



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“MODELADO DEL VALUE STREAM MAPPING PARA EL MEJORAMIENTO
PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AQUATROPICAL S.A, SALINAS, ECUADOR.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

JORGE JOSHUE PILAY SÁNCHEZ

PAUL BENITO BORBOR DOMÍNGUEZ

TUTOR:

ING. ALONSO ELÍAS PIRELA AÑEZ, PhD

La Libertad, Ecuador

2025

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA:

**“MODELADO DEL VALUE STREAM MAPPING PARA EL
MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AQUATROPICAL
S.A, SALINAS, ECUADOR.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

JORGE JOSHUE PILAY SÁNCHEZ

PAUL BENITO BORBOR DOMÍNGUEZ

TUTOR:

ING. ALONSO ELÍAS PIRELA AÑEZ, PhD

LA LIBERTAD – ECUADOR

2025

UPSE

CERTIFICACIÓN


Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por los Srs. **BORBOR DOMÍNGUEZ PAUL BENITO** y **PILAY SÁNCHEZ JORGE JOSHUE**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR

f. 

Ing. Alonso Elías Pirela Añez, PhD

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, MSc.

La Libertad, 10 de diciembre del 2025.

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “**MODELADO DEL VALUE STREAM MAPPING PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AQUATROPICAL S.A, SALINAS, ECUADOR**”, elaborado por los Srs, **BORBOR DOMÍNGUEZ PAUL BENITO** y **PILAY SÁNCHEZ JORGE JOSHUE**, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. 

Ing. Alonso Elías Pirela Añez, PhD

La Libertad, 10 de diciembre del 2025

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Borbor Domínguez Paúl Benito** y **Pilay Sánchez Jorge Joshue**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **Modelado del value stream mapping para el mejoramiento productivo en la empresa Aquatropical S.A, Salinas, Ecuador**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, 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 nuestra total autoría.

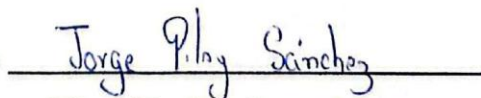
En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, 10 de diciembre del 2025.

AUTORES:

f. 

Borbor Domínguez Paúl Benito

f. 

Pilay Sánchez Jorge Joshue

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Borbor Domínguez Paúl Benito** y **Pilay Sánchez Jorge Joshue**


Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **Modelado del value stream mapping para el mejoramiento productivo en la empresa Aquatropical S.A, Salinas, Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, 10 de diciembre del 2025.

AUTORES:

f. 

Borbor Domínguez Paúl Benito


f. 

Pilay Sánchez Jorge Joshue

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**MODELADO DEL VALUE STREAM MAPPING PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AQUATROPICAL S.A, SALINAS, ECUADOR**” elaborado por los Srs **BORBOR DOMÍNGUEZ PAÚL BENITO** y **PILAY SÁNCHEZ JORGE JOSHUE** egresados de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio: Compilatio Magister, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 1% en similitud y con un 6% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

 **CERTIFICADO DE ANÁLISIS**
magister

Tesis Aprobada Pilay Jorge; Borbor Paúl

6%
Textos sospechosos

1% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

2% Idiomas no reconocidos

2% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Tesis Aprobada Pilay Jorge; Borbor Paúl.docx
ID del documento: 47c58e4191ab87fb0d94a95e0f81190e3a037735
Tamaño del documento original: 6,11 MB

Depositante: NELIA JOSEFINA GONZÁLEZ DE PIRELA
Fecha de depósito: 4/12/2025
Tipo de carga: Interfáce
fecha de fin de análisis: 4/12/2025

Número de palabras: 23.146
Número de caracteres: 153.190

Ubicación de las similitudes en el documento:



Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f. 

Ing. Pirela Añez Alonso Elías, PhD.

C.C.: 0939726727

VALIDACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

CERTIFICO

Que, he realizado la revisión y corrección del Trabajo de Integración Curricular para la obtención del título de Ingeniero Industrial, con el tema: **“MODELADO DEL VALUE STREAM MAPPING PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AQUATROPICAL S.A, SALINAS, ECUADOR”**. Ha sido desarrollado por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial: **JORGE JOSHUE PILAY SÁNCHEZ** y **PAUL BENITO BORBOR DOMÍNGUEZ** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Que, el trabajo presenta un dominio formal del lenguaje, con expresión clara, coherencia discursiva y solidez interpretativa. Asimismo, garantizando su adecuación a los estándares académicos y formales requeridos.

