



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE NEGOCIOS INTERNACIONALES**

TEMA:

**Análisis de viabilidad de estrategia de innovación para mejorar la
productividad en piscina camaronera destinada a la exportación
internacional**

AUTOR:

Lujano Bonilla, Nashly Margely

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
LICENCIADA EN NEGOCIOS INTERNACIONALES**

TUTOR:

Freire Quintero, Cesar Enrique

Guayaquil, Ecuador

25 de agosto del 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE NEGOCIOS INTERNACIONALES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **LUJANO BONILLA NASHLY MARGELY**, como requerimiento para la obtención del título de **Licenciada En Negocios Internacionales**.

TUTOR (A)

f. _____

Freire Quintero, Cesar Enrique

DIRECTOR DE LA CARRERA

f.

Hurtado Cevallos, Gabriela Elizabeth

Guayaquil, al 25 del mes de agosto del año 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE NEGOCIOS INTERNACIONALES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Lujano Bonilla, Nashly Margely**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **“Análisis de viabilidad de estrategia de innovación para mejorar la productividad en piscina camaronera destinada a la exportación internacional”** previo a la obtención del título de **Licenciada en Negocios Internacionales**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 25 del mes de agosto del año 2026

EL AUTORA

f.

Lujano Bonilla, Nashly Margely



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE NEGOCIOS INTERNACIONALES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Lujano Bonilla, Nashly Margely**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **“Análisis de viabilidad de estrategia de innovación para mejorar la productividad en piscina camaronera destinada a la exportación internacional”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 25 del mes de agosto del año 2026

LA AUTORA

f. _____

Lujano Bonilla, Nashly Margely



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE NEGOCIOS INTERNACIONALES

REPORTE COMPILATIO



Informe de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

NASHLY MAGERLY LUJANO BONILLA 1

ID : 3467e66c55e963a2d85eb3dcd17cec9ff6a165d6



0%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : NASHLY MAGERLY LUJANO BONILLA 1.txt
Tamaño del archivo original : 6,09 MB
Número de palabras : 38.425

Depositante : Cesar Enrique Freire Quintero
Fecha de depósito : 24 de agosto de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 24 de agosto de 2026

f. _____

Freire Quintero, Cesar Enrique

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios, por haberme sostenido en cada paso de este camino. Gracias por darme la fuerza en los momentos difíciles, por iluminar mi mente con sabiduría cuando más lo necesitaba y por recordarme que nunca estuve sola, incluso en los días inciertos. A él le debo cada logro alcanzado, cada idea que cobro vida y cada obstáculo superado. Su amor, su guía y su presencia han sido mi impulso constante.

Un profundo agradecimiento, a mis padres, Alexandra Bonilla y Angel Lujano, por ser mis pilares inquebrantables. Su apoyo constante, sus sacrificios silenciosos y su amor incondicional me han sostenido y motivado a lo largo de este proceso. Cada palabra de aliento, cada ejemplo de esfuerzo y cada gesto de confianza han sido el fundamento sobre el cual he construido este logro.

A Mitzy Lujano, mi hermana, gracias por ser mi ejemplo, apoyo y ayuda durante este camino. Has sido mi mayor ejemplo que, con esfuerzo y sin importar las adversidades, podemos conseguir todo lo que nos proponemos.

A quienes fueron mis compañeros, amigos en la universidad, Valeria Guaman, Jorge Pérez y Edwind Varas, gracias por todo. Desde la primera vez que hicimos grupo hubo un clic. Les agradezco por las risas y es esfuerzo compartido por superar cada materia.

Agradecida con mi Mejor Amiga Rubi Torres, quien me demostró que las amistades, trascienden con el tiempo, cuando son reales. Gracias por tu apoyo en todo momento y por vivir esta etapa conmigo desde el día cero, cuando no sabía si lo lograría, pero nunca dejaste que lo dudará. Eres y serás siempre mi hermana del alma.

A ti Jeanpi, gracias por creer en mí, en los días que yo deje de hacerlo, por convertir el amor en un lugar seguro y no solo, en una palabra. Por celebrar cada pequeño logro como si fuera inmenso y pro recordarme, una y otra y otra vez, todo lo que valgo. Si hoy cierro este capítulo, también es gracias a ti.

Por último, quiero agradecerme a mi Nashly Lujano, por no rendirte cuando el camino se puso cuesta arriba, por levantarte incluso en los días en que dudabas de ti y seguir apostando a tus sueños aun con miedo. Gracias por tu esfuerzo, tu constancia y tu gran corazón en cada paso. Este logro es el resultado de todo lo que luchaste en silencio. Eres una guerrera y hoy puedes sentirte profundamente orgullosa de ti.

DEDICATORIA

A mi mami, que a pesar de la distancia nunca me faltaba un “Buenos días, hija. Que Dios te bendiga y que tengas un lindo día, te amo”. Nunca me faltó su amor incondicional, por estar en mis altas y bajas, escucharme, aconsejarme y recordarme siempre que era capaz de alcanzar todo aquello que me propusiera. Cada palabra suya fue compañía incluso en los momentos en que los kilómetros nos separaban. Este logro también es suyo, porque detrás de cada paso que di estuvo su amor impulsándome a continuar. A mi papi, por ser ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y perseverancia. Gracias por cada sacrificio realizado por mí, por brindarme las herramientas necesarias para llegar hasta aquí y por enseñarme, con sus acciones, que las metas importantes requieren trabajo y constancia. Una parte de la profesional que hoy estoy a punto de convertirme se la debo a usted.

A mi hermana Mitzy, por ser mi ejemplo y demostrarme que las adversidades no determinan hasta dónde podemos llegar. Verte alcanzar tus propias metas me enseñó que con esfuerzo, valentía y determinación los sueños pueden convertirse en realidad. Gracias por acompañarme, ayudarme y creer en mí durante este camino.

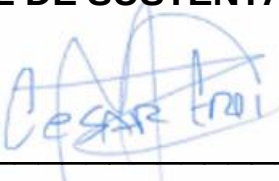
A las personas que estuvieron a mi lado durante esta etapa y que, de diferentes maneras, hicieron más ligero el recorrido. A quienes celebraron mis avances, escucharon mis preocupaciones y estuvieron presentes en aquellos días en los que terminar parecía todavía muy lejano. Y, finalmente, me dedico este logro a mí. A la Nashly que comenzó esta carrera sin saber todo lo que tendría que superar para llegar hasta aquí; a la que tuvo miedo, se cansó y dudó, pero decidió continuar. A todas las noches de estudio, los sacrificios, las preocupaciones y los momentos en los que rendirse parecía más fácil. Hoy puedo mirar atrás y comprender que cada esfuerzo tuvo sentido. Esta tesis no representa únicamente el final de mi carrera universitaria, sino también la prueba de todo lo que fui capaz de superar para llegar hasta aquí.

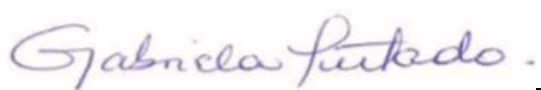
Con amor y orgullo, dedico este logro a quienes caminaron conmigo y a la persona en la que me convertí durante el camino.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE NEGOCIOS INTERNACIONALES**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Freire Quintero, Cesar Enrique
TUTOR

f. 
Hurtado Cevallos, Gabriela Elizabeth
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. _____
OPONENTE

ÍNDICE

Introducción	2
Antecedentes del Problema.....	4
Problema de Investigación.....	6
Descripción del Problema.....	10
Justificación	12
Justificación Práctica	12
Justificación Teórica	14
Justificación Metodológica	16
Preguntas de investigación.....	17
Pregunta general.....	17
Preguntas específicas	17
Objetivos	18
Objetivo General.....	18
Objetivo Específicos	18
Delimitación y Limitación del Problema	18
Marco Teórico.....	20
La Industria Camaronera.....	20
Innovación tecnológica en el sector acuícola.....	23
Automatización de procesos productivos	25
Internet de las Cosas (IoT) aplicado a la camaronicultura.....	26

Acuicultura de precisión como estrategia de innovación tecnológica	28
Marco Conceptual.....	31
Acuicultura.....	31
Camaronicultura.....	31
Innovación tecnológica	32
Productividad	33
Piscina camaronera	34
Exportación camaronera	34
Estrategia de Innovación.....	35
Marco Referencial.....	36
Referentes Empíricos	36
Identificación de Variables	41
Relación de Variables	42
Metodología	43
Enfoque de la Investigación.....	43
Tipo de Investigación.....	44
Diseño de la Investigación	47
Método de la Investigación.....	48
Población.....	49
Muestra	50
Técnicas de recolección de información.....	51
Instrumentos de recolección de Datos	53
Análisis de Datos	55

Análisis e Interpretación de Resultados	58
Diagnóstico el estado actual de los procesos productivos y tecnológicos de las piscinas camaroneras de Expalsa Exportadora de Alimentos S.A.	58
Diagnóstico de los procesos productivos de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.	61
Diagnóstico de los procesos tecnológicos de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.	67
Analizar las exigencias de innovación y competitividad del mercado exportador camaronero aplicables a EXPALSA.....	72
Estrategia de Innovación Tecnológica SmartShrimp-EXP: Sistema Inteligente de Monitoreo IoT y Automatización del Proceso de Alimentación para Mejorar la Productividad de las Piscinas Camaroneras de EXPALSA.....	80
Introducción	80
Justificación	81
Modelo tecnológico propuesto.....	82
Componentes tecnológicos de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.....	84
Funcionamiento Operativo de la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP	108
Proceso de integración de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP en EXPALSA	110
Cronograma de implementación de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP en EXPALSA.....	113
Correspondencia entre el diagnóstico y la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	115
Indicadores esperados de productividad de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	117
Contribución esperada de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP sobre la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA	119

Evaluación de la viabilidad financiera de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP para las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.	120
Alcance y supuestos del análisis financiero	121
Inversión inicial requerida para la implementación de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	122
Costos operativos proyectados.....	123
Beneficios económicos esperados de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	124
Flujo de caja proyectado	125
Valor Actual Neto (VAN).....	126
Tasa Interna de Retorno (TIR).....	126
Retorno sobre la Inversión (ROI)	126
Periodo de recuperación de la inversión	127
Síntesis de los indicadores de viabilidad financiera	127
Análisis de sensibilidad.....	128
Interpretación general de la viabilidad financiera de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	129
Conclusiones	130
Recomendaciones	133
Referencias.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores operativos y comerciales de EXPALSA dentro del mercado exportador camaronero.....	13
Tabla 2. Identificación de variables del estudio.....	42
Tabla 3. Matriz diagnóstica de los procesos productivos de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.	63
Tabla 4. Matriz diagnóstica de los procesos tecnológicos de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.	69
Tabla 5. Matriz de análisis de las exigencias de innovación y competitividad del mercado exportador camaronero aplicables a EXPALSA.....	73
Tabla 6. Priorización de los requerimientos tecnológicos del mercado exportador frente a las necesidades operativas identificadas en EXPALSA.....	77
Tabla 7. Componentes tecnológicos de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.....	85
Tabla 8. Variables críticas monitoreadas por el Sistema Inteligente SmartShrimp-EXP.....	87
Tabla 9. Beneficios esperados Sistema Inteligente SmartShrimp-EXP.....	89
Tabla 10. Especificaciones técnicas de la red de comunicación inalámbrica.....	91
Tabla 11. Beneficios de la red de comunicación inalámbrica	93
Tabla 12. Especificaciones técnicas del Gateway IoT.....	94
Tabla 13. Beneficios esperados de Gateway IoT de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	97
Tabla 14. Especificaciones técnicas de la plataforma en la nube	99
Tabla 15. Beneficios esperados de la plataforma en la nube dentro de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	100

Tabla 16. Especificaciones técnicas del Dashboard de monitoreo y sistema de alertas	102
Tabla 17. Beneficios esperados del Dashboard de monitoreo y sistema de alertas dentro de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	103
Tabla 18. <i>Componentes del Sistema automatizado de alimentación inteligente</i>	105
Tabla 19. Integración entre monitoreo IoT y alimentación automatizada	107
Tabla 20. Integración operacional de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP en los procesos de EXPALSA	112
Tabla 21. Cronograma de actividades	114
Tabla 22. Correspondencia entre el diagnóstico y la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	116
Tabla 23. Contribución esperada de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP sobre la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA	119
Tabla 24. Inversión inicial estimada de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP para un módulo de 20 piscinas camaroneras	122
Tabla 25. Costos operativos anuales proyectados de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	124
Tabla 26. Beneficios económicos anuales esperados de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP (Año 1)	124
Tabla 27. Flujo de caja proyectado de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP (Años 0 a 5, en USD)	125
Tabla 28. Síntesis de los indicadores de viabilidad financiera de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	127
Tabla 29. Análisis de sensibilidad de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP ante variaciones en beneficios y costos	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales de Camarón	7
Figura 2. Flujograma del proceso productivo de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.	60
Figura 3. Flujo operativo del Sistema Inteligente de Monitoreo IoT	88
Figura 4. Esquema conceptual de la red de comunicación inalámbrica	92
Figura 5. Función del Gateway IoT dentro de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	95
Figura 6. Integración de la plataforma en la nube dentro de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP	99
Figura 7. Funcionamiento conceptual del Dashboard de monitoreo y sistema de alertas	102
Figura 8. Funcionamiento propuesto del Sistema Automatizado de Alimentación Inteligente	106
Figura 9. Funcionamiento operativo de la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP	109
Figura 10. Secuencia Operativa del funcionamiento de la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP en las piscinas camaroneras de EXPALSA	110
Figura 11. Proceso de integración de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP en EXPALSA.....	112

RESUMEN

La presente investigación evalúa la viabilidad de una estrategia de innovación tecnológica para mejorar la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., orientadas a la exportación internacional. El estudio, de enfoque mixto y alcance descriptivo, diagnosticó los procesos productivos y tecnológicos vigentes, identificando que el monitoreo del agua y la alimentación aún dependen de mediciones manuales. A partir de este diagnóstico y del análisis de las exigencias competitivas del mercado exportador, se diseñó la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, basada en sensores IoT, una plataforma centralizada de gestión de datos y un sistema automatizado de alimentación, implementable en un cronograma de seis meses.

La evaluación financiera del módulo piloto de 20 piscinas arrojó un Valor Actual Neto positivo de USD 5.880, una Tasa Interna de Retorno de 14,16%, un Retorno sobre la Inversión de 50,93% a cinco años y un periodo de recuperación de 3 años y 9 meses, confirmando su viabilidad, aunque sensible a variaciones simultáneas en costos y beneficios. Se concluye que la estrategia constituye una alternativa técnica y financieramente viable para fortalecer la competitividad exportadora de EXPALSA, recomendándose su implementación gradual iniciando con el módulo piloto evaluado.

Palabras Claves

Acuicultura; Innovación tecnológica; Productividad laboral; Automatización; Tecnología de la información; Competitividad económica; Exportación.

ABSTRACT

This study evaluates the feasibility of a technological innovation strategy to improve the productivity of EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.'s shrimp ponds, which are geared toward international export. The study, which employed a mixed-methods approach and had a descriptive scope, assessed current production and technological processes, finding that water and feed monitoring still rely on manual measurements. Based on this assessment and an analysis of the competitive demands of the export market, the SmartShrimp-EXP Technology Strategy was designed, based on IoT sensors, a centralized data management platform, and an automated feeding system, all of which can be implemented within a six-month timeline.

The financial evaluation of the pilot module comprising 20 tanks yielded a positive Net Present Value of USD 5,880, an Internal Rate of Return of 14.16%, a Return on Investment of 50.93% over five years, and a payback period of 3 years and 9 months, confirming its viability, although it is sensitive to simultaneous variations in costs and benefits. It is concluded that the strategy constitutes a technically and financially viable alternative for strengthening EXPALSA's export competitiveness, and its gradual implementation is recommended, beginning with the evaluated pilot module.

Keywords:

Aquaculture; Technological innovation; Labor productivity; Automation; Information technology; Economic competitiveness; Exports

RESUMÉ

La présente étude évalue la faisabilité d'une stratégie d'innovation technologique visant à améliorer la productivité des bassins d'élevage de crevettes d'EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., destinés à l'exportation internationale. Cette étude, qui adopte une approche mixte et à caractère descriptif, a permis de dresser un diagnostic des processus de production et technologiques actuels, et a mis en évidence que la surveillance de la qualité de l'eau et de l'alimentation repose encore sur des mesures manuelles. À partir de ce diagnostic et de l'analyse des exigences concurrentielles du marché d'exportation, la stratégie technologique SmartShrimp-EXP a été conçue. Elle repose sur des capteurs IoT, une plateforme centralisée de gestion des données et un système d'alimentation automatisé, et peut être mise en œuvre dans un délai de six mois.

L'évaluation financière du module pilote de 20 bassins a révélé une valeur actuelle nette positive de 5 880 USD, un taux de rendement interne de 14,16 %, un retour sur investissement de 50,93 % à cinq ans et un délai de récupération de 3 ans et 9 mois, confirmant ainsi sa viabilité, bien qu'elle soit sensible aux variations simultanées des coûts et des bénéfices. Il est conclu que cette stratégie constitue une alternative techniquement et financièrement viable pour renforcer la compétitivité à l'exportation d'EXPALSA, et il est recommandé de la mettre en œuvre progressivement en commençant par le module pilote évalué.

Mots-clés:

Aquaculture; Innovation technologique; Productivité du travail; Automatisation;
Technologies de l'information; Compétitivité économique; Exportation

Introducción

Contemporáneamente, se argumenta que el entorno comercial internacional exige que las empresas exportadoras mantengan procesos productivos capaces de responder a estándares cada vez más rigurosos en términos de calidad, sostenibilidad y capacidad operativa. Dentro del sector camaronero ecuatoriano, las organizaciones acuícolas han ejecutado procesos de fortalecimiento sus sistemas de producción mediante mecanismos técnicos orientados al control eficiente de piscinas, reducción de desperdicios y mejor administración de recursos utilizados durante el cultivo destinado a exportación. Teniendo en cuentas las menciones previas, se afirma que estas empresas enfrentan el reto de integrar y aplicar instrumentos tecnológicos, los cuales incentiven el afianzamiento de sus procesos productivos y financieros en un entorno de creciente exigencia comercial.

En relación a la empresa EXPALSA, esta mantiene una participación relevante dentro del mercado exportador de camarón debido al volumen de sus operaciones y su posicionamiento internacional. No obstante, las dinámicas actuales del sector demandan procesos de producción con mayores niveles de control técnico y capacidad de respuesta frente a factores que afectan el comportamiento del cultivo, especialmente en actividades relacionadas con alimentación, supervisión de parámetros ambientales y manejo operativo de piscinas. De acuerdo con lo anterior, es imperativo ejercer un ejercicio analítico sobre la viabilidad de aplicar mecanismos innovadores, los cuales generen una contribución notable en cuanto a la consolidación competitiva de la entidad en el ecosistema concerniente a los mercados transnacionales.

La incorporación de instrumentos como alimentadores automáticos, sistemas de oxigenación tecnificada, monitoreo digital de los parámetros del agua y procesos

automatizados de control productivo ha sido posible gracias al avance tecnológico en los sistemas de producción camaronera. Estas herramientas tienen un impacto relevante en la eficiencia operativa y la rentabilidad de las compañías. En este sentido, Terreros (2025) sostiene que la inversión en tecnología dentro de la industria camaronera permite optimizar la producción, reducir costos operativos y fortalecer la competitividad en mercados globales, especialmente mediante el uso de sistemas automatizados y monitoreo técnico en piscinas de cultivo. Así también, Eras & Meleán (2021), indican que los ecosistemas de producción camaroneros requieren procesos tecnificados orientados al control de oxígeno, temperatura, salinidad y alimentación, debido a que estos factores inciden directamente en los costos de producción, la rentabilidad y la permanencia competitiva de las empresas en mercados internacionales.

En vista de la problemática previa, el objetivo de la investigación es examinar si una estrategia innovadora puede ser beneficiosa para incrementar la productividad de las piscinas de camarón con destino a la exportación internacional. Para ello, se tomará como ejemplo a la compañía EXPALSA, en donde se analizarán los aspectos técnicos, operativos y financieros vinculados con la puesta en marcha de tecnologías con el objetivo de mejorar la eficiencia y productividad a nivel empresarial. Además, se desarrollará un análisis financiero basado en indicadores de viabilidad, tales como flujo de caja proyectado, retorno de inversión, Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), con el propósito de determinar la factibilidad económica de la propuesta de innovación.

En definitiva, la presente investigación busca generar aportes notables y referentes al mejoramiento competitivo de la empresa EXPALSA a través de una propuesta basada en innovación tecnológica y análisis financiero, aportando a la intensificación de la productividad de sus piscinas camaroneras y a la consolidación de su potencial exportador en el mercado global.

Antecedentes del Problema

El crecimiento sostenido que ha experimentado el mercado internacional del camarón ha traído consigo mayores exigencias para las empresas exportadoras en cuanto a productividad, calidad y eficiencia operativa. En este sentido, la incorporación de estrategias de innovación tecnológica se ha constituido en un aspecto clave para robustecer la competitividad empresarial y optimizar los procesos en la producción acuícola. En particular, las empresas camaroneras destinadas a la exportación requieren implementar mecanismos tecnificados que les permitan aumentar el rendimiento de las piscinas, disminuir las pérdidas productivas y maximizar la rentabilidad de sus operaciones.

En el contexto de la industria camaronera, la innovación tecnológica ha sido reconocida como un factor determinante para mejorar los niveles de eficiencia operativa y sostenibilidad productiva. Al respecto, Eras & Meleán (2021), analizaron los factores productivos y financieros que intervienen en empresas camaroneras ecuatorianas. Los autores concluyeron que la tecnificación de procesos acuícolas contribuye significativamente al control de costos operativos, optimización de recursos y fortalecimiento de la competitividad exportadora. Asimismo, señalaron que la automatización y monitoreo técnico permiten mejorar la eficiencia en piscinas camaroneras, especialmente en aspectos relacionados con alimentación, oxigenación y control ambiental.

De igual manera, Carrasco et al. (2025), evaluaron el impacto de estrategias tecnológicas aplicadas en procesos empresariales y operativos. El estudio concluyó que la incorporación de herramientas automatizadas contribuye a mejorar la capacidad de supervisión de las operaciones empresariales y facilita la toma de decisiones dentro de procesos productivos complejos. Asimismo, los autores destacan que la adaptación tecnológica permite a las

organizaciones responder de manera más efectiva a las exigencias comerciales y técnicas presentes en mercados internacionales.

Por otra parte, Terreros (2025), analizó cómo la incorporación de tecnologías de monitoreo y automatización influye en el desempeño productivo de empresas camaroneras exportadoras. El estudio determinó que la implementación de herramientas tecnológicas permite optimizar el control técnico de piscinas, mejorar indicadores de productividad y generar beneficios financieros a mediano plazo mediante reducción de costos operativos y aumento del rendimiento productivo.

Por su parte, Pin et al. (2024), establecieron que la adopción de estrategias de innovación fortalece los procesos empresariales y mejora la capacidad competitiva de las organizaciones frente a entornos productivos exigentes. Los autores destacan que las capacidades dinámicas y la innovación permiten optimizar procesos operativos, fortalecer la productividad y contribuir al desarrollo sostenible de las empresas vinculadas al sector camaronero.

A partir de los antecedentes analizados, se evidencia que las investigaciones previas se han enfocado principalmente en estudiar la relación entre innovación tecnológica, productividad y eficiencia operativa dentro del sector camaronero. Sin embargo, existe un vacío investigativo relacionado con análisis específicos de viabilidad financiera aplicados a estrategias de innovación tecnológica dentro de empresas concretas del sector exportador, particularmente mediante estudios de caso orientados a medir indicadores financieros como VAN, TIR, retorno de inversión y flujo de caja proyectado.

En este sentido, la presente investigación aporta un enfoque aplicado y específico al desarrollar un análisis de viabilidad de estrategia de innovación para mejorar la productividad en piscina camaronera destinada a la exportación internacional, tomando como caso de estudio a la empresa EXPALSA. De esta manera, el estudio busca contribuir científicamente mediante

una evaluación técnica y financiera orientada a determinar la factibilidad de implementar innovación tecnológica dentro de los procesos productivos de la empresa

Problema de Investigación

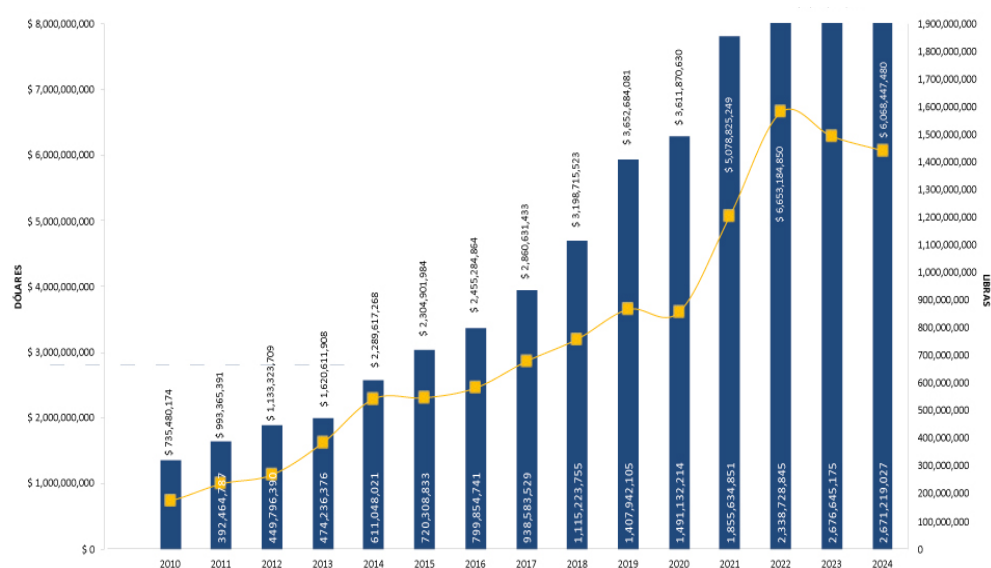
La industria exportación de camarones se caracteriza por la constante variabilidad en términos técnicos, comerciales y también funcionales. En esta contextualización mencionada, las empresas requieren ejercer un fortalecimiento considerable en cuanto a sus procesos de producción para poder responder de forma eficaz, a cada una de las exigencias inherentes al mercado mundial. En este contexto, las organizaciones vinculadas a la producción acuícola necesitan incorporar mecanismos que les permitan sostener niveles adecuados de productividad, estabilidad operativa y competitividad empresarial frente a escenarios comerciales cada vez más exigentes.

En tal sentido, la magnitud operativa de EXPALSA evidencia la necesidad de mantener procesos productivos altamente eficientes y técnicamente controlados dentro de sus operaciones acuícolas. De acuerdo con información corporativa oficial presentada por EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. en la feria internacional Conxemar 2025, la empresa exporta aproximadamente 18 millones de libras mensuales de camarón terminado, equivalentes a cerca de 450 contenedores enviados a distintos mercados internacionales (Expalsa Exportadora de Alimentos S.A., 2025). Asimismo, la organización mantiene operaciones integradas vinculadas a producción, procesamiento y exportación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), situación que incrementa la necesidad de fortalecer continuamente los mecanismos de supervisión, trazabilidad y control técnico dentro de las piscinas camaroneras destinadas a exportación internacional.

Por otra parte, es preciso mencionar que el sector camaronero ecuatoriano mantiene una participación estratégica dentro de la economía nacional debido a su capacidad exportadora y generación de divisas. Según la Cámara Nacional de Acuicultura (2022), Ecuador alcanzó

exportaciones aproximadas de 2.671,2 millones de libras de camarón durante el año 2024, generando ingresos superiores a USD 6.068 millones, consolidándose como el principal producto no petrolero de exportación del país (Forbes Ecuador, 2025). Estas cifras evidencian la magnitud operativa del sector y la necesidad de fortalecer permanentemente los procesos técnicos y productivos relacionados con el cultivo camaronero, especialmente aquellos vinculados al monitoreo operativo, control sanitario y eficiencia productiva dentro de las piscinas destinadas a exportación internacional.

Figura 1. Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales de Camarón



Nota. Tomado del reporte de exportaciones ecuatorianas emitida por la Cámara Nacional de Acuicultura (2022).

Entre 2010 y 2024, las exportaciones de camarón ecuatoriano han ido en aumento sostenido, según lo demuestra el gráfico, ya sea por volumen de libras exportadas o por ingresos en dólares. Se ha notado que el sector tuvo una expansión acelerada y gradual en los años recientes, llegando a exportar cerca de 2.671 millones de libras y a sobrepasar los USD \$6.068 millones en el año 2024, lo que afianzó al camarón como uno de los productos no petroleros más relevantes para la exportación ecuatoriana.

En esta misma línea argumental, el comportamiento del rango histórico analizado en esta investigación demuestra claramente que el sector ha experimentado un crecimiento no solamente en operaciones y en términos de producción, sino también en términos comerciales. Lo anterior, debido a un incremento sostenido en las exportaciones, que a la vez implica mayores exigencias en términos de trazabilidad, eficiencia productiva, sostenibilidad y de control técnico dentro de las empresas camaroneras. Estas circunstancias significan que las empresas que exportan necesitan consolidar sus procedimientos operativos de manera continua, con el objetivo de poder satisfacer la demanda global y a su vez, conservar condiciones competitivas en el mercado de la acuicultura.

El aumento hacia los años 2018 y 2022, que superó indiscutiblemente los niveles históricos anteriores de las exportaciones, es otro aspecto importante que se observa en el gráfico, de tal modo que se ratifica la expansión estructural de la industria camaronera en Ecuador. No obstante, se nota que, pese a que los volúmenes de exportación continúan siendo altos, los ingresos en dólares experimentan una ligera baja con respecto al máximo logrado en 2022, hecho que sucedió en los años 2023 y 2024. Este suceso podría tener relación con fluctuaciones en los precios internacionales y un aumento en la competencia dentro del mercado exportador.

En este contexto, el gráfico muestra que la industria camaronera necesita procesos cada vez más tecnificados y eficaces, sobre todo en las tareas relacionadas con la gestión de piscinas operativas, el monitoreo productivo y la administración de recursos acuícolas. Esto se debe a que cualquier inconveniente operativo puede tener un impacto económico considerable en compañías exportadoras de gran tamaño como EXPALSA.

Para la empresa, la extensión de sus operaciones productivas demuestra que es necesario conservar procedimientos eficientes desde el punto de vista técnico, para asegurar una sostenibilidad y continuidad operativa en el comercio exterior. De acuerdo con información

corporativa oficial proporcionada por EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. (2025), la empresa exporta aproximadamente 18 millones de libras mensuales de camarón, equivalentes a cerca de 450 contenedores destinados a mercados internacionales, situación que evidencia la importancia estratégica de fortalecer permanentemente sus operaciones productivas.

Sin embargo, dentro de las actividades desarrolladas en piscinas camaroneras persiste la necesidad de analizar alternativas que permitan optimizar el desempeño operativo de los procesos acuícolas. En el caso de EXPALSA, una de las principales necesidades operativas se relaciona con el fortalecimiento del monitoreo técnico de variables ambientales y productivas dentro de las piscinas camaroneras, especialmente aquellas vinculadas con temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad y calidad del agua. Aunque actualmente existen herramientas tecnológicas aplicables al sector acuícola, no se dispone de una evaluación específica que permita determinar qué tan viable resultaría implementar un sistema de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT (Internet de las cosas, conocida por sus siglas en inglés Internet of Things), basado en sensores digitales para supervisión automatizada de parámetros acuícolas, orientado al mejoramiento de la productividad dentro de las operaciones productivas de EXPALSA.

La ausencia de estudios aplicados sobre viabilidad técnica y financiera dificulta establecer con precisión si la incorporación de sistemas de monitoreo inteligente mediante sensores IoT generaría beneficios sostenibles para la empresa en términos de eficiencia operativa, optimización de recursos, reducción de variaciones ambientales y fortalecimiento competitivo dentro del mercado exportador. Asimismo, la inexistencia de análisis económicos relacionados con la implementación de tecnologías automatizadas de supervisión limita la posibilidad de identificar el impacto que dichos mecanismos tecnológicos podrían generar sobre el comportamiento productivo y financiero de la organización.

De conformidad con las menciones previas, surge la necesidad científica y empresarial de desarrollar una investigación orientada a evaluar viabilidad de una estrategia tecnológica basada en un sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y alimentación automatizada para las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., con el propósito de fortalecer la productividad, optimizar el control operativo y contribuir a la competitividad de la empresa en el mercado exportador internacional.

Descripción del Problema

La empresa EXPALSA, objeto de estudio, lleva a cabo sus operaciones de acuicultura enfocadas in producir y exportar camarón a nivel mundial. Este trabajo requiere alto grado de eficacia técnica in las piscinas camaroneras debido al tamaño de sus procesos productivos y al volumen comercial que sostiene en los mercados internacionales. De acuerdo con los datos financieros sectoriales que publicó la Corporación Financiera Nacional 2018, la compañía reportó ventas cercanas a los USD 372.1 millones, lo que le permitió situarse entre las compañías exportadoras más importantes del sector acuícola en Ecuador.

En la misma línea argumental, la información corporativa oficial presentada por EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., en la feria internacional Conxemar 2025, señala que la organización exporta aproximadamente 18 millones de libras mensuales de camarón terminado, equivalentes a cerca de 450 contenedores destinados a distintos mercados internacionales, manteniendo además presencia comercial en aproximadamente 40 países distribuidos en América, Europa y Asia (Expalsa Exportadora de Alimentos S.A., 2025).

Bajo este contexto operativo, las piscinas camaroneras requieren procesos permanentes de supervisión técnica relacionados con alimentación, monitoreo de parámetros físico-químicos del agua, oxigenación y control sanitario, debido a que dichas variables influyen directamente sobre el crecimiento, supervivencia y rendimiento productivo del camarón

destinado a exportación. Sin embargo, dentro de determinados procesos acuícolas persisten mecanismos de seguimiento convencional que limitan la capacidad de obtener información inmediata y continua sobre las condiciones operativas presentes en las piscinas, dificultando la detección oportuna de variaciones técnicas que pueden afectar el desempeño productivo.

Concretamente, las labores relacionadas con la nutrición y el control de las condiciones ambientales en los estanques son elementos cruciales en el sistema de producción acuícola. Cualquier variación en parámetros como la salinidad, el oxígeno disuelto, la temperatura o la dosificación del balanceado impacta directamente en el factor de conversión alimenticia, el desarrollo biológico del crustáceo y los costos operativos del ciclo. Supervisión constante restringe la mejora de los procesos productivos, privando a la compañía de instrumentos tecnológicos creados para fortalecer el control operativo en las unidades camaroneras.

