

Innovación tecnológica, resiliencia productiva y desempeño exportador del camarón ecuatoriano: evidencia del período 2018-2025

Technological Innovation, Productive Resilience, and Export Performance of Ecuadorian Shrimp: Evidence from 2018-2025

Ángel Emmanuel Morán Icaza

<https://orcid.org/0009-0008-4875-9071>
angel.moran.icaiza@uagraria.edu.ec

Facultad de Economía Agrícola,
Universidad Agraria del Ecuador.
Guayaquil - Ecuador

Cita a este artículo: Morán Icaza, Á. E. (2023). Innovación tecnológica, resiliencia productiva y desempeño exportador del camarón ecuatoriano: evidencia del período 2018-2025. *Fronteras del Conocimiento*, 2(2), 57-71.

Artículo recibido: 10 de abril de 2023

Aceptado para publicación: 15 de mayo de 2023

Publicado: 30 de junio de 2023

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar la evolución de las exportaciones ecuatorianas de camarón y examinar los mecanismos de innovación tecnológica asociados con la competitividad y la resiliencia productiva del sector durante 2018-2025. Se aplicó un diseño no experimental, longitudinal y descriptivo, complementado con una revisión documental estructurada. La dimensión cuantitativa utilizó valores anuales de exportación FOB del Banco Central del Ecuador y de la Cámara Nacional de Acuicultura; se calcularon variaciones interanuales, un índice con base 2018 = 100 y la tasa de crecimiento anual compuesta. La dimensión documental clasificó la evidencia reciente en cinco ámbitos: alimentación de precisión e internet de las cosas, genética y bioseguridad, nutrición y manejo, trazabilidad y sostenibilidad, y analítica de mercados. Las exportaciones aumentaron de USD 3.198,7 millones en 2018 a USD 8.401,3 millones en 2025, con una tasa compuesta de 14,79% anual. El período presentó dos contracciones, en 2020 (-1,12%) y 2024 (-2,96%), seguidas por recuperaciones importantes. En 2025, el valor exportado creció 20,2% y el volumen 15,3%, mientras el valor unitario aumentó 4,2%. La evidencia muestra que la automatización, el monitoreo en tiempo real, la mejora genética, el manejo nutricional y la gestión del conocimiento fortalecen la capacidad innovadora; no obstante, el desempeño exportador también depende de precios, demanda, logística y política comercial. Se concluye que la innovación es una condición estratégica para sostener la competitividad, pero su contribución debe evaluarse mediante indicadores verificables de productividad, sostenibilidad y valor agregado.

Palabras clave: acuicultura de precisión, camarón, competitividad, exportaciones, innovación tecnológica, sostenibilidad.

Abstract

This study analyzed the evolution of Ecuadorian shrimp exports and examined the technological innovation mechanisms associated with the sector's competitiveness and productive resilience from 2018 to 2025. A non-experimental, longitudinal, descriptive design was combined with a structured documentary review. The quantitative component used annual FOB export values from the Central Bank of Ecuador and the National Chamber of Aquaculture; year-on-year changes, a 2018 = 100 index, and the compound annual growth rate were calculated. The documentary component classified recent evidence into five areas: precision feeding and the Internet of Things, genetics and biosecurity, nutrition and farm management, traceability and sustainability, and market analytics. Exports increased from USD 3.199 billion in 2018 to USD 8.401 billion in 2025, representing a compound annual growth rate of 14.79%. Two contractions occurred, in 2020 (-1.12%) and 2024 (-2.96%), followed by substantial recoveries. In 2025, export value rose by 20.2%, volume by 15.3%, and unit value by 4.2%. Evidence indicates that automation, real-time monitoring, genetic improvement, nutritional management, and knowledge management strengthen innovation capabilities. However, export performance also depends on prices, international demand, logistics, and trade policy. The study concludes that innovation is a strategic condition for sustaining competitiveness, but its contribution should be assessed through verifiable indicators of productivity, sustainability, and value addition.

Keywords: competitiveness, exports, precision aquaculture, shrimp, sustainability, technological innovation.