Por lo expuesto, se expide el presente certificado para que los interesados lo utilicen ante las instancias que correspondan.

Atentamente,



Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.
Magister en Educación Básica
Correo: misabelp1017@gmail.com
C.C: 0605353143
Celular: 0969917044

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación se lo dedico principalmente a Dios y mi familia, pero en especial a mis padres Jorge Pilay Tomalá y Diana Sánchez Vera, quienes han sido un pilar fundamental en todo este proceso académico. Queridos mamá y papá les dedico mi tesis con todo mi corazón y amor porque sin ustedes no lo habría logrado, les dedico cada paso y crecimiento en mi vida profesional. Daré lo mejor de mí siempre, para hacerlos sentir orgulloso del profesional que crearon en base a los valores y principios que me inculcaron. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mis capacidades. Los amo con todo mi corazón.

Así mismo, de manera especial quiero dedicar esta tesis a Karla Romero y amigos cercanos quienes han sido de bendición en mi vida. Gracias por escucharme, animarme y estar ahí en cada paso. Ustedes han sido un regalo que guardo con el corazón.

Jorge Joshue Pilay Sánchez

En primer lugar, doy gracias a Dios y a la vida por permitirme culminar con éxito esta etapa académica. La presentación de este trabajo de investigación es el fruto del esfuerzo dedicado durante los últimos cinco años.

Agradezco de manera especial a mi madre Leonilda, pilar fundamental no solo en este reto académico, sino en mi vida. Sus enseñanzas han sido esenciales para moldearme como la persona que soy hoy.

A mis hermanos, Johanna, María Alina y Byron por haberse mantenido siempre presentes, de una u otra forma, a lo largo de este camino.

No puedo dejar de recordar a mi padre, quien, a pesar de su ausencia física, sé que me guía y me brinda la sabiduría necesaria para afrontar los retos que se presentan en mi vida.

Extiendo mi agradecimiento a todas las amistades que hice durante la carrera, cuyo apoyo incondicional en los momentos buenos y difíciles me enseñó a encontrar siempre el lado positivo de las situaciones.

Paúl Benito Borbor Domínguez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme dado las fuerzas y los medios para estar obteniendo estos resultados tan anhelados, agradezco a mi familia y en especial a mis padres por todo el apoyo, amor y dedicación conmigo.

Quiero agradecer también a nuestra universidad por haberme permitido tener el honor de formarme en ella con la calidad y calidez que la caracterizan, a todos quienes fueron mis maestros quienes aparte de excelentes docentes siempre fueron ejemplo de profesionalismo y dedicación, en especial a la Ing. Isabel Balón que siempre nos instruyó y orientó en este proceso de titulación.

Para finalizar, me felicito por no haber dejado de creer en mí y por seguir intentándolo, incluso cuando las circunstancias no fueron fáciles. A pesar de las adversidades siempre encontré la fuerza para continuar junto a mi colega Paul Borbor con quien aprendí el verdadero significado de la perseverancia y la importancia de luchar por alcanzar nuestras metas.

Jorge Joshue Pilay Sánchez

En primer lugar, doy gracias a Dios y a la vida por darme la sabiduría para afrontar este reto, de igual manera expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible su realización.

Agradezco a la Ing. Isabel Balón y al PhD. Alonso Pirela, por su guía académica, sus valiosas observaciones y la paciencia que tuvieron durante todo el proceso de investigación.

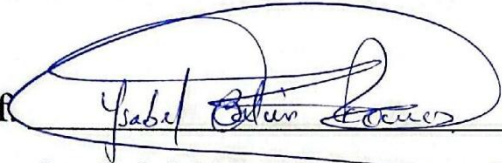
Reconozco el apoyo incondicional de mi madre que con enseñanzas de vida fueron un pilar fundamental para perseverar y culminar este proyecto, de igual manera agradezco a mis hermanos, por su compañía y apoyo a lo largo de esta etapa. Dedico un sentido recuerdo a mi padre, cuyos valores y ejemplo continúan siendo una fuente de inspiración y fortaleza en mi camino.

Extiendo mi agradecimiento a los amigos, compañeros de carrera y especialmente al colega Jorge Pilay, con quienes compartí tanto momentos de desafío académico como de crecimiento personal. Su colaboración y apoyo mutuo fueron esenciales para sobrellevar las dificultades y celebrar los logros.

Finalmente, agradezco a UPSE y a la Facultad Ciencias de la Ingeniería por brindarme la formación y las herramientas necesarias para el desarrollo de este estudio, así mismo a la empresa Aquatropical S.A por abrir las puertas de sus instalaciones y permitir realizar este proyecto de investigación.