Asimismo, considerando la dimensión exportadora y el nivel de competitividad que enfrenta actualmente Expalsa dentro del mercado internacional, resulta necesario analizar mecanismos de innovación tecnológica orientados específicamente a la automatización de alimentación y monitoreo técnico de piscinas camaroneras, debido a que estas herramientas podrían contribuir al fortalecimiento de la productividad, optimización de recursos y mejora de la eficiencia operativa dentro de los procesos acuícolas de la empresa.

Desde esta perspectiva, surge la necesidad de desarrollar una evaluación técnica y financiera que permita determinar viabilidad de una estrategia tecnológica basada en un sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y alimentación automatizada para las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., considerando su posible incidencia sobre el rendimiento productivo, sostenibilidad operativa y fortalecimiento competitivo dentro del mercado de exportaciones global.

Justificación

Justificación Práctica

La investigación posee utilidad práctica debido a que permitirá generar criterios de análisis aplicables al entorno operativo de EXPALSA, facilitando la evaluación de posibles alternativas orientadas al fortalecimiento de los procesos desarrollados dentro de las piscinas camaroneras. De igual manera, el estudio proporcionará información relevante para la toma de decisiones empresariales relacionadas con inversión, control operativo y administración de recursos utilizados durante las actividades de cultivo destinadas al mercado exportador.

Asimismo, la investigación proporcionará información relevante para la toma de decisiones empresariales, debido a que evaluará el impacto técnico y financiero derivado de la implementación de estrategias de innovación dentro de los procesos productivos de EXPALSA. Además, el análisis permitirá determinar si la incorporación de herramientas tecnológicas generaría beneficios relacionados con incremento de productividad, reducción de costos operativos, fortalecimiento competitivo y sostenibilidad empresarial dentro del mercado exportador.

Por otra parte, el estudio tendrá utilidad práctica para la empresa, ya que permitirá establecer criterios financieros relacionados con viabilidad de inversión, retorno económico y eficiencia operativa, facilitando la identificación de estrategias que contribuyan al fortalecimiento de las piscinas camaroneras destinadas a la exportación internacional.

Tabla 1. *Indicadores operativos y comerciales de EXPALSA dentro del mercado exportador camaronero*

Indicador Empresarial	Datos Corporativos EXPALSA
Exportación mensual aproximada	18 millones de libras
Contenedores exportados mensualmente	450 contenedores
Presencia comercial internacional	40 países
Año de fundación	1984
Número aproximado de trabajadores	2.019 empleados
Crecimiento de activos totales 2024	18,66%
Actividades empresariales	Producción, procesamiento y exportación
Certificaciones internacionales	HACCP, BRC, ASC e IFS

Nota.

EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. (2025)

De conformidad con la información expuesta en la tabla, evidencia la magnitud operativa y comercial que mantiene EXPALSA dentro del mercado exportador camaronero, reflejando niveles de producción y comercialización que requieren procesos técnicamente eficientes y sistemas permanentes de control operativo. En los registros de la organización se observa que la empresa envía al exterior cerca de 18 millones de libras de camarón cada mes, en donde esta cantidad es igual a 216 millones de libras cada año que se venden a otros países. Por el tamaño de esta producción, la actividad de cultivo en agua es extensa si se compara con otras empresas en Ecuador. La compañía mueve cerca de 450 contenedores mensualmente, y con esta frecuencia, el total es de 5.400 contenedores que salen del país cada año. Debido a estas cifras, la organización realiza tareas de transporte y de fabricación que tienen muchas partes relacionadas entre sí para mantener su comercio internacional.

De igual manera, la presencia de EXPALSA en aproximadamente 40 países demuestra el nivel de alcance comercial que mantiene la empresa dentro del mercado internacional, condición que incrementa las exigencias relacionadas con trazabilidad, inocuidad y estabilidad operativa de sus procesos productivos. A esto se suma una estructura organizacional cercana a 2.019 trabajadores y un crecimiento de activos totales equivalente al 18,66% durante el año

2024, indicadores que reflejan expansión empresarial y fortalecimiento operativo progresivo dentro de la industria acuícola.

Bajo este escenario, el comportamiento numérico de las operaciones evidencia que cualquier limitación relacionada con monitoreo ambiental, control sanitario, alimentación o supervisión técnica dentro de las piscinas camaroneras puede generar impactos significativos sobre los costos operativos, eficiencia productiva y sostenibilidad empresarial. En consecuencia, la dimensión estadística y operativa de EXPALSA justifica la necesidad de evaluar mecanismos de innovación tecnológica orientados al fortalecimiento del control técnico y optimización de procesos acuícolas dentro de sus actividades de exportación internacional.

Justificación Teórica

Desde el ámbito científico, la investigación permitirá ampliar el análisis académico relacionado con la aplicación de mecanismos técnicos dentro de empresas acuícolas orientadas a exportación, integrando elementos asociados al comportamiento operativo, evaluación económica y gestión de procesos de cultivo en un contexto empresarial específico. El estudio permitirá fortalecer el conocimiento científico relacionado con la implementación de estrategias de innovación aplicadas a piscinas camaroneras destinadas a la exportación internacional, considerando variables asociadas a eficiencia operativa, optimización de recursos y sostenibilidad empresarial.

La investigación es teóricamente importante in el caso específico de EXPALSA, ya que la compañía realiza operaciones de alta envergadura en el mercado exportador de camarón, lo cual requiere niveles altos de competitividad y productividad para satisfacer las necesidades internacionales. En esta línea argumental, incluir innovación tecnológica in los procesos de

cultivo es crucial para optimizar el rendimiento operativo de las piscinas camaroneras y mejorar la capacidad productiva de la organización.

Desde el punto de vista científico, es posible entender cómo las transformaciones operativas afectan la sostenibilidad funcional de las empresas que exportan al examinar los mecanismos técnicos utilizados en actividades acuícolas. En esta línea, Eras y Melean (2021), precisan que la tecnificación de los ecosistemas de producción camaronera posibilita mejorar los costos de operación y reforzar la competitividad de las empresas a través de instrumentos vinculados con el control técnico, monitoreo y automatización de procesos acuícolas. Los autores destacan que la implementación de innovación tecnológica contribuye significativamente a mejorar la eficiencia productiva y sostenibilidad operativa dentro de empresas exportadoras vinculadas al sector camaronero.

Seguidamente, se manifiesta que, en organizaciones con elevados volúmenes de producción acuícola, la necesidad de mantener condiciones estables durante el proceso de cultivo obliga a la implementación efectiva de mecanismos cualificados que faciliten el proceso de seguimiento técnico de las piscinas y reducir variaciones que puedan afectar el desarrollo del camarón destinado a exportación. Bajo esta lógica, la modernización de procesos contribuye a fortalecer la capacidad de respuesta empresarial frente a escenarios comerciales caracterizados por mayores exigencias sanitarias y operativas.

De igual manera, Pin et al. (2024) establecen que las capacidades dinámicas de innovación fortalecen el desempeño empresarial dentro del sector camaronero, debido a que permiten optimizar procesos internos, incrementar productividad y facilitar la adaptación organizacional frente a entornos altamente competitivos. Los autores señalan que las empresas vinculadas a actividades acuícolas requieren incorporar mecanismos de innovación que contribuyan al fortalecimiento operativo y a la generación de ventajas competitivas sostenibles dentro del mercado exportador.

Bajo esta línea teórica, la presente investigación permitirá ampliar el análisis científico relacionado con innovación tecnológica aplicada a piscinas camaroneras dentro de una empresa exportadora específica como EXPALSA, contribuyendo al desarrollo de estudios enfocados en productividad, eficiencia operativa y viabilidad financiera. Además, el análisis proporcionará bases teóricas vinculadas a la evaluación de las inversiones tecnológicas en la industria acuícola, teniendo en cuenta cómo estas pueden afectar la productividad y la capacidad de mantener una empresa.

Al final, la investigación cobra importancia teórica porque posibilitará incorporar saberes vinculados a innovación, productividad y evaluación financiera en un entorno empresarial auténtico. Esto reforzará el entendimiento científico acerca de la factibilidad de aplicar tácticas tecnológicas enfocadas en optimizar las operaciones de las piscinas camaroneras destinadas a la exportación global.

Justificación Metodológica

La investigación tiene justificación metodológica porque posibilitará la realización de un análisis aplicado, fundamentado en un caso empresarial particular, con el objetivo de analizar si es factible aplicar estrategias de innovación tecnológica en las piscinas camaroneras de la compañía EXPALSA. Con este propósito, se utilizarán técnicas e instrumentos de investigación para facilitar el análisis de variables vinculadas a la eficiencia operativa, la productividad y la viabilidad financiera.

Además, el análisis permitirá recolectar y examinar información técnica, operativa y financiera en relación con los procesos de producción de la compañía empleando instrumentos metodológicos dirigidos a evaluar inversiones y rentabilidad. Por lo tanto, se utilizarán indicadores financieros como el flujo de caja proyectado, la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual neto (VAN), y el rendimiento de inversión, para evaluar si es económicamente

viable poner en práctica estrategias de innovación tecnológica en las operaciones productivas de EXPALSA.

Además, la investigación servirá como referencia metodológica para futuros estudios relacionados con innovación y productividad en empresas acuícolas exportadoras, debido a que desarrolla un enfoque aplicado y específico orientado al análisis empresarial y financiero dentro del sector camaronero.

Preguntas de investigación

Pregunta general

¿Es viable técnica y financieramente implementar una estrategia de innovación tecnológica orientada al mejoramiento de la productividad en las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA destinadas a la exportación internacional?

Preguntas específicas

¿Cuál es la situación actual de los procesos productivos, operativos y tecnológicos de las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA en relación con la productividad y eficiencia operativa?

¿Cómo se comporta el mercado exportador camaronero frente a las exigencias de innovación, productividad y competitividad aplicables a la empresa EXPALSA?

¿Qué estrategia de innovación tecnológica puede diseñarse para mejorar la productividad en las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA?

¿Qué tan viable financieramente resulta la implementación de una estrategia de innovación tecnológica en las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA mediante indicadores de evaluación económica y rentabilidad?

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la viabilidad de una estrategia de innovación tecnológica para mejorar la productividad en las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA destinadas a la exportación internacional, mediante un análisis técnico, operativo y financiero.

Objetivo Específicos

Diagnosticar el estado actual de los procesos productivos y tecnológicos de las piscinas camaroneras de EXPALSA.

Analizar las exigencias de innovación y competitividad del mercado exportador camaronero aplicables a EXPALSA.

Diseñar una estrategia tecnológica orientada a mejorar la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA.

Evaluar la viabilidad financiera de la estrategia tecnológica mediante indicadores de rentabilidad y análisis económico.

Delimitación y Limitación del Problema

La presente investigación se delimita al análisis de viabilidad de una estrategia de innovación tecnológica aplicada específicamente a las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA, la cual se basa en un sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y alimentación automatizada para las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., para mejorar la productividad dentro de los procesos de cultivo destinados a la exportación internacional. En consecuencia, el estudio mantiene un enfoque empresarial y operativo centrado exclusivamente en el caso de estudio de la empresa, sin abordar análisis macroeconómicos ni generalizaciones relacionadas con todo el sector camaronero ecuatoriano.

La investigación analizará elementos vinculados al funcionamiento técnico de las piscinas camaroneras, especialmente aquellos relacionados con alimentación automatizada, monitoreo de parámetros físico-químicos del agua, control operativo y optimización de recursos productivos. Asimismo, el estudio evaluará la factibilidad económica asociada a la implementación de mecanismos tecnológicos orientados al fortalecimiento de la eficiencia operativa y productividad dentro de las actividades acuícolas de EXPALSA.

En cuanto a la delimitación espacial, la investigación se desarrollará tomando como referencia las operaciones productivas de la empresa EXPALSA dentro de sus actividades vinculadas a la producción camaronera destinada a la exportación internacional. Respecto a la delimitación temporal, el estudio analizará información correspondiente al período 2025-2026, considerando datos operativos, productivos y financieros relacionados con la evaluación del sistema automatizado de alimentación y monitoreo técnico aplicado a piscinas camaroneras.

Entre las principales limitaciones de la investigación se encuentra el acceso restringido a determinada información financiera y operativa interna de la empresa, debido al carácter confidencial de ciertos datos corporativos. Asimismo, el estudio se limitará al análisis de viabilidad técnica y financiera de la estrategia tecnológica, que consiste en un sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y alimentación automatizada para las piscinas camaroneras de EXPALSA, sin incluir evaluación de otras áreas administrativas, comerciales o logísticas de la organización.

Marco Teórico

El marco teórico constituye el fundamento científico que orienta el desarrollo de la presente investigación, debido a que permite analizar conceptual y técnicamente los elementos relacionados con innovación tecnológica, productividad acuícola, eficiencia operativa y viabilidad financiera dentro del contexto empresarial camaronero. En este sentido, el estudio se sustenta en postulados teóricos y antecedentes científicos vinculados a la implementación de sistemas automatizados de alimentación y monitoreo técnico aplicados a piscinas camaroneras destinadas a la exportación internacional, considerando su incidencia sobre el rendimiento productivo, optimización de recursos y fortalecimiento competitivo de la empresa EXPALSA.

En consecuencia, el abordaje teórico integra aportes relacionados con tecnificación de procesos acuícolas, automatización operativa y evaluación financiera de inversiones tecnológicas, permitiendo establecer fundamentos académicos orientados a comprender la relevancia estratégica que posee la incorporación de mecanismos tecnológicos dentro de empresas exportadoras del sector camaronero.

La Industria Camaronera

La industria camaronera comprende una de las actividades acuícolas de mayor trascendencia económica en la delimitación mundial, puesto que su aporte al comercio internacional, la generación de empleos y su margen de contribución a la seguridad alimentaria son incuestionables (Guevara et al., 2021). De tal modo, sus orígenes modernos se remontan a finales de la década de los años 1960, cuando países tales como Ecuador emprendieron el desarrollo de sistemas de cultivo en zonas costeras, beneficiándose de las condiciones favorables naturales para la producción, (Rimbaldo et al, 2024).

teniendo en cuenta lo expresado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura-FAO (1978), se argumenta que las primeras explotaciones camaroneras en el Ecuador surgieron Alrededor del año 1968, bajo esquemas extensivos que se caracterizaron por una intervención limitada en términos tecnológicos y a su vez, una alta dependencia de los factores ambientales. En forma posterior, la masificación sostenida de la demanda internacional intensificó la expansión del sector, de tal manera que se consolidó como una de las principales actividades exportadoras en el territorio ecuatoriano.

Con el pasar de las décadas, la industria camaronera evolucionó desde modelos clásicos hacia sistemas de producción mucho más tecnificados. en esta contextualización, la FAO (1993) Remarca que, mientras la expansión inicial sea asocio al aumento de la superficie cultivada, la creciente competencia mundial y las mayores exigencias y requisitos de calidad incentivar la integración de tecnologías enfocadas en el monitoreo, la bioseguridad, la alimentación y el control específico de variables ambientales, de tal modo que la innovación tecnológica se transformó en un factor fundamental de la competitividad del sector camaronero.

Tabla 1. Indicadores relevantes de la industria camaronera mundial

Indicador	Resultado
Producción mundial de camarón (2024)	5,88 millones de toneladas métricas
Participación de Ecuador, China, India, Vietnam e Indonesia	74% de la producción mundial
Producción de Ecuador (2023)	1,49 millones de toneladas métricas
Participación del camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	80% de la producción mundial
Incremento potencial de productividad mediante tecnificación	2 a 3 veces más producción
Granjas ecuatorianas con alimentadores automáticos y aireación	17%
Crecimiento proyectado del mercado europeo (2023-2033)	8,1% anual

Nota. Elaboración propia, adaptada de Redacción de Panorama Acuícola Magazine-PAM (2026).

Los indicadores previamente reflejados, permiten evidenciar la relevancia económica y productiva de la industria camaronera en la delimitación global. Según Panorama Acuícola

Magazine-PAM (2026), Se argumenta que la producción global alcanzó aproximadamente 5,88 millones de toneladas métricas durante el período del año 2024, de las cuales países como Ecuador, China, India, Vietnam e Indonesia concentraron un total del 74% de la oferta mundial. En la misma línea argumental, la productividad ecuatoriana cercano a un total de 1.49 millones de toneladas garantiza la verificación de la del posicionamiento estratégico del país dentro del mercado transnacional del camarón.

Desde un enfoque histórico, la evolución del sector camaronero permite evidenciar la transición de sistemas extensivos hacia la adopción de modelos que se caracterizan por una mayor precisión en términos tecnológicos. Aquí, la FAO (1993), afirma que el crecimiento inicial sucedió principalmente por la expansión de las áreas del cultivo; no obstante, los desafíos actuales se encaucen al incremento del factor de productividad por unidad de producción por intermedio de una gestión adecuada de los recursos, conjuntamente con la adopción de tecnologías innovadores. Teniendo en cuenta lo anterior, Piedrahita (2026), Especifica que la industria de los camarones ha experimentado una evolución desde métodos empíricos hacia sistemas que se sustentan en procesos de monitoreo continuo, automatizaciones y ejercicios analíticos de datos para el correcto proceso de la toma de decisiones.

Los datos expuestos también reflejan una oportunidad sustancial de mejora para el sector en el territorio ecuatoriano. Si bien la literatura especializada reporta que los sistemas tecnificados tienen la probabilidad de incrementar la productividad entre dos y tres veces más respecto a los sistemas convencionales, solamente el 17% de las granjas del Ecuador integran sistemas de alimentación automáticos y sistemas de aireación, (Panorama Acuícola Magazine-PAM, 2026). Es indispensable argumentar que esta brecha tecnológica manifiesta el potencial que existe para el fortalecimiento efectivo de la productividad por intermedio de la integración de la automatización, sensores inteligentes, procesos de monitoreo en tiempo real e internet de

las cosas (IOT). En tal sentido, Terreros (2025), confirma que estas tecnologías generan una contribución trascendental a la mejora de la eficiencia operativa, la consolidación del factor de competitividad y juntamente con la generación de ventajas sostenibles en los mercados mundiales.

En consecuencia, se puntualiza que la evolución histórica de la Industria camaronera y las tendencias contemporáneas de tecnificación facilitan la comprensión integral de que la innovación tecnológica comprende un elemento estratégico, el cual posibilita la respuesta a las crecientes exigencias y estándares de productividad, competitividad y sostenibilidad internacional. De acuerdo con ello, la implantación de estrategias tecnológicas en empresas exportadoras como EXPALSA, resulten fundamentales de modo que la evidencias clarifican que los sistemas automatizados de monitoreo y control tienen un amplio margen de probabilidad de afianzar la productividad, el desempeño empresarial, así como la eficiencia operativa.

Innovación tecnológica en el sector acuícola

La innovación tecnológica comprende los principales coeficientes que intensifican el proceso de transformación de la acuicultura contemporánea, al realizar optimizaciones en los procesos de cultivo, mejoramiento en la eficiencia operativa y también, el fortalecimiento de la sostenibilidad de los sistemas de producción organizacionales. En términos generales, implica la integración de herramientas, sistemas digitales, metodologías y conocimientos que se enfocan a materializar mejoras relevantes en el desempeño empresarial, (Kangning & Yubang, 2022). De acuerdo con lo anterior, la OCDE y Eurostat (2018), mencionan que la innovación requiere la implantación de procesos, productos y significa que generen a la aportación de valor y a su vez, contribuyan al rendimiento operacional de las empresas. En referencia al ámbito acuícola, su trascendencia ha incrementado como respuesta a la

intensificación sostenida de la demanda global de productos acuáticos, así como la necesidad de aumentar la productividad sin comprometer de ninguna manera la sostenibilidad ambiental.

La importancia de la innovación tecnológica ha sido remarcada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura- FAO (2024), en donde la acuicultura se consolidó por primera vez como aquella fuente mundial de producción de animales de origen acuático, superando explícitamente a la pesca extractiva. Durante el período concerniente del año 2022, la productividad mundial de pesca y acuicultura alcanzó un total de 223,2 millones de toneladas, de las cuales 130,9 millones correspondieron a la acuicultura, lo cual es un equivalente al 58,6% de la producción total. Estas cifras permiten clarificar el rol estratégico que desempeña la innovación tecnológica para garantizar el crecimiento sostenible del sector camaronero.

En referencia a la industria camaronera, la innovación tecnológica ha experimentado una evolución desde el proceso de mecanización de actividades específicas hacia sistemas integrados que unifican actividades de monitoreo, automatización y análisis de datos. contemporáneamente, las organizaciones más competitivas integran sensores inteligentes, Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia artificial, plataformas para la gestión de producción y sistemas automatizados de alimentación que mejoren el aprovechamiento efectivo de los recursos (Vásquez et al.,2022). Así también, la comisión económica para América Latina y el Caribe- CEPAL (2021), sostiene que la adopción e integración de tecnologías digitales es uno de los principales mecanismos que facilitan el incremento de la productividad, así como el fortalecimiento de la competitividad organizacional y a su vez, permite la transformación acertada de los sectores económicos en términos productivos, permitiendo una respuesta a las crecientes exigencias y estándares de calidad, sostenibilidad y trazabilidad que caracterizan los mercados internacionales contemporáneos.

Desde la óptica de la presente profundización, la innovación tecnológica constituye un eje sobre el cual se basa la estrategia propuesta para la empresa EXPALSA, tomando en cuenta que la integración de tecnologías aplicadas a las piscinas camaroneras persigue el aumento de la productividad, la optimización en la eficiencia de los procesos productivos que se relacionan al ejercicio exportador internacional y fortalecer el factor competitivo institucional.

Automatización de procesos productivos

La automatización de los procesos productivos implica el uso de equipos, sistemas y tecnologías que permiten realizar actividades operativas de manera controlada con escasa intervención humana a través de mecanismos programados para el control, la supervisión y la ejecución de acciones operativas (Sánchez y Castillo, 2022). En la actividad acuícola, la automatización tiene cada vez más importancia debido a la necesidad de optimizar el uso de los insumos, mejorar la realización de las operaciones y minimizar errores que provienen del manejo manual de los cultivos, (Amorim et al., 2023).

En cuanto a la camaronicultura se refiere, la automatización se aplica en actividades relacionadas principalmente con la alimentación, aireación, monitoreo ambiental, control de parámetros físico-químicos y gestión de la producción (Jara & Zamora, 2023). De acuerdo con Montaña (2025), estas tecnologías hacen posible el suministro de alimento en una cantidad adecuada, es decir, mantener unas condiciones adecuadas de oxigenación y detectar a tiempo variaciones que pueden afectar tanto el crecimiento como la supervivencia de los organismos cultivados. Así, las empresas pueden mejorar su eficiencia productiva y disminuir pérdidas tanto por la toma de decisiones tardías o a su vez, por la tenencia de información insuficiente.

La evidencia científica disponible respalda los beneficios de la automatización en sistemas camaroneros. Por esto, resulta acertado integrar las consideraciones expuestas por Cevallos (2023), al evaluar la eficiencia de sistemas automatizados de alimentación en cultivos de *Litopenaeus vannamei*, en donde resulta posible señalar que la automatización permite

mejorar la distribución del alimento y optimizar el control de los procesos productivos, contribuyendo al crecimiento y supervivencia de los organismos cultivados. Asimismo, la autora destaca que la implementación de alimentadores automáticos responde a la necesidad de incrementar la eficiencia operativa frente a escenarios productivos cada vez más exigentes.

Por otro lado, diversos estudios especializados en el sector dan cuenta de cómo los sistemas productivos tecnificados permiten alcanzar incrementos de productividad significativamente más altos en comparación con los modelos convencionales, incluso cuando la automatización se une al control permanente y a la gestión fundamentada en datos, en los que se puede optimizar el consumo de balanceado, uno de los costes que fundamentan el de producción camaronera, al tiempo que se mejoran los indicadores biológicos y productivos del cultivo. Para empresas exportadoras como EXPALSA, el aprovechamiento de sistemas automatizados puede ser una alternativa que les permita mejorar su eficiencia operativa, optimizando así sus recursos, además de responder mejor a las exigencias de competitividad del mercado internacional.

Internet de las Cosas (IoT) aplicado a la camaronicultura

El Internet de las Cosas (IoT) constituye una tecnología emergente basada en la interconexión de dispositivos físicos capaces de recopilar, transmitir y procesar información en tiempo real mediante redes de comunicación digitales (Gutiérrez et al., 2022). De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2023), este ecosistema representa el paso definitivo en la convergencia entre las tecnologías de la información y las economías globales, permitiendo que miles de millones de objetos cotidianos e industriales se vinculen a redes fijas y móviles para optimizar la automatización y la prestación de servicios gubernamentales y empresariales avanzados. Ahora, su aplicación en la acuicultura ha dado origen al concepto de acuicultura inteligente o *smart aquaculture*,

caracterizado por la utilización de sensores, plataformas de monitoreo y sistemas automatizados para gestionar de manera más eficiente los procesos productivos.

La principal aportación del IoT en la camaronicultura es la posibilidad de realizar un seguimiento en tiempo real de variables críticas para la producción, como temperatura, oxígeno disuelto, pH, turbidez, salinidad y calidad del agua. Usando diferentes tipos de sensores colocados en las piscinas de camarones, los productores obtienen información en tiempo real acerca del comportamiento del ambiente de producción, para lo cual pueden tomar decisiones rápidas y fundamentadas en eventos que demandan esto, como por ejemplo en situaciones de riesgo operativo o sanitario, (Fuentes & Ramírez,2024).

Por consiguiente, y considerando a Nasrun et al. (2022), estos desarrollaron un sistema automatizado de acuicultura inteligente basado en IoT para la producción camaronera en Brunei, demostrando que la integración de sensores, automatización y análisis de datos facilita el monitoreo continuo de las condiciones ambientales y contribuye significativamente a mejorar la productividad de los cultivos. Por lo tanto, se verifica que la acuicultura de precisión basada en tecnologías IoT representa una estrategia válida para elevar la productividad y mejorar la gestión de los estanques para el cultivo de camarones. Asimismo, investigaciones recientes en el ámbito de la acuicultura inteligente manifiestan que la sinergia de sensores, plataformas de datos y algoritmos de análisis, permite supervisar las variables críticas, generando alertas para evitar pérdidas productivas, (Cuenca et al,2025).

La relevancia de estas tecnologías está íntimamente relacionada con el crecimiento de la acuicultura mundial. Según el informe de la FAO (2024), esta actividad va a seguir creciendo en las próximas décadas para satisfacer la creciente demanda de alimentos acuáticos, lo que requerirá de los mismos niveles de eficiencia, de control y de sostenibilidad. En este sentido, el IoT surge como uno de los principales recursos tecnológicos para hacer frente a la llamada transformación digital de la acuicultura.

Por lo tanto, la inclusión de tecnologías IoT en las piscinas camaroneras que tiene EXPALSA sería una solución con potencialidad para facilitar el monitoreo productivo, impulsa el factor de eficiencia en el proceso de toma de decisiones y mejorar el grado de productividad, ya que la incorporación de dicha tecnología en una estrategia de innovación tecnológica contribuiría a obtener información de manera continua sobre el comportamiento del cultivo, reduciría la incertidumbre operativa y permitiría ofrecer una mejor gestión de los recursos productivos.

Acuicultura de precisión como estrategia de innovación tecnológica

La acuicultura de precisión constituye una de las principales manifestaciones de la innovación tecnológica aplicada a los sistemas productivos acuícolas modernos. Su desarrollo responde a la necesidad de incrementar la productividad, optimizar el uso de recursos y mejorar la sostenibilidad de las explotaciones frente al crecimiento continuo de la demanda mundial de productos acuáticos (Sánchez et al., 2021). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2024), durante 2022 la producción mundial de animales acuáticos alcanzó aproximadamente 185 millones de toneladas, de las cuales 94,4 millones de toneladas correspondieron a la acuicultura, representando por primera vez más del 51% de la producción mundial de organismos acuáticos destinados al consumo humano. Este comportamiento evidencia que el crecimiento futuro del sector dependerá cada vez más de la incorporación de tecnologías que permitan producir mayores volúmenes con niveles superiores de eficiencia y control productivo.

En este contexto, la acuicultura de precisión surge como un modelo de gestión basado en la recopilación y análisis continuo de datos provenientes de sensores, plataformas digitales, sistemas automatizados e infraestructura inteligente. De acuerdo con Mustapha et al. (2021), la convergencia entre Internet de las Cosas (IoT), computación en la nube e inteligencia artificial está transformando la forma en que se gestionan los cultivos acuícolas, permitiendo

monitorear variables críticas en tiempo real y reducir los niveles de incertidumbre asociados a la producción. Los autores destacan que la integración de estas tecnologías favorece una toma de decisiones más precisa y eficiente, particularmente en aspectos relacionados con alimentación, calidad del agua, crecimiento de los organismos y control sanitario.

Es importante pronunciar que, uno de los elementos más importantes de la acuicultura de precisión es el monitoreo continuo de las condiciones ambientales. En vista de lo dicho por Prapti et al. (2022), se entiende que los sistemas IoT permiten el monitoreo continuo de parámetros como oxígeno disuelto, temperatura, pH, salinidad y turbidez, que son variables que afectan directamente el rendimiento productivo de los cultivos.

Ahora, Si se considera que el alimento representa normalmente entre el 50% y el 70% de los costos operativos totales en la producción camaronera, se puede inferir que las decisiones erróneas de alimentación o de calidad del agua podrían generar pérdidas económicas considerables, por lo que el monitoreo supone una consideración muy importante; por tanto, se ratifica que la información en tiempo real permite una mejor administración de los recursos y una reducción del desperdicio a lo largo del proceso de producción, (Lecado & Lozada, 2022).

Se destaca que la digitalización de los procesos de producción contribuye a mejorar los indicadores de rentabilidad y eficiencia. Teniendo en cuenta lo expresa por Yadav et al. (2023), se dice que los sistemas de acuicultura inteligente permiten la automatización de actividades relacionadas con la alimentación, el monitoreo ambiental y la gestión operativa, reduciendo la dependencia de la realización de procesos manuales y mejorando la capacidad de respuesta ante eventos desfavorables. En la misma línea, Biazi y Marques (2023), indican que la incorporación de tecnologías ligadas a la Industria 4.0 permite la incorporación de sensores, plataformas de análisis y herramientas automatizadas en el ecosistema de producción, lo que garantiza un control integral sobre las operaciones y de manera simultánea, incrementar la eficiencia de los cultivos acuícolas.

La relevancia económica de estas tecnologías se refleja en la creciente adopción de herramientas digitales dentro del sector. Acto seguido, se estima lo especificado por los investigadores León et al. (2025), los cuales identificaron que tecnologías como sistemas de recirculación, biofloc, monitoreo remoto, automatización e inteligencia artificial se están utilizando de manera paulatina en distintos países productores, esto, en función de su contribución sobre los coeficientes concernientes a la productividad y sostenibilidad de las explotaciones acuícolas. Los autores sostienen que la innovación tecnológica ha dejado de representar una ventaja opcional para convertirse en un factor estratégico de competitividad, especialmente en industrias orientadas a mercados internacionales que demandan mayores estándares de eficiencia, trazabilidad y sostenibilidad.

Por otra parte, Georgopoulos et al. (2023), señalizan que la inteligencia artificial que se aplica a los sistemas productivos proporciona la posibilidad de procesar grandes lotes de información, los cuales proviene de sensores y dispositivos que se hallan plenamente interconectados, facilitando modelos predictivos capaces de anticipar variaciones en las condiciones de cultivo. Esta capacidad predictiva resulta particularmente relevante en la camaronicultura moderna, donde pequeñas fluctuaciones en parámetros ambientales pueden afectar significativamente la supervivencia, crecimiento y productividad de las piscinas.

Ahora, su aplicabilidad resulta interesante para empresas exportadoras como EXPALSA, debido a que permite un mejor control de los procesos productivos, mejora la eficiencia operativa y permite un incremento de los niveles de productividad que se requieren para competir en mercados internacionales cada vez más exigentes. En consecuencia, la acuicultura de precisión constituye una de las expresiones más avanzadas de la innovación tecnológica contemporánea y un referente fundamental para el diseño de estrategias orientadas al mejoramiento productivo del sector camaronero.

Marco Conceptual

Acuicultura

La acuicultura es la actividad productiva orientada al cultivo, reproducción y aprovechamiento controlado de organismos acuáticos en ambientes marinos, estuarinos o continentales, mediante la aplicación de técnicas de manejo que permiten regular las condiciones de crecimiento, alimentación y sanidad de las especies cultivadas. Esta actividad comprende la producción de peces, crustáceos, moluscos y algas con fines alimentarios, comerciales e industriales.

Asimismo, la acuicultura se caracteriza por la intervención humana en las diferentes etapas del ciclo productivo, incluyendo la reproducción, alimentación, protección y cosecha de los organismos cultivados. De acuerdo con Ranjan et al. (2026), esta actividad se diferencia de la pesca extractiva porque implica el manejo planificado de las especies acuáticas bajo condiciones controladas, con el propósito de optimizar su crecimiento y garantizar una producción constante destinada al consumo, la comercialización o la exportación.

Complementariamente, y según Cueva (2024), la acuicultura es una actividad económica y productiva basada en la crianza y cultivo de organismos acuáticos bajo condiciones controladas, con la finalidad de obtener productos destinados al consumo humano, la comercialización o la industrialización. Esta actividad comprende el aprovechamiento planificado de recursos hidrobiológicos mediante técnicas que permiten su reproducción, desarrollo y crecimiento en ambientes acuáticos gestionados por el ser humano, constituyéndose en una alternativa productiva de creciente importancia para el abastecimiento de alimentos y el desarrollo económico de diversos países.

Camaronicultura

La camaronicultura es una actividad especializada de la acuicultura dedicada al cultivo controlado de camarones en piscinas o estanques diseñados para proporcionar condiciones

adecuadas de crecimiento y supervivencia. Este sistema productivo integra procesos de preparación de piscinas, siembra de postlarvas, alimentación, monitoreo de parámetros físico-químicos, manejo sanitario y cosecha, con el propósito de obtener altos niveles de rendimiento productivo y calidad comercial. En este sentido, Maldonado et al. (2023), señalan que la camaronicultura constituye una actividad productiva estratégica que requiere procesos de intensificación sostenible para mejorar la productividad y garantizar la viabilidad económica y ambiental de las explotaciones acuícolas.

Asimismo, la evolución de la camaronicultura ha estado acompañada por la incorporación progresiva de tecnologías orientadas a mejorar la eficiencia operativa y la sostenibilidad de los cultivos. De acuerdo con Díaz y Ortiz (2024), la modernización de los sistemas acuícolas mediante prácticas de gestión sostenible y aprovechamiento eficiente de recursos contribuye al fortalecimiento de la competitividad y al desarrollo sostenible del sector productivo.

