibles, su composición química, el nivel de impurezas, la zona geográfica de recolección, la temporada y el uso final previsto.

La estructura química y el alto contenido de humedad de los residuos necesitan ser sometidos a congelación y secado, para preservación de las características de la materia prima (Argulló et al., 2024). Los exoesqueletos para procesar se lavan inmediatamente con agua, lo que elimina simultáneamente cualquier materia

orgánica adherida a la concha. Posteriormente, el camarón se muele hasta obtener partículas de varios milímetros, aptas para la etapa de extracción.

### **6.2.2. Métodos de la producción de quitina a partir de residuos de camarón**

#### **Fermentación láctica**

La fermentación del ácido láctico se utiliza como estrategia para estabilizar los desechos del camarón y también permite la recuperación de productos de alto valor agregado, como quitina, pigmentos, proteínas y lípidos. En su estudio, Cira et al. (2022), evaluaron el azúcar de caña, la lactosa y el suero de leche como posibles fuentes de carbono en la fermentación láctica en concentraciones de 10 % y 20 % (p/p base húmeda), así como niveles de inóculo de 5 % y 10 % (v/p base húmeda) con *Lactobacillus plantarum*.

Los escenarios que resultaron en una disminución más rápida del pH, alcanzando un valor de 4,4 y una concentración del 3,0 % en 48 horas, corresponden a la adición de un 10 % de azúcar de caña (p/p) y un 5 % de cultivo iniciador (v/p). En estas condiciones, el proceso se amplió a una capacidad de 2 kg. En un reactor de fermentación sólida, determinándose un tiempo de 6 días de fermentación, un porcentaje de desproteinización 89,4 % y una descalcificación de 82,5% (Cira et al., 2022).

En la fermentación de residuos de camarón con *Pediococcus acidolactici* CFR2182 con unas condiciones de fermentación de 5% (p/p) de inóculo (con 8.28 Log UFC/ml), 15 % (p/p) de glucosa y 72 h de incubación a 37 ± 1°C. N. Asimismo, Bhaskar et al. (2023) obtuvieron una disminución del pH a 4.30 y una producción de quitina indicada por la desproteinización y la eficiencia en desmineralización fueron 97.9± 0.3% y 72.5 ± 1.5% respectivamente.

#### **Extracción Química**

De acuerdo con Parada et al. (2021) la extracción de la quitina inicia tomando los exoesqueletos de camarón, molidos y tamizados, los cuales se someten a un proceso

de despigmentación química con solventes como: éter de petróleo, agua y acetona en la proporción.

La harina se somete a agitación magnética durante 2 horas a temperatura ambiente, luego se filtra y se seca a 50 °C durante 6 horas. Posteriormente, el producto se descalcifica con ácido clorhídrico 1 M durante tres horas, con agitación constante y a temperatura ambiente. Por último, se procede a filtrar haciendo lavados con agua destilada hasta alcanzar la neutralidad del medio (Parada et al., 2021).

Posteriormente, se lleva a cabo la desproteinización química en un matraz de reflujo, utilizando hidróxido de sodio al 4,5 % y una proporción harina/solución de 1:15. El proceso se lleva a cabo durante 3 horas, a 65 °C y con agitación constante. El producto obtenido se purifica filtrando y realizando lavados con agua destilada a 37°C para sustraer el exceso de base (Parada et al., 2021).

### **Métodos Enzimáticos**

En su estudio, Gagné (2024) utilizó enzimas proteolíticas como, proteasas bacterianas, quimotripsina tipo II (CE 3.4.21.1) y papaína tipo (CE 3.4.22.2). La desmineralización de los desechos de camarón se realizó usando ácido acético al 1.75N a temperatura ambiente (25°C) por 12hs. El material desmineralizado fue desproteínizado con varias enzimas proteolíticas usando reguladores para su actuación como tris-base 0.05M, pH 6.5 a 9.1 (CaCl<sub>2</sub> a 0.1M) y cisteína 0.05M, pH 6.8 A 8.8.

La actuación eficiente de las enzimas va a depender de la temperatura y su nivel de pH inicial por esta razón la desproteinización se hizo en matraces de Erlenmeyer tapados incubados por 72h a varias temperaturas con agitación constante a 140rpm, encontrándose que las mejores condiciones para las enzimas son: quimotripsina, una temperatura a 40 °C y un pH 8.0, dio un rendimiento de 46,4% de proteínas y para papaína, una temperatura a 40°C y un pH 8.6, el rendimiento fue de 48,8% (Gagné, 2024).

### **6.3. Teoría del comercio internacional y el sector camaronero**

La teoría del comercio internacional explica cómo los países orientan su producción hacia aquellos bienes en los que poseen ventajas comparativas, permitiéndoles participar de manera eficiente en los mercados globales. En este contexto, las exportaciones desempeñan un papel fundamental en economías en desarrollo, ya que generan ingresos, empleo y fortalecen la balanza comercial. El Ecuador ha consolidado al camarón como uno de sus principales productos de exportación, gracias a condiciones favorables como el clima, la disponibilidad de recursos hídricos y la experiencia productiva acumulada en el sector acuícola (Bailón, 2023).

El crecimiento sostenido de las exportaciones camaroneras ha contribuido positivamente a la balanza comercial del país, al incrementar el ingreso de divisas y reducir el déficit comercial. No obstante, este dinamismo exportador también implica una mayor dependencia de mercados internacionales estratégicos, principalmente China, Estados Unidos y la Unión Europea, que concentran la mayor parte de la demanda del camarón ecuatoriano.

### **6.4. Exportaciones, importaciones y balanza de pagos**

La balanza de pagos constituye un registro sistemático de todas las transacciones económicas realizadas entre un país y el resto del mundo, incluyendo bienes, servicios y flujos financieros. Dentro de este marco, las exportaciones de productos primarios, como el camarón, representan una fuente clave de divisas para la economía ecuatoriana (Vecchio, 2024). El fortalecimiento de este sector ha permitido compensar parcialmente las importaciones de bienes industrializados, influyendo de manera directa en la estabilidad macroeconómica.

Sin embargo, la limitada transformación industrial de los productos exportados evidencia una dependencia de modelos primarios extractivos, en los cuales el valor agregado es reducido. Esta situación resalta la necesidad de incorporar procesos de industrialización asociados a los subproductos del camarón, como los residuos sólidos, con el fin de generar nuevas cadenas de valor que contribuyan a mejorar la balanza comercial y la balanza de pagos.

## **6.5. Desarrollo económico y Plan Nacional de Desarrollo**

El Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador establece como uno de sus ejes estratégicos la transformación de la matriz productiva mediante la generación de valor agregado, la sostenibilidad ambiental y la innovación tecnológica. En este sentido, el sector camaronero se posiciona como un actor clave para alcanzar estos objetivos, debido a su importancia económica y su capacidad de generar encadenamientos productivos.