Introducción

La industria camaronera ecuatoriana constituye uno de los casos más relevantes de transformación productiva y expansión exportadora en América Latina. Su desarrollo se apoya en condiciones biofísicas favorables, experiencia empresarial, infraestructura de procesamiento y una progresiva incorporación de tecnología. Sin embargo, el liderazgo internacional del sector no depende únicamente del aumento de la producción; exige eficiencia, calidad sanitaria, trazabilidad, sostenibilidad, capacidad logística y adaptación a mercados altamente volátiles.

Entre 2018 y 2025, el sector enfrentó cambios abruptos en la demanda mundial, disrupciones logísticas durante la pandemia, caída de precios internacionales, racionamientos eléctricos y nuevas tensiones arancelarias. A pesar de estos factores, el camarón alcanzó en 2025 un récord de USD 8.401,3 millones y 1.398,5 miles de toneladas métricas, posicionándose como el principal rubro de exportación del país durante varios trimestres (Banco Central del Ecuador [BCE], 2026).

El crecimiento del sector suele atribuirse a la innovación, pero este concepto requiere una operacionalización rigurosa. La innovación camaronera incluye cambios en procesos, productos, organización y comercialización: alimentación automática, sensores de calidad del agua, análisis de datos, selección genética, bioseguridad, formulación de alimentos, cadena de frío, certificaciones, trazabilidad y desarrollo de presentaciones con mayor valor agregado. No es metodológicamente válido representar esta diversidad mediante una cifra monetaria indefinida o atribuirle causalidad utilizando solo cinco observaciones anuales.

La evidencia reciente confirma la relevancia del conocimiento y la tecnología. Zaragoza-Sáez y González-Illescas (2026), a partir de 186 productores de camarón de El Oro, encontraron una relación positiva entre gestión del conocimiento y capacidad de innovación. Montañó Blacio et al. (2025) demostraron la viabilidad de integrar sensores e internet de las cosas para monitorear parámetros del agua y automatizar la alimentación. A la vez, los estudios ambientales advierten que una mayor productividad no equivale automáticamente a sostenibilidad, por lo que la innovación debe incorporar criterios ecológicos y de eficiencia de recursos (Rebolledo Monsalve & Verduga Vergara, 2023; Viera-Romero et al., 2024).

En este contexto, la pregunta de investigación es: ¿cómo evolucionó el desempeño exportador del camarón ecuatoriano durante 2018-2025 y qué mecanismos de innovación identificados en la evidencia reciente contribuyen a explicar su competitividad y resiliencia? El objetivo general es analizar la trayectoria de las exportaciones y sistematizar los principales ámbitos de innovación del sector. Los objetivos específicos son: calcular la dinámica anual y la tasa de crecimiento compuesta; identificar períodos de expansión y contracción; clasificar las innovaciones productivas y organizacionales; y discutir sus implicaciones económicas y ambientales.

Fundamentos teóricos

Innovación y competitividad en la acuicultura

La innovación puede entenderse como la introducción o mejora significativa de productos, procesos, métodos organizacionales o estrategias comerciales. En la acuicultura, su valor competitivo se manifiesta cuando permite reducir mortalidad, mejorar conversión alimenticia, elevar rendimiento, homogeneizar calidad, anticipar riesgos sanitarios o responder con mayor rapidez a los cambios de la demanda.

La competitividad exportadora resulta de la interacción entre capacidades internas y condiciones externas. Las capacidades internas comprenden tecnología, conocimiento, infraestructura, talento humano y coordinación de la cadena. Las condiciones externas incluyen precios, aranceles, costos logísticos, acceso a mercados, regulación sanitaria y ciclos de oferta mundial. Por ello, un aumento de exportaciones no puede atribuirse exclusivamente a la innovación, aunque esta sí puede fortalecer la productividad y la capacidad de adaptación.

Acuicultura de precisión y digitalización

La acuicultura de precisión utiliza sensores, automatización, conectividad y analítica para medir y controlar variables relevantes del cultivo. En el camarón, estas herramientas permiten monitorear temperatura, pH, salinidad, turbidez y oxígeno disuelto; ajustar la alimentación; detectar desviaciones y reducir la dependencia de decisiones exclusivamente manuales.