Innovación tecnológica

La innovación tecnológica se refiere al proceso mediante el cual las organizaciones incorporan nuevas tecnologías, herramientas, sistemas o conocimientos con la finalidad de mejorar significativamente sus procesos productivos, operativos y de gestión. Su implementación permite optimizar el uso de los recursos, aumentar el rendimiento de las actividades realizadas y fortalecer la capacidad competitiva de las empresas frente a las exigencias de mercados cada vez más cambiantes. Chalapud (2023) sostiene que la innovación tecnológica es un elemento clave para transformar la producción, porque facilita el desarrollo de soluciones que optimizan el rendimiento de las organizaciones y permiten reaccionar más eficazmente a los cambios tecnológicos y económicos.

En el ámbito de la acuicultura, la innovación tecnológica se expresa mediante la adopción de plataformas para la vigilancia a distancia, sensores inteligentes, sistemas

automatizados, tecnologías para el control operativo y métodos de análisis de datos; Todos estos elementos contribuyen a mejorar la gestión de los cultivos. Según Navas et al. (2022), la innovación tecnológica genera avances significativos en la competitividad y productividad de las organizaciones al posibilitar la automatización de procesos, permitir la toma de decisiones con base en información en tiempo real y garantizar el uso eficiente de los recursos existentes. Desde esta perspectiva, la innovación tecnológica es un elemento clave para mejorar la sostenibilidad y la eficiencia operativa de las empresas camaroneras que buscan modernizar sus sistemas de producción mediante soluciones tecnológicas orientadas al control y monitoreo de sus operaciones productivas.

Productividad

La productividad comprende un indicador que proporciona medir la efectividad con que la organización utiliza los recursos para producir bienes o prestar servicios, estableciendo una relación entre las salidas de la producción y los insumos usados en el proceso. Su análisis contribuye a la evaluación del desempeño de la organización porque nos permite determinar si existe un mayor aprovechamiento de los factores mano de obra, tecnología, infraestructura, insumos y capital. Precisamente, los autores Guamangate y Velasco (2024) señalan que la productividad es un tema básico para el desarrollo de las empresas, pues destaca la habilidad que tienen las organizaciones para optimizar recursos, mejorar la eficiencia de la productividad y mejorar la competitividad en el mercado.

En las actividades acuícolas, la productividad está relacionada a factores como el crecimiento de los organismos, la supervivencia, la conversión alimentaria, el rendimiento por unidad de superficie, la eficiencia del uso de los recursos disponibles, etc. Al respecto, Díaz y Ortiz (2024) argumentan que el fortalecimiento de la productividad dentro de los sistemas productivos depende de la adopción de estrategias que permiten la sostenibilidad, la innovación y la optimización de los procesos productivos. Desde esta perspectiva, la incorporación de

tecnologías de monitoreo y automatización permite mejorar el control de las condiciones de cultivo, favoreciendo una utilización más eficiente de los recursos y un mejor desempeño productivo dentro de las empresas camaroneras.

Piscina camaronera

La piscina camaronera constituye la unidad física de producción donde se desarrolla el cultivo controlado de camarones bajo condiciones específicas de manejo técnico, sanitario y ambiental. Estas estructuras permiten ejecutar actividades relacionadas con la preparación del cultivo, siembra de postlarvas, alimentación, control de parámetros físico-químicos y cosecha, siendo consideradas el principal espacio operativo dentro de los sistemas de producción camaronera. En este sentido, Eras y Meleán (2021) señalan que las piscinas forman parte esencial del ecosistema productivo del cultivo de camarón, debido a que en ellas se concentran los procesos fundamentales que determinan el rendimiento y desarrollo de la producción.

Actualmente, las piscinas camaroneras incorporan tecnologías orientadas a mejorar el monitoreo y control de las condiciones del cultivo. Al respecto, Molina y Molina (2022) sostienen que la implementación de sistemas basados en sensores y redes de monitoreo permite supervisar en tiempo real parámetros ambientales y de calidad del agua, facilitando la toma de decisiones técnicas y contribuyendo al mejoramiento de la eficiencia operativa y productiva de las explotaciones camaroneras.

Exportación camaronera

La exportación camaronera corresponde al proceso de comercialización internacional del camarón cultivado hacia mercados extranjeros, cumpliendo requisitos relacionados con calidad, inocuidad, trazabilidad y sostenibilidad productiva. Esta actividad representa uno de los principales motores económicos de la industria camaronera ecuatoriana debido a su aporte en generación de divisas, creación de empleo y fortalecimiento del comercio exterior. En este sentido, Alonso et al. (2024), remarcan que las exportaciones camaroneras comprenden un pilar

estratégico para la economía ecuatoriana, debido a su contribución al crecimiento económico y a la diversificación de los mercados internacionales del país.

Asimismo, el posicionamiento internacional del camarón ecuatoriano depende cada vez más de la capacidad del sector para responder a exigencias relacionadas con calidad, sostenibilidad, trazabilidad y eficiencia productiva. Al respecto, Gallegos et al. (2025), manifiestan que la incorporación de certificaciones, tecnologías avanzadas y procesos orientados al valor agregado contribuye a fortalecer la competitividad exportadora del sector camarero, facilitando su acceso y permanencia en mercados altamente exigentes como la Unión Europea.

Estrategia de Innovación

La estrategia de innovación comprende el conjunto de decisiones, acciones y lineamientos que una organización implementa para promover la generación, adopción y aplicación de nuevas ideas, tecnologías, procesos o métodos de gestión orientados a crear valor y mejorar su desempeño. Su propósito consiste en fortalecer la capacidad de adaptación empresarial frente a los cambios del entorno, impulsando mejoras continuas que contribuyan al crecimiento, sostenibilidad y posicionamiento competitivo de la organización. En este sentido, Alarcón Vásquez, Leal Paredes y Flores Pérez (2021) señalan que las estrategias de innovación constituyen herramientas fundamentales para alcanzar el éxito empresarial, debido a que permiten transformar procesos, desarrollar nuevas capacidades organizacionales y generar ventajas competitivas sostenibles.

Desde una perspectiva organizacional, la estrategia de innovación facilita la incorporación planificada de conocimientos, tecnologías y prácticas orientadas al mejoramiento de los procesos productivos y operativos. Al respecto, Otero et al. (2021), señalan que la gestión de la innovación favorece el desarrollo empresarial al fortalecer la capacidad de respuesta de las organizaciones frente a las exigencias del mercado y promover

una cultura de mejora continua. Bajo esta perspectiva, una estrategia de innovación permite identificar oportunidades de modernización tecnológica que contribuyan a optimizar la eficiencia operativa, incrementar la productividad y fortalecer la competitividad de las empresas camaroneras orientadas a mercados internacionales.

Marco Referencial

Referentes Empíricos

A continuación, se presenta el estudio internacional llevado a cabo por Vásquez y Párraga (2025) en Ecuador, disponible en el repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana, el cual tuvo como objetivo principal la automatización de los procesos de monitoreo y control del oxígeno disuelto con aireadores en piscinas camaroneras, con la finalidad de mejorar las condiciones ambientales del cultivo y, a su vez, contribuir a mejorar la eficiencia en la producción acuícola.

Metodológicamente el trabajo de investigación adoptó un diseño mixto, incorporando tanto el análisis cuantitativo de los niveles de oxigenación y del consumo energético, como la evaluación cualitativa de la experiencia técnica de los operadores; el trabajo se desarrolló en una piscina camaronera de aproximadamente 18 hectáreas de extensión localizadas en la región de Churute, Ecuador.

Entre los resultados destaca el significativo control de la oxigenación y reducción del consumo energético, reportándose incrementos en los niveles de oxígeno disuelto en un orden de magnitud de aproximadamente 25,34 %, además de una disminución en la intervención manual para el monitoreo de las concentraciones de oxígeno disuelto y las labores de aireación; los autores concluyeron que la automatización tecnológica puede ser comprendida como una alternativa válida para generar incrementos en la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción camaronera.

El presente antecedente aporta a esta investigación, ya que demuestra cómo la incorporación de tecnologías de automatización y monitoreo puede contribuir a generar mejoras en la eficiencia de las actividades operativas y el control de variables críticas del cultivo, aportando evidencias científicas que refuerzan el análisis de una estrategia de innovación tecnológica asociada a mejorar la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA, la cual se fundamenta en un sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y alimentación automatizada para las piscinas camaroneras, con el objetivo de mejorar la productividad dentro de los procesos de cultivo que se destinan a la exportación

Por otro lado, se considera el estudio desarrollado por Borbor (2023), en donde este estudio tuvo como objetivo implementar un sistema automatizado para el monitoreo de la calidad del agua y el control de la alimentación en piscinas camaroneras a través de tecnologías IoT, permitiendo la supervisión remota de las variables del cultivo en tiempo real.

La investigación tuvo un carácter metodológico-tecnológico, aplicando una orientación experimental a través del diseño, la implementación y la validación del prototipo de un alimentador automático asociado a un sistema de sensores, un sistema de comunicaciones en la nube y una plataforma de monitoreo remoto, evaluando el funcionamiento del prototipo en el contexto acuícola.

Los datos revelaron que la incorporación de la tecnología IoT fortalecía el monitoreo continuo de la calidad del agua, lograba optimizar la distribución del alimento y facilitaba el acceso a la información productiva de manera remota y en tiempo real. También se concluyó que la automatización de los procesos acuícolas constituye una alternativa válida para mejorar la eficiencia en la operación y en la gestión de la tecnología actual en las piscinas camaroneras.

Por lo tanto, este antecedente contribuye a la presente porque aporta evidencia científica de la aplicación de la tecnología IoT, de los sistemas de monitoreo de forma remota y de la automatización de la alimentación en el ámbito de la producción camaronera, y son los

elementos que justifican el análisis y factibilidad de la estrategia tecnológica que persigue este proyecto, la cual se relaciona a la implementación de un sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y alimentación automatizada para las piscinas de camarones de la empresa EXPALSA.

Asimismo, se incluye el estudio internacional que realizó Daud et al. (2022) en Brunei, publicado en la 11th International Conference on Software and Computer Applications (ICSCA), la cual tuvo como objetivo diseñar e implementar un sistema de acuicultura inteligente basado en tecnología de Internet of Things (IoT) para la mejora de la producción de camarón mediante el monitoreo continuado de variables críticas y la automatización de los procesos operativos de los estanques.

En cuanto a su metodología, este estudio adoptó un enfoque cuantitativo con una dirección tecnológica aplicada mediante el diseño, implementación y evaluación de un sistema automatizado que integró sensores IoT, plataformas de análisis de datos e instrumentos de comunicación para la monitorización continua de las condiciones del cultivo y la automatización de las tareas operativas.

Los resultados mostraron que la inserción de sensores inteligentes, sistemas automatizados y plataformas de análisis de datos mejoró notablemente la capacidad de monitoreo y control de las dada las variables productivas, facilitando de esta forma una gestión más adecuada de los recursos e implementando la respuesta cuando se presentaban cambios de condiciones del cultivo. Se concluye que la acuicultura de precisión a partir de tecnologías IoT es una alternativa válida para aumentar la productividad y aumentar la eficiencia operativa de las granjas de camarón.

Finalizando, este referente comprende un aporte notable para esta profundización, puesto que contribuye con evidencias científicas específicas sobre la aplicación de tecnologías IoT, así como el monitoreo inteligente y la automatización en sistemas de producción en el

sector de la acuicultura y como afecta a los indicadores de productividad y eficiencia organizacionales. Lo anterior se interrelaciona perfectamente con la estrategia tecnológica que persigue esta investigación, la cual se relaciona a la aplicación de un sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y alimentación automatizada para las piscinas de camarones de la empresa EXPALSA.

Por otro lado, se incorpora el estudio de Peña Castro (2022), realizado en Colombia, el cual tuvo como fin analizar la implementación de tecnologías emergentes en los sistemas de producción de acuicultura para optimizar la eficiencia operativa, robustecer el monitoreo de las condiciones ambientales y ayudar en la mejora de la productividad con tecnologías innovadoras.

En cuanto a la metodología aplicada, esta investigación implementó un enfoque cuantitativo y no experimental, sustentado por el análisis de tecnologías aplicadas en acuicultura, como es el caso de sistemas de AI, sensores inteligentes, biosensores, drones y plataformas de monitoreo que evaluaron la aportación al robustecimiento de la gestión productiva y la toma de decisiones.

Los resultados evidenciaron que la incorporación de estas tecnologías mejora el monitoreo continuo de las variables ambientales, optimiza el control de los procesos productivos, favorece la toma de decisiones basada en datos y contribuye a incrementar la eficiencia operativa y la competitividad de las explotaciones acuícolas. El autor concluyó que la adopción de tecnologías innovadoras constituye una estrategia viable para fortalecer la productividad y promover el desarrollo sostenible del sector.

Finalizando, resulta posible inferir que este aporte científico contribuye al presente ejercicio investigativo, en la medida que proporciona fundamentos teóricos consolidados sobre el uso de tecnologías inteligentes para actividades de monitoreo, control y gestión de los sistemas acuícolas para impulsar el coeficiente del desarrollo sostenible en la delimitación

empresarial. En consecuencia, se permite ver que la implantación un sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y alimentación automatizada para las piscinas de camarones de la empresa EXPALSA, es un accionamiento estratégico notable para potenciar la inserción de tecnología avanzada que facilite la ejecución de procesos de supervisión y control en el segmento camaronero de la nación ecuatoriana

Por último, se presenta la investigación desarrollada por Valdez (2025), en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Dicha investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre la innovación tecnológica y el crecimiento empresarial en las empresas del sector camaronero ecuatoriano, analizando la incidencia de la inversión en maquinaria, equipamiento tecnológico y variables financieras en el desempeño económico de las organizaciones.

Por consiguiente, el apartado metodológico de este proyecto integró un enfoque de carácter cuantitativo mediante un diseño no experimental de corte transversal. El análisis se sustentó en información financiera de empresas camaroneras registradas en la Superintendencia de Compañías, a partir de los modelos de regresión lineal múltiple y herramientas estadísticos de análisis para identificar el efecto de la innovación tecnológica sobre el crecimiento empresarial.

Los resultados pusieron de manifiesto que la innovación tecnológica está correlacionada, de forma positiva y con un nivel de significancia estadística, con el crecimiento de las empresas del sector, lo que supone que la inversión en tecnologías productivas tiende a incrementar la eficiencia operativa, mejora la competitividad y optimiza la actuación económica. También, el estudio constató que la utilización de herramientas como sistemas de automoción, sensores inteligentes, Internet de las Cosas (IoT), Big Data y demás tecnologías para la intervención, ayuda a aumentar la capacidad que tienen las empresas del sector para responder a las exigencias de los mercados internacionales.

Los resultados de esta investigación servirán como base fundamental para la presente tesis, ya que muestran evidencias empíricas de los beneficios económicos que se derivan de la innovación tecnológica en el sector camaronero ecuatoriano. En este sentido, el estudio apoya en el análisis de la viabilidad de una estrategia tecnológica para EXPALSA, mostrando que la implementación de soluciones innovadoras puede contribuir a un incremento de la productividad, de la rentabilidad empresarial y de la competitividad organizacional en un entorno operativo caracterizado por la necesidad de adquirir nuevas herramientas, instrumentos y procesos automatizados para garantizar un posicionamiento perdurable en el sector agroindustrial.

Identificación de Variables

La presente investigación se enmarca en el estudio de la relación entre la estrategia de innovación digital para la implementación de un sistema integrado de monitoreo inteligente a través de tecnología IoT y alimentación automatizada con la finalidad de impulsar productividad en piscinas camaroneras para la exportación internacional.

En este sentido, la variable independiente corresponde a la estrategia de innovación, la cual se entiende como un conjunto de acciones, decisiones y mecanismos afines a la implementación de mejoras tecnológicas, operativas y de gestión en los procesos productivos de la firma; mientras que la variable dependiente hace referencia a la productividad en piscina camaronera, la cual hace mención al nivel de eficiencia que se logra al momento de utilizar recursos humanos, tecnológicos y operativos para lograr resultados productivos en el cultivo del camarón.

En el presente estudio se examina la estrategia de innovación según la viabilidad de implementar soluciones que busquen optimizar los procedimientos implementados en las piscinas de camarones EXPALSA, tomando en cuenta aspectos relacionados con la

modernización tecnológica, el control operativo, la mejora continua y la eficiencia productiva respectivamente.

Por otro lado, la productividad se evalúa como el resultado esperado de dichas mejoras, reflejándose en la capacidad de las piscinas para alcanzar un uso más eficiente de los recursos disponibles, fortalecer el desempeño operativo y contribuir al cumplimiento de los estándares exigidos por los mercados internacionales de exportación.

Tabla 2. *Identificación de variables del estudio*

Nombre de la Variable	Clasificación	Indicador general
Estrategia de innovación tecnológica	Independiente	Implementación de mejoras tecnológicas, operativas y de gestión
Productividad de las piscinas camaroneras destinadas a la exportación internacional	Dependiente	Eficiencia productiva en el uso de recursos y desempeño operativo

Nota. Elaboración propia.

Relación de Variables

La vinculación existente entre las variables del estudio se basa en el supuesto de que la implementación de una estrategia innovadora puede ayudar a mejorar la productividad de las piscinas camaroneras de exportación. Desde este punto de vista, la incorporación de los resultados de la innovación tecnológica, de los cambios en los procesos de la empresa y de los mecanismos de mejora de los procesos permiten potenciar la gestión de la eficiencia en la gestión de los recursos productivos de las actividades de cultivo y de producción.

La estrategia de innovación comprende la variable independiente de la investigación, porque la definida como el conjunto de acciones que persiguen introducir mejoras a los procesos que se llevan a cabo dentro de la organización. Su aplicabilidad tiene que ver con la modernización de cada una de las operaciones, la optimización del uso de los recursos y el fortalecimiento de las capacidades productivas mediante la utilización de herramientas, de tecnologías y de técnicas que potencialicen la eficiencia en términos operativos. A su vez la productividad en piscina camaronera se relaciona con la variable dependiente, la cual clarifica

específicamente los resultados obtenidos a partir de la utilización de los recursos implementados en el proceso de cultivo.

En el caso específico de EXPALSA, esta relación adquiere especial relevancia debido a que la productividad de las piscinas camaroneras se encuentra estrechamente vinculada con la capacidad de la empresa para implementar mejoras que contribuyan a optimizar sus operaciones. En este sentido, una estrategia de innovación adecuadamente estructurada puede generar condiciones favorables para fortalecer el control de los procesos productivos, mejorar el aprovechamiento de los recursos técnicos y operativos, e incrementar la eficiencia de las actividades desarrolladas en las unidades de cultivo.

Por consiguiente, se plantea que la aplicación de estrategias de innovación puede constituir un factor determinante para el mejoramiento de la productividad y el fortalecimiento de la competitividad de la empresa dentro del mercado internacional del camarón

Metodología

Enfoque de la Investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto con énfasis en el enfoque cuantitativo, puesto que se integran procedimientos de análisis cualitativo y cuantitativo para evaluar la viabilidad de una estrategia de innovación tecnológica orientada al mejoramiento de la productividad en las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2023), el enfoque mixto integra procedimientos cuantitativos y cualitativos dentro de un mismo proceso investigativo, permitiendo obtener una comprensión más amplia y profunda del fenómeno objeto de estudio mediante la combinación de datos numéricos y análisis interpretativos.

Desde la perspectiva cuantitativa, el estudio considera el análisis de información operativa, productiva y financiera relacionada con el funcionamiento de las piscinas camaroneras, permitiendo evaluar variables asociadas al rendimiento productivo, eficiencia operativa, costos de implementación y factibilidad económica de la estrategia tecnológica propuesta. Para ello, se emplearán herramientas de evaluación financiera como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Retorno sobre la Inversión (ROI) y el análisis de flujos de caja proyectados, con la finalidad de determinar la conveniencia económica de la propuesta de innovación.

De forma complementaria, el componente cualitativo proporcionará analizar la información documental relacionada con las tendencias de innovación tecnológica aplicadas a la industria camaronera, así como las características operativas de los procesos productivos desarrollados por EXPALSA. Este análisis facilitará la comprensión de las necesidades de modernización tecnológica y de los factores que influyen en la productividad de las piscinas camaroneras destinadas a la exportación internacional.

En consecuencia, la integración de ambos enfoques permitirá obtener una visión integral del problema de investigación, articulando el análisis técnico y operativo con la evaluación financiera de la estrategia propuesta, lo que contribuirá a fundamentar de manera objetiva la viabilidad de su implementación dentro del contexto productivo de la empresa EXPALSA.

Tipo de Investigación

La presente investigación se enmarca en una investigación aplicada, debido a que se orienta a la generación de una solución práctica frente a una necesidad específica identificada dentro de la empresa EXPALSA, relacionada con el mejoramiento de la productividad en las piscinas camaroneras destinadas a la exportación internacional. Según el propósito del estudio, no se busca únicamente ampliar el conocimiento teórico sobre innovación tecnológica y

productividad acuícola, sino utilizar dicho conocimiento para analizar la viabilidad de una estrategia tecnológica que contribuya a optimizar los procesos productivos y fortalecer el desempeño operativo de la organización.

En función de las apreciaciones hechas por Arias (2021), se puede entender que la investigación aplicada se orienta a la utilización del conocimiento científico para contribuir a la solución de problemas específicos presentes en contextos determinados, mediante el desarrollo de propuestas o alternativas fundamentadas técnicamente.

Desde este enfoque, la investigación aplicada resalta por utilizar conocimientos científicos existentes para resolver problemas concretos presentes en contextos organizacionales determinados. En el caso de la presente tesis, los fundamentos teóricos relacionados con innovación tecnológica, automatización de procesos, Internet de las Cosas (IoT), acuicultura de precisión y evaluación financiera de inversiones constituyen la base para diseñar una propuesta orientada a mejorar la eficiencia operativa y la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA.

Asimismo, el estudio adopta un alcance descriptivo, debido a que permite caracterizar y analizar la situación actual de los procesos productivos, operativos y tecnológicos vinculados a las piscinas camaroneras de la empresa. Este nivel de investigación facilita la identificación de las condiciones existentes dentro del sistema productivo, así como el análisis de los factores que inciden en la productividad y eficiencia operativa, proporcionando información relevante para la formulación de la estrategia tecnológica propuesta.

De manera complementaria, la investigación incorpora un alcance propositivo, puesto que no se limita únicamente a describir una realidad empresarial determinada, sino que plantea una alternativa de solución sustentada en criterios técnicos, operativos y financieros. En este sentido, el estudio contempla el diseño de una estrategia de innovación tecnológica basada en sistemas automatizados de alimentación y monitoreo técnico, orientada a fortalecer el

rendimiento productivo de las piscinas camaroneras y responder a las exigencias de competitividad presentes en el mercado exportador.

Finalmente, la investigación se desarrolla bajo la modalidad de estudio de caso, tomando como unidad de análisis a la empresa EXPALSA. Esta modalidad metodológica permite examinar de manera específica las características, necesidades y condiciones operativas de la organización, facilitando una evaluación contextualizada de la estrategia propuesta y de su viabilidad dentro de un entorno empresarial real. En consecuencia, la combinación de investigación aplicada, descriptiva, propositiva y estudio de caso resulta coherente con el objetivo general del estudio, debido a que permite diagnosticar una situación concreta, formular una propuesta de mejora y evaluar su factibilidad técnica y financiera dentro del contexto productivo de la empresa objeto de estudio.

Diseño de la Investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un diseño no experimental, debido a que no contempla la manipulación deliberada de las variables objeto de estudio ni la implementación real de la estrategia tecnológica dentro de las operaciones productivas de la empresa EXPALSA. Por el contrario, el análisis se fundamenta en la observación, recopilación y evaluación de información técnica, operativa y financiera relacionada con los procesos productivos de las piscinas camaroneras, con el propósito de determinar la viabilidad de una propuesta de innovación tecnológica orientada al mejoramiento de la productividad.

En concordancia con lo dicho por Hernández y Mendoza (2018), los diseños no experimentales se caracterizan por estudiar los fenómenos en su contexto natural, sin intervenir sobre las variables investigadas, permitiendo analizar situaciones existentes y comprender sus características, comportamiento y posibles implicaciones dentro de un entorno determinado. Bajo esta perspectiva, la investigación analiza las condiciones actuales de operación de las piscinas camaroneras de EXPALSA, así como los requerimientos técnicos y económicos asociados a la incorporación de sistemas automatizados de alimentación y monitoreo.

Asimismo, el estudio presenta un diseño transeccional o transversal, debido a que la información será analizada en un período específico de tiempo, considerando datos operativos, productivos y financieros correspondientes al período de estudio definido para la investigación. Este enfoque permite evaluar la situación actual de la organización y estimar el comportamiento esperado de la propuesta tecnológica sin requerir un seguimiento longitudinal de los resultados a través de varios períodos.

De igual manera, la investigación adopta la modalidad de estudio de caso, tomando como unidad de análisis a la empresa EXPALSA. Esta modalidad resulta pertinente porque permite examinar de manera específica las características operativas, productivas y tecnológicas de una organización concreta, facilitando la formulación de una propuesta

ajustada a sus necesidades y condiciones particulares. En consecuencia, el estudio se orienta al análisis detallado de un contexto empresarial real, buscando determinar la factibilidad técnica y financiera de una estrategia de innovación tecnológica aplicada a las piscinas camaroneras destinadas a la exportación internacional.

Por tanto, el diseño no experimental, transversal y de estudio de caso proporciona una estructura metodológica coherente con el propósito de la investigación, ya que permite diagnosticar la situación actual de la empresa, analizar información relevante para la toma de decisiones y evaluar la viabilidad de una propuesta tecnológica sin alterar las condiciones naturales bajo las cuales se desarrollan las actividades productivas de EXPALSA.

Método de la Investigación

La presente investigación se apoya en el método analítico, debido a que permite examinar de manera detallada los elementos que intervienen en los procesos productivos y tecnológicos de las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA. La aplicación de este método facilita la descomposición del fenómeno de estudio en sus principales componentes, tales como las condiciones operativas actuales, los procesos de alimentación, el monitoreo técnico, los factores asociados a la productividad y los requerimientos tecnológicos necesarios para fortalecer el desempeño productivo de la organización.

En vista de las percepciones de Arias (2021), resulta posible inferir que el método analítico tiene que ver con la disgregación de un fenómeno en sus partes constitutivas, con la intencionalidad de comprender su estructura, funcionamiento y relaciones internas. En la presente investigación, este método permitirá identificar los factores que influyen en la productividad de las piscinas camaroneras y analizar las condiciones técnicas y operativas que justifican la formulación de una estrategia de innovación tecnológica orientada al mejoramiento productivo.

Análogamente, se emplea el método deductivo, debido a que la investigación parte de fundamentos teóricos y conocimientos científicos relacionados con innovación tecnológica, automatización de procesos, Internet de las Cosas (IoT), acuicultura de precisión y evaluación financiera de inversiones, para posteriormente analizar su aplicación dentro del contexto específico de la empresa EXPALSA. La utilización de este método permitirá trasladar conceptos y criterios técnicos ampliamente desarrollados en la literatura científica hacia el análisis de una realidad empresarial concreta, facilitando la formulación de conclusiones sustentadas en referentes teóricos previamente establecidos.

Por otra parte, la investigación incorpora el método documental, puesto que una parte fundamental del estudio se sustenta en la recopilación, revisión y análisis de información proveniente de artículos científicos, documentos técnicos, informes sectoriales, normativa aplicable, estudios especializados y registros empresariales relacionados con la actividad camaronera y la innovación tecnológica. La aplicación de este método permitirá construir el fundamento teórico de la investigación, contextualizar la problemática estudiada y obtener información relevante para sustentar el análisis de viabilidad de la propuesta tecnológica.

Población

La población de estudio está conformada por la información técnica, operativa y financiera relacionada con los procesos productivos de las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA, considerada como unidad de análisis dentro de la presente investigación. Dicha información comprende registros institucionales, reportes operativos, documentación técnica, indicadores productivos, información financiera asociada a la inversión tecnológica y documentos relacionados con el funcionamiento de los sistemas de producción camaronera destinados a la exportación internacional.

En armonización con lo dicho por Hernández y Mendoza (2018), la población es un conjunto de elementos, unidades o fuentes de información, las cuales tienen las características

necesarias para proporcionar datos relacionados con el fenómeno, esto es, con el objeto de estudio. En función de esta definición, la población de la presente investigación se encuentra constituida por la totalidad de la información disponible vinculada a los procesos productivos y tecnológicos de EXPALSA que permita analizar la viabilidad de una estrategia de innovación orientada al mejoramiento de la productividad.

Asimismo, debido a que la investigación se desarrolla bajo la modalidad de estudio de caso, la población se circunscribe exclusivamente al contexto organizacional de EXPALSA, considerando como fuentes de análisis la documentación institucional, información financiera, registros operativos y antecedentes técnicos relacionados con las actividades desarrolladas en las piscinas camaroneras objeto de estudio.

Muestra

En este apartado, y tomando en consideración la naturaleza aplicada y el alcance específico de la investigación, no se realizará un proceso de muestreo probabilístico, debido a que el estudio se concentra en el análisis integral de la información disponible correspondiente al caso de estudio seleccionado. En consecuencia, se empleará una muestra no probabilística por criterio o intencional, conformada por aquellos documentos que proporcionen información pertinente para el cumplimiento de los objetivos de investigación.

Por consiguiente, la muestra estará integrada por la documentación técnica relacionada con los procesos productivos de las piscinas camaroneras, información operativa referente a los sistemas de alimentación y monitoreo utilizados por la empresa, registros financieros necesarios para la evaluación económica de la propuesta tecnológica, así como literatura científica y documentación que permita contextualizar el análisis de innovación tecnológica dentro de la industria camaronera.

Considerando lo mencionado por Arias (2021), el muestreo intencional consiste en la selección deliberada de unidades de análisis que poseen características relevantes para el

desarrollo del estudio. Bajo esta perspectiva, la selección de la muestra responde a criterios de pertinencia, disponibilidad y utilidad para el análisis técnico, operativo y financiero requerido en la evaluación de viabilidad de la estrategia tecnológica propuesta para EXPALSA.

Por lo tanto, la unidad de estudio correspondiente a esta investigación es la empresa EXPALSA, la cual se considera como el caso de análisis de la presente profundización. Por consiguiente, se expresa claramente que no se contempla la participación de personas como fuentes primarias de información por ya sea por entrevistas, grupos focales o encuestas, ya que los datos que se requieren para el cumplimiento de los objetivos investigativos provienen de documentación técnica, operativa y financiera de la empresa en cuestión, complementándose con literatura de carácter científico y documentos especializados sobre innovación tecnológica en el contexto de la Industria camaronera.

De este modo, la muestra seleccionada proporciona la información acertada y suficiente para el diagnóstico del estado actual de los procesos tanto productivos como tecnológicos de la organización, el análisis de las exigencias de innovación del sector exportador, el diseño de la estrategia tecnológica propuesta y finalmente, la evaluación de la viabilidad financiera, de tal manera que se garantice satisfactoriamente la correspondencia entre la unidad de estudio, la muestra seleccionada así como el enfoque metodológico adoptado en esta actividad investigativa.

Técnicas de recolección de información

Se argumenta que la presente investigación empleará la revisión documental como principal técnica de recolección de información, debido a que permite obtener, organizar y analizar información relevante relacionada con innovación tecnológica, productividad acuícola, automatización de procesos, sistemas de monitoreo inteligente y evaluación financiera de inversiones aplicadas al sector camaronero. Esta técnica facilitará la recopilación de información científica, técnica y sectorial proveniente de artículos académicos, documentos

especializados, informes institucionales, normativa aplicable y publicaciones relacionadas con la actividad acuícola y exportadora.

En cuanto a la revisión documental se refiere, esta constituye una técnica orientada a la obtención sistemática de información a partir de fuentes escritas, digitales o audiovisuales previamente elaboradas, permitiendo fundamentar teóricamente una investigación y sustentar el análisis del fenómeno estudiado (Arias, 2021). En la presente investigación, esta técnica permitirá construir el marco teórico, identificar tendencias tecnológicas aplicables a la industria camaronera y sustentar técnicamente la propuesta de innovación orientada al mejoramiento de la productividad en las piscinas camaroneras de EXPALSA.

Asimismo, se utilizará la revisión y análisis de registros empresariales, debido a que el estudio requiere examinar información operativa, productiva y financiera relacionada con el funcionamiento de las piscinas camaroneras objeto de análisis. Esta técnica permitirá recopilar información referente a procesos productivos, utilización de recursos, condiciones operativas, requerimientos tecnológicos, costos estimados de implementación e indicadores financieros necesarios para evaluar la viabilidad de la estrategia tecnológica propuesta.

De igual manera, se aplicará la técnica de análisis de información financiera, orientada a recopilar y procesar datos económicos relacionados con la inversión requerida para la implementación de la estrategia tecnológica. La información obtenida permitirá elaborar proyecciones financieras y determinar la factibilidad económica de la propuesta mediante indicadores como Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Retorno sobre la Inversión (ROI) y análisis de flujos de caja proyectados. Esta técnica resulta fundamental para cumplir el objetivo específico relacionado con la evaluación de la viabilidad financiera de la estrategia de innovación tecnológica.

Teniendo en cuenta las menciones previamente descritas, las técnicas de revisión documental y el análisis de información financiera, permitirán obtener información suficiente,

pertinente y confiable para diagnosticar la situación actual de EXPALSA, diseñar una estrategia tecnológica orientada al fortalecimiento de la productividad y determinar su viabilidad dentro del contexto operativo y financiero de la organización.

Instrumentos de recolección de Datos

En esta sección, se señala que los instrumentos de recolección de datos fueron escogidos según las técnicas empleadas para conseguir información pertinente para la investigación y los objetivos concretos propuestos en el estudio. Su objetivo es facilitar la recolección, organización, sistematización y análisis de información técnica, operativa, sectorial y financiera que se necesita para examinar la factibilidad de una estrategia de innovación tecnológica enfocada en optimizar el rendimiento productivo en las piscinas camaroneras de la compañía EXPALSA.

Para lograr el objetivo vinculado con la evaluación de las demandas de competitividad e innovación del mercado exportador de camarones, se utilizará una matriz para analizar información técnica y sectorial. Esta herramienta permitirá recopilar, organizar y resumir datos obtenidos de artículos científicos, informes sectoriales, documentos técnicos, publicaciones sobre innovación tecnológica, automatización de procesos acuícolas y productividad y competitividad en la industria camaronera. El empleo de este instrumento ayudará a detectar tendencias tecnológicas, necesidades de modernización y prácticas innovadoras que se pueden aplicar al entorno productivo de EXPALSA. Además, brindará elementos técnicos para la elaboración de la estrategia sugerida.