La valorización de residuos camaroneros se alinea con los principios del desarrollo sostenible promovidos por el Estado, ya que permite reducir impactos ambientales, fomentar la economía circular y diversificar la producción nacional. La incorporación de procesos industriales para la obtención de quitina a partir de residuos constituye una alternativa que fortalece el cumplimiento de las políticas públicas orientadas al uso eficiente de los recursos y al crecimiento económico responsable.

## **6.6. Economía circular aplicada al sector acuícola**

La economía circular surge como un modelo alternativo al sistema lineal tradicional de producción, el cual se basa en la extracción, uso y disposición final de los recursos. Este enfoque propone la reutilización, reciclaje y valorización de residuos con el objetivo de minimizar los impactos ambientales y maximizar el aprovechamiento de los materiales. En el sector acuícola, la economía circular adquiere especial relevancia debido a la elevada generación de residuos orgánicos derivados del procesamiento de productos marinos (Bailón, 2023).

En el caso del camarón, la implementación de un modelo circular permitiría transformar subproductos como la cabeza y la cáscara en insumos para la obtención de biopolímeros, reduciendo la carga contaminante y generando valor económico adicional. Este enfoque contribuye a mejorar la sostenibilidad del sector y a fortalecer su competitividad en mercados internacionales cada vez más exigentes en términos ambientales (Vecchio, 2024).

### **6.7. Bioquímica aplicada a la transformación de residuos camaroneros**

Desde el punto de vista bioquímico, los residuos del camarón contienen compuestos de alto valor, entre los cuales destaca la quitina, un polisacárido estructural presente en el exoesqueleto de los crustáceos. La transformación de estos residuos en quitina se fundamenta en procesos bioquímicos que permiten la eliminación de proteínas y minerales, conservando la estructura del biopolímero (Bhaskar et al., 2023).

El aprovechamiento bioquímico de los residuos camaroneros no solo representa una alternativa tecnológica viable, sino que también contribuye a reducir la dependencia de materias primas convencionales y a fomentar el desarrollo de biomateriales con aplicaciones en sectores como la agricultura, la industria farmacéutica y la biomedicina (Pastor, 2024).

### **6.8. Teoría del impacto ambiental y externalidades**

La generación de residuos industriales sin un adecuado tratamiento constituye una fuente de externalidades negativas, entendidas como costos ambientales que no son asumidos directamente por los productores. En el sector camaronero, la disposición inadecuada de residuos orgánicos genera contaminación del suelo, del agua y del aire, afectando ecosistemas sensibles y la salud de las comunidades cercanas (Guevara, 2023).

Desde la teoría del desarrollo sostenible, la internalización de estas externalidades mediante estrategias de valorización de residuos permite reducir los impactos ambientales y mejorar la eficiencia del sistema productivo. La producción de quitina a partir de residuos camaroneros se presenta como una solución que integra criterios económicos, sociales y ambientales (Guevara, 2023).

### **6.9. Antecedentes**

En las últimas décadas, Ecuador se ha consolidado como uno de los mayores productores y exportadores de camarón del mundo. La industria ha experimentado un rápido crecimiento, con ocasionales desaceleraciones, pero sigue estando

promovida principalmente por la exportación, generando significativos ingresos de divisas y creando empleos en la costa (Cámara Nacional de Cultura, 2024).

Existen informes y análisis técnicos que rastrean las tendencias de producción y comercio en este sector, lo que permite reconstruir las tendencias anuales y específicas del mercado para el período 2013-2023. Estos informes institucionales y académicos constituyen la base para medir la producción total y la proporción destinada a la exportación en relación con el consumo interno (Cámara Nacional de Cultura, 2024).

La literatura técnica por país y región distingue entre estanques tradicionales, sistemas intensivos/semi-intensivos y sistemas extensivos que se aproximan a la producción natural. Para la valoración de residuos, es significativo tener en cuenta que las características del y los residuos varían según el sistema de producción y la especie. En su estudio, Rimbaldo et al. (2024) ha demostrado que los residuos industriales de las plantas de procesamiento y fileteado son el componente más consistente y utilizable para la extracción de quitina.

Los desechos de camarón caparazón y cabeza se componen principalmente de proteínas, minerales y biopolímeros. Su composición puede variar según la especie y los métodos de procesamiento, pero estudios experimentales han reportado niveles de quitina en desechos de camarón dentro de un rango razonable. Es así como, Gutierrez et al. (2021) en su estudio analítico consiguieron aproximadamente entre un 22 % y un 25 % de quitina en la materia prima de caparazón de camarón bajo condiciones específicas.

La extracción de quitina se realiza tradicionalmente mediante tratamientos químicos, aunque la literatura reciente también describe otros métodos o métodos combinados: tratamiento enzimático, uso de ondas ultrasónicas, procesos biotecnológicos y optimización para reducir el tiempo, el consumo de reactivos y el daño a los polímeros. El rendimiento y la calidad de la quitina resultante varían significativamente según el método. En su estudio, Manon (2024) muestra rendimientos significativamente mayores cuando se optimizan las condiciones, mientras que métodos más suaves pueden mejorar la calidad, pero a un mayor costo.

En el mercado global de quitina, los precios varían significativamente según el grado, la forma y el volumen. Las fuentes comerciales y los informes de mercado indican una amplia gama de precios. Ante la ausencia de un mercado consolidado para la quitina producida en Ecuador, los precios internacionales y los niveles de importación y exportación sirven como referencia para valorar los ingresos potenciales y la competitividad (Álvares, 2024). Esto significa que la viabilidad económica local dependerá de los costos de recolección y transporte de residuos, la inversión en una planta de extracción, los costos de insumos y mano de obra, y la capacidad de acceder a mercados que valoren las calidades más altas.

En el contexto ecuatoriano, la producción de quitina y quitosano a partir de desechos de camarón, evaluando procesos adaptados a las condiciones locales y sugiriendo modelos de productividad y viabilidad comercial (Suarez, 2021). Estos antecedentes proporcionan estimaciones precisas de procesos químicos como biotecnológicos y de costo preliminares, que son valiosas para parametrizar el análisis económico de este estudio. De igual manera, el trabajo en la cadena de producción de camarón permite estimar la disponibilidad de materias primas residuales a nivel estatal/nacional.

## **6.10. Marco conceptual**

### **Exportación**

Salida de bienes producidos en el país hacia mercados internacionales, con el fin de generar ingresos y fortalecer la economía nacional (Bailón, 2023).