Montaño Blacio et al. (2025) desarrollaron en Ecuador un sistema basado en internet de las cosas que integra sensores y un alimentador automático. Sus resultados muestran que el

monitoreo continuo y la actuación en tiempo real son soluciones técnicamente viables para mejorar el control del cultivo. La alimentación de precisión es especialmente relevante porque el balanceado representa uno de los principales costos y cargas ambientales de la actividad.

Genética, bioseguridad y conocimiento

La selección de líneas resistentes, el control de calidad de larvas, el diagnóstico temprano y los protocolos de bioseguridad reducen la vulnerabilidad ante enfermedades. El BCE (2026) atribuye parte del crecimiento de 2025 a mejoras genéticas, calidad del alimento y suministro ajustado a las fases de crecimiento.

La adopción tecnológica depende también de la capacidad de crear, transferir y aplicar conocimiento. Zaragoza-Sáez y González-Illescas (2026) estimaron un coeficiente positivo de 0,423 entre gestión del conocimiento y capacidad innovadora, con 32% de varianza explicada. Este resultado destaca que la innovación no se limita a adquirir equipos; requiere aprendizaje, interacción con proveedores, personal calificado y ejecución de cambios dentro de las empresas.

Innovación sostenible y gestión de riesgos

La sostenibilidad es una dimensión inseparable de la competitividad de largo plazo. Rebolledo Monsalve y Verduga Vergara (2023) identificaron alteraciones en agua, sedimentos y comunidades bentónicas en sistemas de manglar con camarónicas, mientras Viera-Romero et al. (2024) concluyeron que el mayor rendimiento no ha producido necesariamente mejoras equivalentes en eficiencia ecológica. En consecuencia, las innovaciones deben reducir consumo de recursos, efluentes, pérdidas de alimento y presión sobre ecosistemas costeros.

La innovación también se extiende a la gestión comercial. Triviño-Sanchez et al. (2026) modelaron datos mensuales de producción, facturación y precio del camarón ecuatoriano entre 2017 y mayo de 2025, identificando regímenes de expansión, sobreoferta y recuperación. Esta evidencia confirma que la inteligencia de mercados y los modelos de riesgo son necesarios para complementar las mejoras productivas.

Metodología

La investigación tuvo un enfoque mixto con predominio cuantitativo, diseño no experimental y alcance longitudinal descriptivo. La unidad de análisis fue el sector exportador de camarón del Ecuador y el período de estudio comprendió 2018-2025. El año 2025 se incorporó por ser el último período anual completo con cifras oficiales publicadas.

La fase cuantitativa utilizó el valor FOB anual de las exportaciones de camarón, expresado en millones de dólares. Para 2018-2022 se conservaron los valores de la serie CNA-BCE incluidos en el documento base y se verificó su consistencia. Para 2023-2025 se utilizaron los resultados anuales del BCE (2026). Se calcularon la variación porcentual interanual, el índice de crecimiento con base 2018 = 100 y la tasa de crecimiento anual compuesta mediante la expresión: $CAGR = (V_f/V_i)^{(1/n)} - 1$.

Para 2023-2025 se analizaron adicionalmente el volumen exportado y el valor unitario aproximado, calculado como valor FOB dividido para toneladas métricas. Esta desagregación permite distinguir si los cambios del ingreso exportador provienen principalmente del volumen o del precio.

La fase documental fue estructurada mediante una matriz de categorías. Se seleccionaron fuentes oficiales y estudios académicos recientes, priorizando investigaciones con datos de Ecuador y publicaciones comprendidas entre 2023 y 2026. La evidencia se codificó en cinco categorías: alimentación de precisión e internet de las cosas; genética y bioseguridad; nutrición y manejo; trazabilidad y sostenibilidad; y analítica de mercados y gestión del conocimiento.

El diseño no pretende estimar causalidad entre innovación y exportaciones. No se construyó una variable monetaria artificial de innovación ni se aplicó regresión con ocho observaciones anuales. Los resultados cuantitativos describen el desempeño exportador y la revisión documental identifica mecanismos plausibles y respaldados por evidencia. Esta delimitación evita confundir coexistencia temporal con efecto causal.