También se empleará una matriz de diagnóstico operativo y tecnológico para el desarrollo del diagnóstico de los procesos productivos y tecnológicos de la compañía, con el objetivo de estructurar la información vinculada a las condiciones presentes en términos de operación de las piscinas camaroneras. Este instrumento posibilitará la sistematización de datos relacionados con los procesos de monitoreo técnico, control operativo, uso de recursos y

alimentación, entre otros elementos que se relacionan con el rendimiento productivo de las unidades de cultivo. Los datos recopilados hasta octubre de 2023 se utilizarán para detectar las limitaciones, fortalezas y oportunidades de mejora en los procesos productivos vigentes, lo que sentará las bases para la formulación de la estrategia tecnológica propuesta en el estudio.

Asimismo, se utilizará una matriz de evaluación financiera para cumplir con el objetivo de examinar la viabilidad financiera de la estrategia tecnológica. Esta matriz está diseñada para recolectar y estructurar los datos económicos necesarios para analizar si la propuesta es factible. Este instrumento se utilizará para documentar información vinculada con requerimientos tecnológicos, costos estimados de operación, costos de inversión, ahorros potenciales, beneficios esperados y otras variables financieras que son necesarias para llevar a cabo la evaluación económica. La información sistematizada mediante esta matriz permitirá la aplicación de indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Retorno sobre la Inversión (ROI) y el análisis de flujos de caja proyectados, proporcionando criterios objetivos para determinar la conveniencia económica de implementar la estrategia tecnológica propuesta.

En consecuencia, los instrumentos seleccionados guardan relación directa con los objetivos específicos de la investigación y permiten obtener información pertinente para diagnosticar la situación actual de EXPALSA, analizar las exigencias de innovación presentes en el sector camaronero exportador, diseñar una estrategia tecnológica ajustada a las necesidades de la organización y evaluar su viabilidad financiera, garantizando la coherencia metodológica del estudio y el cumplimiento de los resultados esperados.

Por lo tanto, los instrumentos seleccionados están directamente relacionados con los objetivos específicos de la investigación y facilitan la obtención de datos pertinentes para determinar el estado actual de EXPALSA; realizar un ejercicio analítico referido a las exigencias de innovación presentes en el sector exportador de camarones; la elaboración de

una estrategia tecnológica adaptada a las necesidades de la organización y la evaluación de la viabilidad financiera, garantizando así la coherencia metodológica del estudio y el respeto de los resultados previstos.

Análisis de Datos

Teniendo en cuenta lo expresado por Hernández y Mendoza (2023), el proceso de análisis de datos comprende una fase totalmente fundamental en el desarrollo presente del proceso investigativo, en la medida que la información que se recopila por intermedio de las técnicas e instrumentos seleccionados es completamente organizado, procesada y finalmente, interpretada con el objetivo de responder claramente al problema central de investigación, así como el alcance satisfactorio de cada uno de los objetivos planteados de forma preliminar. En armonía con las argumentaciones previas, es posible argumentar que el análisis de datos en el presente estudio, implica el grupo de procedimientos por los cuales la información que se recopiló a través de la aplicación de técnicas investigativas, organizando, valorando e interpretando con el propósito de dar cumplimiento efectivo a los objetivos que se han propuesto. Para tales fines, se implementarán procedimientos analíticos concordantes con la naturaleza de la información recabada durante el ejercicio profundizador, de tal manera que se garanticen la coherencia integral entre los datos, la ejecución metodológica y los resultados esperados.

En referencia al primer objetivo específico, el cual se enfoca en la realización de un diagnóstico cerca del estado actual de los procesos productivos y tecnológicos de las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA, así cómo la información recolectada por medio de la revisión documental y la matriz diagnóstica operativa y tecnológica, la cual se someterá a un análisis descriptivo de naturaleza técnica. Por tanto, se argumenta que este procedimiento facilitará la revisión de las condiciones existentes en las operaciones vinculadas con el monitoreo de variables tanto físicas como químicas, así como el control y el uso de los recursos

productivos, con la intencionalidad de identificar cada una de las fortalezas, las limitaciones juntamente con las oportunidades que contribuyan y sean aquella base de desarrollo para la propuesta tecnológica.

De acuerdo con el segundo objetivo específico, el cual se focaliza en el análisis de las exigencias de la innovación y la competitividad del mercado camaronero exportador aplicable a la empresa es EXPALSA, se ejecutó un análisis documental de clase comparativa e interpretativo en base a la información recolectada de artículos científicos, documentos, informes y publicaciones especializadas y relacionadas con el objeto del presente estudio. De tal manera, se especifica que estos procedimientos garantizarán la correcta identificación de tendencias tecnológicas, así como los requerimientos de competitividad y las prácticas de Innovación aplicadas en la industria camaronera, determinando aquellos elementos que sean concordantes con la contextualización operativa de la organización.

Para la realización del tercer objetivo específico, el cual se interrelaciona con el diseño de una estrategia tecnológica focalizada a la mejora y optimización de la productividad de las piscinas camaroneras de la exportadora EXPALSA, se efectuó un análisis integrador de los datos que se recolectaron en el desarrollo de los objetivos previamente referenciados. De tal modo, en este procedimiento se articularon los resultados recabados en el diagnóstico interno con las exigencias determinadas en el entorno sectorial organizacional, lo cual permitió la estructuración de la propuesta tecnológica plenamente armónica con cada una de las necesidades funcionales y operativas de la empresa, la cual se sustentó en criterios de carácter técnico y enfocados a la consolidación del factor de productividad empresarial.

En relación con el objetivo específico 4, el cual hace alusión a la evaluación de la viabilidad financiera de la estrategia tecnológica propuesta en este documento, la información económica recolectada se someterá a un proceso de análisis financiero por medio de la aplicabilidad de indicadores de evaluación en términos de inversión, en donde este proceso

permitió la examinación de Los costos de implementación, los beneficios esperados conjuntamente con los flujos de caja proyectados, haciendo uso de herramientas tales como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Retorno sobre la Inversión (ROI), Con el objetivo de determinar la conveniencia financiera y económica de aplicar la estrategia en las piscinas camaroneras del exportadora EXPALSA.

Definitivamente, es posible comentar que los procedimientos analíticos descritos en esta sección proporcionarán la transformación de la información captada en evidencias técnicas y financieras sustanciales, enfocado en el cumplimiento de los objetivos específicos fundados en esta profundización y a su vez, garantizando la consistencia metodológica de este estudio y el establecimiento de fundamentos claros que permitan la construcción de conclusiones y recomendaciones que generen un aporte tangible.

Análisis e Interpretación de Resultados

Diagnóstico el estado actual de los procesos productivos y tecnológicos de las piscinas camaroneras de Expalsa Exportadora de Alimentos S.A.

El proceso productivo desarrollado en las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. constituye la etapa fundamental de la cadena de valor de la organización, debido a que en esta fase se ejecutan las actividades técnicas que determinan el crecimiento, supervivencia, rendimiento y calidad del camarón destinado a los mercados de exportación. La empresa opera bajo un modelo de integración vertical, mediante el cual articula las fases de producción larvaria, cultivo, procesamiento industrial y comercialización internacional, permitiendo mantener un control permanente sobre las operaciones y asegurar el cumplimiento de los estándares de inocuidad, sostenibilidad y trazabilidad exigidos por los mercados internacionales.

Desde el ámbito operativo, el proceso productivo para producir camarones incluye una secuencia de actividades técnicas estructuradas que empiezan con la preparación y acondicionamiento de las piscinas, siguen con la siembra de postlarvas, alimento balanceado alimentado bajo un programa de racionamiento, el seguimiento constante de las características físico-químicas del agua, el seguimiento del desarrollo biológico del cultivo, el control sanitario y concluye con la cosecha y el envío del producto a la planta de procesamiento. El adecuado ajuste de las actividades resulta capaz de determinar los niveles de rendimiento, produciendo de esta forma una disminución en las pérdidas operativas y ayudando a mantener la situación que lleva a obtener un producto competitivo con respecto al resto del mercado internacional.

De acuerdo con la información institucional de EXPALSA y del Grupo Almar, la gestión práctica de las piscinas camaroneras se lleva a cabo con procedimientos normalizados,

que además se encuentran respaldados por sistemas de gestión de calidad, protocolos de bioseguridad y sistemas de trazabilidad que permiten registrar y controlar las fases del proceso productivo. Al mismo tiempo la empresa mantiene certificados internacionales en relación con la inocuidad alimentaria, la sostenibilidad, la responsabilidad social y las buenas prácticas de producción acuícola, lo que pone de manifiesto una estructura de la empresa orientada a garantizar la calidad y el cumplimiento de los requisitos establecidos por los principales mercados a los que se les exporta.

En esta línea argumental, la eficiencia del proceso de producción está determinada por el control periódico de las variables críticas que inciden en el cultivo, como son la calidad del agua, las condiciones ambientales, la alimentación, el crecimiento de los organismos y el control sanitario. La gestión acertada de estos elementos determina una estrategia para reducir riesgos productivos, aprovechar los recursos de manera eficiente y lograr la competitividad ante un entorno internacional con mayor exigencia en aspectos relacionados con la productividad, la sostenibilidad y la innovación tecnológica.

Teniendo en cuenta esta caracterización, el proceso de producción de los estanques de camarones es el principal contexto para determinar las posibilidades de optimización tecnológica, ya que agrupa las actividades en las que la automatización, El monitoreo y estudio de datos en tiempo real puede tener un impacto relevante en la eficiencia operativa y la productividad. Por tanto, el diagnóstico que se desarrollará en los siguientes apartados tiene como objetivo examinar la situación actual en la que se realizan estos procesos, con el fin de sustentar la propuesta de innovación tecnológica que consiste sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y alimentación automatizada, para la mejora de la productividad de las piscinas camaroneras de la empresa EXPALSA.

Figura 2. Flujograma del proceso productivo de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

PREPARACIÓN DE PISCINAS



Nota. Elaboración propia con base en la información institucional de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. (2026), Grupo Almar (2024) y Sustainable Shrimp Partnership (2024).

Tal y como se evidencia en el gráfico anterior, El flujograma general del proceso de producción, que se realizó en las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., ilustra la secuencia operativa desde la preparación y el acondicionamiento de los estanques hasta el traslado de los camarones a la planta procesadora. Cada una de estas fases es un eslabón interdependiente en el sistema productivo, lo que significa que la eficiencia alcanzada en una etapa afecta el rendimiento de las actividades posteriores y, por ende, los niveles de productividad logrados a lo largo del ciclo agrícola.

Desde un punto de vista operativo, el proceso incluye acciones relacionadas con la preparación del entorno para el cultivo, la siembra respectiva de larvas, la alimentación programada, monitoreo de variables fisicoquímicas del agua, monitoreo sanitario, seguimiento

del crecimiento orgánico y cosecha. La ejecución coordinada de estas tareas permite mantener las condiciones óptimas para el crecimiento del cultivo, garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad y reducir los peligros asociados con cambios en el entorno o fallos operativos que pueden perjudicar la productividad.

El análisis del flujograma también permite identificar que las etapas de monitoreo, control y registro de información constituyen puntos críticos dentro del proceso productivo, debido a que proporcionan los datos necesarios para la toma de decisiones técnicas durante el ciclo de producción. En este contexto, la disponibilidad de información oportuna y confiable adquiere un papel estratégico para optimizar la gestión operativa, fortalecer la capacidad de respuesta ante desviaciones del proceso y contribuir al mejoramiento continuo de la productividad de las piscinas camaroneras.

Con base en esta caracterización, el flujograma no solo representa la secuencia de actividades desarrolladas por EXPALSA, sino que también permite reconocer las etapas del proceso donde la incorporación de herramientas de monitoreo inteligente, automatización y gestión de datos puede generar mayores oportunidades de mejora, aspecto que será analizado de manera específica en el diagnóstico de los procesos productivos y tecnológicos desarrollado en los apartados siguientes.

Diagnóstico de los procesos productivos de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

El diagnóstico de los procedimientos productivos de las piscinas de camarones EXPALSA, se llevó a cabo mediante el análisis de la información institucional existente y las pruebas obtenidas durante la investigación. El propósito era determinar si había oportunidades para mejorar, que pudieran ser reforzadas mediante la introducción de estrategias innovadoras desde el punto de vista tecnológico, y así identificar las condiciones operativas que definen al sistema productivo. Este estudio se enfoca en las acciones que tienen un impacto directo sobre

la productividad de los cultivos, teniendo en cuenta factores como el seguimiento de las condiciones de producción, la trazabilidad, el control operativo y la observancia de las regulaciones internacionales.

La revisión de la documentación institucional evidencia que la empresa desarrolla sus operaciones bajo un modelo de producción estandarizado, en el cual las actividades de preparación de piscinas, siembra, alimentación, monitoreo, control sanitario y cosecha se ejecutan mediante procedimientos previamente establecidos y articulados con sistemas de gestión orientados a garantizar la calidad del producto y el cumplimiento de los requisitos exigidos por los mercados internacionales. Este esquema operativo favorece la uniformidad de los procesos y permite mantener mecanismos de seguimiento durante las diferentes etapas del cultivo.

Asimismo, se identificó que la gestión de las piscinas camaroneras se sustenta en procedimientos de monitoreo continuo de variables que influyen sobre el desempeño del cultivo, complementados con sistemas de trazabilidad y protocolos de bioseguridad que permiten registrar la evolución de los procesos productivos y facilitar el control de las operaciones. Estas prácticas constituyen una fortaleza para la organización, debido a que favorecen la gestión de la calidad y el cumplimiento de las certificaciones internacionales que respaldan su actividad exportadora.

No obstante, el análisis realizado también evidencia que la creciente exigencia de los mercados internacionales y la acelerada incorporación de tecnologías digitales en la acuicultura demandan procesos de monitoreo cada vez más automatizados, mayor integración de la información operativa y herramientas que permitan fortalecer la toma de decisiones basada en datos generados en tiempo real. En este contexto, el diagnóstico realizado permite identificar la necesidad de evaluar alternativas tecnológicas que complementen los mecanismos de control

existentes y contribuyan a incrementar la eficiencia operativa y la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA.

Tabla 3. Matriz diagnóstica de los procesos productivos de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

Etapa del proceso productivo	Evidencia técnica identificada	Parámetros e indicadores operativos	Diagnóstico técnico	Oportunidad de mejora
Preparación y acondicionamiento de piscinas	La preparación contempla el secado natural del fondo de la piscina durante un periodo aproximado de 10 a 15 días, seguido del encalado con carbonato de calcio o cal viva en dosis entre 500 y 1000 kg/ha para regular el pH del suelo y reducir la presencia de agentes patógenos.	Secado: 10–15 días. Encalado: 500–1000 kg/ha.	El acondicionamiento previo constituye una etapa crítica para garantizar condiciones sanitarias y ambientales adecuadas antes del inicio del cultivo.	Digitalizar el registro histórico de las actividades de preparación y acondicionamiento de cada piscina.
Llenado y maduración del agua	El ingreso del agua se realiza mediante sistemas de filtración de 250 a 500 micras para impedir el acceso de organismos no deseados; posteriormente se efectúa la fertilización para estimular el desarrollo de microalgas.	Filtración: 250–500 μ m.	El proceso busca estabilizar las condiciones físico-químicas del agua antes de la siembra de postlarvas.	Incorporar monitoreo continuo de la calidad del agua desde el inicio del ciclo productivo.
Siembra y aclimatación de postlarvas	La aclimatación considera el ajuste gradual entre las condiciones del agua de transporte y las de la piscina, procurando que la variación de temperatura no supere 1 °C cada 20 minutos.	Variación máxima: 1 °C/20 minutos.	El cumplimiento del protocolo disminuye el estrés fisiológico y favorece la adaptación inicial del cultivo.	Automatizar el registro de los parámetros de aclimatación para fortalecer la trazabilidad técnica.
Alimentación del cultivo	La alimentación se controla mediante platos de	Revisión del consumo: 2 y 3 horas	El seguimiento permanente permite reducir desperdicios	Fortalecer el proceso mediante herramientas

Etapas del proceso productivo	Evidencia técnica identificada	Parámetros e indicadores operativos	Diagnóstico técnico	Oportunidad de mejora
Monitoreo de la calidad del agua	alimentación que permiten verificar el consumo dos y tres horas después de suministrada la ración, ajustando diariamente la cantidad de alimento.	posteriores a la alimentación.	y optimizar el uso del balanceado, principal costo operativo del cultivo.	tecnológicas que automaticen la dosificación en función de las condiciones del cultivo.
	El monitoreo se desarrolla mediante bitácoras técnicas donde se registran diariamente variables críticas del cultivo, utilizando equipos especializados de medición.	Oxígeno disuelto: >4,0 mg/L. Activación de aireadores: <2,5 mg/L. Temperatura: 26–31 °C. pH: 7,5–8,3. Amoníaco (NH ₃): <0,01 mg/L.	El control periódico de los parámetros físico-químicos constituye la principal herramienta para prevenir riesgos productivos y mantener condiciones adecuadas para el crecimiento del camarón.	Integrar sensores IoT que permitan monitoreo continuo y generación automática de alertas para fortalecer la toma de decisiones.
	Los procedimientos operativos se desarrollan bajo protocolos de bioseguridad alineados con estándares internacionales, incorporando controles de acceso, desinfección y medidas preventivas frente a enfermedades.	Aplicación de protocolos BAP y procedimientos de bioseguridad.	La gestión sanitaria reduce la probabilidad de enfermedades y favorece la continuidad del ciclo productivo.	Integrar registros digitales para consolidar el historial sanitario de cada piscina.
Trazabilidad y sostenibilidad del cultivo	La producción incorpora sistemas de trazabilidad y lineamientos de sostenibilidad que incluyen el registro del origen de las postlarvas, del alimento balanceado y el cumplimiento de protocolos ambientales	Registro del origen de insumos y cumplimiento de protocolos SSP.	La trazabilidad fortalece la transparencia del proceso productivo y facilita el cumplimiento de los requisitos de los mercados internacionales.	Consolidar una plataforma integrada que centralice la información técnica generada durante todo el ciclo de cultivo.

Etapas del proceso productivo	Evidencia técnica identificada	Parámetros e indicadores operativos	Diagnóstico técnico	Oportunidad de mejora
	orientados a la exportación.			

Nota. Elaboración propia, con base en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1977); Universidad Nacional del Altiplano (2023); Center for Food Security and Public Health (CFSPH, 2025); International Business Machines Corporation (IBM, 2020); Bernaqua (2026); JW & Asociados (2018); y documentación institucional de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

La matriz diagnóstica evidencia que los procesos productivos desarrollados en las piscinas camaroneras de EXPALSA se encuentran estructurados sobre procedimientos operativos estandarizados que abarcan todas las etapas del ciclo de cultivo, desde la preparación de las piscinas hasta la trazabilidad del producto. La existencia de protocolos específicos para el acondicionamiento del estanque, la aclimatación de postlarvas, la alimentación, el monitoreo de la calidad del agua, la bioseguridad y la sostenibilidad demuestra que la empresa desarrolla sus operaciones bajo lineamientos técnicos que buscan reducir la variabilidad del proceso productivo, minimizar riesgos sanitarios y garantizar el cumplimiento de los estándares exigidos por los mercados internacionales de exportación.

El análisis realizado permite identificar que una de las principales fortalezas del sistema productivo radica en la aplicación sistemática de controles operativos durante todo el ciclo de cultivo. La preparación de las piscinas contempla actividades orientadas a asegurar condiciones físicas y químicas favorables antes de la siembra, mientras que la alimentación se gestiona mediante procedimientos de verificación periódica del consumo utilizando platos de alimentación, permitiendo ajustar las raciones de acuerdo con el comportamiento observado en cada piscina. De igual manera, el monitoreo permanente de parámetros como oxígeno disuelto, temperatura, pH y compuestos nitrogenados constituye un mecanismo preventivo para reducir la probabilidad de eventos que comprometan el desarrollo biológico del camarón, evidenciando que la toma de decisiones técnicas se fundamenta en el seguimiento continuo de variables críticas del cultivo.

Asimismo, el diagnóstico confirma que la empresa mantiene un alto nivel de exigencia en materia de bioseguridad, trazabilidad y sostenibilidad, respaldado por la adopción de protocolos

alineados con estándares internacionales como Best Aquaculture Practices (BAP) y Sustainable Shrimp Partnership (SSP). Estos lineamientos fortalecen la capacidad de la organización para garantizar la inocuidad del producto, controlar el origen de los insumos utilizados durante el cultivo y demostrar el cumplimiento de prácticas responsables ante los mercados de exportación, aspectos que constituyen ventajas competitivas dentro de una industria caracterizada por elevados requerimientos regulatorios y comerciales.

No obstante, el análisis también permite identificar oportunidades de fortalecimiento relacionadas con la gestión tecnológica de la información generada durante el proceso productivo. Aunque las actividades de monitoreo y control se desarrollan mediante procedimientos técnicos establecidos, la información obtenida en cada etapa del cultivo puede integrarse de manera más eficiente mediante herramientas tecnológicas que faciliten la captura automática de datos, su consolidación en plataformas digitales y el análisis oportuno de las variables que inciden sobre el desempeño productivo. Esta situación adquiere especial relevancia considerando que el monitoreo continuo constituye uno de los principales insumos para la toma de decisiones relacionadas con la alimentación, el manejo del agua, el control sanitario y la gestión operativa de las piscinas.

En este contexto, el diagnóstico desarrollado evidencia que EXPALSA dispone de una base operativa sólida, sustentada en procedimientos técnicos estandarizados y mecanismos de control que garantizan la estabilidad del proceso productivo. Sin embargo, la creciente digitalización de la acuicultura y las exigencias asociadas a la competitividad internacional hacen necesario evolucionar desde esquemas de control convencionales hacia modelos que integren tecnologías capaces de fortalecer el monitoreo, automatizar procesos críticos y mejorar la disponibilidad de información para la gestión del cultivo.

En consecuencia, los hallazgos obtenidos justifican técnicamente el diseño de una estrategia tecnológica basada en un sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y alimentación automatizada, orientada a fortalecer la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA sin sustituir los procedimientos existentes, sino complementándolos mediante soluciones

tecnológicas que incrementen la eficiencia operativa, optimicen el control del proceso productivo y contribuyan a una toma de decisiones fundamentada en información generada en tiempo real.

Diagnóstico de los procesos tecnológicos de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

Mediante el diagnóstico de los procesos tecnológicos, se persiguió determinar el nivel de incorporación de herramientas tecnológicas dentro de los procesos que se desarrollaban en las piscinas camaroneras de EXPALSA, considerando la contribución de éstas al monitoreo de las variables críticas del cultivo, el control operativo, la trazabilidad de información y los estándares que deben cumplirse en los mercados internacionales. Para ello, se revisaron los procedimientos técnicos que se están siguiendo por parte de la compañía, la documentación institucional existente y los lineamientos de las certificaciones internacionales que marcan las pautas de gestión de la producción acuícola.

La información analizada pone de manifiesto que la operación de las piscinas tiene lugar a partir de instrumentos específicos, los cuales son usados para el monitoreo de las variables físico-químicas del agua, tales como el oxígeno disuelto, la temperatura, el pH (potencial de hidrógeno), la salinidad y los compuestos nitrogenados; los que son registrados de modo periódico por la brigada técnica a través de equipos de medición y bitácoras de control, las cuales permiten verificar que las condiciones del cultivo se mantengan dentro de los rangos establecidos a favor del crecimiento del camarón y disminuir los riesgos a causa de las alteraciones ambientales.

Al mismo tiempo, el proceso tecnológico también incluye los métodos de alimentación con platos de alimentación como técnica para evaluar el comportamiento del consumo y adaptar las raciones que son suministradas durante la fase de cultivo. Al mismo tiempo, los protocolos de bioseguridad, de trazabilidad y de sostenibilidad de la organización implican el

registro permanente de la información relativa al origen de las postlarvas, los alimentos balanceados, las actividades de manejo sanitario y las condiciones del medio del agua de las piscinas, lo que pone de manifiesto el hecho de que la gestión tecnológica es un componente transversal del sistema productivo.

No obstante, el análisis efectuado permite identificar que gran parte de la información operativa generada durante el proceso productivo depende de registros periódicos y de la intervención del personal técnico para su recopilación, verificación y análisis. Esta dinámica puede limitar la disponibilidad inmediata de la información necesaria para apoyar decisiones relacionadas con la alimentación, el manejo de la calidad del agua y la respuesta oportuna ante variaciones de los parámetros críticos del cultivo, especialmente en sistemas productivos de gran escala donde el volumen de información aumenta conforme se incrementa el número de piscinas en operación.

Bajo este contexto, el diagnóstico evidencia que EXPALSA dispone de una infraestructura tecnológica que respalda el monitoreo y control de los procesos productivos; sin embargo, también pone de manifiesto la existencia de oportunidades para fortalecer la integración de la información mediante soluciones tecnológicas que permitan automatizar la captura de datos, consolidar los registros operativos en una plataforma única y disponer de información en tiempo real para apoyar la toma de decisiones. Estos hallazgos constituyen el fundamento técnico para el diseño de una estrategia tecnológica orientada a integrar el monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y la automatización del proceso de alimentación, con el propósito de fortalecer la productividad de las piscinas camaroneras y optimizar la gestión operativa de la empresa.

Tabla 4. Matriz diagnóstica de los procesos tecnológicos de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A

Tecnología o recurso tecnológico	Función dentro del proceso productivo	Evidencia técnica	Situación actual	Oportunidad de mejora tecnológica
Oxímetros digitales	Medir la concentración de oxígeno disuelto para verificar las condiciones del cultivo.	El monitoreo del oxígeno disuelto constituye uno de los principales controles para mantener condiciones adecuadas del agua y activar medidas correctivas cuando los niveles disminuyen.	El control se realiza mediante mediciones periódicas efectuadas por el personal técnico durante la jornada de monitoreo.	Integrar sensores de monitoreo continuo que permitan generar alertas automáticas cuando los niveles de oxígeno se aproximen a valores críticos.
Medidores de pH y temperatura	Determinar las condiciones físico-químicas del agua para favorecer el crecimiento del camarón.	Los protocolos técnicos contemplan el seguimiento permanente de ambas variables durante el ciclo de producción.	Las mediciones son registradas en los controles operativos establecidos por la empresa.	Centralizar los registros en una plataforma digital que permita visualizar tendencias y facilitar la toma de decisiones.
Refractómetro	Medir la salinidad del agua de cultivo para verificar que se mantenga dentro de los rangos requeridos para el desarrollo del camarón.	La salinidad constituye una variable de seguimiento permanente dentro del manejo técnico de las piscinas.	El monitoreo forma parte de las actividades rutinarias desarrolladas por el personal de campo.	Incorporar monitoreo automatizado que facilite el seguimiento continuo de esta variable.
Bitácoras técnicas de monitoreo	Registrar diariamente los parámetros físicos, químicos y operativos de cada piscina.	La información técnica del cultivo se documenta mediante registros operativos que respaldan el seguimiento del proceso productivo.	La información generada se almacena mediante registros de control utilizados durante el ciclo de producción.	Digitalizar las bitácoras para disponer de información consolidada, histórica y de consulta inmediata.
Platos de alimentación	Evaluar el consumo de alimento para ajustar las raciones suministradas al cultivo.	La revisión del consumo constituye un procedimiento técnico utilizado para optimizar el manejo alimenticio.	El ajuste de las raciones depende de la evaluación periódica realizada por el personal técnico.	Incorporar herramientas tecnológicas que apoyen la automatización del suministro de alimento con base en información generada durante el monitoreo del cultivo.
Aireadores mecánicos	Incrementar la concentración de oxígeno cuando las	Los protocolos operativos establecen su	Constituyen un mecanismo correctivo para	Integrar sistemas inteligentes que automaticen su

Tecnología o recurso tecnológico	Función dentro del proceso productivo	Evidencia técnica	Situación actual	Oportunidad de mejora tecnológica
Sistema de trazabilidad y certificaciones	condiciones del cultivo lo requieren.	activación cuando el oxígeno disuelto desciende por debajo de los niveles recomendados.	mantener condiciones adecuadas de supervivencia y crecimiento.	activación a partir de la información generada por sensores de monitoreo continuo.
	Garantizar el seguimiento de la producción y el cumplimiento de los requisitos exigidos por los mercados internacionales.	La operación se desarrolla bajo lineamientos establecidos por certificaciones como BAP y SSP, que exigen control documental y trazabilidad del proceso productivo.	La empresa dispone de procedimientos documentados para respaldar la trazabilidad del cultivo y del producto destinado a exportación.	Integrar la información generada durante el ciclo productivo en una plataforma tecnológica que fortalezca la trazabilidad y facilite el análisis de datos operativos.

Nota. Elaboración propia, con base en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1977); Universidad Nacional del Altiplano (2023); Center for Food Security and Public Health (CFSPH, 2025); International Business Machines Corporation (IBM, 2020); Bernaqua (2026); JW & Asociados (2018); y documentación institucional de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

El diagnóstico de los procesos tecnológicos permitió establecer que EXPALSA dispone de una estructura operativa respaldada por herramientas técnicas orientadas al control de las variables críticas que intervienen durante el cultivo del camarón, aspecto que constituye un elemento fundamental para sostener la productividad de las piscinas y garantizar el cumplimiento de los estándares exigidos por los mercados internacionales. La utilización sistemática de instrumentos para el monitoreo de la calidad del agua, los procedimientos de alimentación controlada y los mecanismos de trazabilidad evidencian que la empresa ha consolidado un esquema de gestión técnica que busca reducir la variabilidad del proceso productivo y preservar condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo.

Los resultados del diagnóstico evidencian que el monitoreo permanente de parámetros como el oxígeno disuelto, la temperatura, el potencial de hidrógeno (pH), la salinidad y los compuestos nitrogenados constituye el principal soporte técnico para la toma de decisiones dentro de las piscinas camaroneras de EXPALSA. Estas variables determinan directamente las

condiciones fisiológicas del camarón *Litopenaeus vannamei*, por lo que cualquier alteración en sus rangos puede afectar el consumo de alimento, el crecimiento, la supervivencia y, en consecuencia, la productividad del cultivo. En este sentido, el seguimiento sistemático de dichos parámetros representa una fortaleza operativa que permite mantener un mayor control sobre el comportamiento del sistema de producción.

De igual manera, el análisis permitió identificar que los procesos tecnológicos implementados por EXPALSA no se limitan al monitoreo de variables ambientales, sino que también comprenden actividades asociadas al control de la alimentación, la bioseguridad y la trazabilidad del proceso productivo. La aplicación de protocolos alineados con las certificaciones Best Aquaculture Practices (BAP) y los lineamientos promovidos por Sustainable Shrimp Partnership (SSP) demuestra que la empresa mantiene una gestión orientada al cumplimiento de requisitos internacionales relacionados con la inocuidad, la sostenibilidad y la transparencia de la producción. En consecuencia, la tecnología empleada no solo respalda el manejo técnico de las piscinas, sino que también contribuye al mantenimiento de la competitividad de EXPALSA dentro del mercado exportador.

Sin embargo, el diagnóstico permitió identificar que la gestión de la información generada durante el proceso productivo todavía presenta oportunidades de fortalecimiento. Aunque la empresa dispone de procedimientos definidos para registrar y controlar las variables críticas del cultivo, el procesamiento de la información continua dependiendo, en gran medida, de registros operativos y de la intervención del personal técnico para consolidar, verificar e interpretar los datos obtenidos durante las jornadas de monitoreo. Esta condición puede limitar la disponibilidad inmediata de información integrada para apoyar decisiones relacionadas con la alimentación, la aireación y el manejo preventivo de las piscinas, especialmente cuando se administran múltiples unidades de producción de manera simultánea.

A partir de los hallazgos obtenidos, se concluye que EXPALSA cuenta con una base tecnológica sólida que respalda el desarrollo de sus procesos productivos y el cumplimiento de las exigencias técnicas del mercado internacional; no obstante, el diagnóstico evidencia la conveniencia de evolucionar hacia una gestión tecnológica con mayor nivel de integración digital. En este contexto, la formulación de una estrategia tecnológica basada en un sistema integrado de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT, complementado con mecanismos automatizados de apoyo a la alimentación, se presenta como una alternativa técnicamente viable para fortalecer el control de las variables críticas del cultivo, optimizar la gestión de la información operativa y contribuir al incremento de la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA, propósito que constituye el eje central de la presente investigación.

Analizar las exigencias de innovación y competitividad del mercado exportador camaronero aplicables a EXPALSA.

Tras diagnosticar el estado de los procesos productivos y tecnológicos en las piscinas camaroneras de EXPALSA, resultó imperativo examinar las exigencias del mercado exportador de camarón que inciden directamente en la gestión operativa de la empresa. Este análisis tuvo como propósito determinar los requerimientos que condicionan la competitividad sectorial, identificando las variables tecnológicas, productivas, ambientales y de control que demandan fortalecimiento para responder a los estándares de los mercados internacionales donde la organización comercializa su producción. Por consiguiente, el estudio trascendió la mera descripción de tendencias generales del sector acuícola, orientándose a establecer la aplicación concreta de estos factores dentro del contexto operativo de EXPALSA en su condición de empresa exportadora.

Para alcanzar este fin, se articularon los hallazgos del diagnóstico institucional previo con la documentación técnica y corporativa de EXPALSA y Grupo Almar, las memorias de sostenibilidad del Sustainable Shrimp Partnership (SSP), los lineamientos de la certificación

Best Aquaculture Practices (BAP), y la literatura científica especializada en innovación tecnológica aplicada a la acuicultura. El cruce de estas fuentes permitió contrastar las condiciones operativas actuales de la empresa con las demandas predominantes en el comercio internacional del crustáceo, evaluando críticamente los elementos vinculados con la productividad, la trazabilidad, la sostenibilidad, la bioseguridad y la incorporación de tecnologías de optimización.

Este enfoque analítico permitió identificar el grado de correspondencia entre las exigencias del mercado global y las capacidades operativas desarrolladas por EXPALSA, visibilizando tanto las fortalezas que respaldan su posicionamiento competitivo como las brechas susceptibles de ser atendidas mediante la innovación tecnológica. De este modo, los resultados obtenidos constituyen el soporte técnico que justifica la estrategia propuesta en la presente investigación, al demostrar que la implementación de un sistema inteligente de monitoreo con tecnología IoT, complementado con mecanismos automatizados de apoyo a la alimentación, responde de forma simultánea a las necesidades de la operación interna y a los estándares de competitividad del mercado exportador camaronero.