### **Importación**

Ingreso de bienes y servicios provenientes del exterior para satisfacer la demanda interna (Hamilton, 2021).

### **Balanza comercial**

Diferencia entre el valor de las exportaciones y las importaciones de un país durante un período determinado (Kurita, 2020).

### **Balanza de pagos**

Registro contable de todas las transacciones económicas realizadas entre un país y el resto del mundo (Valencia, 2022).

### **Sector camaronero**

Conjunto de actividades productivas relacionadas con el cultivo, procesamiento y comercialización del camarón (Hamilton, 2021).

### **Camarón de cultivo (piscina)**

Camarón producido mediante sistemas acuícolas controlados, predominante en el Ecuador (Durán, 2021).

### **Residuos camaroneros**

Subproductos sólidos generados durante el procesamiento del camarón, principalmente cabeza y cáscara (Accio, 2020).

### **Cabeza de camarón**

Fracción del residuo con mayor volumen y contenido orgánico, utilizada como materia prima para la obtención de quitina (Durán, 2021).

### **Cáscara o exoesqueleto**

Parte externa del camarón rica en quitina y minerales.

### **Economía circular**

Modelo productivo que promueve la reutilización y valorización de residuos para reducir impactos ambientales (Vecchio, 2024).

### **Quitina**

Biopolímero natural presente en el exoesqueleto de crustáceos, con alto valor comercial (Pastor, 2024).

## **Valorización de residuos**

Proceso mediante el cual los desechos son transformados en productos de mayor valor económico (Ortega, 2024).

## **Impacto ambiental**

Alteración del entorno natural causada por actividades productivas.

## **Biopolímero**

Material polimérico de origen natural o renovable con aplicaciones industriales y científicas (Ortega, 2024).

## **7. METODOLOGÍA**

### **7.1. Enfoque de la investigación**

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo y descriptivo, debido a que se basa en el análisis de datos estadísticos relacionados con la producción del sector camaronero, la generación de residuos y los precios de mercado de la quitina.

Este enfoque permite identificar tendencias, relaciones y variaciones en el periodo de estudio comprendido entre los años 2013 y 2023, facilitando la evaluación objetiva de la viabilidad económica de la valorización de residuos.

### **7.2. Tipo y diseño de la investigación**

Esta investigación adopta un enfoque no experimental, en el que no se manipulan intencionalmente las variables independientes ni se controlan las condiciones experimentales. Se centra en la observación, el análisis y la interpretación de fenómenos que ocurren en su contexto natural, sin intervención directa del investigador. Además, adopta un enfoque longitudinal, examinando la evolución del sector camaronícola y su impacto económico a lo largo de once años consecutivos, lo que permite identificar tendencias, variaciones y cambios a lo largo del tiempo.

Asimismo, presenta un alcance descriptivo, al caracterizar el comportamiento del sector camaronero, la generación de residuos y el potencial productivo de quitina. De manera complementaria, adopta un alcance correccional, ya que examina la relación existente entre el crecimiento del sector y la viabilidad económica de la valorización de dichos residuos.

### **7.3. Métodos de investigación**

Se emplea los métodos analítico, deductivo y comparativo. El método analítico permitió descomponer la cadena productiva del camarón, identificando los puntos donde se generan residuos aprovechables. El método deductivo se utilizó para partir de teorías y antecedentes sobre economía circular y valorización de residuos, aplicándolos al contexto ecuatoriano. Por último, el método comparativo facilitó la contrastación de datos de distintos años y fuentes, así como la comparación de precios internacionales de la quitina.

### **7.4. Población y muestra**

La población de estudio está constituida por la producción del sector camaronero del Ecuador y los residuos generados durante su procesamiento industrial en el periodo 2013–2023.

Debido a la naturaleza documental del estudio, no se selecciona una muestra probabilística; en su lugar, se trabajó con datos secundarios consolidados provenientes de fuentes oficiales, artículos científicos y tesis académicas. Esta información fue seleccionada bajo criterios de confiabilidad, actualidad y pertinencia temática.

### **7.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica principal que se utilizó fue la revisión documental, mediante la consulta de:

- Informes estadísticos oficiales Cámara Nacional de Acuicultura, Banco Central del Ecuador, FAO.
- Artículos científicos indexados.

- Tesis universitarias relacionadas con la producción de quitina a partir de residuos de camarón.

Además, las matrices de datos, que permiten organizar información sobre producción anual de camarón, volúmenes de exportación, proporción de residuos generados, rendimientos de extracción de quitina y precios de mercado.

#### **7.6. Procedimiento metodológico**

La investigación siguió una secuencia estructurada de métodos. Primero, se recopilaron datos estadísticos sobre la producción y las exportaciones totales de camarón de Ecuador durante el período 2013-2023. Posteriormente, se identificó y estimó la cantidad de residuos generados por el procesamiento del camarón utilizando literatura técnica especializada. Posteriormente, se determinaron los rendimientos promedio para la obtención de quitina a partir de estos residuos, según lo descrito en estudios previos. También se recopilaron precios de referencia de la quitina en el mercado internacional, que sirvieron como datos de entrada para el desarrollo de escenarios económicos que evaluaran la viabilidad de la valorización de los residuos. Finalmente, se analizó la relación entre el crecimiento del sector camaronero y el potencial económico asociado a la producción de quitina.

#### **7.7. Técnicas de análisis de datos**

Los datos recopilados son procesados mediante análisis estadístico descriptivo, utilizando tablas y gráficos para representar tendencias de producción y precios. Posteriormente, se aplicó un análisis de correlación para identificar la relación entre el incremento de la producción camaronera y la disponibilidad de materia prima para la producción de quitina.

Asimismo, se realiza un análisis económico básico, considerando costos estimados de producción y precios de mercado, con el fin de evaluar la viabilidad económica del aprovechamiento de residuos.