Tabla 1 Operacionalización de las dimensiones analizadas

Dimensión	Indicador	Unidad / evidencia	Técnica	Fuente principal
Desempeño exportador	Valor FOB anual	Millones de USD	Variación, índice y CAGR	BCE y CNA
Escala exportadora	Volumen anual	Miles de toneladas métricas	Comparación 2023-2025	BCE
Condición de mercado	Valor unitario aproximado	USD por tonelada	Variación interanual	Cálculo propio con BCE
Innovación productiva	Tecnologías y prácticas verificadas	Categorías documentales	Análisis de contenido	Artículos y fuentes sectoriales
Sostenibilidad	Eficiencia y riesgos ambientales	Hallazgos documentales	Síntesis crítica	Estudios científicos

Nota. La innovación se analizó mediante evidencia documental y no como una variable monetaria agregada. CAGR = tasa de crecimiento anual compuesta.

Resultados

Evolución del valor exportado

El valor de las exportaciones pasó de USD 3,198.7 millones en 2018 a USD 8,401.3 millones en 2025. Esto representa una multiplicación de 2.63 veces y una tasa de crecimiento anual compuesta de 14.79%. El índice con base 2018 = 100 alcanzó 262.6 puntos en 2025.

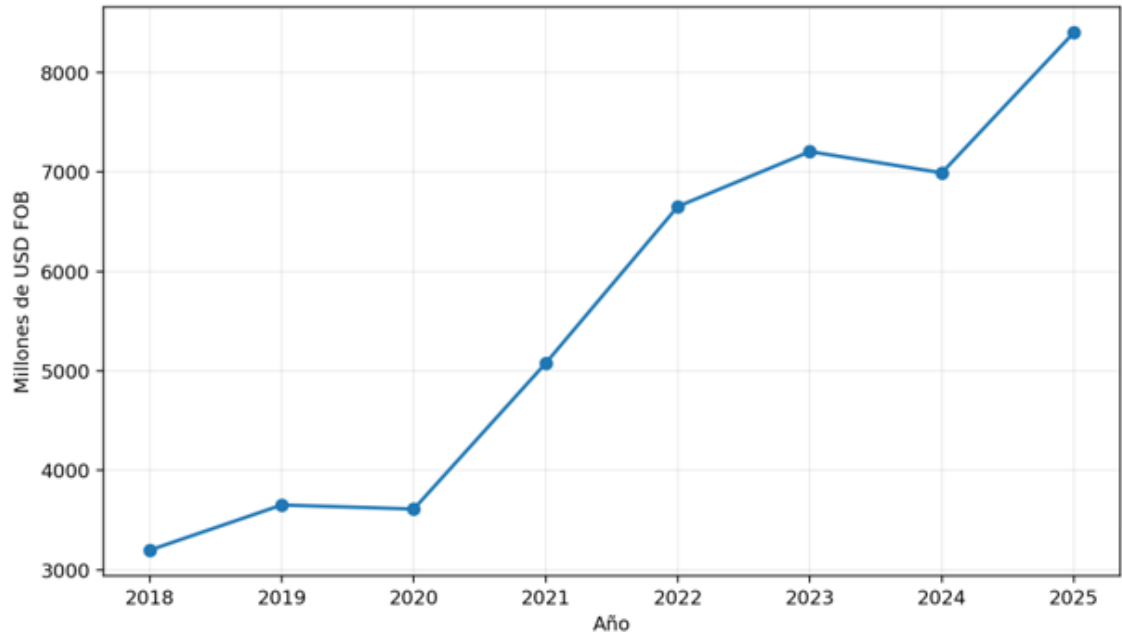
Tabla 2 Exportaciones ecuatorianas de camarón, 2018-2025

Año	USD millones FOB	Variación anual (%)	Índice 2018 = 100	Lectura del período
2018	3,198.7	—	100.0	Año base
2019	3,652.7	14.19	114.2	Expansión
2020	3,611.9	-1.12	112.9	Contracción leve
2021	5,078.8	40.61	158.8	Recuperación acelerada
2022	6,653.1	31.00	208.0	Expansión
2023	7,205.2	8.30	225.3	Crecimiento moderado
2024	6,991.7	-2.96	218.6	Ajuste por precios

Año	USD millones FOB	Variación anual (%)	Índice 2018 = 100	Lectura del período
2025	8,401.3	20.16	262.6	Récord histórico