Tabla 5. *Matriz de análisis de las exigencias de innovación y competitividad del mercado exportador camaronero aplicables a EXPALSA*

Exigencia del mercado exportador	Evidencia identificada en EXPALSA	Análisis técnico	Oportunidad de fortalecimiento	Implicación para la estrategia tecnológica
Monitoreo permanente de variables críticas del cultivo	La operación contempla el control periódico del oxígeno disuelto, temperatura, pH, salinidad y compuestos nitrogenados mediante protocolos técnicos y registros operativos de campo.	El monitoreo constituye un requisito indispensable para mantener la estabilidad biológica del cultivo y prevenir desviaciones que puedan afectar la productividad. Sin embargo, la disponibilidad de la información depende de los registros efectuados durante	Integrar la captura automática de datos y disponer de información continua para fortalecer la capacidad de respuesta ante cambios en las condiciones del cultivo.	Incorporación de un sistema de monitoreo inteligente basado en tecnología IoT para obtener información en tiempo real de las variables críticas del cultivo.

Exigencia del mercado exportador	Evidencia identificada en EXPALSA	Análisis técnico	Oportunidad de fortalecimiento	Implicación para la estrategia tecnológica
		las jornadas de control.		
Optimización de la alimentación para incrementar la productividad	EXPALSA aplica protocolos técnicos de alimentación utilizando platos de alimentación para ajustar las raciones de balanceado conforme al comportamiento del consumo del camarón.	El procedimiento permite controlar el suministro de alimento; sin embargo, el ajuste depende de inspecciones periódicas realizadas por el personal técnico.	Automatizar parcialmente el proceso de alimentación para mejorar la precisión en la dosificación y disminuir pérdidas de alimento.	Integración de mecanismos automatizados de apoyo a la alimentación vinculados al sistema de monitoreo inteligente.
Cumplimiento de estándares internacionales de sostenibilidad y bioseguridad	La empresa mantiene certificaciones y protocolos asociados a Best Aquaculture Practices (BAP) y Sustainable Shrimp Partnership (SSP), orientados a garantizar producción responsable, trazabilidad y bioseguridad.	Las certificaciones fortalecen el posicionamiento internacional de EXPALSA; sin embargo, el incremento de los estándares internacionales demanda mayor disponibilidad y trazabilidad de la información técnica generada durante el cultivo.	Consolidar la información operativa en plataformas digitales que faciliten auditorías, verificaciones y seguimiento continuo de los procesos productivos.	El monitoreo inteligente fortalece la disponibilidad de información técnica requerida para respaldar los procesos de certificación y sostenibilidad.
Trazabilidad de la producción destinada a exportación	La documentación institucional evidencia procedimientos orientados al registro del origen de postlarvas, alimentación, manejo sanitario y seguimiento de los lotes de producción.	La trazabilidad constituye una exigencia permanente de los mercados internacionales debido a la necesidad de demostrar transparencia durante todo el ciclo productivo.	Integrar los registros generados en las piscinas mediante una plataforma tecnológica que facilite el acceso oportuno a la información.	El sistema IoT permitirá concentrar información operativa que apoye la trazabilidad y la gestión técnica de las piscinas.
Competitividad basada en innovación tecnológica	La documentación institucional y las memorias de sostenibilidad reflejan una orientación hacia la mejora continua, la sostenibilidad y la incorporación progresiva de tecnologías	El entorno competitivo exige evolucionar hacia modelos de producción sustentados en información en tiempo real y mayor integración tecnológica para	Desarrollar una estrategia tecnológica alineada con las tendencias actuales del sector exportador sin modificar la estructura operativa existente.	Se justifica el diseño de una estrategia tecnológica basada en monitoreo inteligente mediante IoT y automatización del proceso de alimentación como mecanismo para

Exigencia del mercado exportador	Evidencia identificada en EXPALSA	Análisis técnico	Oportunidad de fortalecimiento	Implicación para la estrategia tecnológica
	aplicadas a la producción camaronera.	fortalecer la eficiencia operativa.		fortalecer la productividad de las piscinas camaroneras.

Nota. Elaboración propia, con base en la documentación institucional de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., y la evidencia técnica recopilada durante el diagnóstico de los procesos productivos y tecnológicos desarrollado en la presente investigación.

El análisis de las exigencias de innovación y competitividad aplicables a EXPALSA permitió establecer que la empresa desarrolla su actividad productiva en un entorno donde la permanencia en los mercados internacionales depende cada vez menos de la capacidad de producción y cada vez más de la capacidad para demostrar, mediante evidencia técnica verificable, que sus procesos cumplen estándares de eficiencia, sostenibilidad, trazabilidad y control permanente.

Esta condición resulta particularmente relevante para EXPALSA, cuya operación está orientada al mercado exportador y se encuentra respaldada por certificaciones internacionales que exigen mantener un seguimiento continuo de las condiciones bajo las cuales se desarrolla el cultivo del camarón. En consecuencia, la competitividad de la empresa no se sustenta únicamente en los volúmenes exportados, sino en la capacidad de garantizar que cada etapa del proceso productivo pueda ser controlada, documentada y validada frente a clientes y organismos certificadores.

Los resultados obtenidos evidencian que EXPALSA dispone de una estructura técnica consolidada para el manejo de las piscinas camaroneras, reflejada en la aplicación de protocolos de monitoreo de la calidad del agua, procedimientos estandarizados de alimentación, controles de bioseguridad y mecanismos de trazabilidad implementados durante todo el ciclo de cultivo. Estas prácticas demuestran un elevado nivel de organización operativa y constituyen una fortaleza institucional, debido a que permiten mantener la estabilidad del

proceso productivo y atender los requisitos establecidos por certificaciones como Best Aquaculture Practices (BAP) y los lineamientos promovidos por Sustainable Shrimp Partnership (SSP). Sin embargo, el diagnóstico permitió observar que la mayor parte de estos controles continúa sustentándose en registros operativos generados durante las jornadas de monitoreo y posteriormente consolidados para su análisis, situación que incrementa la dependencia de la intervención humana en la gestión de información crítica para la operación de las piscinas.

Desde una perspectiva de competitividad, esta condición adquiere especial importancia debido a la dimensión operativa de EXPALSA y al volumen de información que se genera diariamente durante el cultivo. El seguimiento de variables como el oxígeno disuelto, la temperatura, el potencial de hidrógeno, la salinidad, los compuestos nitrogenados y el comportamiento del consumo alimenticio produce datos que respaldan las decisiones técnicas relacionadas con la aireación, el suministro de balanceado, el manejo sanitario y la conservación de condiciones adecuadas para el desarrollo del camarón.

Cuando dicha información requiere procesos posteriores de consolidación e interpretación, disminuye la posibilidad de disponer de un panorama integral del comportamiento de las piscinas en el mismo momento en que ocurren las variaciones de los parámetros monitoreados. Aunque esta situación no representa una deficiencia de la operación, sí evidencia una oportunidad para fortalecer la capacidad de respuesta técnica mediante herramientas que integren la información generada por los diferentes puntos de control.

Otro aspecto identificado corresponde a la creciente orientación del mercado exportador hacia modelos de producción basados en la digitalización de los procesos y en la disponibilidad de información confiable para respaldar la sostenibilidad y la trazabilidad de los productos. En el caso de EXPALSA, esta tendencia resulta plenamente compatible con la filosofía corporativa impulsada por Grupo Almar y con los compromisos asumidos como

integrante del Sustainable Shrimp Partnership, donde la producción responsable exige demostrar, con evidencia objetiva, el cumplimiento de prácticas ambientales, sanitarias y sociales durante todo el ciclo de cultivo.

Bajo este escenario, la integración de tecnologías que permitan centralizar, visualizar y analizar la información operativa en tiempo real representa una evolución natural de los mecanismos de control actualmente implementados por la empresa, fortaleciendo la capacidad de gestión sin sustituir los procedimientos técnicos que han permitido consolidar su posicionamiento internacional.

De acuerdo con los hallazgos sostenidos, se concluye que las principales exigencias del mercado exportador no requieren una transformación del modelo productivo desarrollado por EXPALSA, sino el fortalecimiento de las herramientas mediante las cuales se administra la información técnica que respalda dicho modelo. La empresa dispone de procesos estandarizados, protocolos de producción claramente definidos y certificaciones internacionales que evidencian un elevado grado de madurez operativa; sin embargo, las tendencias actuales del sector muestran que la ventaja competitiva dependerá progresivamente de la capacidad para integrar monitoreo inteligente, automatización y gestión digital de datos dentro de la operación diaria de las piscinas camaroneras

Tabla 6. *Priorización de los requerimientos tecnológicos del mercado exportador frente a las necesidades operativas identificadas en EXPALSA*

Requerimiento tecnológico del mercado exportador	Necesidad identificada en EXPALSA	Impacto sobre la productividad	Nivel de prioridad	Justificación técnica
Monitoreo continuo de variables críticas del cultivo	Disponer de información inmediata sobre oxígeno disuelto, temperatura, pH, salinidad y compuestos nitrogenados durante el ciclo de producción.	Alto	Muy alta	Estas variables condicionan directamente el crecimiento, supervivencia y rendimiento del camarón, por lo que su monitoreo permanente fortalece la capacidad de respuesta técnica frente a variaciones ambientales.

Requerimiento tecnológico del mercado exportador	Necesidad identificada en EXPALSA	Impacto sobre la productividad	Nivel de prioridad	Justificación técnica
Integración digital de la información operativa	Centralizar los registros generados en las piscinas para facilitar el seguimiento técnico y la toma de decisiones.	Alto	Muy alta	La consolidación de la información en una única plataforma favorece el análisis oportuno del comportamiento productivo y mejora la gestión operativa.
Optimización del proceso de alimentación	Incrementar la precisión en el suministro del balanceado de acuerdo con las condiciones reales del cultivo.	Alto	Alta	La alimentación representa uno de los principales componentes del costo de producción; optimizar su administración contribuye al mejor aprovechamiento de los recursos y al incremento de la productividad.
Fortalecimiento de la trazabilidad productiva	Facilitar el acceso organizado a la información técnica requerida durante auditorías y procesos de certificación internacional.	Medio-Alto	Alta	La disponibilidad de registros consolidados fortalece el cumplimiento de los estándares internacionales exigidos por los mercados de exportación.
Apoyo tecnológico para la toma de decisiones	Contar con información integrada que facilite la planificación de acciones correctivas durante el cultivo.	Alto	Muy alta	La disponibilidad de datos oportunos mejora la capacidad de respuesta del personal técnico frente a cambios en las condiciones productivas de las piscinas.

Nota. Elaboración propia, en base del diagnóstico de los procesos productivos y tecnológicos de EXPALSA, la documentación institucional de Grupo Almar y EXPALSA, las memorias de sostenibilidad del Sustainable Shrimp Partnership (2023), y el análisis desarrollado en la presente investigación.

La priorización ejecutada determinó que las necesidades tecnológicas de EXPALSA no radican en la incorporación indiscriminada de herramientas digitales, sino en el fortalecimiento de aquellos procesos con impacto directo en la productividad de las piscinas camaroneras y en la capacidad de respuesta operativa durante el ciclo de cultivo. Bajo este enfoque, el monitoreo continuo de las variables físico-químicas del agua y la integración de la información generada en campo se identificaron como requerimientos de alta prioridad, dado que constituyen el soporte técnico para la toma de decisiones sobre aireación, suministro de alimento, manejo sanitario y estabilidad ambiental para el crecimiento del camarón. Considerada la escala

operativa de EXPALSA, donde el seguimiento simultáneo de múltiples piscinas demanda un control permanente de datos técnicos, disponer de información integrada y oportuna es un factor determinante para optimizar la gestión diaria del proceso productivo.

El análisis evidenció, sin lugar a dudas, que la alimentación comprende uno de los procesos con mayores efectos en los coeficientes del desempeño técnico y económico de las piscinas camaroneras. Si bien la empresa mantiene procedimientos estandarizados para ajustar las raciones mediante platos de alimentación y criterios aplicados por personal especializado, los hallazgos del diagnóstico indican que la eficiencia de este proceso depende de la oportunidad con la que se interpreta el comportamiento del cultivo y las condiciones ambientales diarias. En estas circunstancias, robustecer la interacción entre el seguimiento de las variables críticas del agua y el proceso de alimentación respaldaría las decisiones técnicas con información integrada, favoreciendo una administración eficiente de uno de los recursos con mayor peso en los costos de producción de la empresa.

Seguidamente, la priorización confirmó que la disponibilidad, organización y trazabilidad de la información técnica desempeñan un rol estratégico en el modelo de gestión de EXPALSA. La permanencia en mercados internacionales exige demostrar el cumplimiento de estándares asociados con sostenibilidad, bioseguridad y producción responsable, compromisos que la empresa respalda mediante certificaciones internacionales y programas corporativos impulsados por Grupo Almar. Por consiguiente, la consolidación de registros técnicos en una plataforma que facilite su consulta y análisis no solo fortalecería la gestión interna de las piscinas camaroneras, sino que incrementaría la capacidad institucional para responder a los procesos de auditoría, certificación y verificación exigidos por clientes internacionales y organismos evaluadores.

Los resultados obtenidos permiten concluir que las prioridades identificadas convergen en una necesidad común: fortalecer la gestión de la información generada durante el proceso

productivo para optimizar la capacidad de análisis y la toma de decisiones técnicas en las piscinas camaroneras de EXPALSA. Esta situación demuestra que la principal oportunidad de mejora no radica en modificar los procedimientos operativos vigentes, sino en incorporar una solución tecnológica que integre el monitoreo de las variables críticas del cultivo con mecanismos de apoyo al proceso de alimentación y la administración de datos productivos. Sobre esta base se sustenta el diseño de la estrategia tecnológica desarrollada en el siguiente objetivo específico, orientada a incrementar la productividad mediante la implementación de un sistema inteligente de monitoreo basado en tecnología IoT, articulado con herramientas de automatización para fortalecer la gestión operativa de EXPALSA.

Estrategia de Innovación Tecnológica SmartShrimp-EXP: Sistema Inteligente de Monitoreo IoT y Automatización del Proceso de Alimentación para Mejorar la Productividad de las Piscinas Camaroneras de EXPALSA

Introducción

Los resultados obtenidos durante el diagnóstico de los procesos productivos y tecnológicos, así como el análisis de las exigencias de innovación y competitividad del mercado exportador, permitieron determinar que EXPALSA dispone de una operación técnicamente consolidada, sustentada en procedimientos estandarizados de cultivo, monitoreo permanente de las condiciones ambientales, protocolos de bioseguridad, sistemas de trazabilidad y certificaciones internacionales que respaldan la calidad de su producción. No obstante, el estudio también permitió identificar que la información generada diariamente en las piscinas camaroneras continúa administrándose mediante procesos susceptibles de fortalecimiento en términos de integración, disponibilidad y aprovechamiento para la toma de decisiones operativas, especialmente en actividades críticas como el monitoreo de la calidad del agua y la gestión de la alimentación.

En respuesta a estos hallazgos, la presente investigación desarrolla la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, concebida como una propuesta de innovación orientada

exclusivamente a las condiciones operativas de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. La estrategia ha sido diseñada considerando la infraestructura existente, los procedimientos técnicos actualmente implementados por la empresa y los requerimientos derivados de los mercados internacionales donde comercializa su producción. Su finalidad consiste en fortalecer la productividad de las piscinas camaroneras mediante la integración de tecnologías inteligentes que permitan optimizar la gestión de la información, incrementar la capacidad de respuesta operativa y respaldar las decisiones técnicas con datos obtenidos en tiempo real.

Desde esta perspectiva, la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP representa la evolución tecnológica del modelo operativo actualmente desarrollado por EXPALSA, al incorporar herramientas digitales capaces de integrarse a los procesos existentes sin alterar la estructura técnica que sustenta la producción acuícola de la empresa. En los apartados siguientes se presenta de manera detallada el modelo tecnológico propuesto, los componentes que lo integran, su funcionamiento dentro de las operaciones de las piscinas camaroneras, los recursos requeridos para su implementación y la contribución esperada sobre la productividad, constituyendo la base para la evaluación de su viabilidad técnica y financiera.

Justificación

La formulación de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP constituye la respuesta técnica a las oportunidades de mejora identificadas durante el diagnóstico realizado en EXPALSA. La investigación permitió evidenciar que, si bien la empresa mantiene procedimientos estandarizados para el monitoreo de la calidad del agua, el suministro de alimento, la bioseguridad y la trazabilidad de la producción, el volumen de información generado diariamente durante la operación de las piscinas representa un recurso estratégico cuyo aprovechamiento puede fortalecerse mediante tecnologías que faciliten su captura, integración y análisis continuo. En consecuencia, la propuesta no pretende sustituir los

procesos que actualmente ejecuta la organización, sino incrementar su eficiencia mediante la incorporación de herramientas digitales compatibles con la realidad operativa de la empresa.

La Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP concentra su intervención en los procesos que demostraron mayor incidencia sobre la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA: el monitoreo permanente de las variables físico-químicas del agua, la automatización del proceso de alimentación y la gestión integrada de la información utilizada para apoyar las decisiones técnicas. Esta orientación responde directamente a los resultados obtenidos en el diagnóstico institucional, donde se identificó que el fortalecimiento de estos procesos contribuiría a optimizar el control operativo, mejorar la oportunidad de respuesta ante variaciones ambientales y consolidar la información requerida para respaldar la operación productiva y el cumplimiento de los estándares internacionales que caracterizan a la empresa.

Bajo este enfoque, la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP se configura como una propuesta de innovación tecnológica diseñada específicamente para el caso de estudio de EXPALSA, articulando un sistema inteligente de monitoreo mediante tecnología IoT con mecanismos de automatización del proceso de alimentación y una plataforma centralizada para la administración de la información productiva. Su desarrollo mantiene una relación directa con los hallazgos obtenidos en los objetivos específicos precedentes y constituye el vínculo metodológico entre el diagnóstico efectuado en la empresa y la evaluación de viabilidad técnica y financiera que se desarrolla en los apartados posteriores de la presente investigación.

Modelo tecnológico propuesto

a Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP se estructura bajo una arquitectura tecnológica integrada, diseñada para fortalecer la gestión operativa de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. mediante la incorporación de un sistema inteligente de monitoreo, procesamiento y administración de información productiva. Su configuración responde a las características propias del proceso de cultivo desarrollado por la

empresa y se integra sobre la infraestructura operativa existente, sin modificar los procedimientos técnicos establecidos para el manejo de las piscinas. Bajo este enfoque, la estrategia actúa como un sistema complementario capaz de capturar información crítica del cultivo, transformarla en datos útiles para la gestión técnica y facilitar la toma de decisiones durante las diferentes etapas del ciclo productivo.

Desde el punto de vista funcional, la arquitectura propuesta se organiza como una secuencia continua de procesos interconectados que permiten convertir la información obtenida en campo en herramientas de apoyo para la operación. El modelo inicia con la adquisición de datos provenientes de sensores instalados en las piscinas camaroneras, los cuales registran de manera permanente variables críticas para el desarrollo del cultivo, tales como oxígeno disuelto, temperatura, potencial de hidrógeno (pH), salinidad y otros parámetros relacionados con la calidad del agua. Posteriormente, la información es transmitida mediante tecnología Internet de las Cosas (IoT) hacia una plataforma digital encargada de centralizar, procesar y almacenar los registros generados durante la operación diaria, permitiendo disponer de información actualizada para el seguimiento técnico de cada unidad de producción.

Una vez procesados los datos, la arquitectura incorpora un módulo de análisis operativo que transforma la información recopilada en indicadores útiles para respaldar las decisiones relacionadas con el manejo de las piscinas. Este componente permite identificar oportunamente variaciones en las condiciones del cultivo, generar alertas preventivas cuando los parámetros monitoreados se aproximan a rangos críticos y proporcionar información que apoye la programación del proceso de alimentación automatizada, favoreciendo una administración más eficiente de los recursos disponibles. De esta manera, la estrategia contribuye a disminuir la dependencia de registros dispersos, fortalecer la trazabilidad de la información y mejorar la capacidad de respuesta técnica frente a eventos que puedan afectar la productividad de las piscinas.

La arquitectura de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP también contempla un entorno de visualización y gestión dirigido al personal responsable de la operación. A través de una interfaz centralizada, los responsables del proceso podrán consultar en tiempo real el comportamiento de las variables monitoreadas, acceder al historial de información generado durante cada ciclo de cultivo y disponer de reportes que faciliten el seguimiento de los indicadores productivos definidos por la empresa. Esta integración tecnológica permite consolidar la información procedente de las diferentes piscinas dentro de una única plataforma, favoreciendo una gestión más eficiente de la operación y fortaleciendo el control técnico requerido para mantener los estándares de calidad y sostenibilidad que caracterizan a EXPALSA dentro del mercado exportador.

En consecuencia, la arquitectura propuesta constituye la base operativa sobre la cual se desarrolla la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, al establecer la interacción entre los dispositivos de monitoreo, los mecanismos de comunicación, la plataforma de procesamiento de datos y los procesos de apoyo a la alimentación automatizada. Esta estructura permitirá que la información generada durante el cultivo deje de cumplir únicamente una función de registro para convertirse en un recurso estratégico orientado a optimizar la productividad de las piscinas camaroneras, fortalecer la gestión operativa y respaldar la toma de decisiones basada en información objetiva y disponible en tiempo real.

Componentes tecnológicos de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

La Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP está íntegramente compuesta por una serie de elementos tecnológicos que funcionan juntos para mejorar la supervisión, el manejo de información y el soporte a la alimentación en las piletas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. Es importante mencionar que su diseño se basa en las necesidades detectadas durante el diagnóstico institucional y toma en cuenta la infraestructura

operativa de la empresa, lo que posibilita integrar tecnologías compatibles con los métodos que se emplean hoy sin interrumpir el flujo productivo del cultivo. Cada componente desempeña un papel particular en la arquitectura del sistema, pero su funcionamiento es más valioso cuando se incorpora a una única plataforma tecnológica que tiene como finalidad apoyar el proceso concerniente a la toma de decisiones en tiempo real.

A diferencia de los sistemas convencionales basados en registros periódicos y procesamiento aislado de información, la estrategia propuesta articula dispositivos de captura de datos, mecanismos de comunicación, herramientas de almacenamiento, plataformas de análisis y procesos automatizados de apoyo operativo. Esta integración permite que la información obtenida durante el monitoreo de las piscinas se procese de forma continua, disminuyendo los tiempos asociados a la recopilación manual de datos y fortaleciendo la capacidad de respuesta del personal técnico frente a variaciones que comprometan el desempeño productivo del cultivo.

Con base en esta arquitectura funcional, la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP incorpora seis componentes tecnológicos principales, cuya interacción permite consolidar un sistema integral de monitoreo inteligente y automatización del proceso de alimentación para las piscinas camaroneras de EXPALSA:

Tabla 7. Componentes tecnológicos de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

Componente	Función dentro de la estrategia	Aplicación específica en EXPALSA
Sensores IoT	Capturar información en tiempo real sobre las condiciones del cultivo.	Monitorear oxígeno disuelto, temperatura, pH, salinidad y parámetros críticos del agua en cada piscina.
Red de comunicación inalámbrica (LoRaWAN/Wi-Fi Industrial)	Transmitir continuamente la información capturada por los sensores hacia la plataforma central.	Garantizar la comunicación entre las piscinas y el centro de monitoreo sin depender de registros manuales.
Gateway IoT	Concentrar y enviar los datos provenientes de los sensores hacia la plataforma digital.	Integrar la información generada simultáneamente en las diferentes piscinas de producción.

Componente	Función dentro de la estrategia	Aplicación específica en EXPALSA
Plataforma de gestión en la nube	Almacenar, organizar y procesar la información operativa del cultivo.	Consolidar históricos de producción, variables ambientales y registros técnicos en una base de datos única.
Dashboard inteligente y sistema de alertas	Visualizar indicadores operativos y generar notificaciones automáticas ante desviaciones críticas.	Facilitar al personal técnico el seguimiento permanente de cada piscina y la toma de decisiones oportunas.
Sistema automatizado de alimentación	Regular el suministro de alimento conforme a la programación operativa y a la información obtenida mediante el monitoreo.	Optimizar la distribución del balanceado, reducir desperdicios y fortalecer la eficiencia alimenticia durante el ciclo de cultivo.

Nota. Elaboración propia.

La articulación de estas variables consolida la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP como un ecosistema integrado, donde el flujo de información trasciende el almacenamiento aislado y se transforma en un activo estratégico para la operación diaria en las piscinas de EXPALSA. En lugar de gestionar el monitoreo, el registro y la alimentación mediante procesos estancos, esta propuesta establece un ciclo de retroalimentación constante entre la captura de datos en campo, el procesamiento automático de los registros y el desarrollo de herramientas diseñadas para la optimización técnica del cultivo.

En términos operativos, el despliegue de sensores IoT, redes de comunicación y plataformas digitales robustece la supervisión continua de aquellos parámetros críticos que impactan la productividad de las piscinas. Al mismo tiempo, disponer de indicadores en tiempo real y alertas automatizadas viabiliza intervenciones oportunas ante fluctuaciones ambientales; dinámica que reduce la dependencia del factor humano en la recopilación manual de datos y simplifica la planificación de tareas ligadas al manejo biológico y nutricional del crustáceo.

El núcleo diferenciador de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP radica en el acoplamiento del sistema automatizado de alimentación con la plataforma de monitoreo inteligente, puesto que unifica dos ejes determinantes —el control ambiental y el suministro de alimento— bajo una misma arquitectura tecnológica. Dicha configuración optimiza la capacidad de gestión de EXPALSA y fundamenta las bases para examinar, en los apartados

subsiguientes, las especificaciones técnicas, la operatividad detallada de los componentes y la viabilidad financiera de su implementación.

Sistema Inteligente de Monitoreo IoT de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp EXP.

El Sistema Inteligente de Monitoreo IoT constituye el eje fundamental de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, proyectado para robustecer la supervisión constante de las variables ambientales en las piscinas de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. Su implementación busca migrar del esquema tradicional de registros periódicos hacia un flujo continuo de adquisición, transmisión y procesamiento de datos; de este modo, los parámetros críticos del cultivo permanecen disponibles de forma inmediata, sirviendo de soporte directo a las decisiones del personal técnico en campo.

El diseño y la configuración de este sistema se alinean con la realidad operativa detectada en el diagnóstico institucional, acoplándose a los procedimientos vigentes de la empresa sin alterar los protocolos de control de producción ya consolidados. Por lo tanto, este mecanismo de monitoreo inteligente actúa como una herramienta de apoyo estratégico que amplía la capacidad de supervisión en las piscinas, optimiza el acceso a la información técnica y viabiliza intervenciones oportunas ante fluctuaciones que pongan en riesgo el rendimiento del cultivo.

Tabla 8. Variables críticas monitoreadas por el Sistema Inteligente SmartShrimp-EXP

Variable	Sensor propuesto	Frecuencia	Utilidad operativa en EXPALSA	Acción automática
Oxígeno disuelto	Sensor óptico OD	Continua	Detectar disminuciones que afecten el crecimiento del camarón	Generar alerta y recomendar activación de aireadores
Temperatura	Sensor digital	Continua	Mantener condiciones adecuadas del cultivo	Notificación preventiva
pH	Sensor industrial	Continua	Detectar alteraciones químicas del agua	Alerta técnica
Salinidad	Sensor de conductividad	Continua	Controlar estabilidad del medio de cultivo	Registro histórico
Nivel del agua	Sensor ultrasónico	Continua	Verificar estabilidad hidráulica de la piscina	Alerta de variaciones

Variable	Sensor propuesto	Frecuencia	Utilidad operativa en EXPALSA	Acción automática
Alimentación	Registro automático	Cada ciclo	Relacionar consumo con comportamiento ambiental	Envío de información al módulo de alimentación

Nota. Elaboración propia.

Figura 3. Flujo operativo del Sistema Inteligente de Monitoreo IoT



Nota. Elaboración propia.

La arquitectura propuesta permite que la información generada en las piscinas camaroneras de EXPALSA sea capturada directamente desde el entorno productivo, eliminando la dependencia exclusiva de registros manuales como mecanismo de seguimiento de las variables críticas del cultivo. De esta manera, el personal técnico dispone de información continua y centralizada que facilita el análisis de las condiciones operativas de cada piscina y fortalece la capacidad de respuesta ante desviaciones que puedan afectar el rendimiento biológico del camarón.

La incorporación del monitoreo inteligente también favorece la construcción de historiales de información para cada unidad de producción, permitiendo comparar el comportamiento de las variables ambientales entre ciclos de cultivo e identificar tendencias que respalden decisiones relacionadas con el manejo técnico, la planificación operativa y la

optimización de los procesos productivos. Esta capacidad analítica representa uno de los principales aportes de la estrategia, ya que transforma los datos generados diariamente en conocimiento útil para la gestión de la empresa.

Tabla 9. *Beneficios esperados Sistema Inteligente SmartShrimp-EXP*

Situación diagnosticada	Solución propuesta	Beneficio esperado
Registro periódico de variables	Monitoreo continuo IoT	Información permanente
Datos dispersos	Plataforma única	Mayor trazabilidad
Revisión manual	Alertas automáticas	Respuesta más rápida
Información histórica limitada	Base de datos central	Análisis de tendencias
Decisiones basadas en observación	Dashboard en tiempo real	Mayor soporte técnico

Nota. Elaboración propia.

Los beneficios proyectados demuestran que la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP trasciende la mera incorporación de dispositivos en las piscinas de EXPALSA; en su lugar, propone una reingeniería en los procesos de obtención, administración y uso de la información operativa dentro del ciclo productivo. Si bien el diagnóstico ejecutado constató que la firma cuenta con protocolos técnicos sólidos para supervisar las variables ambientales, gran parte de estos registros aún se generan de forma periódica, demandando etapas posteriores de consolidación y análisis manual.

La implementación del sistema inteligente de monitoreo IoT transformará este esquema tradicional en un modelo de supervisión continua, donde la captura automatizada de datos, la parametrización de alertas y la visualización centralizada de indicadores robustecerán la capacidad de maniobra del personal técnico ante fluctuaciones en la calidad del agua. De este modo, las decisiones vinculadas al manejo de las piscinas se sustentarán en métricas actualizadas de manera inmediata, promoviendo una gestión operativa eficiente y mitigando los márgenes de incertidumbre durante el ciclo de cultivo.

Desde un horizonte estratégico, los impactos esperados superan el plano netamente tecnológico para proyectarse en los niveles de productividad de EXPALSA. La convergencia de sensores IoT, plataformas digitales y herramientas analíticas viabilizará la construcción de

un historial técnico para cada unidad de producción; insumo que facilitará la identificación de patrones de comportamiento biológico, la evaluación del desempeño ambiental y la ejecución de acciones preventivas antes de que ocurran eventos que afecten el crecimiento del camarón.

A su vez, disponer de información centralizada fortalecerá los procesos de trazabilidad exigidos por esquemas internacionales de certificación como Best Aquaculture Practices (BAP) y Sustainable Shrimp Partnership (SSP), respaldando el posicionamiento competitivo de EXPALSA en mercados globales con altas exigencias de calidad e inocuidad. En este escenario, la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP se consolida como una herramienta de gestión integral que, además de optimizar la fiscalización del cultivo, incrementa la eficiencia operativa, robustece el control técnico en campo y edifica las condiciones para elevar la productividad sostenible de la empresa.

Red de comunicación inalámbrica de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

La transmisión confiable de la información constituye un elemento indispensable para el funcionamiento de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, debido a que los datos capturados por los sensores instalados en las piscinas camaroneras únicamente generan valor cuando pueden ser enviados de manera continua hacia la plataforma central de procesamiento. En consecuencia, la propuesta incorpora una red de comunicación inalámbrica diseñada para garantizar el flujo permanente de información entre los dispositivos de monitoreo distribuidos en campo y el centro de gestión tecnológica de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., permitiendo que las variables ambientales sean consultadas en tiempo real sin depender de procesos manuales de recopilación.

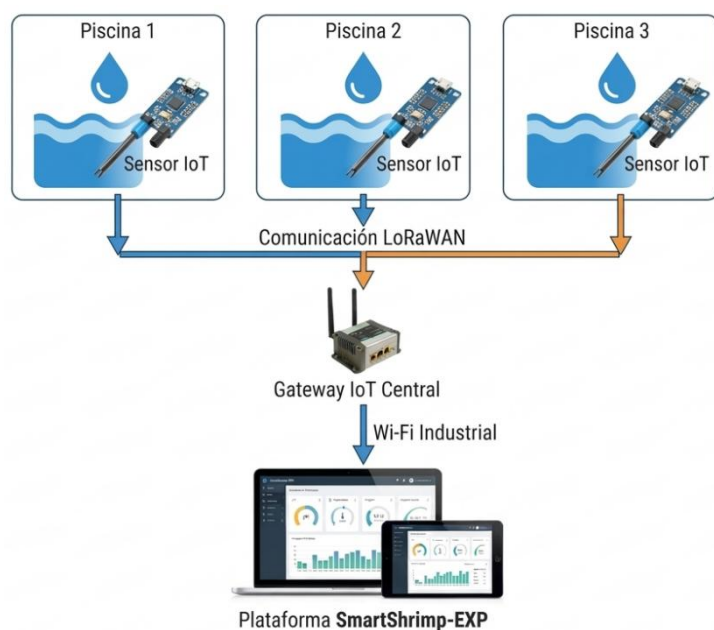
Considerando la extensión de las áreas de cultivo y la distribución geográfica de las piscinas, la estrategia plantea la utilización de una arquitectura de comunicación basada en tecnologías inalámbricas de largo alcance, como LoRaWAN, complementadas con conectividad Wi-Fi Industrial en los puntos donde la infraestructura de la empresa lo permita. Esta configuración busca garantizar estabilidad en la transmisión de datos, bajo consumo energético y cobertura suficiente para soportar el monitoreo simultáneo de múltiples piscinas, favoreciendo la continuidad operativa del sistema propuesto.

Tabla 10. *Especificaciones técnicas de la red de comunicación inalámbrica*

Característica	Especificación propuesta	Aplicación en EXPALSA
Tecnología principal	LoRaWAN	Comunicación entre sensores distribuidos en las piscinas y el Gateway IoT.
Tecnología complementaria	Wi-Fi Industrial	Enlace entre el Gateway y el centro de monitoreo de la empresa.
Alcance estimado	Cobertura de varios kilómetros en espacios abiertos	Permite conectar piscinas distribuidas dentro de la camaronera sin cableado físico.
Consumo energético	Bajo	Favorece la operación continua de sensores alimentados mediante baterías o paneles solares.
Tipo de transmisión	Bidireccional	Envío de datos y recepción de configuraciones desde la plataforma central.
Disponibilidad	Monitoreo continuo	Garantiza el flujo permanente de información para apoyar la toma de decisiones.

Nota. Elaboración propia.

Figura 4. Esquema conceptual de la red de comunicación inalámbrica



Nota. Elaboración propia.