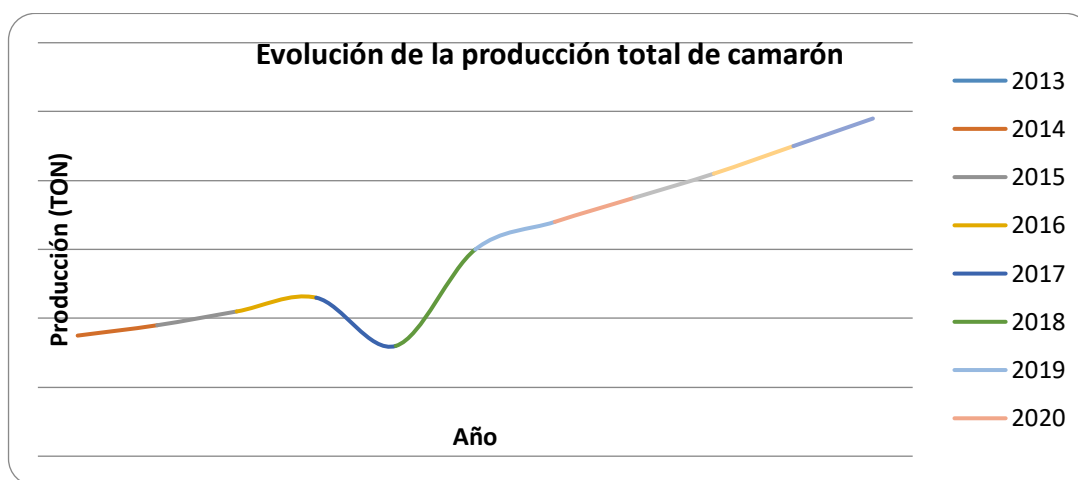
## 8. RESULTADOS

### 8.1. Evolución de la producción del sector camaronero en el Ecuador

Los resultados muestran que la producción de camarón en Ecuador aumentará de forma sostenida entre 2013 y 2023, convirtiendo al sector en un componente vital de la economía del país. Según el gráfico, la producción aumentó de aproximadamente 430.000 toneladas en 2013 a más de 1,2 millones de toneladas en 2023, lo que representa un incremento superior al 170 % durante el período analizado. Si bien el crecimiento se mantuvo estable durante toda la década, el mayor incremento se registró en 2018, cuando la producción anual superó las 700.000 toneladas. Este aumento se atribuye a la adopción de tecnología mejorada, la expansión de las áreas de cultivo y la creciente demanda en el mercado internacional.

#### Figura 1.

Evolución de la producción camaroneras Ecuador



*Nota.* Fuente: (Asociación de Camaroneros del Ecuador, 2024).

Este comportamiento refleja una tendencia general al alza en la producción total de camarón en Ecuador durante el período estudiado. A pesar de las fluctuaciones anuales, incluyendo una ligera disminución alrededor de 2017, la producción comenzó a aumentar nuevamente en 2018, alcanzando su nivel más alto al final del período analizado. En general, la Figura 1 muestra un proceso de recuperación y un

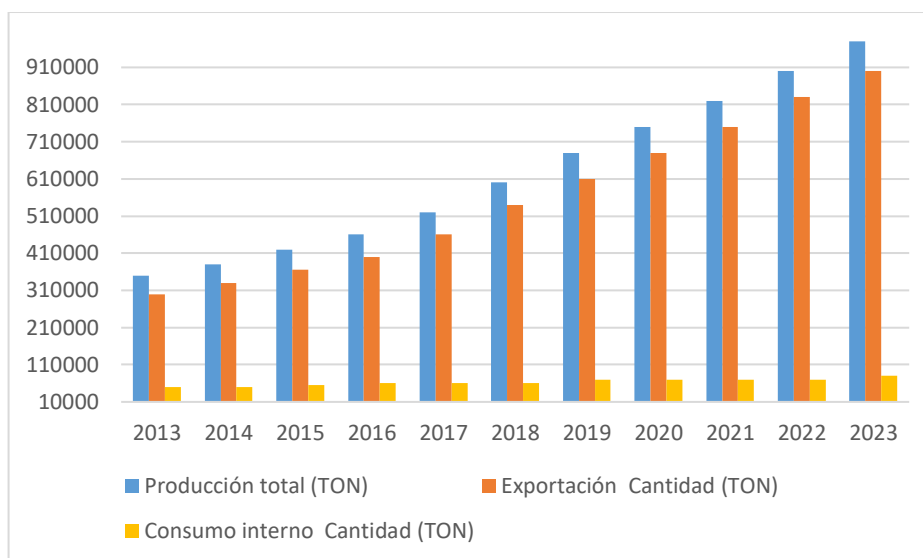
crecimiento constante de la actividad productiva, lo que demuestra la continua fortaleza del sector camaronero a nivel nacional.

## 8.2. Destino de la producción: exportación y consumo interno

El análisis del destino de la producción revela que el sector camaronero ecuatoriano mantiene una marcada orientación hacia el mercado externo. Según los resultados, aproximadamente entre el 90% y el 95% de la producción total de camarón se destina al mercado internacional, mientras que el consumo interno se sitúa entre el 5% y el 10%, un porcentaje bastante estable durante el período analizado. Esta distribución confirma la fuerte orientación exportadora del sector camaronero ecuatoriano, a pesar de su limitada participación en el mercado interno

### Figura 2.

Destino de la producción total



*Nota.* Fuente: (Asociación de Camaroneros del Ecuador, 2024).

Esta estructura productiva tiene implicaciones directas en la generación de residuos, ya que el procesamiento para exportación se realiza principalmente en plantas industriales, donde los subproductos se concentran en grandes volúmenes, facilitando su recolección y valorización.

## 8.3. Generación potencial de residuos del camarón

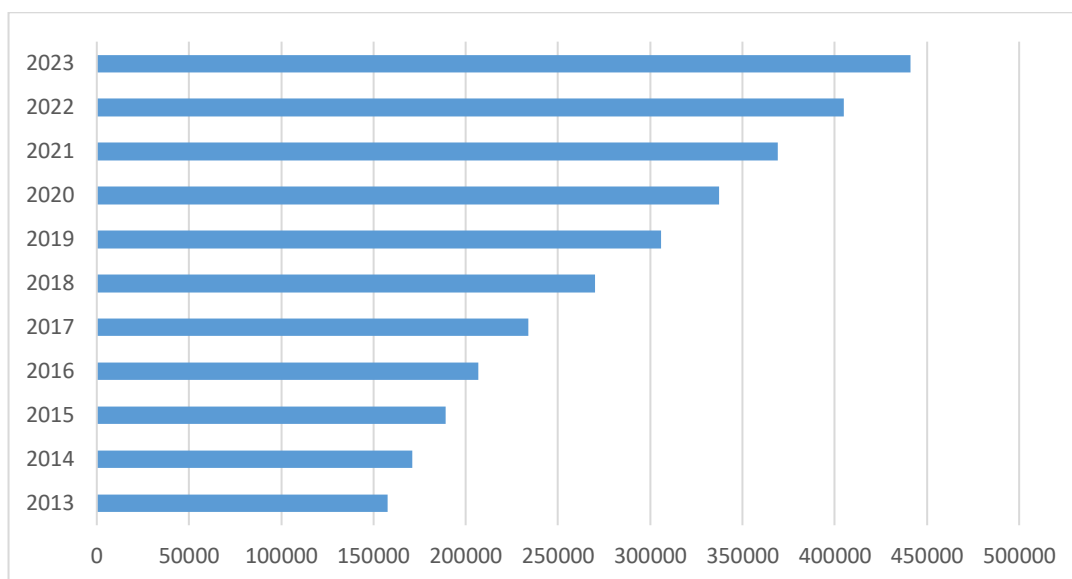
A partir de la producción total del sector camaronero y considerando que entre el 40 % y el 50 % del peso del camarón corresponde a residuos sólidos, principalmente cabeza y exoesqueleto (cáscara), se estimó el volumen potencial de residuos generados anualmente durante el período 2013–2023. En el contexto ecuatoriano, la producción camaronera proviene casi en su totalidad de sistemas de cultivo en piscinas, mientras que la captura de camarón en estado silvestre o natural es mínima y no representa un aporte significativo a la oferta nacional. Esta característica resulta relevante, ya que el camarón cultivado presenta una mayor homogeneidad en tamaño, composición y calidad, lo que facilita los procesos industriales de aprovechamiento de residuos.