Paúl Benito Borbor Domínguez

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

f. 


Ing. Edison Noe Buenaño Buenaño, Mgtr.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Ing. Alonso Elías Pirela Añez, PhD.

DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Gerardo Herrera Brunett, PhD.

DOCENTE GUIA UIC

Índice general

Índice general	VII
Índice de tablas.....	IX
Índice de figuras.....	X
Índice de anexos.....	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	6
1. Marco teórico	6
1.1. Antecedentes investigativos	6
1.2. Revisión literaria.....	7
1.3. Estado conceptual	13
1.3.1. Acuicultura	13
1.3.2. Procesos productivos y maduración en acuicultura.....	13
1.3.3. Estandarización de procesos	13
1.3.4. Gestión de procesos.....	14
1.3.5. Filosofía lean y herramientas de mejora	14
1.3.6. Industria 4.0 y optimización de recursos.....	15
1.3.7. Resultados esperados en la organización	16
1.4. Descripción del sistema productivo actual	17
1.4.1. Generalidades e historia de la empresa	17
1.4.2. Misión	17
1.4.3. Visión.....	18
1.4.4. Estructura organizacional	18
1.4.5. Ubicación de la empresa.....	19
1.4.6. Productos del laboratorio de maduración.....	19
1.4.7. Descripción general del proceso de producción actual del laboratorio.....	20
CAPÍTULO II.....	23
2. Diagnóstico del problema	23
2.1. Enfoque de la investigación.....	23
2.2. Tipo y diseño de investigación	23
2.3. Procedimiento metodológico.....	25
2.4. Población y muestra.....	27
2.4.1. Población.....	27
2.4.2. Muestra	28
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos.....	28
2.5.1. Métodos de recolección de datos	28

2.5.2.	Técnica de recolección de datos.....	29
2.5.3.	Instrumentos de recolección de datos.....	30
2.6.	Operacionalización de variables.....	31
2.7.	Procedimiento para la recolección de datos.....	34
2.8.	Validez y confiabilidad del instrumento	35
2.8.1.	Procedimiento validez de instrumento	35
2.8.2.	Confiabilidad del instrumento.....	36
2.9.	Interpretación de resultados.....	37
2.10.	Correlación de variables mediante coeficiente de Pearson	40
2.11.	Diagnóstico de la situación problemática	42
2.11.1.	Análisis de la situación actual.....	42
2.11.2.	Descripción del proceso de producción.....	45
2.11.3.	Análisis de la producción de nauplios.....	51
2.11.4.	Eficiencia productiva.....	52
2.11.5.	Análisis de la productividad global y económica.....	54
2.11.6.	Identificación del problema	56
2.11.7.	Herramienta Value Stream Mapping (VSM) actual	61
CAPÍTULO III		67
3.	Marco de resultados y discusión	67
3.1.	Alternativas de solución.....	67
3.2.	Implementación de alternativa	72
3.3.	Justificación económica	94
3.3.1.	Análisis económico	94
3.4.	Justificación ambiental.....	96
3.5.	Justificación social.....	96
3.6.	Análisis comparativo.....	97
3.6.1.	Simulación situación actual	100
3.6.2.	Simulación situación propuesta	101
3.6.3.	Proyección de la producción en base a la simulación.....	103
3.6.4.	Análisis comparativo VSM actual vs VSM propuesto	109
3.6.5.	Validez y confiabilidad del modelo	109
3.7.	Planning de control	114
CONCLUSIONES		117
RECOMENDACIONES		117
BIBLIOGRAFÍA.....		118
ANEXOS.....		126