El despliegue de una red de comunicación inalámbrica articula los componentes de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP bajo una plataforma tecnológica unificada. En el escenario operativo de EXPALSA, caracterizado por piscinas camaroneras distribuidas en amplias extensiones territoriales, la adopción del protocolo LoRaWAN minimiza el tendido de infraestructura cableada, simplifica la escalabilidad del sistema hacia nuevos frentes de producción y sostiene un flujo de datos permanente entre los nodos sensores en campo y el centro de monitoreo de la firma. Esta particularidad robustece la flexibilidad operativa del proyecto, viabilizando una implementación paulatina que se acople al ritmo de las necesidades productivas.

En el plano funcional, la transmisión ininterrumpida de registros actúa como el eslabón que viabiliza el monitoreo inteligente propuesto en esta investigación. Ante la ausencia de un canal de comunicación estable, las métricas capturadas por los sensores permanecerían aisladas, impidiendo su procesamiento en la plataforma digital, la parametrización de alertas automáticas o el soporte para la automatización nutricional. Por consiguiente, la red

inalámbrica supera la función de un simple canal de transporte de datos para consolidarse como un componente estratégico que blinda la conectividad de la arquitectura, garantizando una circulación de información segura, continua y oportuna para la gestión técnica en EXPALSA.

Tabla 11. *Beneficios de la red de comunicación inalámbrica*

Situación diagnosticada	Solución incorporada	Beneficio esperado para EXPALSA
Información generada de manera dispersa entre las piscinas	Red inalámbrica LoRaWAN integrada	Centralización de la información operativa en una única plataforma.
Dependencia de registros periódicos para consolidar información	Transmisión continua de datos	Mayor disponibilidad de información para la toma de decisiones en tiempo real.
Limitaciones para supervisar simultáneamente varias piscinas	Comunicación permanente entre sensores y plataforma	Seguimiento integral de todas las piscinas desde un único punto de control.
Riesgo de retrasos en la identificación de variaciones ambientales	Envío inmediato de datos y alertas	Respuesta más oportuna frente a cambios en las condiciones del cultivo.
Escalabilidad limitada para incorporar nuevas tecnologías	Arquitectura inalámbrica modular	Facilidad para integrar nuevos sensores y futuras funcionalidades sin modificar la infraestructura principal.

Nota. Elaboración propia.

Los impactos vinculados a la red de comunicación inalámbrica demuestran que este nodo actúa como el eje integrador de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, asegurando el tránsito continuo de las métricas capturadas en las piscinas de EXPALSA hacia la plataforma central. Frente al esquema tradicional, donde el procesamiento de datos exige etapas posteriores de unificación manual, la transmisión automatizada viabiliza la disponibilidad inmediata de los parámetros críticos del cultivo; esta inmediatez robustece la fiscalización simultánea de múltiples unidades de producción y comprime los tiempos de respuesta ante contingencias que pongan en riesgo el rendimiento biológico.

En la esfera operativa de EXPALSA, desplegar una arquitectura basada en telecomunicaciones de largo alcance cimienta un ecosistema tecnológico escalable, diseñado para absorber la adición paulatina de nuevos dispositivos sin necesidad de reestructurar la red principal. Dicha escalabilidad adquiere un papel protagónico en operaciones acuícolas de gran

extensión territorial, puesto que faculta la expansión del monitoreo inteligente a la par del crecimiento productivo, blindando la conectividad de la arquitectura y consolidando un modelo de gobernanza de datos orientado a maximizar la eficiencia en las piscinas camaroneras.

Gateway IoT de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

La operatividad de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP demanda un componente centralizado capaz de unificar los registros de los sensores desplegados en las piscinas de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., coordinar su transmisión y asegurar el arribo seguro de los datos hacia la plataforma de monitoreo. Para cumplir con este fin, la propuesta integra un Gateway IoT; dispositivo que funciona como el nodo neurálgico de comunicación entre la red inalámbrica instalada en campo y la infraestructura de almacenamiento y procesamiento de información de la compañía.

En este modelo de arquitectura tecnológica, el Gateway IoT se consolida como el núcleo de conectividad del proyecto, puesto que recepta las métricas de múltiples sensores, valida su integridad, estructura los paquetes de datos y los transfiere hacia el entorno digital para su posterior análisis. Esta configuración impide que cada terminal establezca enlaces independientes a la red pública, optimizando el consumo energético de los dispositivos de campo, mitigando la complejidad de la infraestructura y simplificando la administración centralizada del ecosistema propuesto para las piscinas camaroneras de EXPALSA.

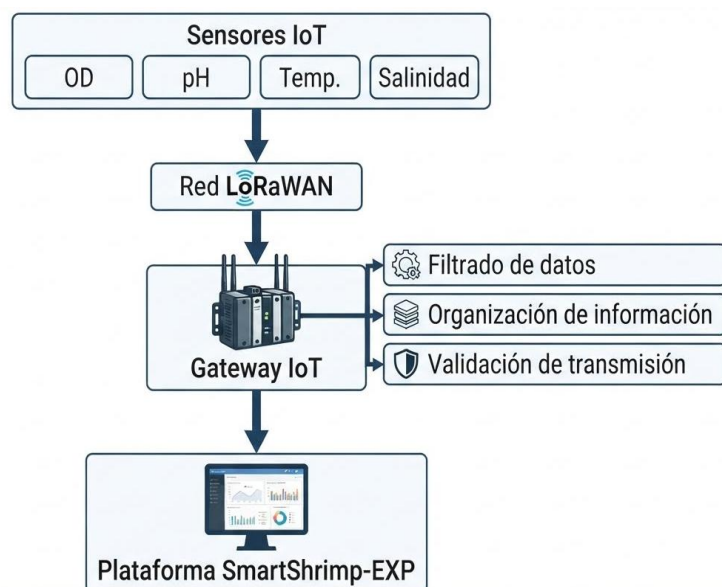
Tabla 12. *Especificaciones técnicas del Gateway IoT*

Característica	Especificación propuesta	Aplicación en EXPALSA
Función principal	Concentrador de datos IoT	Recibe información proveniente de todos los sensores instalados en las piscinas.
Comunicación de entrada	LoRaWAN	Recepción de datos enviados por los sensores distribuidos en campo.
Comunicación de salida	Wi-Fi Industrial / Ethernet	Envío de información hacia la plataforma SmartShrimp-EXP.
Procesamiento	Filtrado y organización de datos	Reduce errores antes de transmitir la información.

Característica	Especificación propuesta	Aplicación en EXPALSA
Operación	Continua (24/7)	Garantiza disponibilidad permanente del sistema.
Escalabilidad	Alta	Permite incorporar nuevos sensores conforme aumenten las necesidades operativas.

Nota. Elaboración propuesta.

Figura 5. Función del Gateway IoT dentro de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP



Nota. Elaboración propia.

La función de integrar el funcionamiento de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP corresponde al Gateway IoT, ya que este centraliza la comunicación entre los sensores ubicados en las piscinas camaroneras y la plataforma digital donde se guardará y procesará la información operacional. En el caso particular de EXPALSA, este aparato hará posible que las mediciones de variables como la salinidad, el pH, la temperatura, el oxígeno disuelto y los compuestos nitrogenados no queden separadas en cada lugar de monitoreo; en cambio, se unificarán automáticamente en un solo nodo de comunicación. Así, la empresa tendrá un flujo constante de información técnica, lo que elimina la necesidad de llevar a cabo procesos separados de recopilación y promueve una gestión centralizada de los datos producidos durante el ciclo de cultivo.

El flujo de datos estructurado en el diagrama evidencia cómo los sensores de las piscinas canalizan sus registros a través del protocolo LoRaWAN hacia un Gateway central, nodo encargado de receptar, validar, estructurar y transferir la información al entorno SmartShrimp-EXP. Para la realidad operativa de EXPALSA, este diseño técnico resulta idóneo; la dispersión geográfica de las unidades de cultivo resta viabilidad a la idea de enlazar cada terminal de forma directa con los sistemas informáticos centrales. Por lo tanto, el Gateway opera como un núcleo de convergencia tecnológica que mitiga la saturación de los canales de comunicación, extiende la autonomía energética de los equipos en campo y asegura un suministro ininterrumpido de métricas críticas hacia la estación de monitoreo, incrementando la robustez de la arquitectura propuesta.

Desde la perspectiva operativa, la incorporación del Gateway IoT permitirá que el personal técnico de EXPALSA disponga de una infraestructura tecnológica preparada para administrar simultáneamente la información generada en múltiples piscinas, manteniendo un control permanente sobre el comportamiento de las variables ambientales que inciden en el desarrollo del camarón. Asimismo, la centralización de las comunicaciones facilitará futuras ampliaciones de la estrategia, permitiendo incorporar nuevos sensores, dispositivos de automatización o módulos de análisis sin modificar la estructura principal del sistema.

En este sentido, el Gateway IoT no constituye únicamente un equipo de comunicación, sino el componente que asegura la interoperabilidad entre todos los elementos que conforman la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, garantizando el funcionamiento coordinado del modelo tecnológico propuesto para incrementar la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA.

Tabla 13. Beneficios esperados de Gateway IoT de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

Situación diagnosticada	Solución incorporada	Beneficio esperado para EXPALSA
Información proveniente de múltiples sensores sin un punto central de gestión	Implementación de un Gateway IoT	Centralización del flujo de información operativa.
Riesgo de pérdida o duplicidad de datos durante la transmisión	Filtrado y validación automática de datos	Mayor confiabilidad de la información utilizada para la toma de decisiones.
Complejidad para administrar numerosos dispositivos distribuidos en las piscinas	Gestión centralizada de comunicaciones	Simplificación de la administración tecnológica del sistema.
Limitaciones para ampliar el monitoreo a nuevas piscinas	Arquitectura escalable	Facilidad para incorporar nuevos sensores sin modificar el funcionamiento general.
Dependencia de conexiones individuales hacia Internet	Comunicación concentrada mediante Gateway	Optimización del consumo energético y de los recursos de comunicación.

Nota. Elaboración propia.

Los impactos proyectados demuestran que la implementación del Gateway IoT robustece la infraestructura de integración de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, transformando las métricas recolectadas en las piscinas de EXPALSA en un activo dinámico para la gestión operativa. Esta centralización de datos garantiza el acceso a registros homogéneos y oportunos sobre el comportamiento de los parámetros críticos del cultivo, unificando la consulta en una sola interfaz y mitigando la fragmentación informativa entre los distintos canales de supervisión. Semejante condición viabiliza una fiscalización rigurosa del rendimiento de los estanques, de modo que el personal técnico fundamente sus intervenciones en datos consolidados en lugar de basarse en evaluaciones esporádicas o anotaciones desarticuladas.

Bajo la óptica de la mejora continua, el aporte del Gateway IoT supera el plano de la simple conectividad para impulsar el escalamiento tecnológico de EXPALSA. Al estructurar una arquitectura centralizada y flexible, la firma adquiere un soporte técnico que simplifica la futura adhesión de los sensores avanzados, herramientas de analítica predictiva, módulos de

automatización o entornos de inteligencia artificial, evitando reestructuraciones profundas en la red principal. En consecuencia, la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP no se limita a subsanar las brechas detectadas en el diagnóstico inicial, sino que instituye una plataforma diseñada para asimilar la evolución operativa de las faenas acuícolas en EXPALSA, blindando su capacidad para sostener ciclos productivos eficientes, trazables y sintonizados con las exigencias del comercio global.

Plataforma en la nube de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

La generación permanente de información proveniente de las piscinas camaroneras requiere una infraestructura capaz de almacenar, organizar y procesar los datos obtenidos durante cada etapa del cultivo. En este contexto, la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP incorpora una plataforma en la nube como componente central para la administración de la información transmitida por el sistema de monitoreo inteligente. Su función consiste en consolidar automáticamente los registros provenientes de los sensores instalados en campo, permitiendo que la información se encuentre disponible de forma continua para su consulta, análisis y utilización dentro de los procesos técnicos desarrollados por EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

La implementación de esta plataforma responde a la necesidad identificada durante el diagnóstico de disponer de un entorno único para la gestión de la información operativa. Actualmente, los procesos de monitoreo generan una cantidad considerable de datos relacionados con las condiciones ambientales del cultivo; sin embargo, éstos pueden encontrarse distribuidos entre diferentes registros de seguimiento. Bajo este escenario, la plataforma en la nube permitirá integrar toda la información generada durante el ciclo productivo en una base de datos centralizada, favoreciendo la trazabilidad, el análisis histórico

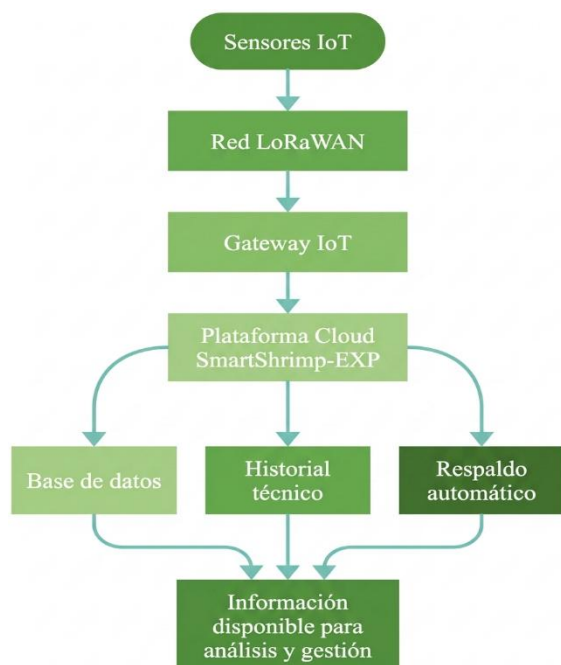
y la disponibilidad de información en tiempo real para respaldar las decisiones técnicas dentro de las piscinas camaroneras de EXPALSA.

Tabla 14. Especificaciones técnicas de la plataforma en la nube

Característica	Especificación propuesta	Aplicación en EXPALSA
Modalidad	Plataforma Cloud	Almacenamiento centralizado de la información generada por las piscinas.
Función principal	Gestión integral de datos	Consolidación automática de la información proveniente del sistema IoT.
Almacenamiento	Base de datos en tiempo real	Conservación del historial técnico de cada piscina.
Accesibilidad	Acceso mediante Internet con credenciales	Consulta de información desde diferentes áreas autorizadas de la empresa.
Seguridad	Gestión de usuarios y respaldo automático	Protección de la información técnica y productiva.
Escalabilidad	Alta	Incorporación de nuevos dispositivos y ampliación del sistema sin afectar la operación existente.

Nota. Elaboración propia.

Figura 6. Integración de la plataforma en la nube dentro de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP



Nota. Elaboración propia.

De conformidad con la información expuesta previamente, se verifica claramente que el elemento responsable de gestionar el flujo informático producido por la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP es la plataforma en la nube. Esta permite que los datos de las piscinas camaroneras de EXPALSA se guarden ordenadamente y estén accesibles durante todo el proceso productivo. La plataforma propuesta, en contraposición a un esquema que se basa solo en registros operativos independientes, concentrará los datos en una única base

de datos. Esto mejorará el acceso organizado a la información técnica de cada piscina y reforzará la trazabilidad de los procesos que lleva a cabo la compañía.

Esta arquitectura tecnológica faculta asimismo que las métricas recolectadas por los sensores IoT superen la mera fiscalización instantánea, transformándose en un insumo analítico para evaluar el rendimiento del ciclo biológico. Disponer de un banco de datos históricos viabiliza el contraste entre diferentes campañas de cultivo, el mapeo de tendencias ligadas a las fluctuaciones del entorno acuático y la fiscalización retrospectiva de las maniobras ejecutadas por los técnicos ante escenarios operativos específicos. En consecuencia, la plataforma en la nube se configura como el componente que transforma los datos obtenidos diariamente en información estratégica para fortalecer la planificación, el control y la mejora continua de las operaciones desarrolladas en las piscinas camaroneras de EXPALSA.

Tabla 15. *Beneficios esperados de la plataforma en la nube dentro de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP*

Situación diagnosticada	Solución incorporada	Beneficio esperado para EXPALSA
Información técnica distribuida en diferentes registros	Plataforma centralizada en la nube	Integración de toda la información operativa en un único entorno digital.
Limitaciones para consultar antecedentes de producción	Almacenamiento histórico automático	Disponibilidad permanente de información para el análisis técnico.
Riesgo de pérdida de registros	Respaldo automático de datos	Mayor seguridad y conservación de la información institucional.
Dificultad para compartir información entre áreas	Acceso mediante usuarios autorizados	Mejor coordinación entre las áreas técnicas y administrativas.
Escasa disponibilidad de información consolidada para el análisis	Base de datos estructurada	Fortalecimiento de la toma de decisiones basada en evidencia.

Nota. Elaboración propia.

Los beneficios previstos evidencian que la plataforma en la nube posibilitará que los datos producidos todos los días durante el funcionamiento de las piscinas de EXPALSA pasen a ser un recurso estratégico para respaldar la gestión técnica de la compañía, en lugar de ser solo un registro de seguimiento. La consolidación automática de datos va a permitir un acceso más amplio a información histórica, lo que hará más fácil analizar el desempeño productivo de cada conjunto, comparar ciclos de cultivo y detectar oportunidades de mejora fundamentadas

en pruebas objetivas. Esta perspectiva mejorará la capacidad de las instituciones para diseñar medidas preventivas y correctivas con un nivel de precisión más alto.

Acto seguido, la administración centralizada de los datos provee un cimiento tecnológico robusto para el escalamiento de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, garantizando la interoperabilidad de todos los componentes sobre una misma matriz de información confiable. Esta propiedad técnica asegura que los desarrollos futuros en analítica predictiva, automatización avanzada o algoritmos de inteligencia artificial se acoplen de manera orgánica sin alterar la arquitectura vertebral de la plataforma; dinámica que da viabilidad a la transformación digital de EXPALSA y consolida una gobernanza operativa enfocada en el rendimiento sostenible de sus estanques acuícolas.

Dashboard de monitoreo y sistema de alertas de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

La disponibilidad de información en tiempo real únicamente genera valor cuando puede ser interpretada de forma rápida y utilizada para apoyar la toma de decisiones operativas. En este sentido, la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP incorpora un Dashboard de monitoreo y sistema de alertas, diseñado para presentar de manera gráfica e integrada el comportamiento de las variables críticas registradas en las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. Este componente permitirá transformar los datos almacenados en la plataforma en la nube en información útil para el seguimiento permanente del cultivo y el control de las operaciones acuícolas.

La propuesta contempla un panel de monitoreo accesible para el personal técnico autorizado, desde el cual será posible visualizar el estado de cada piscina, consultar el historial de las variables ambientales, identificar tendencias operativas y recibir notificaciones automáticas cuando alguno de los parámetros monitoreados se aparte de los rangos previamente establecidos por los protocolos técnicos de la empresa. De esta manera, el

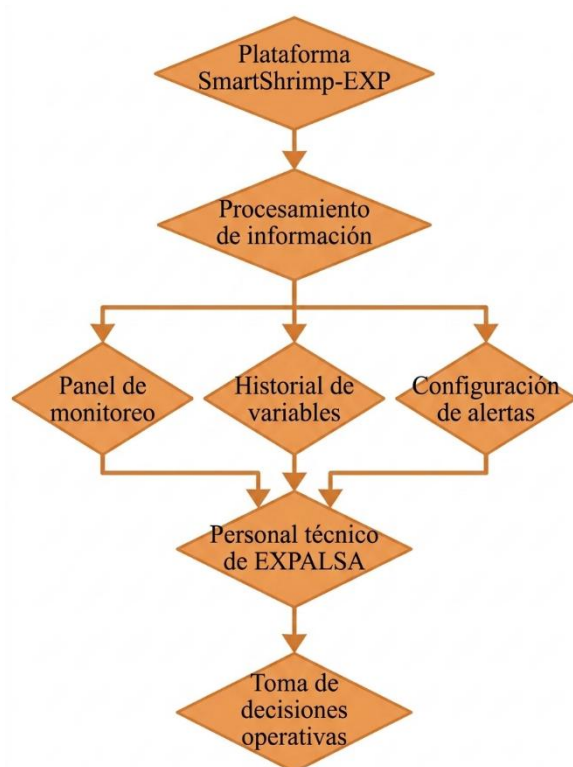
Dashboard se convierte en la interfaz principal entre la infraestructura tecnológica de la estrategia y los responsables de la gestión operativa, fortaleciendo la capacidad de respuesta frente a eventos que puedan afectar la productividad del cultivo.

Tabla 16. Especificaciones técnicas del Dashboard de monitoreo y sistema de alertas

Característica	Especificación propuesta	Aplicación en EXPALSA
Visualización	Panel gráfico interactivo	Consulta en tiempo real del estado de las piscinas camaroneras.
Variables monitoreadas	Oxígeno disuelto, temperatura, pH, salinidad, nivel de agua y alimentación	Seguimiento permanente de las condiciones del cultivo.
Sistema de alertas	Notificaciones automáticas configurables	Aviso inmediato cuando un parámetro exceda los límites establecidos.
Historial de información	Consulta por piscina y ciclo productivo	Evaluación del comportamiento histórico de las variables ambientales.
Acceso	Usuarios autorizados	Disponibilidad de información para personal técnico y responsables de producción.
Compatibilidad	Computadores, tabletas y teléfonos inteligentes	Supervisión de la operación desde diferentes dispositivos.

Nota. Elaboración propia.

Figura 7. Funcionamiento conceptual del Dashboard de monitoreo y sistema de alertas



Nota. Elaboración propia.

A partir de la arquitectura descrita, se evidencia que el Dashboard representa la interfaz mediante la cual las métricas procesadas por la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP se transforman en una herramienta pragmática para la gestión operativa en los estanques de EXPALSA. A diferencia de los módulos analizados

previamente —cuya función prioritaria radica en la captura, transmisión y resguardo de datos—, este panel de control unifica los flujos de información en una plataforma centralizada que simplifica su interpretación por parte del equipo técnico. Semejante integración viabiliza la monitorización simultánea de los parámetros críticos del cultivo, la detección oportuna de anomalías respecto a los rangos estándar y la disponibilidad de registros unificados para diagnosticar el estado biológico de cada unidad durante las distintas fases de la campaña productiva.

Por otra parte, la parametrización de un sistema de alertas robustece la capacidad proactiva de la compañía ante contingencias que pongan en riesgo la estabilidad del ecosistema acuático. Al configurar umbrales específicos para variables determinantes como el oxígeno disuelto, la temperatura o el pH, la plataforma emitirá notificaciones automatizadas en el momento en que se registren desviaciones fuera de los márgenes estipulados por los protocolos de EXPALSA, optimizando la capacidad de maniobra de los operarios en campo. Por consiguiente, el Dashboard trasciende la función de un mero repositorio de consulta para consolidarse como un soporte técnico de supervisión permanente que incrementa la precisión y la inmediatez en las decisiones operativas.

Tabla 17. *Beneficios esperados del Dashboard de monitoreo y sistema de alertas dentro de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP*

Situación diagnosticada	Solución incorporada	Beneficio esperado para EXPALSA
Información técnica distribuida en diferentes registros	Dashboard centralizado	Consulta integrada del estado de todas las piscinas.
Identificación tardía de alteraciones ambientales	Sistema automático de alertas	Intervención más rápida frente a desviaciones críticas.
Dificultad para analizar tendencias del cultivo	Visualización gráfica e histórica	Mejor seguimiento del comportamiento productivo de cada piscina.
Dependencia de revisiones presenciales para conocer el estado del cultivo	Acceso remoto al panel de monitoreo	Mayor continuidad en la supervisión técnica.
Información limitada para respaldar decisiones operativas	Panel con indicadores actualizados en tiempo real	Decisiones sustentadas en evidencia técnica disponible de forma inmediata.

Nota. Elaboración propia.

Los beneficios esperados evidencian que el Dashboard de monitoreo y sistema de alertas representa el componente mediante el cual la información generada por la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP adquiere utilidad operativa dentro de las actividades desarrolladas por EXPALSA. La posibilidad de consultar indicadores actualizados desde una plataforma única permitirá fortalecer el seguimiento técnico de las piscinas camaroneras y reducir los tiempos requeridos para identificar alteraciones en las condiciones del cultivo. En consecuencia, el personal responsable dispondrá de una visión integral del comportamiento productivo de las diferentes unidades de cultivo, favoreciendo una gestión más coordinada y sustentada en información objetiva.

Adicionalmente, la generación automática de alertas contribuirá a consolidar un enfoque preventivo dentro de la operación acuícola de EXPALSA, al facilitar la detección temprana de eventos que puedan afectar el crecimiento del camarón o la estabilidad del ambiente de cultivo. Esta capacidad de anticipación permitirá priorizar intervenciones técnicas antes de que las desviaciones evolucionen hacia problemas de mayor impacto productivo, fortaleciendo la continuidad operativa y respaldando el propósito central de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, orientada a incrementar la productividad mediante una gestión inteligente, integrada y basada en datos.

Sistema automatizado de alimentación inteligente de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

El suministro adecuado de alimento constituye uno de los procesos de mayor influencia sobre la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., debido a que incide directamente en el crecimiento del camarón, el aprovechamiento del balanceado, la estabilidad de la calidad del agua y la eficiencia económica del ciclo de cultivo. El diagnóstico realizado evidenció que la empresa dispone de procedimientos técnicos para la

programación de la alimentación y emplea platos de alimentación como herramienta para verificar el consumo; sin embargo, la dosificación continúa dependiendo de la evaluación realizada por el personal técnico y de la interpretación de la información obtenida durante el monitoreo periódico de las piscinas.

Con base en estos hallazgos, la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP incorpora un Sistema Automatizado de Alimentación, concebido para integrarse con el sistema de monitoreo inteligente previamente desarrollado. Su finalidad consiste en complementar los procedimientos actualmente utilizados por EXPALSA mediante la automatización de la dosificación del alimento a partir de la información generada en tiempo real por los sensores IoT. De esta manera, la alimentación dejará de ejecutarse exclusivamente mediante horarios predefinidos para incorporar criterios técnicos sustentados en las condiciones ambientales registradas durante el proceso de cultivo, fortaleciendo la eficiencia operativa y favoreciendo el aprovechamiento racional del balanceado.

Tabla 18. Componentes del Sistema automatizado de alimentación inteligente.

Componente	Función	Aplicación en EXPALSA
Función principal	Dosificación automatizada del alimento	Distribución controlada del balanceado en cada piscina.
Integración	Plataforma SmartShrimp-EXP e IoT	Ajuste de la alimentación según las condiciones del cultivo.
Programación	Horarios y parámetros configurables	Adaptación a las etapas del ciclo productivo y requerimientos técnicos.
Activación	Automática y supervisada	Ejecución del suministro con posibilidad de intervención del personal técnico.
Registro	Historial digital de alimentación	Seguimiento de consumos y análisis del desempeño productivo.

Nota. Elaboración propia

Bajo este principio de correspondencia, el Sistema Automatizado de Alimentación se consolida como el nodo donde convergen los desarrollos tecnológicos estructurados en la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP. Mientras la sensórica captura las métricas de campo, la red inalámbrica ejecuta el transporte, el Gateway centraliza los flujos y el entorno en

la nube procesa los registros, este subsistema capitaliza dichos datos para dirigir una de las maniobras con mayor repercusión en el rendimiento de los estanques de EXPALSA: la dosificación del balanceado. La propuesta plantea una sinergia funcional entre la fiscalización ambiental y las tareas de nutrición, logrando que ambas actividades operen de forma coordinada bajo una plataforma tecnológica unificada.

La arquitectura diseñada articula un soporte técnico para las decisiones en campo, acoplando la programación de las raciones alimenticias con las fluctuaciones de las variables ambientales registradas durante el ciclo. Semejante configuración provee al equipo técnico de una herramienta avanzada para optimizar la conversión alimenticia, mitigando los sesgos e inconsistencias propios de una administración basada únicamente en inspecciones esporádicas y robusteciendo el control operativo del proceso con mayor peso económico en la actividad. De este modo, la automatización del suministro nutricional se integra como el cierre del ecosistema tecnológico proyectado para EXPALSA, validando un modelo de gestión enfocado en la eficiencia operativa a través de información inmediata.

Figura 8. *Funcionamiento propuesto del Sistema Automatizado de Alimentación Inteligente*



Nota. Elaboración propia.

Tabla 19. Integración entre monitoreo IoT y alimentación automatizada

Variable monitoreada	Decisión del sistema	Resultado esperado
Alimentación basada principalmente en programación y evaluación manual	Sistema automatizado integrado con IoT	Mayor precisión en la dosificación del balanceado.
Posibilidad de suministrar alimento bajo condiciones ambientales desfavorables	Alimentación condicionada por información en tiempo real	Fortalecimiento del manejo técnico del cultivo.
Limitado registro histórico del proceso alimenticio	Historial digital automático	Mayor trazabilidad y análisis del desempeño por piscina.
Necesidad de optimizar el aprovechamiento del balanceado	Automatización del suministro	Mejor utilización de uno de los principales costos de producción.
Escasa integración entre monitoreo y alimentación	Ecosistema tecnológico unificado	Gestión coordinada de los procesos críticos del cultivo.

Nota. Elaboración propia.

Los impactos previstos confirman que el Sistema Automatizado de Alimentación ejerce la mayor influencia sobre el objetivo central de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, puesto que encadena de forma directa las métricas del monitoreo inteligente con las decisiones operativas del suministro nutricional. En el contexto de EXPALSA, acoplar ambas dimensiones robustece la fiscalización de una actividad determinante para el rendimiento biológico en los estanques, transitando hacia una gestión alimenticia respaldada por datos analizados de manera inmediata y atenuando la dependencia de rutinas basadas exclusivamente en inspecciones esporádicas durante la jornada de trabajo.

Desde un enfoque estratégico, este subsistema materializa la transformación digital proyectada para las unidades camaroneras de EXPALSA, consolidando un ecosistema donde la supervisión, el transporte de datos, el procesamiento analítico y la automatización operan bajo un esquema integrado. En consecuencia, la compañía adquiere un soporte tecnológico idóneo para maximizar la productividad, optimizar la tasa de conversión del balanceado, expandir la trazabilidad del circuito alimentario y estructurar un banco de información técnica orientado a la mejora continua de las campañas de cultivo. Por consiguiente, el Sistema

Automatizado de Alimentación actúa como el eslabón definitivo que traduce los registros capturados en acciones de campo orientadas a elevar la eficiencia en las piscinas.

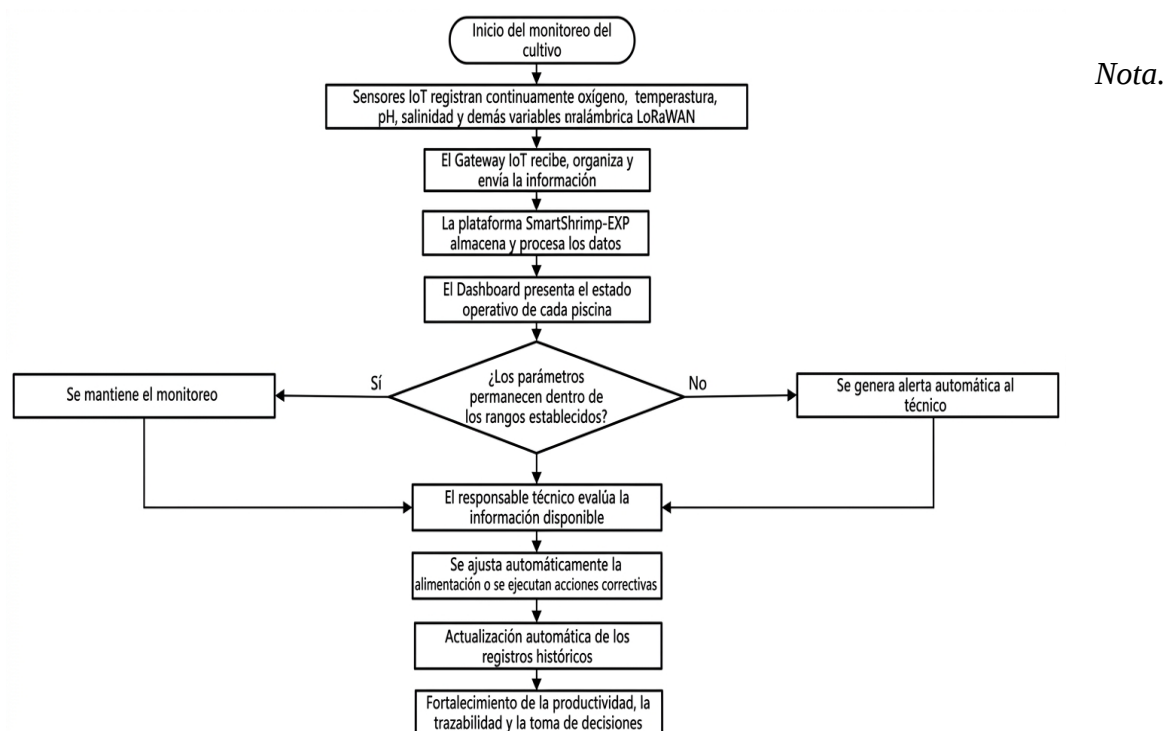
Funcionamiento Operativo de la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP

La estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP ha sido diseñada para ser un modelo de gestión tecnológica de tipo integrado, cuya implementación permitirá interconectar en una misma arquitectura los procesos de monitoreo ambiental, de transmisión de información, de procesamiento de datos y de apoyo a la toma de decisiones dentro de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

Su ejecución se sustentará en la interrelación permanente entre los componentes tecnológicos que se desarrollan en la propuesta que se presenta a continuación, para que la información generada en el ciclo de cultivo circule de manera automática desde el lugar donde esta se genera hasta el personal que tiene la responsabilidad de la operación, disminuyendo la dependencia de los registros autónomos, fortaleciendo de este modo la capacidad de respuesta ante las condiciones del cultivo.

Frente al esquema operativo tradicional, donde la mayor parte de los registros se capta mediante muestreos esporádicos que exigen fases posteriores de consolidación manual, esta propuesta metodológica introduce un flujo ininterrumpido de datos diseñado para fiscalizar los parámetros críticos del ecosistema acuático con carácter inmediato. Bajo esta dinámica, cada módulo desempeña un rol especializado dentro de una secuencia operativa unificada; articulación que asegura que la monitorización ambiental, el procesamiento analítico de la información y la automatización nutricional coexistan de forma coordinada para servir de soporte a la gestión técnica y al rendimiento de las piscinas en EXPALSA.