Los resultados muestran que el crecimiento sostenido del sector camaronero ha estado acompañado por un aumento proporcional en la generación de residuos sólidos, los cuales se concentran principalmente en las plantas procesadoras destinadas a la exportación. Según la literatura especializada, los residuos del procesamiento del camarón representan aproximadamente entre el 40% y el 50% de su peso total. De estos residuos, las cabezas constituyen aproximadamente entre el 30% y el 35%, mientras que el caparazón o exoesqueleto representa aproximadamente entre el 10% y el 15%. Estos dos subproductos se consideran materias primas de alto potencial para la extracción de quitina. Las cabezas de camarón son particularmente notables, no solo por su gran tamaño, sino también por su alto contenido de quitina, lo que las convierte en el subproducto más utilizado en el proceso de valorización (Valencia, 2022).

Sin embargo, a pesar del volumen creciente del 170% de residuos disponibles, una parte considerable de estos desechos no es aprovechada de manera integral, destinándose a usos de bajo valor o a disposición final sin tratamiento previo. Esta situación evidencia una brecha entre la disponibilidad de biomasa residual generada por la acuicultura en piscinas y su aprovechamiento eficiente para la producción de biopolímeros como la quitina, reforzando la necesidad de desarrollar estrategias de economía circular en el sector.

**Figura 3.**

Residuos generados por el camarón



*Nota.* Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2023)

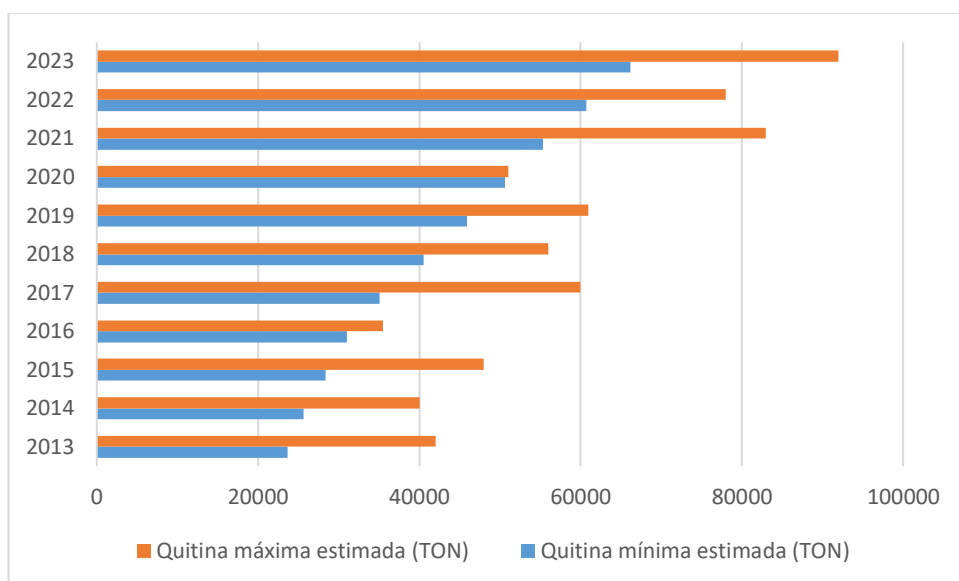
Este volumen representa una fuente significativa de materia prima para la producción de quitina, especialmente si se considera que dichos residuos presentan una composición favorable para la extracción de este biopolímero.

#### **8.4. Rendimiento potencial de quitina a partir de residuos camaroneros**

Los resultados del análisis bibliográfico indican que el rendimiento promedio de quitina obtenida a partir de residuos de camarón oscila entre el 15 % y 25 %, dependiendo del método de extracción y del tipo de residuo utilizado. Al aplicar estos rangos a los volúmenes estimados de residuos generados en dicho año, se evidencia un potencial significativo de producción de quitina a nivel nacional.

**Figura 4.**

Quitina estimada por año



*Nota.* Fuente: (Cordonez y Fernández, 2025)

Este resultado demuestra que, incluso bajo escenarios conservadores, la cantidad de quitina que podría producirse en el Ecuador permitiría abastecer parte del mercado interno y reducir la dependencia de importaciones.

### **8.5. Mercado y análisis comparativo de precios de la quitina**

El análisis de precios muestra que la quitina posee un alto valor en el mercado internacional, con variaciones significativas según el grado de pureza, forma de presentación y país de origen. Los resultados indican que los precios internacionales superan ampliamente los costos estimados de producción local cuando se utiliza materia prima residual, lo que refuerza la viabilidad económica del aprovechamiento de desechos camaróneros.

**Tabla 1.**

Análisis comparativo de precios de Quitina

<b>País</b>	<b>Precio mínimo (USD/kg)</b>	<b>Precio máximo (USD/kg)</b>
China	12	25
India	10	22
Estados Unidos	18	35
Japón	20	40

*Nota.* Fuente: (Gagné, 2024)

Para calcular el precio promedio de compra por país, como se tiene valores máximos y mínimos se saca una media aritmética entre cada uno.

**Tabla 2.**

Porcentaje de precio promedio de compra por país

<b>País</b>	<b>Precio mínimo</b>	<b>Precio máximo</b>	<b>Precio promedio (USD/kg)</b>
China	12	25	18,5
India	10	22	16,0
Estados Unidos	18	35	26,5
Japón	20	40	30,0

*Nota.* Fuente: (Asociación de Camaroneros del Ecuador, 2024)

Con el precio promedio de cada uno de los países se procede a sacar el promedio de participación de cada uno.