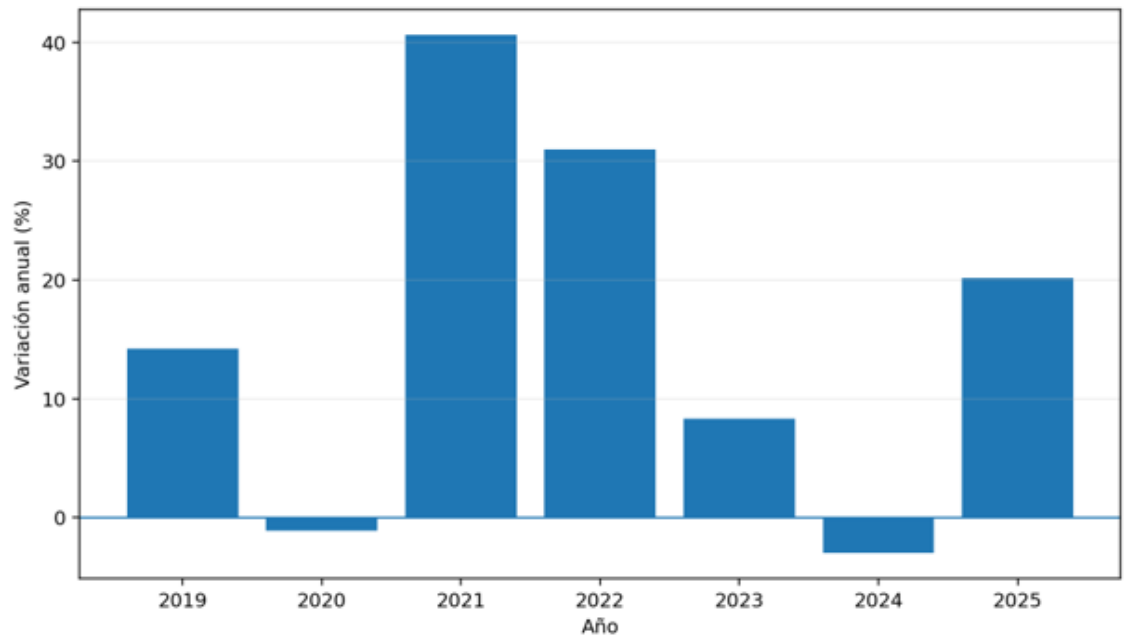
Nota. Elaboración propia con datos de la Cámara Nacional de Acuicultura y del Banco Central del Ecuador. Los valores se expresan en millones de dólares FOB. Las diferencias menores pueden responder al redondeo.

Figura 1 Valor anual de las exportaciones ecuatorianas de camarón



Nota. Elaboración propia con datos de la Cámara Nacional de Acuicultura y del Banco Central del Ecuador. El crecimiento no fue lineal: se observan ajustes en 2020 y 2024.

Figura 2 Variación interanual del valor exportado



Nota. Elaboración propia. La mayor expansión ocurrió en 2021, después de la contracción de 2020; en 2025 se registró una nueva aceleración.

La trayectoria permite distinguir cuatro fases. La primera comprende 2018-2019 y muestra expansión previa a la pandemia. La segunda, 2020-2022, combina una contracción leve con una recuperación intensa. La tercera, 2023-2024, evidencia crecimiento de volumen con presión sobre precios y márgenes. La cuarta, correspondiente a 2025, muestra un aumento simultáneo de volumen y valor unitario.