Figura 9. Funcionamiento operativo de la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP



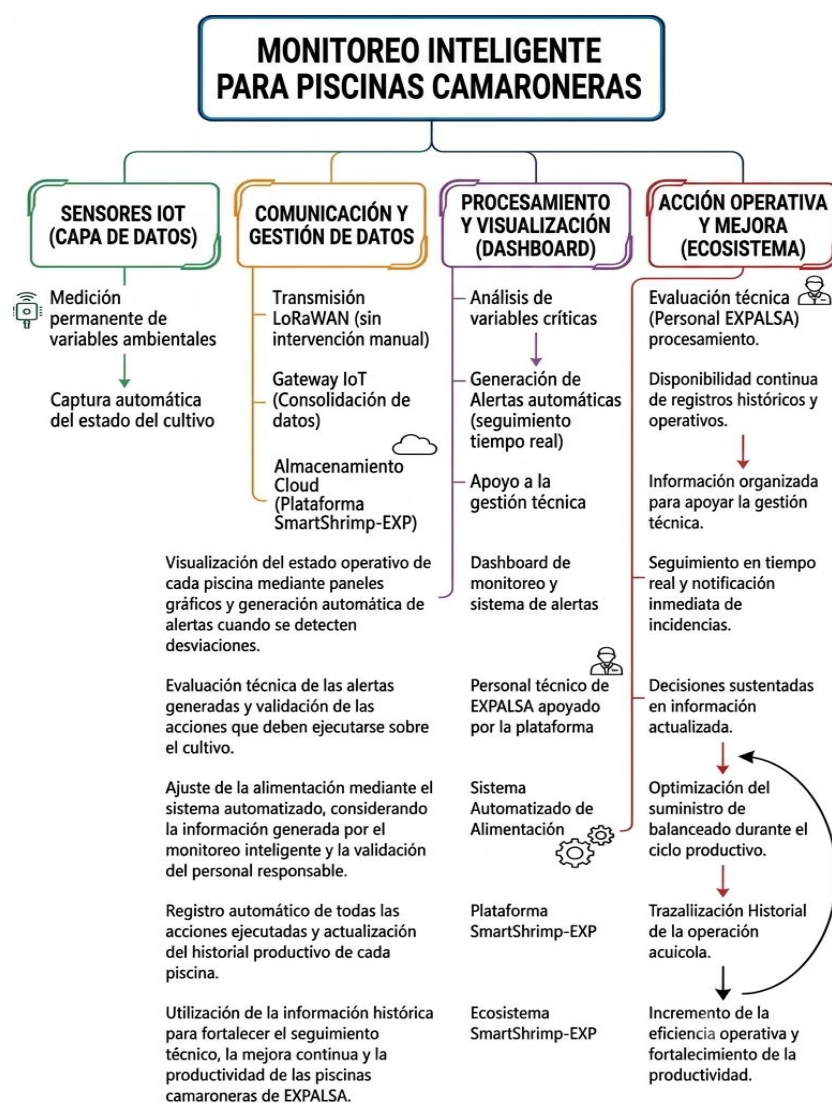
Elaboración propia.

El funcionamiento que se propone para la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP comenzará con la captura continua de información dentro de las piscinas camaroneras, a través de sensores IoT instalados en puntos estratégicos de la explotación. Dichos dispositivos registrarán de forma permanente variables de interés como óxido de carbono disuelto, temperatura, potencial de hidrógeno (pH), salinidad y otras variables definidas por los protocolos técnicos de EXPALSA, permitiendo disponer de manera continua de información acerca del estado del medio acuífero, sin interrumpir las actividades productivas que el personal de campo desarrolla cotidianamente.

Luego, con los datos obtenidos, se realizará la transmisión a través de la red de comunicación inalámbrica, para que el Gateway IoT pueda concentrar la información proveniente de las distintas piscinas, comprobar su integridad y enviarla automáticamente a la plataforma SmartShrimp-EXP para el almacenamiento y procesamiento. Sobre esta

infraestructura, el sistema podrá organizar los registros históricos, actualizar continuamente la base de datos institucional y alimentar el panel de control en el que el personal técnico podrá visualizar el comportamiento de cada unidad de cultivo, identificar tendencias y recibir alertas en aquellos parámetros monitoreados que se vean alterados de los rangos operativos que la organización defina, conforme a sus necesidades, metas y propósitos establecidos.

Figura 10. Secuencia Operativa del funcionamiento de la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP en las piscinas camaroneras de EXPALSA



Nota.

Elaboración propia a partir de la arquitectura funcional propuesta para la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

Proceso de integración de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP en EXPALSA

Se propone que la incorporación de la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP sea un proceso por etapas, que permitirá la

integración progresiva de cada elemento tecnológico en el funcionamiento normal de las piscinas de camarones de EXPALSA, sin interrumpir los procesos de producción durante toda la fase de implementación. La propuesta se basa en el diagnóstico realizado en esta

investigación, que permitió detectar oportunidades para mejorar el seguimiento, la disponibilidad de información y el apoyo a la toma de decisiones por las tecnologías digitales. Según estos resultados, la implementación comenzará con la instalación de la infraestructura tecnológica, seguirá con el ajuste de la plataforma de gestión y concluirá con la integración del sistema de alimentación automatizado, asegurarse de que cada paso se verifica antes de pasar al siguiente.

Por su parte, se especifica que una característica clave de este proceso es que la estrategia se integrará en la infraestructura operativa existente sin realizar cambios que puedan comprometer el cumplimiento de los estándares internacionales a los que EXPALSA se adhiere actualmente o perturbar la estabilidad de su cultura. Por lo tanto, la implementación de SmartShrimp-EXP complementará las tareas técnicas que realiza el equipo de producción. Esto permitirá a la empresa establecer gradualmente un modelo de gestión basado en la automatización inteligente, la trazabilidad digital y la información en tiempo real, sin alterar los procesos que garantizan la calidad y la seguridad del producto para los mercados internacionales.

Figura 11. Proceso de integración de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP en EXPALSA



Nota. Elaboración propia a partir de la arquitectura funcional propuesta para la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

Tabla 20. Integración operacional de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP en los procesos de EXPALSA

Proceso operativo actual en EXPALSA	Integración tecnológica propuesta	Proceso que permanece	Resultado esperado
Monitoreo periódico de oxígeno, temperatura, pH, salinidad y demás variables del cultivo.	Instalación de sensores IoT para el registro continuo y transmisión automática de datos.	Protocolos técnicos de monitoreo ejecutados por biólogos y personal de campo.	Mayor continuidad, precisión y disponibilidad de información ambiental.
Registro operativo mediante bitácoras y formatos de control.	Incorporación de la plataforma SmartShrimp-EXP para el almacenamiento y gestión centralizada de la información.	Procedimientos institucionales de control y trazabilidad.	Consolidación digital de los registros históricos y operativos.
Supervisión técnica de las piscinas durante la jornada de producción.	Dashboard de monitoreo con visualización en tiempo real y generación automática de alertas.	Evaluación y validación realizada por el personal técnico.	Mayor capacidad de respuesta frente a variaciones del cultivo.
Programación de la alimentación con base en los protocolos técnicos y evaluación del consumo.	Integración del sistema automatizado de alimentación apoyado por la información generada mediante IoT.	Criterios nutricionales y supervisión técnica establecidos por EXPALSA.	Optimización del suministro de balanceado y fortalecimiento del control alimenticio.
Evaluación periódica del desempeño de las piscinas camaroneras.	Integración de indicadores digitales y registros históricos dentro de la plataforma SmartShrimp-EXP.	Seguimiento técnico de los ciclos de producción.	Mayor soporte para la toma de decisiones y la mejora continua de la productividad.

Nota. Elaboración propia a partir de la arquitectura funcional propuesta para la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

Teniendo en cuenta lo anterior, se describe que la implementación propuesta trasciende de la integración individual de los equipos tecnológicos, puesto que se trata de un método específico para modificar gradualmente la gestión operativa en las piscinas de camarones de EXPALSA. Esta secuencia garantiza que cada etapa de integración establezca los requisitos para los pasos siguientes, evitando interrupciones en la producción y fomentando que los responsables de biología, tecnología y producción integren la tecnología como una herramienta de apoyo para su trabajo. Esta planificación permite una implementación controlada de SmartShrimp-EXP, lo que posibilita verificar el rendimiento de cada componente antes de su integración final en el ecosistema tecnológico de la empresa.

Desde un punto de vista estratégico, la sostenibilidad a medio y largo plazo de la propuesta también se ve reforzada por el proceso de implementación. Si se integra poco a poco la infraestructura tecnológica y, al mismo tiempo, se forma al personal y se valida de manera constante el funcionamiento del sistema, la organización podrá desarrollar competencias internas para gestionar plataformas sin que dependa únicamente de proveedores externos. Por lo tanto, SmartShrimp-EXP se presenta como una solución tecnológica que se integra con el modelo de gestión de EXPALSA y tiene la capacidad de crecer a medida que aumenten los requisitos operativos de las piscinas excavadas y las demandas técnicas de los mercados internacionales para la exportación.

Cronograma de implementación de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP en EXPALSA

Es indispensable mencionar que, la aplicabilidad de la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP se propone a través de una serie ordenada de actividades que facilitarán la incorporación progresiva de los elementos tecnológicos sugeridos en las operaciones de las piscinas de camarones de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. Por consiguiente, el plan

prevé un plazo estimado para la implementación de seis meses, el tiempo necesario para completar las etapas de planificación, instalación, configuración, formación, integración tecnológica y validación operativa.

Además, el objetivo de esta planificación es minimizar el impacto en las actividades productivas y asegurar que cada fase se complete con éxito antes de comenzar la siguiente.

Tabla 21. *Cronograma de actividades*

Actividad	Responsable	Recursos principales	Duración	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Planificación general de la implementación tecnológica	Dirección de Producción y Coordinación del Proyecto	Plan de trabajo, documentación técnica	2 semanas						
Adquisición de sensores IoT, Gateway y equipos de comunicación	Departamento de Compras y Proveedor tecnológico	Sensores, Gateway, red LoRaWAN	4 semanas						
Instalación de sensores y configuración de la red de comunicación	Equipo técnico especializado	Equipos IoT, infraestructura de comunicaciones	4 semanas						
Implementación de la plataforma SmartShrimp-EXP y configuración del Dashboard	Área de Tecnologías de la Información	Software, servidor y plataforma Cloud	4 semanas						
Capacitación del personal técnico y operativo	Talento Humano y proveedor tecnológico	Manuales, plataforma y sesiones prácticas	3 semanas						
Integración del sistema automatizado de alimentación	Equipo técnico de producción y proveedor	Alimentadores automáticos y plataforma SmartShrimp-EXP	4 semanas						
Pruebas operativas, monitoreo piloto y ajustes técnicos	Equipo de Producción, TI y Calidad	Infraestructura tecnológica instalada	3 semanas						
Validación del funcionamiento integral de la estrategia e inicio de operación	Dirección de Producción y Gerencia Técnica	Todos los componentes implementados	2 semanas						

Nota. Elaboración propia con base en la secuencia de implementación propuesta para la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP en EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

El calendario previsto sigue una estrategia de implantación escalonada, que prioriza la estabilidad operativa de EXPALSA al integrar SmartShrimp-EXP. La secuencia establecida permite la instalación coordinada de la infraestructura tecnológica, el ajuste de la plataforma y la capacitación del personal, lo que reduce las posibilidades de interrupción de los trabajos agrícolas y garantiza que cada elemento se examine antes de pasar a la siguiente etapa. Esta perspectiva reduce los peligros asociados con la implementación de nuevas tecnologías y favorece la integración progresiva de la estrategia en las operaciones regulares de la empresa.

De manera análoga, se verifica que la planificación contempla la participación de las áreas que se hallan directamente interrelacionadas con la producción, la gestión tecnológica y la administración del proyecto, de tal manera que se promueva un proceso de implementación que cumpla con cada uno de los requisitos interdisciplinarios. En consecuencia, La incorporación de los componentes tecnológicos facilitará la empresa Valide correctamente el desempeño del sistema bajo condiciones verídicas en términos operativos, además de la realización de ajustes necesarios durante la fase piloto, así como la consolidación de una transición controlada hacia un modelo de gestión soportado por actividades de monitoreo inteligente, automatización y juntamente con la disponibilidad periódica de información para el proceso concerniente de la toma de decisiones.

Correspondencia entre el diagnóstico y la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

La estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP se ha formulado sobre la base de los resultados del diagnóstico de las actividades tecnológicas y productivas realizadas en las piscinas de camarón de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. De tal manera, cada componente integrador de la presente propuesta responde a necesidades específicas que fueron identificadas a lo largo del proceso profundizador. garantizar que las soluciones tecnológicas sugeridas sean coherentes con la realidad operativa de la empresa y con los requisitos técnicos requeridos para la producción acuícola destinada a los mercados mundiales.

En esta perspectiva, el vínculo entre la estrategia y el diagnóstico es un componente esencial para evidenciar la relevancia de la propuesta. SmartShrimp-EXP, en vez de incorporar tecnologías por separado, articula varias soluciones que tienen como objetivo mejorar los procesos en los que se han detectado oportunidades para optimizar el monitoreo ambiental, la gestión de datos, la trazabilidad operativa y el apoyo a la toma de decisiones. Así, la propuesta se mantiene en contacto directo con los resultados logrados al desarrollar los objetivos específicos 1 y 2, asegurando que la estrategia tecnológica esté alineada con las condiciones reales de explotación de EXPALSA.

Tabla 22. Correspondencia entre el diagnóstico y la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

Hallazgo identificado en el diagnóstico	Oportunidad de mejora identificada	Componente de la Estrategia SmartShrimp-EXP	Contribución esperada
El monitoreo de las variables físico-químicas depende de mediciones realizadas en horarios determinados.	Incrementar la continuidad y oportunidad del monitoreo ambiental.	Sensores IoT.	Disponibilidad permanente de información sobre el estado del cultivo.
La información generada en las piscinas se registra mediante bitácoras y diferentes formatos operativos.	Centralizar los registros técnicos en una única plataforma digital.	Plataforma SmartShrimp-EXP (Cloud).	Consolidación y consulta inmediata de la información histórica y operativa.
La transmisión de la información depende del traslado de registros y de procesos manuales de consolidación.	Automatizar el flujo de datos entre las piscinas y la plataforma tecnológica.	Red LoRaWAN y Gateway IoT.	Flujo continuo de información y reducción de tiempos de procesamiento.
El seguimiento del cultivo requiere la revisión periódica de diferentes registros para identificar desviaciones.	Facilitar la visualización integrada del comportamiento de cada piscina.	Dashboard de monitoreo y sistema de alertas.	Mayor capacidad de supervisión y respuesta técnica.
La programación del suministro de alimento se apoya principalmente en evaluaciones periódicas del personal técnico.	Complementar el proceso alimenticio mediante información generada en tiempo real.	Sistema Automatizado de Alimentación.	Fortalecimiento de la gestión alimenticia y del control operativo.
La información técnica se encuentra distribuida en distintos registros operativos.	Integrar la trazabilidad del proceso productivo en un solo entorno tecnológico.	Ecosistema SmartShrimp-EXP.	Mayor soporte para la toma de decisiones y la mejora continua de la productividad.

Nota. Elaboración propia, adaptado de los resultados del diagnóstico de los procesos productivos y tecnológicos desarrollados en EXPALSA, durante la presente investigación.

Indicadores esperados de productividad de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

La implementación de la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP requiere el establecimiento de indicadores para evaluar, después de su puesta en servicio, cómo los componentes tecnológicos impactan el rendimiento operativo de las piscinas de camarones de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. En esta línea, los indicadores sugeridos no tienen como objetivo prever resultados numéricos, establecer criterios objetivos que permitan seguir el comportamiento de los procesos reforzados mediante la vigilancia inteligente, la integración de la información y la automatización propuesta en este estudio.

Por otra parte, se especifica que los indicadores fueron seleccionados teniendo en cuenta los resultados de diagnóstico más pertinentes y las necesidades operativas detectadas en los procesos de vigilancia, la gestión de la información, la trazabilidad y el apoyo a la toma de decisiones. Por lo tanto, su papel será proporcionar elementos de evaluación que permitan verificar el nivel de refuerzo alcanzado en los procesos con un impacto significativo sobre la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA, durante la futura implementación de la estrategia.

Indicador	Situación actual identificada	Situación esperada con SmartShrimp-EXP	Relación con la productividad
Frecuencia de monitoreo	Mediciones realizadas en intervalos programados por el personal técnico.	Monitoreo continuo mediante sensores IoT.	Mayor disponibilidad de información para el seguimiento del cultivo.
Disponibilidad de información	Registros distribuidos en bitácoras y formatos operativos.	Información centralizada en una plataforma digital única.	Agilidad en la consulta y análisis de datos productivos.
Tiempo de respuesta ante variaciones del cultivo	Depende de la detección durante las inspecciones programadas.	Alertas automáticas generadas por el sistema en tiempo real.	Mayor oportunidad para ejecutar acciones correctivas.
Nivel de trazabilidad operativa	Información registrada en diferentes documentos de control.	Historial digital integrado por piscina y ciclo de producción.	Fortalecimiento del seguimiento técnico y documental.
Apoyo a la toma de decisiones	Basado principalmente en registros históricos y observaciones de campo.	Decisiones respaldadas por información	Mayor soporte técnico para la gestión del cultivo.

Indicador	Situación actual identificada	Situación esperada con SmartShrimp-EXP	Relación con la productividad
Nivel de automatización	Predominio de procesos manuales de registro y seguimiento.	actualizada y centralizada. Integración del monitoreo inteligente y alimentación automatizada.	Optimización de actividades críticas del proceso productivo.

Nota. Elaboración propia con base en la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP propuesta para EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

Una vez que la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP se implemente en las operaciones de EXPALSA, los indicadores sugeridos servirán como referencia para medir su rendimiento. Su enfoque permite orientar la evaluación hacia elementos directamente relacionados con la gestión de la cultura, dando prioridad a las variables que muestran la capacidad de la organización para disponer de información en el momento oportuno, optimizar el control técnico y mejorar la coordinación entre los procesos implicados en la producción de camarones. Así, la productividad ya no se examina únicamente a partir de los resultados finales del ciclo de producción, sino que también se evalúa a la luz del funcionamiento de los procesos que la hacen posible.

Además, estos indicadores otorgan un fundamento claro y objetivo, permitiendo que la empresa EXPALSA pueda monitorear sistemáticamente la implementación de la estrategia tecnológica y a su vez, evaluar su progreso en el tiempo. Al centrarse en criterios operacionales observables y verificables, ayudan a identificar oportunidades de mejora, apoyan la toma de decisiones basada en evidencias y contribuyen al fortalecimiento continuo de un modelo de gestión para aumentar la competitividad, la trazabilidad y la eficacia de las piscinas de camarones destinadas a la exportación internacional.

Contribución esperada de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP sobre la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA

Tabla 23. *Contribución esperada de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP sobre la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA*

Dimensión de la productividad	Situación fortalecida mediante la estrategia	Contribución esperada para EXPALSA
Monitoreo del cultivo	Disponibilidad continua de información sobre las condiciones ambientales de las piscinas.	Mayor capacidad para supervisar el comportamiento del cultivo durante todo el ciclo productivo.
Gestión de la información	Integración de los registros técnicos en una plataforma digital centralizada.	Acceso oportuno a información organizada para respaldar la gestión operativa.
Toma de decisiones	Disponibilidad de alertas y visualización de variables críticas en tiempo real.	Mayor oportunidad para ejecutar acciones técnicas frente a variaciones del cultivo.
Alimentación del camarón	Integración del monitoreo inteligente con el sistema automatizado de alimentación.	Fortalecimiento de la planificación y control del suministro de balanceado.
Trazabilidad operativa	Consolidación digital del historial de cada piscina y de las actividades ejecutadas durante el ciclo de producción.	Mayor soporte para auditorías, certificaciones internacionales y seguimiento técnico.
Gestión productiva	Integración de procesos tecnológicos dentro del esquema operativo existente.	Fortalecimiento de la eficiencia operativa y de la capacidad competitiva de EXPALSA en el mercado exportador.

Nota. Elaboración propia con base en la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP propuesta para EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

La contribución de la estrategia tecnológica SmartShrimp-EXP debe considerarse como un proceso integral de fortalecimiento de la gestión productiva, y no solo como la inclusión de instrumentos digitales en las cuencas de camarones. La integración funcional de los elementos tecnológicos permitirá transferir sin interrupción las informaciones producidas durante el cultivo entre las diferentes fases del proceso, lo que favorecerá una gestión más coordinada entre el control técnico, la vigilancia medioambiental y la planificación operativa. Desde esta perspectiva, la tecnología deja de tener un papel secundario y se convierte en un componente articulador que apoya la gestión diaria de la producción.

Desde un punto de vista organizativo, la propuesta contribuirá también a crear una cultura de gestión basada en información oportuna y fiable. Esta circunstancia permitirá que las decisiones relacionadas con la gestión de piscinas se basen en pruebas producidas durante la operación y no solo en revisiones periódicas o registros aislados. En consecuencia, EXPALSA estará mejor posicionada para consolidar sus procedimientos de control interno, reaccionar más rápidamente a las exigencias técnicas del mercado exportador y mantener los niveles de calidad, bioseguridad y trazabilidad que distinguen su modelo de producción.

En términos generales, la estrategia sugiere desarrollar un modelo de modernización tecnológica que esté alineado con los avances en precisión y las necesidades operativas detectadas a lo largo del diagnóstico mostrado en la investigación. El diseño presentado representa una opción técnica estructurada para guiar futuros procesos de transformación digital en EXPALSA, aunque la implementación efectiva depende de la decisión institucional y los recursos disponibles para realizarla. Además, esta concepción sirve de base para el análisis financiero y económico que se desarrolla en el próximo objetivo específico del estudio.

Evaluación de la viabilidad financiera de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP para las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A.

En correspondencia con el cuarto objetivo específico planteado en esta investigación, el presente apartado desarrolla la evaluación de la viabilidad financiera de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, diseñada en el objetivo específico precedente con la finalidad de fortalecer la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. Este análisis se sustenta en la técnica de análisis de información financiera descrita en el apartado metodológico, mediante la cual se recopilaron y procesaron los datos económicos vinculados con la inversión requerida para la implementación de la propuesta tecnológica, con el propósito de determinar su factibilidad económica a través de indicadores

como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Retorno sobre la Inversión (ROI) y el análisis de flujos de caja proyectados.

El desarrollo de este objetivo cierra el ciclo analítico de la investigación, articulando los resultados del diagnóstico operativo, el análisis de las exigencias de innovación del mercado exportador y el diseño de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP con un ejercicio de evaluación económica que permite determinar si la propuesta tecnológica resulta financieramente conveniente para EXPALSA, de manera que la empresa disponga de criterios objetivos para sustentar una eventual decisión de inversión.

Alcance y supuestos del análisis financiero

Debido a la naturaleza confidencial de la información financiera corporativa de EXPALSA, y en concordancia con el enfoque metodológico de estudio de caso adoptado en esta investigación, el análisis financiero se desarrolla sobre un módulo operativo representativo, conformado por 20 piscinas camaroneras (aproximadamente 40 hectáreas de espejo de agua), coherente con la primera fase de implementación por etapas descrita en el objetivo específico anterior. Esta escala permite dimensionar de manera realista los costos y beneficios asociados a la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP sin comprometer información institucional reservada de la empresa, y sienta las bases metodológicas para una eventual proyección a escala completa una vez validados los resultados de la fase piloto.

Los valores monetarios empleados en la evaluación se estimaron a partir de referencias técnicas y comerciales especializadas en sistemas de Internet de las Cosas (IoT) aplicados a la acuicultura, así como de evidencia científica relacionada con los efectos económicos de la alimentación automatizada y el monitoreo inteligente sobre la eficiencia productiva de camaroneras. Para efectos de la presente evaluación se establecieron los siguientes supuestos financieros:

Horizonte de evaluación: cinco años, periodo coherente con la vida útil estimada de los componentes electrónicos y con la depreciación tecnológica habitual de los sistemas IoT y de automatización.

Tasa de descuento: 12% anual, empleada como aproximación del costo de oportunidad del capital para proyectos tecnológicos dentro del sector exportador acuícola ecuatoriano.

Moneda de referencia: dólares de los Estados Unidos de América (USD), moneda de curso legal en Ecuador.

Crecimiento anual del 3% aplicado tanto a los costos operativos como a los beneficios proyectados, como aproximación conservadora del efecto inflacionario y de la consolidación progresiva de la estrategia dentro de la operación.

Valor residual del 15% de la inversión inicial al finalizar el horizonte de evaluación, correspondiente al valor estimado de reventa, reutilización o continuidad operativa de los equipos tecnológicos.

Inversión inicial requerida para la implementación de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

La inversión inicial comprende la adquisición e instalación de los componentes tecnológicos que integran la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP —descritos en el objetivo específico anterior—, así como los costos asociados a la configuración, integración y capacitación del personal técnico. La Tabla siguiente detalla los rubros considerados para el módulo operativo de 20 piscinas camaroneras.

Tabla 24. *Inversión inicial estimada de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP para un módulo de 20 piscinas camaroneras*

Componente	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Sensores IoT multiparamétricos (oxígeno disuelto, pH, temperatura, salinidad)	20	850	17.000

Módulos de energía solar y baterías para nodos sensores	20	180	3.600
Gateway IoT y antenas concentradoras LoRaWAN	2	1.800	3.600
Infraestructura de red LoRaWAN (repetidores y accesorios)	1	4.200	4.200
Implementación y licenciamiento inicial de la plataforma en la nube	1	9.000	9.000
Desarrollo del dashboard y sistema de alertas	1	6.500	6.500
Alimentadores automáticos inteligentes	20	1.950	39.000
Instalación, configuración e integración de los sistemas	1	8.500	8.500
Capacitación técnica del personal operativo	1	4.200	4.200
Imprevistos (5% del subtotal)	-	-	4.780
Inversión inicial total	-	-	100.380

Nota. Elaboración propia, con base en referencias técnicas y comerciales de proveedores de tecnología IoT aplicada a la acuicultura y en las características técnicas de los componentes descritos en la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

La inversión inicial estimada asciende a USD 100.380 para el módulo piloto de 20 piscinas camaroneras, monto en el cual el sistema automatizado de alimentación concentra la mayor proporción del desembolso, seguido por los sensores IoT de monitoreo y la implementación de la plataforma en la nube. Esta distribución es coherente con la priorización establecida en el diagnóstico, donde la alimentación y el monitoreo de variables críticas fueron identificados como los procesos con mayor incidencia sobre la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA.

Costos operativos proyectados

Una vez implementada, la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP demanda costos operativos anuales asociados al mantenimiento de los equipos, la suscripción de la plataforma en la nube, la conectividad y el soporte técnico especializado. La Tabla siguiente presenta la proyección de estos costos para el horizonte de evaluación de cinco años, considerando un crecimiento anual del 3%.

Tabla 25.Costos operativos anuales proyectados de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Mantenimiento y calibración de sensores	4.500	4.635	4.774	4.917	5.065
Suscripción y hosting de la plataforma en la nube	6.200	6.386	6.578	6.775	6.978
Conectividad y transmisión de datos (red LoRaWAN)	2.100	2.163	2.228	2.295	2.364
Soporte técnico y actualización de software	3.600	3.708	3.819	3.934	4.052
Mantenimiento de alimentadores automáticos	4.200	4.326	4.456	4.590	4.727
Total costos operativos (USD)	20.600	21.218	21.855	22.510	23.185

Nota. Elaboración propia, con base en las especificaciones técnicas de los componentes de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP y en referencias comerciales de plataformas de monitoreo IoT para acuicultura.

Beneficios económicos esperados de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

Los beneficios económicos de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP se estimaron a partir de los efectos productivos identificados en el objetivo específico anterior, particularmente aquellos relacionados con la mejora de la conversión alimenticia, la reducción de la mortalidad mediante alertas tempranas y la disminución de la dependencia de registros manuales. Evidencia científica reciente sobre alimentación automatizada en camaroneras ecuatorianas reporta reducciones del costo de producción por libra de camarón de hasta un 39% al incorporar sistemas de alimentación asistidos por monitoreo inteligente, en comparación con esquemas de alimentación convencionales (Revista de la Cámara Nacional de Acuicultura, 2024). Con base en dicha evidencia, y aplicando criterios conservadores para el módulo operativo analizado, se estimaron los siguientes beneficios anuales.

Tabla 26.Beneficios económicos anuales esperados de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP (Año 1)

Fuente de beneficio	Descripción	Valor estimado Año 1 (USD)
Reducción del costo de alimento balanceado	Mejora de la conversión alimenticia (FCA) mediante alimentación automatizada apoyada en monitoreo en tiempo real	27.300

Reducción de horas-hombre en monitoreo manual	Disminución del tiempo destinado a la verificación de platos de alimentación y registros manuales de campo	6.000
Disminución de pérdidas por mortalidad	Mejora de la supervivencia del cultivo mediante alertas tempranas ante variaciones de la calidad del agua	9.000
Reducción de costos operativos por respuesta oportuna	Menor uso de recursos de emergencia (aireación, traslados) ante contingencias ambientales	4.000
Beneficio total estimado (Año 1)	-	46.300

Nota. Elaboración propia, con base en la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

Para efectos de la proyección financiera, se asumió un crecimiento anual del 3% en los beneficios estimados, en consideración a la consolidación progresiva de la estrategia dentro de la operación y al perfeccionamiento del uso de la información generada por los sistemas de monitoreo.

Flujo de caja proyectado

El flujo de caja proyectado integra la inversión inicial, los costos operativos y los beneficios económicos estimados previamente, incorporando un valor residual del 15% de la inversión inicial (USD 15.057) al término del quinto año, correspondiente al valor estimado de los equipos tecnológicos al finalizar el horizonte de evaluación.

Tabla 27. *Flujo de caja proyectado de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP (Años 0 a 5, en USD)*

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión inicial	(100.380)	-	-	-	-	-
Beneficios económicos	-	46.300	47.689	49.120	50.593	52.111
Costos operativos	-	(20.600)	(21.218)	(21.855)	(22.510)	(23.185)
Flujo neto operativo	-	25.700	26.471	27.265	28.083	28.926
Valor residual de los equipos	-	-	-	-	-	15.057
Flujo de caja neto	(100.380)	25.700	26.471	27.265	28.083	43.983

Nota. Elaboración propia, con base en la inversión inicial, los costos operativos y los beneficios económicos estimados para la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto permite determinar si los flujos de caja futuros generados por la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, descontados a la tasa de oportunidad del capital, superan la inversión inicial requerida. Aplicando una tasa de descuento del 12% anual sobre los flujos de caja neto proyectados en la Tabla anterior, se obtiene un Valor Actual Neto de USD 5.880. Al ser un valor positivo, el resultado indica que la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP genera un excedente económico por encima del costo de oportunidad del capital invertido, lo que respalda su viabilidad financiera para el módulo operativo evaluado, si bien el margen obtenido es moderado y refleja una rentabilidad ajustada más que holgada.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno corresponde a la tasa de descuento que iguala a cero el Valor Actual Neto de los flujos de caja proyectados. El cálculo aplicado a los flujos de caja de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP arroja una Tasa Interna de Retorno de 14,16% anual. Al comparar este resultado con la tasa de descuento empleada como referencia (12% anual), se observa que la TIR obtenida la supera en 2,16 puntos porcentuales, lo cual confirma que el rendimiento esperado de la inversión es superior al costo de oportunidad del capital, sustentando adicionalmente la viabilidad financiera de la propuesta, aunque dentro de un margen relativamente estrecho que amerita un seguimiento riguroso durante la fase de implementación.

Retorno sobre la Inversión (ROI)

El Retorno sobre la Inversión permite cuantificar la rentabilidad global generada por la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP en relación con el capital invertido. Considerando la suma de los flujos de caja netos proyectados durante los cinco años del horizonte de evaluación (USD 151.502) frente a la inversión inicial de USD 100.380, se obtiene un Retorno sobre la Inversión de 50,93% acumulado para el periodo completo, equivalente a un

rendimiento promedio aproximado de 10,2% anual. Este resultado evidencia que, durante el horizonte evaluado, la estrategia tecnológica recupera la inversión realizada y genera un excedente adicional cercano a la mitad del capital invertido.

Periodo de recuperación de la inversión

El periodo de recuperación de la inversión (Payback) determina el tiempo requerido para que los flujos de caja netos generados por la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP cubran la totalidad de la inversión inicial.

De acuerdo con el flujo de caja acumulado, la inversión de USD 100.380 se recupera en un plazo aproximado de 3 años y 9 meses, lapso que se ubica dentro del horizonte de evaluación de cinco años establecido para el presente análisis, lo que representa un periodo de recuperación razonable para un proyecto de innovación tecnológica de esta naturaleza dentro del sector acuícola exportador.

Síntesis de los indicadores de viabilidad financiera

Tabla 28. *Síntesis de los indicadores de viabilidad financiera de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP*

Indicador	Resultado obtenido	Criterio de aceptación	Interpretación
Valor Actual Neto (VAN)	USD 5.880	$VAN > 0$	Viable, con margen moderado
Tasa Interna de Retorno (TIR)	14,16% anual	$TIR > \text{tasa de descuento}$ (12%)	Viable
Retorno sobre la Inversión (ROI)	50,93% acumulado (5 años)	$ROI > 0\%$	Rentable
Periodo de recuperación (Payback)	3 años y 9 meses	Menor al horizonte de evaluación (5 años)	Aceptable

Nota. Elaboración propia, con base en los resultados del análisis financiero desarrollado para la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

En conjunto, los cuatro indicadores convergen en una misma conclusión: la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP es financieramente viable para el módulo operativo evaluado, aunque con niveles de rentabilidad moderados que evidencian la conveniencia de una implementación gradual y de un control riguroso de los costos operativos durante las primeras fases de ejecución.

Análisis de sensibilidad

Con el propósito de valorar la solidez de los resultados obtenidos ante posibles variaciones en los supuestos financieros, se desarrolló un análisis de sensibilidad considerando un escenario pesimista, en el cual los beneficios proyectados se reducen en 15% y los costos operativos se incrementan en 10%, y un escenario optimista, en el cual los beneficios se incrementan en 15% y los costos operativos se reducen en 5%. La Tabla siguiente resume los resultados obtenidos para cada escenario.

Tabla 29. *Análisis de sensibilidad de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP ante variaciones en beneficios y costos*

Escenario	Variación aplicada	VAN (USD)	TIR (%)	Viabilidad
Base	Beneficios y costos según proyección original	5.880	14,16%	Viable (margen moderado)
Pesimista	Beneficios -15% / Costos operativos +10%	(28.359)	0,98%	No viable
Optimista	Beneficios +15% / Costos operativos -5%	36.202	24,76%	Altamente viable

Nota. Elaboración propia, con base en la simulación de escenarios aplicada al flujo de caja proyectado de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP.

Los resultados del análisis de sensibilidad evidencian que la viabilidad financiera de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP es sólida ante escenarios favorables, pero sensible frente a desviaciones negativas simultáneas en los beneficios y los costos operativos, condición bajo la cual el proyecto dejaría de ser financieramente viable. Esta situación resalta la importancia de una gestión disciplinada de los costos de mantenimiento y conectividad, así

como del seguimiento continuo de los indicadores de productividad que sustentan los beneficios proyectados, de manera que la empresa pueda anticipar desviaciones y adoptar medidas correctivas oportunas durante la implementación de la estrategia.