**Tabla 3.**

Porcentaje de participación por país

<b>País</b>	<b>Precio promedio</b>	<b>Participación (%)</b>
China	18,5	20,3 %
India	16,0	17,6 %

Estados Unidos	26,5	29,1 %
Japón	30,0	33,0 %
<b>Total</b>	<b>—</b>	<b>100 %</b>

*Nota.* Fuente: (Asociación de Camaroneros del Ecuador, 2024)

Por otro lado, como se tiene valores de la producción de quitina mínima y máxima se procede a sacar un promedio, todo esto en toneladas ya que se toma en cuenta la generación por año.

**Tabla 4.**

Quitina promedio general

<b>Año</b>	<b>Quitina mínima (TON)</b>	<b>Quitina máxima (TON)</b>	<b>Quitina promedio (TON)</b>
2013	23625	42000	32812,5
2016	31050	35500	33275,0
2019	45900	61000	53450,0
2021	55350	83000	69175,0
2023	66150	92000	79075,0

*Nota.* Fuente: (Gagné, 2024)

Con estos valores, se procede a obtener los ingresos económicos por año dependiendo del país, para ello se utiliza kg ya que el precio varía dependiendo de ello.

**Tabla 5.**

Ingreso económico por año

<b>País</b>	<b>% Compra</b>	<b>Kg asignados</b>	<b>Precio prom. (USD/kg)</b>	<b>Ingreso (USD)</b>
China	20,3 %	16.052.225	18,5	296.966.000
India	17,6 %	13.918.200	16,0	222.691.000

EE. UU.	29,1 %	23.008.825	26,5	609.734.000
Japón	33,0 %	26.095.750	30,0	782.873.000
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	-	-	<b>1.912 millones USD</b>

*Nota.* Fuente: (Gagné, 2024)

Los valores promedio de producción y los precios internacionales, la comercialización de quitina tiene un gran potencial económico, generando ingresos superiores a los 1.900 millones de dólares anuales para 2023. La mayor parte se atribuye a los mercados japonés y estadounidense, que representan el 62 % del valor total debido a sus precios promedio más altos. Esta tendencia confirma que la valorización de los desechos de la industria camaronera no solo reduce el impacto ambiental, sino que también ofrece una oportunidad estratégica para la diversificación productiva y la sostenibilidad económica.

#### **8.6. Producción y situación actual de la quitina en Ecuador**

La quitina es un biopolímero natural que se obtiene principalmente de exoesqueletos de crustáceos, en particular de desechos de la industria camaronera, y es uno de los materiales orgánicos más abundantes después de la celulosa (Rosero et al., 2024). Es así como, en la provincia del Guayas, donde se concentra la mayor parte de la producción camaronera, se han realizado estudios para analizar la viabilidad económica del procesamiento de desechos camaroneros para obtener quitina y quitosano, demostrando que una planta que procese varios miles de toneladas de conchas al año podría ser económicamente viable y competitiva (Oliveira, 2021).

La distribución espacial, entendida como la distribución geográfica y territorial a nivel provincial, de la producción de quitina en Ecuador está estrechamente relacionada con la distribución regional de la industria camaronera, siendo las provincias costeras como Guayas, El Oro y Manabí las que aportan la mayor cantidad de desechos para su aprovechamiento. Si bien no existen datos oficiales nacionales exhaustivos sobre la producción total de quitina procesada, informes técnicos y proyectos de investigación realizados en estas provincias han documentado proyectos piloto y

procesos de extracción de quitina de exoesqueletos de camarón que han arrojado buenos rendimientos de aproximadamente el 27-33 % en peso (Suárez et al., 2020).

**Tabla 6.**

Producción de Quitina en Ecuador

Provincia / Región	Materia prima principal	Disponibilidad de residuos	Producción de quitina actual	Destino principal del producto	Orientación comercial
Guayas	Residuos de camarón	72 000 toneladas de residuos de camarón generados	Procesan 5000 toneladas de residuos (7 % del total) estimados para análisis económico	Producción de quitina y quitosano para investigación y aplicaciones locales	Mayormente interna, sin exportación industrial masiva registrada
El Oro	Residuos de plantas de camarón	Otras plantas generadoras de residuos en costa ecuatoriana	Proyectos de extracción y caracterización técnica de quitina desarrollados en estudios académicos	Usos en tratamiento ambiental, investigación y aplicaciones puntuales	Local / académico
Manabí y otras zonas costeras	Exoesqueletos de crustáceos del procesamiento camarero	Elevada disponibilidad vinculada a producción acuícola	Iniciativas de investigación para extracción y caracterización	Materiales especializados (floculantes, compuestos biodegradables)	Interno / investigación

*Nota.* Fuente: (Cordonez y Fernández, 2025)

Además, debido a la cantidad de residuos generados por la acuicultura del camarón, la quitina está disponible como materia prima en Ecuador, pero su uso aún se encuentra en fase de consolidación industrial. El desarrollo de infraestructura para la producción de quitina y sus aplicaciones derivadas ofrece la oportunidad de agregar valor a los residuos, reducir el impacto ambiental y crear productos con mayor valor económico para el mercado nacional.

### 8.7. Relación entre el crecimiento del sector camaronero y la viabilidad económica de la producción de quitina

Para analizar la relación entre el crecimiento del sector camaronero y la viabilidad económica de la producción de quitina, se aplicó un análisis de correlación lineal, empleando el coeficiente de Pearson como herramienta estadística. Este método permite medir el grado de asociación entre dos variables cuantitativas, en este caso, el volumen de producción del sector camaronero y la producción de quitina.

**Tabla 7.**

VARIABLES CUANTITATIVAS PARA EL MÉTODO ESTADÍSTICO

<b>Año</b>	<b>Producción camaronera (X) en toneladas</b>	<b>Producción de quitina (Y) en toneladas</b>
2013	350000	42000
2014	380000	40000
2015	420000	48000
2016	460000	35500
2017	320000	60000
2018	600000	56000
2019	680000	61000
2020	750000	41000
2021	820000	83000
2022	900000	78000
2023	980000	92000

*Nota.* Fuente: (Suárez et al., 2020).