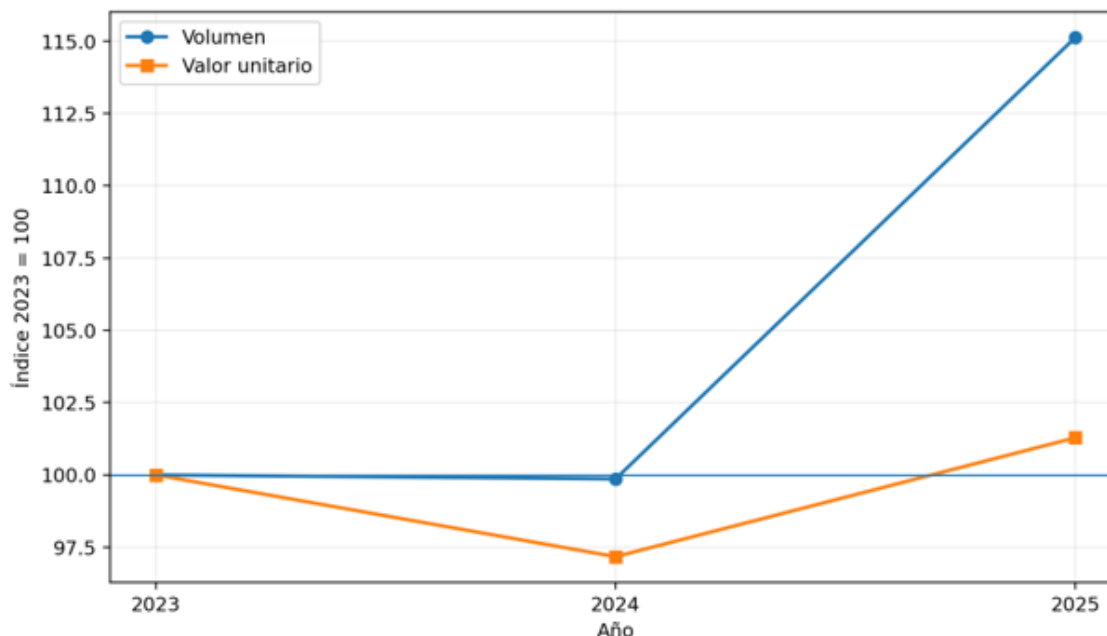
Volumen, valor unitario y recuperación de 2025

Tabla 3 Descomposición reciente del desempeño exportador

Año	Volumen (miles TM)	Valor (USD millones)	Valor unitario (USD/TM)	Variación volumen (%)	Variación valor (%)
2023	1,214.8	7,205.2	5,931	—	—
2024	1,213.1	6,991.7	5,763	-0.14	-2.96
2025	1,398.5	8,401.3	6,007	15.28	20.16

Nota. Elaboración propia con datos del BCE (2026). El valor unitario es una aproximación calculada al dividir el valor FOB anual para el volumen exportado.

Figura 3 Índices de volumen exportado y valor unitario aproximado, 2023-2025



Nota. Elaboración propia con datos del BCE (2026). Ambos indicadores se expresan como índice con base 2023 = 100.

Entre 2023 y 2024, el volumen se mantuvo prácticamente estable, pero el valor exportado disminuyó 2,96%, lo que confirma una reducción del valor unitario. En 2025, el volumen aumentó 15,3% y el valor 20,2%; la diferencia corresponde a una mejora aproximada de 4,2% en el valor unitario. Por tanto, el récord de 2025 no se explica únicamente por producir más, sino también por una recuperación del precio y por la capacidad del sector para abastecer mercados estratégicos.

Ámbitos de innovación identificados

Tabla 4 Matriz de innovaciones y contribución esperada a la competitividad

Ámbito	Aplicaciones	Contribución esperada	Evidencia
Alimentación de precisión e IoT	Sensores, alimentadores automáticos, monitoreo de agua y alertas	Menor desperdicio, decisiones oportunas y mayor regularidad productiva	Montaño Blacio et al. (2025)
Genética y bioseguridad	Selección de líneas resistentes, control larvario y diagnóstico	Reducción de mortalidad y mayor estabilidad de ciclos	BCE (2026)
Nutrición y manejo	Balanceados por fase, suministro ajustado y control de biomasa	Mejor conversión alimenticia y rendimiento	BCE (2026); Viera-Romero et al. (2024)
Gestión del conocimiento	Creación, transferencia y aplicación de conocimiento	Mayor capacidad de innovación y diferenciación	Zaragoza-Sáez & González-Illescas (2026)
Trazabilidad y sostenibilidad	Certificaciones, control ambiental y seguimiento de cadena	Acceso a mercados, reputación y reducción de riesgos	Rebolledo Monsalve & Verduga Vergara (2023)
Análítica de mercados	Modelos de regímenes, pronóstico y escenarios	Mejor gestión de inventarios, precios y exposición comercial	Triviño-Sanchez et al. (2026)

Nota. La contribución esperada corresponde a mecanismos respaldados por la literatura y no a efectos causales estimados en esta investigación.