Interpretación general de la viabilidad financiera de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP

La evaluación financiera desarrollada en este apartado permite concluir que, la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP constituye una alternativa de inversión financieramente viable para EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., sustentada en un Valor Actual Neto positivo, una Tasa Interna de Retorno superior a la tasa de descuento empleada, un Retorno sobre la Inversión favorable y un periodo de recuperación compatible con el horizonte de evaluación establecido. No obstante, los márgenes obtenidos son moderados, y el análisis de sensibilidad demuestra que la viabilidad de la propuesta depende, en gran medida, de la consolidación efectiva de los beneficios proyectados y del control riguroso de los costos operativos asociados al mantenimiento, la conectividad y el soporte técnico de los sistemas implementados.

En este sentido, se recomienda que la implementación de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP se desarrolle inicialmente a la escala del módulo piloto evaluado en el presente análisis, de manera que EXPALSA pueda validar en la práctica los supuestos de costos y beneficios empleados, antes de proceder a una eventual extensión de la propuesta hacia el conjunto total de piscinas camaroneras de la empresa. Esta aproximación gradual resulta coherente con el cronograma de implementación por etapas definido en el objetivo específico anterior y permite mitigar el riesgo financiero asociado a una inversión de mayor escala, sin renunciar a los beneficios productivos y de gestión de la información identificados a lo largo de la presente investigación.

A manera de cierre, los resultados obtenidos en el desarrollo del cuarto objetivo específico complementan y dan cierre al proceso analítico integral de la investigación, al demostrar que la propuesta de innovación tecnológica diseñada para las piscinas camaroneras de EXPALSA no solo responde a las necesidades operativas identificadas en el diagnóstico y a las exigencias de competitividad del mercado exportador camaronero, sino que también resulta económicamente sostenible, cumpliendo así con el objetivo general de la presente investigación de evaluar la viabilidad de una estrategia de innovación tecnológica para mejorar la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA destinadas a la exportación internacional.

Conclusiones

Se concluye, en atención al objetivo general de la investigación, que la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, sustentada en un sistema de monitoreo inteligente mediante tecnología IoT y en la automatización del proceso de alimentación, constituye una alternativa viable para mejorar la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A. destinadas a la exportación internacional. El análisis técnico, operativo y financiero desarrollado a lo largo del estudio evidencia que la propuesta responde de manera coherente a las condiciones productivas de la empresa, a las exigencias de competitividad del mercado exportador camaronero y a criterios objetivos de rentabilidad, por lo que su implementación resulta recomendable, particularmente bajo un esquema de adopción gradual.

En relación con el diagnóstico del estado actual de los procesos productivos y tecnológicos de las piscinas camaroneras de EXPALSA, se concluye que la empresa desarrolla su operación bajo procedimientos estandarizados, sustentados en protocolos de bioseguridad, sistemas de trazabilidad y certificaciones internacionales que constituyen una fortaleza para su

actividad exportadora. No obstante, el monitoreo de las variables físico-químicas del agua, el registro de la información y la programación de la alimentación continúan apoyándose en mediciones periódicas, bitácoras y procesos manuales, lo que evidencia oportunidades concretas de mejora susceptibles de ser atendidas mediante herramientas de monitoreo inteligente y automatización.

Respecto al análisis de las exigencias de innovación y competitividad del mercado exportador camaronero aplicables a EXPALSA, se concluye que la permanencia de la empresa en los mercados internacionales depende cada vez más de su capacidad de demostrar, con evidencia técnica verificable y en tiempo real, el cumplimiento de estándares de eficiencia, trazabilidad, bioseguridad y sostenibilidad. Este entorno competitivo justifica técnicamente la incorporación de un sistema de monitoreo inteligente y de mecanismos automatizados de apoyo a la alimentación, en la medida en que dichos elementos fortalecen simultáneamente la operación interna y el posicionamiento de la empresa frente a los requerimientos internacionales.

En cuanto al diseño de la estrategia tecnológica orientada a mejorar la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA, se concluye que la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP —integrada por sensores IoT, una plataforma centralizada de gestión de datos y un sistema automatizado de alimentación— guarda correspondencia directa con las oportunidades de mejora identificadas en el diagnóstico y con las exigencias de competitividad del mercado exportador. Su arquitectura funcional y su cronograma de implementación por etapas, previsto en un plazo de seis meses, favorecen una incorporación progresiva y controlada de la tecnología sobre la infraestructura operativa existente, sin alterar los procedimientos técnicos ya consolidados por la empresa.

Sobre la evaluación de la viabilidad financiera de la estrategia tecnológica, se concluye que, para el módulo piloto de 20 piscinas camaroneras analizado, la propuesta resulta

financieramente viable, con un Valor Actual Neto positivo de USD 5.880, una Tasa Interna de Retorno de 14,16% —superior a la tasa de descuento del 12%—, un Retorno sobre la Inversión acumulado de 50,93% a cinco años y un periodo de recuperación de 3 años y 9 meses, inferior al horizonte de evaluación establecido. Estos resultados confirman que la inversión requerida, estimada en USD 100.380, es recuperable y genera rentabilidad para la empresa, aunque con márgenes moderados.

Uno de los hallazgos más relevantes de la investigación es que la viabilidad financiera de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, si bien es positiva en el escenario base, resulta sensible ante desviaciones simultáneas en los beneficios y los costos operativos: el análisis de sensibilidad realizado evidenció que una reducción del 15% en los beneficios proyectados junto con un incremento del 10% en los costos operativos convertiría el proyecto en financieramente no viable, mientras que un escenario optimista elevaría de manera considerable tanto el Valor Actual Neto como la Tasa Interna de Retorno. Este hallazgo pone de manifiesto que el éxito económico de la estrategia depende en gran medida de un control riguroso de los costos de mantenimiento, conectividad y soporte técnico durante la fase de implementación.

Asimismo, se identificó que la mayor parte de la inversión inicial requerida se concentra en el sistema automatizado de alimentación y en los sensores IoT de monitoreo, componentes que en conjunto representan la proporción más significativa del desembolso total, lo cual resulta coherente con el diagnóstico realizado, en el que la alimentación y el monitoreo de las variables críticas del cultivo fueron identificados como los procesos con mayor incidencia sobre la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA. Este hallazgo confirma que la propuesta tecnológica no se orienta a la incorporación genérica de dispositivos digitales, sino a la atención específica de los procesos con mayor impacto potencial sobre el desempeño productivo de la empresa.

Recomendaciones

Implementar la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP de manera gradual, iniciando con el módulo piloto de 20 piscinas camaroneras (aproximadamente 40 hectáreas) evaluado en el presente estudio, con el fin de validar en la práctica los supuestos de costos y beneficios antes de extender la propuesta al conjunto total de piscinas de EXPALSA.

Digitalizar y automatizar el registro histórico de las actividades de preparación, aclimatación, alimentación y control sanitario de las piscinas, actualmente sustentado en bitácoras y formatos manuales, con el propósito de fortalecer la trazabilidad técnica identificada como oportunidad de mejora en el diagnóstico.

Priorizar la instalación de sensores IoT para el monitoreo continuo de las variables físico-químicas del agua y la consolidación de la información en la plataforma centralizada SmartShrimp-EXP, de manera que EXPALSA disponga de evidencia técnica en tiempo real que respalde el cumplimiento de los estándares de sostenibilidad y bioseguridad exigidos por el mercado exportador.

Ejecutar el cronograma de implementación por etapas propuesto, de seis meses de duración, respetando la secuencia de planificación, instalación, capacitación del personal técnico y operativo, integración tecnológica y validación operativa, a fin de minimizar el impacto sobre las actividades productivas durante la incorporación de la estrategia.

Establecer un control riguroso y periódico de los costos operativos asociados al mantenimiento de sensores y alimentadores, la conectividad y el soporte técnico, dado que el análisis de sensibilidad demostró que estos rubros son determinantes para preservar la viabilidad financiera de la estrategia.

Dar seguimiento sistemático a los indicadores esperados de productividad definidos en la investigación —frecuencia de monitoreo, disponibilidad de información, tiempo de

respuesta ante variaciones del cultivo, trazabilidad y nivel de automatización— con el fin de verificar el cumplimiento de los beneficios proyectados durante la fase de implementación.

Evaluar, una vez validados los resultados del módulo piloto, la extensión de la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP al conjunto total de las piscinas camaroneras de EXPALSA, sustentando dicha decisión en los indicadores reales de Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Retorno sobre la Inversión obtenidos durante la etapa piloto.

Referencias

- Alarcón Vásquez, F., Leal Paredes, S., & Flores Pérez, J. (2021). Efecto de las estrategias de innovación en el éxito de las empresas: Effect of innovation strategies on business success . *Revista Científica RES NON VERBA*, 11(2), 15–26.
<https://doi.org/10.21855/resnonverba.v11i2.533>
- Alonso Guerra, M. W., Ruiz Araujo, E. A., & Diaz, J. (2025). Exportaciones camaroneras y crecimiento económico en Ecuador, 2019-2024. *Revista de la universidad del zulia*, 16(47), 161–179. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17065354>
- Amorim, M. de J., Sousa, G. R., & Tosta, M. de C. R. (2021). Investigación bibliográfica sobre la implementación de la automatización en la piscicultura. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(8), 85-96. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v6i8.34578>
- Arias, F. G. (2021). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (8.ª ed.). Episteme.
- Bernaqua. (2026). *Régimen de alimentación de los camarones*.
<https://www.bernaqua.com/es/regimen-de-alimentacion-de-los-camarones/>
- Biazi, V., & Marques, C. (2023). Industry 4.0-based smart systems in aquaculture: A comprehensive review, *Aquacultural Engineering*, Volume 103, 2023, 102360, ISSN 0144-8609, <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2023.102360>.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014486092300047X>
- Cámara Nacional de Acuacultura (2022). *Estadísticas*. <https://www.cnaecuador.com/estadisticas/>
- Carrasco Camones, G., León Palacios de Canales, M. L., Lossio Larrea, P. E., Puente Paredes, E. W., & Holgado Quispe, A. M. (2025). Impacto de la inteligencia artificial en la efectividad de ventas de las PYMES: Una revisión sistemática. *Prohominum*, 7(4), 198–209. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/PH0392>
- Center for Food Security and Public Health. (2025). *Bioseguridad en acuicultura*. Iowa State University. <https://www.cfsph.iastate.edu/biosecurity/aquaculture-spanish/>
- Cevallos Acebo, B., S. (2023). Eficiencia de la alimentación automatizada Robotilsa sobre la supervivencia y crecimiento del camarón *Litopenaeus Vannamei* en cultivo-semi-intensivo en camaronera MARCOR S. A. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias del Mar. 43p.

- Chalapud Narváez, E. D. . (2023). La innovación tecnológica: una mirada desde la teoría económica. *Tendencias*, 24(2), 170–196. <https://doi.org/10.22267/rtend.232402.232>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Innovación para el desarrollo: La clave para una recuperación transformadora en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47544>
- Cuenca Luna, A. J., Quelal Villarreal, R. D., Donoso Martínez, F. S., Cuzme Rodríguez, F. G., & Muñoz Criollo, P. D. (2024). WiFish: Plataforma de monitoreo de acuicultura basada en IoT y cloud computing con cifrado AES-128. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(46). <https://doi.org/10.24054/rcta.v2i46.4140>
- Cueva Espinoza, J. A. (2024). *Impacto de la actividad acuícola en el desarrollo económico de la provincia de Huaura, período 2010-2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/10449/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Daud, M. S. N. H., Patchmuthu, R. K., & Wan, A. T. (2022). Automated IoT based smart aquaculture shrimp farming in Brunei. En *Proceedings of the 2022 11th International Conference on Software and Computer Applications. (ICSCA 2022), February 24-26, 2022, Melaka, Malaysia*. ACM, New York, NY, USA, 11 Pages <https://doi.org/10.1145/3524304.3524322>
- Del Carpio-Gallegos J., y Miralles, F. (2021). El impacto de redes de colaboración en la innovación tecnológica en empresas. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 11(22), pp. 315-331. <https://doi.org/10.17163/ret.n22.2021.08>
- Díaz Hernández, J. G., & Ortiz Martínez, F. I. (2024). *Esquema conceptual para el sector acuícola de elementos de desarrollo sostenible desde la perspectiva de la economía circular*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13372
- Díaz Hernández, J. G., & Ortiz Martínez, F. I. (2024). Esquema Conceptual para el Sector Acuícola de Elementos de Desarrollo Sostenible desde la Perspectiva de la Economía Circular . *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 12282-12296. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13372
- Eras-Agila, R.J, & Meleán-Romero, R. (2021). Ecosistemas de producción camaroneros: Estudios y proyecciones para la gestión de costos. *INNOVA Research Journal*, 6(3.1), 41-59. <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n3.1.2021.1833>

- Expalsa Exportadora de Alimentos S.A. (2025). *Perfil corporativo internacional Conxemar 2025*. Conxemar.
<https://www.conxemar.net/conxemar2025/es/company/Details/4346481>
- Fuentes Amín, O. C., & Romero Torres, M. E. (2024). Diseño de un sistema de monitoreo de calidad de agua basado en IoT, aplicado a unidades de producción acuícola. *Revista Facultad De Ciencias Básicas*, 19(1), 47–58. <https://doi.org/10.18359/rfcb.7395>
- Gallegos Bravo, K. M., Prado Díaz, A. A., & Solórzano, S. S. (2025). *La viabilidad de las exportaciones de camarón con valor agregado al mercado europeo año 2024*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9(1).
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16530
- Guamangate Gavilanez, M. A., & Velasco Chicaiza, G. T. (2024). *La productividad y su incidencia en el desarrollo empresarial de la empresa Agua Mineral “San Felipe”* (Proyecto de investigación para la obtención del título de Licenciatura en Administración de Empresas). Universidad Técnica de Cotopaxi.
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/931406d1-cb3e-42d3-a908-3d3a1072b722/content>
- Guevara Portilla, Y. N., Terán López, R. A., Achicanoy Tulcán, A. N., & Maigual Enríquez, Y. A. (2021). *Implementación de nuevas tecnologías en la acuicultura*. *Revista Investigación Pecuaria*, 8(1). Universidad de Nariño.
<https://doi.org/10.22267/revip.2181.27>
- Guevara Toscana, M. E., Palma Caicedo, T. A., & Cabrera Enríquez, D. M. (2021). Impacto económico y ambiental generado por el sector camaronero del Ecuador. *Revista Internacional De Estudios En Ciencias Administrativas STRATEGOS*, 1(2), 1-15.
<https://doi.org/10.53591/strategos.v1i2.1844>
- Gutiérrez Prada, P., De Corso-Sicilia, G. B., & Jiménez-Barbosa, W. G. (2022). Impacto social del internet de las cosas (IdC): una reflexión conceptual. *Jangwa Pana*, 21(3), 254–270. <https://doi.org/10.21676/16574923.4719>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2.ª ed.). McGraw-Hill.
- International Business Machines Corporation-IBM. (2020). *Sustainable Shrimp Partnership: Trazabilidad y blockchain para la producción sostenible de camarón*.
<https://www.ibm.com/mx-es/case-studies/sustainable-shrimp-partnership>
- Jara Pilco, J. L. y Zamora López, J. d. J. (2023). Diseño de un sistema de aireadores autónomos para piscinas camaroneras. [Tesis].

ESPOL.FIMCP.ING.MECATRONICA.

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/58566>

JW & Asociados. (2018). Ficha técnica BIO2-H. https://jwasociados.com.ec/wp-content/uploads/orius_ficha-tecnica_bio2-h.pdf

Kangning, Y., & Yubang, S. (2022). An overview of disruptive technologies for aquaculture, Aquaculture and Fisheries. Volume 7, Issue 2, 2022, Pages 111-120, ISSN 2468-550X. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.04.009>

Lecaro, K.; Lozada, V. (2022). Optimización de la alimentación de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en un sistema de alto rendimiento a baja salinidad. [TESIS]. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 53.

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56118>

León Balderrama, J. I., Monsiváis Neria, Y. E., & Arellano Grajales, B. (2026). Technology adoption in aquaculture: a systematic review of international empirical evidence. *Iberoamerican Journal of Development Studies*, 1-38. https://doi.org/10.26754/ojs_ried/ijds.12366

Lozano-Torres, C. E., Manzano-Fernández, M. E., & Calderón-Argoti, K. E. (2021). La innovación es igual a la productividad. *593 Digital Publisher CEIT*, 6(6), 359-369. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383769&>

Maldonado-Hernández, I., Leos-Rodríguez, J. A., Aguilar-Gallegos, N., Sagarnaga-Villegas, L. M., & Astorga-Ceja, J. (2023). *Transición a la intensificación sostenible en el cultivo de camarón: retos y oportunidades*. Economía Agraria y Recursos Naturales, 23(2), 143-165. <https://doi.org/10.7201/earn.2023.02.06>

Mendoza Saltos, M. (2025). *Las exportaciones de camarón alcanzaron más de US\$ 6.000 millones en 2024*. Forbes.com; Forbes Ecuador. <https://www.forbes.com.ec/negocios/las-exportaciones-camaron-alcanzaron-mas-us-6000-millones-2024-n67134>

Molina, M. G., & Molina, C. J. (2022). Centro de monitoreo de piscinas de camarones de bajo costo desarrollado con TICs. *International Journal of Studies in Administrative Sciences STRATEGOS*, 2(2). <https://doi.org/10.53591/strategos.v2i2.1824>

Montaño Blacio, M. (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.

DOI:10.22201/icat.24486736e.2025.23.3.2414

- Morales Peña, G. A., & Freire Morán, J. F. (2021). La innovación tecnológica: creando competitividad en las empresas desarrolladoras de software. *PODIUM*, (39), 139–154. <https://doi.org/10.31095/podium.2021.39.9>
- Mustapha, U. F., Alhassan, A.-W., Jiang, D.-N., & Li, G.-L. (2021). Sustainable aquaculture development: A review on the roles of cloud computing, internet of things and artificial intelligence (CIA). *Reviews in Aquaculture*, 13(4), 2076–2091. <https://doi.org/10.1111/raq.12559>
- Navas, W. H., Aquieta, V. P., Izurieta, B. A., Casa, A. M., & Chiliquinga, M. A. (2022). La innovación tecnológica y su incidencia en la competitividad empresarial, caso de estudio. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 3(2), 1297–1311. <https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.185>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), & Eurostat. (2018). *Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4th ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura-FAO (1977). *Manual para el cultivo del camarón*. <https://www.fao.org/4/ac866s/AC866S32.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura- FAO. (1978). *Desarrollo de la acuicultura en Ecuador*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/4/n7808s/N7808S01.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura- FAO. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in Action*. FAO. <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture/en>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2023). *Revisión del Gobierno Digital en América Latina y el Caribe: Innovación y eficiencia en la prestación de servicios públicos*. [OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/es/publications/reports/2023/09/digital-government-review-of-latin-america-and-the-caribbean_75a4be05/7a127615-es.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/es/publications/reports/2023/09/digital-government-review-of-latin-america-and-the-caribbean_75a4be05/7a127615-es.pdf)
- Otero Tapia, A. S., Castellanos Narciso, J. E., Gordillo Ramírez, N. Y., & Rojas Rincón, J. S. (2021). *Gestión de la innovación y su relación con el desarrollo de las pymes*. Conocimiento Global, 6(S3), 181–194. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v6iS3.283>
- Panorama Acuícola Magazine (2026). *Panorama global de la industria camaronera: situación actual y perspectivas futuras*. Panorama Acuícola Magazine.

<https://panoramaacuicola.com/2026/01/05/panorama-global-de-la-industria-camaronera-situacion-actual-y-perspectivas-futuras/>

- Piedrahita, Y. (2026). *Cincuenta años de transformación en el cultivo de camarón: del modelo extensivo casual al modelo de precisión productiva*. Revista Acuicultura. <https://revistaacuicultura.com/el-mejor-camaron-del-mundo/cincuenta-anos-de-transformacion-en-el-cultivo-de-camaron-del-modelo-extensivo-casual-al-modelo-de-precision-productiva/>
- Pin Solórzano, J. D., López Loor, M. J., Alcívar Martínez, B., & Zambrano Delgado, J. (2024). Capacidades dinámicas y la innovación en Mipymes del sector camaronero de Manabí. *Revista Uniandes Episteme*, 11(1), 57–71. <https://doi.org/10.61154/rue.v11i1.3376>
- Prapti, D.R., Mohamed Shariff, A.R., Che Man, H., Ramli, N.M., Perumal, T., & Shariff, M. (2022). Internet of Things (IoT)-based aquaculture: An overview of IoT application on water quality monitoring. *Rev Aquac.*2022;14:979-992. <https://doi.org/10.1111/raq.12637>
- Ranjan D, S. S., Singh A, Misra., VK, Singh CP & Kumar, D. (2026) *Recent advancements in sustainable aquaculture: innovative techniques and future prospects*. *Front. Aquac.* 5:1770106. Doi:10.3389/faq.2026.1770106
- Rimbaldo Luzón, C. A., Prado Carpio, E. C., Valarezo Macías, C. A., & Carvajal Romero, H. R. (2024). *Análisis de la producción y exportación del sector camaronero en Ecuador*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10028
- Sanchez Calle, J. E., & Castillo Armas, G. P. (2022). Algorithms and their effect on agriculture: process automation. *Revista Científica De Sistemas E Informática*, 2(2), e386. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i2.386>
- Sánchez Calle, J. E., Valles Coral, M. Ángel., & Gonzales Sánchez, P. A. (2021). Políticas promotoras de la tecnificación y su efecto en la productividad acuícola. *Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 22(3), e2100. https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num3_art:2100
- Terreros Ponce, F. A. (2025). Eficiencia productiva en la industria camaronera del Ecuador: Influencia de factores tecnológicos y ambientales en su Competitividad. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 1696-1713. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15939

- Terreros Ponce, F. A. (2025). Eficiencia productiva en la industria camaronera del Ecuador: Influencia de factores tecnológicos y ambientales en su Competitividad. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 1696-1713.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15939
- Universidad Nacional del Altiplano. (2019). Efecto de la adición de bacterias probióticas en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de “carachi amarillo” *orestias luteus* y “carachi negro” *orestias agassii*, en condiciones de laboratorio. repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano.
<https://repositorio.unap.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a98d7efa-68f6-4d2c-a6a8-19a2354553a6/content>
- Valdez Castro, V. D. (2025). Análisis de la innovación tecnológica y su relación con el crecimiento empresarial en el sector camaronero.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/25406/1/UCSG-C479-24864.pdf>
- Vasquez Quispesivana, W., Inga, M., & Betalleluz Pallardel, I. (2022) Inteligencia artificial en acuicultura: fundamentos, aplicaciones y perspectivas futuras. *Scientia Agropecuaria*, 13(1), 79-96. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.008>
- Vasquez Salinas, C. D., & Párraga Gordillo, S. J. (2025). *Automatización del sistema de monitoreo y control de oxígeno por medio de aireadores en piscinas de camaroneras*. [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS.<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/30220/1/UPS-CT012057.pdf>
- Yadav, A., Noori, M. T., Biswas, A., & Min, B. (2023). A Concise Review on the Recent Developments in the Internet of Things (IoT)-Based Smart Aquaculture Practices. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 31(1), 103–118.
<https://doi.org/10.1080/23308249.2022.2090228>

Anexos

Anexo 1

Evaluación de la viabilidad financiera de la estrategia tecnológica Smart Shrimp-EXP

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD FINANCIERA DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA SMARTSHRIMP-EXP PARA LAS PISCINAS CAMARONERAS DE EXPALSA EXPORTADORA DE ALIMENTOS S.A.

Módulo operativo evaluado: 20 piscinas camaroneras (= 40 ha de espejo de agua)
Horizonte de evaluación: 5 años
Moneda: USD

SUPUESTOS Y PARÁMETROS FINANCIEROS DEL MODELO

Parámetro	Valor	Nota / fuente
Horizonte de evaluación (años)	5	Vida útil estimada de los componentes electrónicos y depreciación tecnológica habitual de sistemas IoT.
Tasa de descuento anual	12.0%	Aproximación del costo de oportunidad del capital para proyectos tecnológicos del sector exportador acuícola ecuatoriano.
Crecimiento anual de costos y beneficios	3.0%	Aproximación conservadora del efecto inflacionario y de la consolidación progresiva de la estrategia.
Valor residual (% de la inversión inicial)	15.0%	Valor estimado de reventa, reutilización o continuidad operativa de los equipos al finalizar el horizonte.
Imprevistos (% del subtotal de inversión)	5.0%	Contingencia aplicada sobre el subtotal de los rubros de inversión inicial.
Moneda de referencia	USD	Dólares de los Estados Unidos de América, moneda de curso legal en Ecuador.

TABLA 24. COSTOS OPERATIVOS ANUALES PROYECTADOS

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Mantenimiento y calibración de sensores	\$4,500	\$4,635	\$4,774	\$4,917	\$5,065
Suscripción y hosting de la plataforma en la nube	\$6,200	\$6,386	\$6,578	\$6,775	\$6,978
Conectividad y transmisión de datos (red LoRaWAN)	\$2,100	\$2,163	\$2,228	\$2,295	\$2,364
Soporte técnico y actualización de software	\$3,600	\$3,708	\$3,819	\$3,934	\$4,052
Mantenimiento de alimentadores automáticos	\$4,200	\$4,326	\$4,456	\$4,589	\$4,727
TOTAL COSTOS OPERATIVOS (USD)	\$20,600	\$21,218	\$21,856	\$22,510	\$23,185

TABLA 25. BENEFICIOS ECONÓMICOS ANUALES ESPERADOS

Fuente de beneficio	Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Reducción del costo de alimento balanceado	Mejora de la conversión alimenticia (FCA) mediante alimentación automatizada apoyada en monitoreo en tiempo real	\$27,300	\$28,119	\$28,963	\$29,831	\$30,726
Reducción de horas-hombre en monitoreo manual	Disminución del tiempo destinado a la verificación de platos de alimentación y registros manuales de campo	\$6,000	\$6,180	\$6,365	\$6,556	\$6,753
Disminución de pérdidas por mortalidad	Mejora de la supervivencia del cultivo mediante alertas tempranas ante variaciones de la calidad del agua	\$9,000	\$9,270	\$9,548	\$9,835	\$10,130
Reducción de costos operativos por respuesta oportuna	Menor uso de recursos de emergencia (atracación, traslados) ante contingencias ambientales	\$4,000	\$4,120	\$4,244	\$4,371	\$4,502
BENEFICIO TOTAL ESTIMADO (USD)		\$46,300	\$47,689	\$48,120	\$49,593	\$50,111

TABLA 26. FLUJO DE CAJA PROYECTADO (AÑOS 0 A 5, EN USD)

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión inicial	(\$100,380)	-	-	-	-	-
Beneficios económicos	-	\$46,300	\$47,689	\$48,120	\$49,593	\$50,111
Costos operativos	-	(\$20,600)	(\$21,218)	(\$21,856)	(\$22,510)	(\$23,185)
Flujo neto operativo	-	\$25,700	\$26,471	\$27,265	\$28,083	\$28,926
Valor residual de los equipos	-	-	-	-	-	\$15,057
FLUJO DE CAJA NETO	(\$100,380)	\$25,700	\$26,471	\$27,265	\$28,083	\$43,983

INDICADORES DE VIABILIDAD FINANCIERA

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de caja neto	(\$100,380)	\$25,700	\$26,471	\$27,265	\$28,083	\$43,983
Flujo de caja acumulado	(\$100,380)	(\$74,680)	(\$48,209)	(\$20,944)	\$7,139	\$51,122

Indicador	Resultado	Criterio de aceptación
Valor Actual Neto (VAN)	\$5,880	VAN > 0
Tasa Interna de Retorno (TIR)	14.16%	TIR > 12.0% (tasa de descuento)
Retorno sobre la inversión (ROI acumulado, 5 años)	50.89%	ROI > 0%
Rendimiento promedio anual equivalente (auxiliar) N.º de periodos con flujo acumulado negativo	4	0
Periodo de recuperación (Payback), en años	3.75	Menor a 5 años (horizonte de evaluación)
Periodo de recuperación (Payback), años y meses	3 años y 9 meses	0

Anexo 2

Evaluación de la viabilidad financiera de la estrategia tecnológica Smart Shrimp-EXP

TABLA 27. SÍNTESIS DE LOS INDICADORES DE VIABILIDAD FINANCIERA

Indicador	Resultado obtenido	Criterio de aceptación	Interpretación
Valor Actual Neto (VAN)	\$5,880	VAN > 0	Viable, con margen moderado
Tasa Interna de Retorno (TIR)	14.16%	TIR > tasa de descuento (12%)	Viable
Retorno sobre la Inversión (ROI acumulado, 5 años)	50.93%	ROI > 0%	Rentable
Periodo de recuperación (Payback)	3 años y 9 meses	Menor al horizonte de evaluación (5 años)	Aceptable

Conclusión general La Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP es financieramente **VIABLE** para el módulo operativo evaluado.

TABLA 28. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ANTE VARIACIONES EN BENEFICIOS Y COSTOS

Escenario: Base							
Variación en beneficios (%)		0%		Variación en costos operativos (%)		0%	
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 5
Beneficios ajustados	-	\$46,300	\$47,689	\$49,120	\$50,593	\$52,111	\$52,111
Costos operativos ajustados	-	(\$20,600)	(\$21,219)	(\$21,855)	(\$22,510)	(\$23,185)	(\$23,185)
Flujo neto operativo	-	\$25,700	\$26,471	\$27,265	\$28,083	\$28,926	\$28,926
Inversión inicial / Valor residual	(\$100,380)	-	-	-	-	-	\$15,057
Flujo de caja neto	(\$100,380)	\$25,700	\$26,471	\$27,265	\$28,083	\$28,926	\$28,926
VAN del escenario (USD)		\$5,880					
TIR del escenario (%)		14.16%					
Escenario: Pesimista							
Variación en beneficios (%)		-15%		Variación en costos operativos (%)		+10%	
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 5
Beneficios ajustados	-	\$39,355	\$40,536	\$41,752	\$43,004	\$44,294	\$44,294
Costos operativos ajustados	-	(\$22,660)	(\$23,340)	(\$24,040)	(\$24,761)	(\$25,504)	(\$25,504)
Flujo neto operativo	-	\$16,695	\$17,196	\$17,712	\$18,243	\$18,790	\$18,790
Inversión inicial / Valor residual	(\$100,380)	-	-	-	-	-	\$15,057
Flujo de caja neto	(\$100,380)	\$16,695	\$17,196	\$17,712	\$18,243	\$18,790	\$18,790
VAN del escenario (USD)		(\$28,359)					
TIR del escenario (%)		0.98%					
Escenario: Optimista							
Variación en beneficios (%)		+15%		Variación en costos operativos (%)		-5%	
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 5
Beneficios ajustados	-	\$53,245	\$54,842	\$56,488	\$58,182	\$59,928	\$59,928
Costos operativos ajustados	-	(\$19,570)	(\$20,157)	(\$20,762)	(\$21,389)	(\$22,026)	(\$22,026)
Flujo neto operativo	-	\$33,675	\$34,685	\$35,726	\$36,798	\$37,902	\$37,902
Inversión inicial / Valor residual	(\$100,380)	-	-	-	-	-	\$15,057
Flujo de caja neto	(\$100,380)	\$33,675	\$34,685	\$35,726	\$36,798	\$37,902	\$37,902
VAN del escenario (USD)		\$36,202					
TIR del escenario (%)		24.76%					
RESUMEN COMPARATIVO DE ESCENARIOS							
Escenario	Variación beneficios	Variación costos	VAN (USD)	TIR (%)	Viabilidad		
Base	0%	0%	\$5,880	14.16%	Viable		
Pesimista	-15%	+10%	(\$28,359)	0.98%	No viable		
Optimista	+15%	-5%	\$36,202	24.76%	Altamente viable		

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

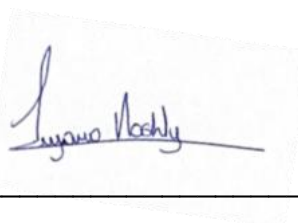
Yo, **Lujano Bonilla Nashly Margely**, con C.C: # **1729942506** autora del trabajo de titulación: **“Análisis de viabilidad de estrategia de innovación para mejorar la productividad en piscina camaronera destinada a la exportación internacional”** previo a la obtención del título de **Licenciada en Negocios Internacionales** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 25 de agosto del 2025

f. _____



Lujano Bonilla Nashly Margely

C.C: # 1729942506



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	“Análisis de viabilidad de estrategia de innovación para mejorar la productividad en piscina camaronera destinada a la exportación internacional”		
AUTOR:	Lujano Bonilla, Nashly Margely		
REVISOR/TUTOR:	Freire Quintero, Cesar Enrique		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Economía y Empresa		
CARRERA:	Negocios Internacionales		
TÍTULO OBTENIDO:	Licenciada en Negocios Internacionales		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	25 de agosto de 2026	No. DE PÁGINAS:	142
ÁREAS TEMÁTICAS:	Innovación tecnológica; Acuicultura; Productividad; Negocios Internacionales; Evaluación financiera		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Acuicultura; Innovación tecnológica; Productividad laboral; Automatización; Tecnología de la información; Competitividad económica; Exportación		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): La presente investigación evalúa la viabilidad de una estrategia de innovación tecnológica para mejorar la productividad de las piscinas camaroneras de EXPALSA Exportadora de Alimentos S.A., orientadas a la exportación internacional. El estudio, de enfoque mixto y alcance descriptivo, diagnosticó los procesos productivos y tecnológicos vigentes, identificando que el monitoreo del agua y la alimentación aún dependen de mediciones manuales. A partir de este diagnóstico y del análisis de las exigencias competitivas del mercado exportador, se diseñó la Estrategia Tecnológica SmartShrimp-EXP, basada en sensores IoT, una plataforma centralizada de gestión de datos y un sistema automatizado de alimentación, implementable en un cronograma de seis meses. La evaluación financiera del módulo piloto de 20 piscinas arrojó un Valor Actual Neto positivo de USD 5.880, una Tasa Interna de Retorno de 14,16%, un Retorno sobre la Inversión de 50,93% a cinco años y un periodo de recuperación de 3 años y 9 meses, confirmando su viabilidad, aunque sensible a variaciones simultáneas en costos y beneficios. Se concluye que la estrategia constituye una alternativa técnica y financieramente viable para fortalecer la competitividad exportadora de EXPALSA, recomendándose su implementación gradual iniciando con el módulo piloto evaluado.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593	E-mail: nashlylujano@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Freire Quintero, Cesar Enrique		
	Teléfono: +593 990090702		
	E-mail: cesar.freire@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			