El coeficiente de correlación de Pearson se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

donde  $X_i$  representa los valores de producción del sector camaronero,  $Y_i$  corresponde a los valores asociados a la viabilidad económica de la producción de quitina, y  $\bar{X}$  y  $\bar{Y}$  son las medias de cada conjunto de datos.

$$X = \frac{\sum xi}{n}$$

$$X = \frac{6660000}{11}$$

$$X = 605455$$

$$Y = \frac{\sum yi}{n}$$

$$Y = \frac{596500}{11}$$

$$Y = 54227$$

Para el cálculo de dichas medias se emplearon las expresiones estadísticas convencionales. En el caso de la producción camaronera, la media se obtuvo dividiendo la suma total de los valores observados entre el número de datos analizados, resultando  $\bar{X} = 605\,455$ . De manera análoga, la media de la producción de quitina fue  $\bar{Y} = 54\,227$ .

$$r = \frac{2.31 \times 10^{10}}{\sqrt{(4.27 \times 10^{11})(2.18 \times 10^9)}}$$

$$r = \frac{2.31 \times 10^{10}}{3.03 \times 10^{10}}$$

$$r = 0.76$$

Además, debido a que el análisis se basó en series de tiempo anuales que cubren el período 2013-2023 ( $N = 11$ ), el coeficiente de correlación se estimó utilizando herramientas estadísticas basadas en computadora que permiten un procesamiento preciso de los datos. El resultado ( $r = 0,76$ ) indica una fuerte correlación positiva entre la producción de camarón y la disponibilidad estimada de desechos. Sin embargo,

dado el pequeño tamaño de la muestra, este resultado debe interpretarse exploratorio en lugar de especulativo. En este contexto, la correlación identificada no se considera estadísticamente definitiva, sino más bien una indicación preliminar que sugiere una relación positiva entre las dos variables. Este comportamiento apoya la hipótesis de que una mayor producción de camarón está asociada con una mayor producción de desechos, fortaleciendo las condiciones económicas favorables para el desarrollo del sector de procesamiento de quitina, sin indicar una relación directa de causa y efecto.

#### **8.8. Evaluación del impacto económico potencial de un modelo de economía circular**

Para estimar el impacto económico potencial de un modelo de economía circular basado en la valoración de los residuos del cultivo de camarón en la provincia de Manabí, se utilizó un método indirecto de estimación descriptiva-explorativa. Este método se basa en datos secundarios y supuestos técnicos respaldados por la literatura especializada. En primer lugar, se calculó la disponibilidad anual de residuos sólidos del cultivo de camarón a partir de los volúmenes de producción reportados para el año de referencia y el porcentaje promedio de residuos generados durante el procesamiento del camarón. A partir de esta información, se estimó la producción potencial de quitina aplicando rangos de rendimiento de extracción documentados en estudios previos, considerando escenarios mínimos y máximos.

En segundo lugar, se incorporaron precios internacionales de referencia para la quitina, obtenidos de fuentes técnicas e informes especializados, para estimar los ingresos anuales potenciales generados por la valoración de estos residuos. Además, se evaluaron los beneficios económicos indirectos, como el ahorro derivado de la reducción de los costos de eliminación de residuos y el potencial de creación de empleo directo asociado a las actividades de procesamiento. Finalmente, la combinación de estos indicadores permitió evaluar el impacto económico potencial del modelo propuesto bajo escenarios tanto conservadores como optimistas, sin especificar la implementación real del proceso de producción.

**Tabla 8.**

Proyección económica en la provincia de Manabí

Concepto	Valor estimado	Unidad	Descripción / Supuesto
Residuos camaróneros disponibles	10 000	TON/año	Residuos sólidos generados por el procesamiento de camarón en Manabí
Porcentaje de aprovechamiento del residuo	27	%	Rendimiento promedio de extracción de quitina a partir de exoesqueletos
Producción potencial de quitina	2 700	TON/año	Quitina obtenida a partir de residuos valorizados
Precio promedio de quitina (grado técnico)	8	USD/kg	Precio referencial conservador en mercado regional
Ingresos brutos estimados	21 600 000	USD/año	Producción anual × precio de venta
Costos operativos estimados	12 500 000	USD/año	Procesamiento, energía, insumos químicos, mano de obra
Beneficio económico neto estimado	9 100 000	USD/año	Diferencia entre ingresos brutos y costos operativos
Ahorro por disposición de residuos	450 000	USD/año	Costos evitados de transporte y tratamiento de desechos
Empleos directos generados	45	puestos	Operación, control de calidad y logística
Empleos indirectos generados	80	puestos	Transporte, proveedores, mantenimiento
Impacto económico total estimado	9 550 000	USD/año	Beneficio neto + ahorro ambiental

*Nota.* Fuente: (Suárez et al., 2020).

Los resultados muestran que, con el aprovechamiento del 27% de los residuos existentes, se podrían producir aproximadamente 2700 toneladas de quitina al año. Esta producción generaría ingresos brutos superiores a los 21 millones de dólares anuales y un beneficio económico neto estimado de 9,1 millones de dólares, sin

incluir otros impactos positivos como la reducción de los costos de eliminación de residuos y la creación de empleo local.

## 9. CONCLUSIONES

- El análisis de la evolución histórica del sector camaronero ecuatoriano entre 2013 y 2023 evidencia un crecimiento sostenido en la producción y exportación de camarón. Durante este periodo, las exportaciones pasaron de aproximadamente 430.000 toneladas en 2013 a más de 800.000 toneladas en 2023, lo que representa un incremento superior al 85 %. Este crecimiento confirma la consolidación del sector como uno de los principales generadores de divisas del país y un pilar relevante de la balanza comercial ecuatoriana.
- El aumento de la producción camaronera ha generado, de forma paralela, un incremento significativo en la generación de residuos orgánicos. Considerando que entre el 45 % y 55 % del peso total del camarón corresponde a desechos como cabezas, caparazones y exoesqueletos, se estima que en 2023 se produjeron más de 360.000 toneladas de residuos, los cuales, en su mayoría, no son aprovechados industrialmente y terminan en rellenos sanitarios o cuerpos de agua.
- El análisis de los precios internacionales de la quitina y sus derivados muestra una tendencia favorable para su valorización económica. Durante el periodo estudiado, los precios promedio de la quitina en el mercado internacional oscilaron entre USD 8 y USD 15 por kilogramo, dependiendo del grado de pureza y aplicación industrial. Estos valores evidencian que la transformación de residuos camaroneros en quitina representa una alternativa económicamente atractiva frente a la disposición tradicional de desechos.
- El cálculo del coeficiente de correlación de Pearson entre las variables de crecimiento del sector camaronero (volumen de producción y exportación) y los indicadores de viabilidad económica de la producción de quitina arrojó un valor positivo y estadísticamente significativo ( $r = 76$ ), lo que demuestra una relación directa entre ambas variables. Este resultado confirma que el

crecimiento del sector incrementa la disponibilidad de materia prima y mejora las condiciones para la implementación de procesos de valorización.

- La evaluación del impacto económico potencial de un modelo de economía circular aplicado en la provincia de Manabí indica que la valorización de residuos podría generar ingresos adicionales significativos. Bajo escenarios conservadores, la transformación de apenas el 20 % de los residuos generados permitiría la creación de nuevas fuentes de empleo, el fortalecimiento de encadenamientos productivos locales y una reducción considerable de los costos asociados a la gestión de desechos, contribuyendo al desarrollo económico y ambientalmente sostenible de la región.