La matriz evidencia que la innovación camaronera es sistémica. La automatización reduce errores y permite usar datos en tiempo real; la genética y la bioseguridad protegen la continuidad productiva; la nutrición incide en costos y eficiencia; la gestión del conocimiento facilita la adopción; y la trazabilidad conecta la operación de granja con las exigencias de compradores y reguladores. La analítica de mercados completa el sistema al incorporar información de precios, volúmenes y cambios de régimen.

Discusión

Los resultados muestran una expansión exportadora extraordinaria, pero no uniforme. El valor de 2025 equivale a más de dos veces y media el de 2018. Sin embargo, las caídas de 2020 y 2024 confirman que la tecnología no elimina la exposición a shocks de demanda, precios, logística o regulación.



La recuperación de 2025 ofrece evidencia especialmente relevante. El BCE (2026) señala que el aumento del volumen estuvo relacionado con mejoras de rendimiento, genética, calidad del alimento y suministro por fase de crecimiento, además de una mayor demanda de China, Estados Unidos y países europeos. Esta explicación es coherente con la literatura sobre acuicultura de precisión y capacidad de innovación.

No obstante, la experiencia de 2023-2024 demuestra que un mayor volumen no garantiza un aumento del ingreso. La estabilidad del volumen y la caída del valor revelan el efecto de precios internacionales y sobreoferta. Triviño-Sánchez et al. (2026) identifican precisamente regímenes de expansión, sobreoferta y recuperación, lo que respalda la necesidad de integrar innovación productiva con gestión financiera y comercial.

La innovación también debe evaluarse por sus resultados ambientales. La dependencia del alimento balanceado, la presión sobre el agua y los efectos en manglares exigen tecnologías que reduzcan externalidades y mejoren la eficiencia material. Viera-Romero et al. (2024) advierten que el aumento del rendimiento no ha significado una mejora equivalente en sostenibilidad, mientras Rebolledo Monsalve y Verduga Vergara (2023) recomiendan fortalecer el monitoreo ambiental.

El hallazgo de Zaragoza-Sáez y González-Illescas (2026) introduce una dimensión organizacional clave: la gestión del conocimiento explica parte de la capacidad innovadora. En consecuencia, las políticas sectoriales no deben concentrarse exclusivamente en maquinaria o crédito; también deben promover formación, asistencia técnica, investigación aplicada, cooperación entre productores y transferencia tecnológica.

La principal diferencia metodológica frente al documento inicial consiste en no estimar una regresión con una variable de innovación sin definición y una muestra de cinco años. La presente investigación separa el análisis estadístico del desempeño exportador de la identificación documental de mecanismos innovadores. Esta decisión mejora la validez de las conclusiones y evita atribuciones causales no demostradas.

Conclusiones

1. Las exportaciones ecuatorianas de camarón aumentaron de USD 3.198,7 millones en 2018 a USD 8.401,3 millones en 2025, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 14.79%. El resultado confirma la consolidación del sector como componente central de la oferta exportable del Ecuador.
2. La trayectoria presentó períodos diferenciados. Las contracciones de 2020 y 2024 evidencian exposición a crisis sanitarias, precios y condiciones comerciales; las recuperaciones de 2021-2022 y 2025 reflejan capacidad de adaptación y expansión.
3. El récord de 2025 combinó crecimiento de volumen y recuperación del valor unitario. El aumento de 20,2% en el valor no puede explicarse solo por producción; también intervienen demanda, precios, acceso a mercados y diferenciación comercial.
4. Las innovaciones más relevantes se concentran en alimentación de precisión, sensores e internet de las cosas, genética y bioseguridad, nutrición, gestión del conocimiento, trazabilidad, sostenibilidad y analítica de mercados. Estas capacidades fortalecen la eficiencia y la resiliencia, pero no sustituyen una estrategia integral de mercado.
5. La innovación debe medirse con indicadores verificables: conversión alimenticia, supervivencia, rendimiento por hectárea, consumo energético, uso de agua, calidad de efluentes, porcentaje de producto con valor agregado, trazabilidad, diversificación de destinos y retorno de la inversión tecnológica.
6. Para sostener el liderazgo exportador se recomienda ampliar la investigación aplicada, fortalecer la formación técnica, facilitar la adopción de tecnología por pequeños y medianos productores, proteger la bioseguridad, diversificar mercados y vincular incentivos públicos y privados con resultados productivos y ambientales.

Limitaciones y futuras líneas de investigación

El estudio utiliza una serie anual de ocho observaciones, suficiente para describir la trayectoria pero no para estimar relaciones causales robustas. Además, no existe una serie pública

homogénea que mida inversión tecnológica, adopción de sensores, genética, certificaciones o valor agregado para todo el período.

Futuras investigaciones deberían trabajar con datos mensuales o trimestrales y construir un índice de innovación basado en variables observables. También se recomienda aplicar paneles por empresa o provincia, modelos de productividad, análisis de eficiencia, evaluación de impacto y estudios de ciclo de vida que integren desempeño económico y ambiental.

Apéndice A. Base de datos anual

Tabla A1 Serie utilizada para el análisis descriptivo

Año	Exportaciones (USD millones)	Variación anual (%)	Índice 2018 = 100
2018	3,198.716	—	100.0000
2019	3,652.684	14.1922	114.1922
2020	3,611.871	-1.1174	112.9163
2021	5,078.825	40.6148	158.7770
2022	6,653.084	30.9965	207.9924
2023	7,205.200	8.2986	225.2529
2024	6,991.700	-2.9631	218.5784
2025	8,401.300	20.1610	262.6461

Nota. Elaboración propia. Los valores 2018-2022 provienen de la serie CNA-BCE incluida en el manuscrito original; los valores 2023-2025 corresponden al BCE (2026).

Referencias

- Álvarez-Cañares, M., Vera-Jiménez, K., & Soto-González, C. (2021). COVID-19: Impacto económico en las exportaciones del sector camaronero ecuatoriano en el periodo 2019-2020. 593 Digital Publisher CEIT, 6(3), 133-145. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.3.551>
- Banco Central del Ecuador. (2024). Suscripción del Tratado de Libre Comercio con China: Una gran oportunidad para Ecuador. <https://www.bce.fin.ec/>
- Banco Central del Ecuador. (2026). Boletín analítico trimestral de comercio exterior: Cuarto trimestre de 2025. https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/ComercioExterior/informes/ResultCE_042024.pdf
- Cámara Nacional de Acuacultura. (s. f.). Estadísticas: Reportes de exportaciones ecuatorianas de camarón. Recuperado el 15 de julio de 2026, de <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Gonzabay-Crespin, A. N., Vite-Cevallos, H. A., Garzón-Montealegre, V. J., & Quizhpe-Cordero, P. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020. Polo del Conocimiento, 6(9), 1040-1058. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3093>
- Montaño Blacio, M., Borbor, R., Gómez, Ó., Figueroa, J., Sánchez, J., & Torres, W. (2025). The IoT revolution in aquaculture: Technological advances in automated feeding and water quality monitoring in shrimp ponds. Journal of Applied Research and Technology, 23(3), 266-274.
- Rebolledo Monsalve, E., & Verduga Vergara, L. (2023). Water and sediment quality changes in mangrove systems with shrimp farms in the northern Ecuadorean coast. Applied Sciences, 13(13), 7749. <https://doi.org/10.3390/app13137749>
- Triviño-Sanchez, J. J., Haro-Sarango, A. F., Coronel-Reyes, J., De Loor-Platón, C. A., & Soria-Encalada, D. (2026). Shrimp market under innovation schemes: Hidden Markov

modeling. *Journal of Risk and Financial Management*, 19(3), 214.
<https://doi.org/10.3390/jrfm19030214>

Ullsco Azuero, E., Garzón Montealegre, V., Quezada Campoverde, J., & Barrezueta Unda, S. (2021). Análisis del comportamiento económico de la exportación en el sector camaronero. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 112-119.

Viera-Romero, A. M., Diemont, S. A. W., Selfa, T. L., & Luzadis, V. A. (2024). The sustainability of shrimp aquaculture: An emergy-based case study in the Gulf of Guayaquil thirty years later. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 194, 114326.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114326>

Zaragoza-Sáez, P., & González-Illescas, M. (2026). Knowledge management influence on the innovation capability of firms in the aquaculture industry. *Aquaculture*, 612(Part 2), 743213. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2025.743213>