## **10. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda fomentar la implementación de modelos de economía circular en el sector camaronero, promoviendo la valorización de residuos como una estrategia integral para reducir impactos ambientales y mejorar la eficiencia productiva.
- Las políticas públicas y los incentivos económicos que fomentan la inversión en tecnologías de procesamiento de residuos bioquímicos son esenciales, especialmente en provincias con alta producción de camarón como Manabí. Estas iniciativas deben ir acompañadas de programas de capacitación técnica para la mano de obra local a fin de garantizar una implementación eficaz y sostenible que apoye el desarrollo productivo de la región.
- Se sugiere fortalecer la articulación entre el sector productivo, la academia y el Estado para el desarrollo de proyectos de investigación e innovación orientados a la producción de quitina y otros bioproductos derivados.
- Se recomienda realizar estudios complementarios que profundicen en el análisis de costos, escalabilidad industrial y rentabilidad de plantas de producción de quitina, con el fin de facilitar su implementación a nivel comercial.
- Finalmente, se propone integrar la valorización de residuos camaroneros dentro de los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo, como una estrategia que contribuya simultáneamente al crecimiento económico, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo territorial.

## BIBLIOGRAFÍA

Accio. (2020). *Chitin powder price*.

Álvarez, G. (2024). *Tamaño y pronóstico del mercado quitosano por camarones, langostinos, cangrejos y langostas*. NESTER.

Argulló, E, Mato, R., & Peniche, C. (2024). *Caracterización y obtención de la quitina*. Revista de plásticos modernos.

Asociación de Camaroneros del Ecuador. (2024). *Reporte Anual de Exportaciones 2023*.

Bailón, A. (2023). *Exportación: salida de bienes producidos en el país hacia mercados internacionales, con el fin de generar ingresos y fortalecer la economía nacional*.

Bhaskar, N., Suresh, P., & Sakhare, P. (2023). *Shrimp biowaste fermentation with *Pediococcus acidolactici* CFR2182: Optimization of fermentation conditions by response surface methodology and effect of optimized conditions on*.

Cajas, R. (2022). *Ecuador en la exportación de camarón*. Universidad de Guayaquil.

Cámara Nacional de Acuacultura. (2024). *Producción de camarón en Ecuador*.

Cámara Nacional de Cultura. (2024). *Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*. CNA.

Cira, L., Huerta, S., & Shirai, K. (2022). *Fermentación láctica de cabezas de camarón (*Panaeus* sp) en un reactor de fermentación sólida*. Revista Mexicana de ingeniería química.

Cordonez, J., & Fernández, M. (2025). Evaluación del desempeño de pretratamiento alcalinos y oxidativos para obtener Quitosano. *UPS, II(1)*, 1-15.

Durán, J. (2021). *Uso de quitina y quitosana procedentes de residuos de camarón en la purificación de jugos de caña*.

- Gagné, N. (2024). *Production of chitin and chitosan from crustacean waste and their use as a food processing aid*. Montreal. Department of Food Science and Agricultural Chemistry. McGill University.
- Gonzales, V., Guerrero, C., & Ortiz, U. (2020). *Estructura química y compatibilidad de poliamidas con quitina y quitosano*.
- Guevara, M. (2023). *Impacto económico y ambiental generado por el sector camaronero del Ecuador*. Revista Internacional de Estudios en Ciencias Administrativas STRATEGOS.
- Gutierrez, E., Mármol, Z., & Páez, G. (2021). *Desacetilación termoalcalina de quitina de concha de camarón*.
- Hamilton, S. (2021). *Ecuador's mangrove forest carbon stocks: A spatiotemporal analysis of living carbon holdings and their depletion since the advent of commercial aquaculture*.
- Kurita, K. (2020). *Chitin and chitosan: Functional biopolymers from marine crustacean*. Marine Biotechnology mini-review.
- Larez, C. (2021). *Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro*. Avances de Química.
- Lemus, J., Martínez, L., & Navarro, M. (2021). *Obtención y uso de quitosano para tratamientos dérmicos a partir de exoesqueleto de camarón*. Facultad de Ingeniería.
- López, A. (2021). *Obtención de derivados de almidón y quitosano a partir de materias primas y desechos sólidos industriales*. Universidad del Zuli.
- Manon, K. (2024). *Aplicaciones de los desechos del procesamiento del camarón alimentos acuícolas*. Aquafeeds.
- Mendoza, J., Cedeño, L., & Vera, P. (2022). *Análisis del nivel de economía circular en la industria camaronera de Manabí*. Revista Ecuatoriana de Sostenibilidad.
- Ministerio del Ambiente. (2023). *Informe de Gestión de Residuos Sólidos*.

- Oliveira, F. (2021). *Environmental and Economic Viability of Chitosan Production in Guayas-Ecuador: A Robust Investment and Life Cycle Analysis*. ACS Omega.
- Ortega, J. (2024). *Caracterización mecánica de bioesponjas de residuos de crustáceos como opción al poliestireno expandido*. Química Central.
- Parada, L., Crespín, G., Miranda, G., & Katime, I. (2021). *Caracterización de quitosano por viscosimetría capilar y valoración potenciométrica*. Revista Iberoamericana de Polímeros.
- Pastor, A. (2024). *Quitina y Quitosano: Obtencion, aplicacion y caracterización*. Universidad Católica de Perú.
- Rimbaldo, C., Prado, E., & Valarezo, C. (2024). *Análisis de la Producción y Exportación del Sector Camaronero en Ecuador*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar.
- Rosero, C., Novillo, F., & Calderón, A. (2024). *Bioconversión de desechos de crustáceos mediante fermentación láctica y maloláctica para la obtención de quitosano*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Sastoque, L., Reyes, M., & Salgado, A. (2021). *Produccion de quitinas extracelulares con una capa de alcalófila*. Revista Mexicana de Ingeniería Química.
- Suarez, J. (2021). *ANALISIS DE LOS METODOS PARA EXTRACCION DE QUITINA DE LOS RESIDUOS DE CAMARON SEGUN PARAMETRO ECONOMICOS Y AMBIENTALES*. Revista Interdisciplinar de Estudios en Ciencias Básicas e Ingenierías.
- Suárez, M., Mora, S., & Achig, B. (2020). *Obtención de quitina a partir del exoesqueleto de camarón (*Litopenaeus vannamei*) como coagulante–floculante en aguas de baja turbidez*. infoANALÍTICA.
- Valencia, D. (2022). *Aprovechamiento de residuos de camarón para la obtención de quitina: una revisión técnica*. Revista Latinoamericana de Biotecnología.

Vecchio, Y. (2024). *oward the circular economy in the aquaculture sector: Bibliometric, network and content analyses.*

## 11. ANEXOS