Índice de tablas

Tabla 1:	Preguntas de investigación.	8
Tabla 2:	Términos utilizados en la recolección de datos.	9
Tabla 3:	Criterios de inclusión y exclusión aplicados.	9
Tabla 4:	Número de artículos obtenidos en la recolección de datos.	10
Tabla 5:	Producción de artículos científicos.	10
Tabla 6:	Representación gráfica de estadios naupliares.	19
Tabla 7:	Producción del laboratorio.	22
Tabla 8:	Distribución de la población.	27
Tabla 9:	Distribución de la muestra	28
Tabla 10:	Opciones de respuestas.	31
Tabla 11:	Operacionalización de variable independiente.	32
Tabla 12:	Operacionalización de variable dependiente.	33
Tabla 13:	Resultado de la validación del instrumento.	35
Tabla 14:	Niveles de confiabilidad del alfa de Cronbach.	36
Tabla 15:	Confiabilidad del alfa de Cronbach.	37
Tabla 16:	Interpretación del coeficiente de Pearson.	40
Tabla 17:	Resultados de coeficiente de correlación de Pearson.	41
Tabla 18:	Ficha de observación.	44
Tabla 19:	Producción del mes de agosto.	51
Tabla 20:	Cantidades de producción esperadas.	52
Tabla 21:	Producción real obtenida en el período de estudio.	53
Tabla 22:	Evaluación del porcentaje de eclosión.	54
Tabla 23:	Precio de venta.	55
Tabla 24:	Costos directos de producción.	55
Tabla 25:	Costos indirectos de producción.	55
Tabla 26:	Clasificación de actividades para VSM.	62
Tabla 27:	Condiciones operativas actuales.	63
Tabla 28:	Tiempo del VSM inicial.	66
Tabla 29:	Pros y contras de las alternativas de solución.	70
Tabla 30:	Criterios de evaluación.	71
Tabla 31:	Escala numérica para evaluación.	71
Tabla 32:	Matriz comparativa	71
Tabla 33:	Parámetros del agua a controlar y frecuencia de monitoreo recomendada.	78

Tabla 34:	Ficha de control incubación/eclosión.....	89
Tabla 35:	Presupuesto del proyecto.	94
Tabla 36:	Cálculo flujo de fondo.	95
Tabla 37:	Condiciones Ideales de eclosión de ovocitos.....	102
Tabla 38:	Producción esperada luego de incorporar los SOPS.....	103
Tabla 39:	Análisis comparativo.....	104
Tabla 40:	Producción proyectada.....	105
Tabla 41:	Ingreso por venta.....	105
Tabla 42:	Condiciones operativas (proyección).....	106
Tabla 43:	Análisis de estadística descriptiva.....	110
Tabla 44:	Cálculo del MAPE de la proyección.....	111
Tabla 45:	Evaluación del porcentaje del MAPE y desviación estándar.....	113
Tabla 46:	Evaluación del modelo.....	113
Tabla 47:	Matriz de confiabilidad MAPE x desviación estándar.....	114
Tabla 48:	Responsables del control.....	114
Tabla 49:	Actividades principales que controlar.....	115
Tabla 50:	Indicadores de control del cumplimiento del SOP.....	115

Índice de figuras

Figura 1:	Etapas de la revisión sistemática de la literatura.....	8
Figura 2:	Diagrama PRISMA-ScR de la revisión literaria	11
Figura 3:	Logo de la organización.	17
Figura 4:	Organigrama de la empresa Aquatropical S.A.....	18
Figura 5:	Ubicación geográfica Aquatropical S.A Mar Bravo, Salinas.	19
Figura 6:	Fases del proceso de producción Aquatropical S.A.....	21
Figura 7:	Producción del laboratorio.	22
Figura 8:	Diseño de investigación.	24
Figura 9:	Procedimiento metodológico.	25
Figura 10:	Plan de recolección de datos.	29
Figura 11:	Fases para la obtención y procesamiento de información.....	34
Figura 12:	Resultados de aplicación del cuestionario.....	38
Figura 13:	Diagrama de flujo actual.....	43
Figura 14:	Diagrama de operaciones del proceso – actual.	47
Figura 15:	Diagrama de análisis del proceso – actual.	48

Figura 16:	Diagrama de Ishikawa (primer nivel).	57
Figura 17:	Diagrama de Ishikawa (segundo nivel)	58
Figura 18:	Herramienta de análisis de los 5 ¿por qué?	59
Figura 19:	Mapa del flujo de valor (VSM) actual producción de nauplios.	65
Figura 20:	Responsables de actividades.	73
Figura 21:	Mapa de procesos.	74
Figura 22:	SIPOC Maduración.	75
Figura 23:	Ficha de control maduración.	77
Figura 24:	SIPOC Calidad del agua	78
Figura 25:	Ficha de control preparación del agua	80
Figura 26:	Diagrama de flujo preparación del agua	81
Figura 27:	SIPOC Desove	82
Figura 28:	Diagrama de flujo proceso de desove	84
Figura 29:	Ficha de control sala de desove	85
Figura 30:	SIPOC Incubación / Eclosión	86
Figura 31:	Diagrama de flujo incubación/eclosión.	89
Figura 32:	Diagrama SIPOC Cosecha	90
Figura 33:	Diagrama de flujo cosecha	93
Figura 34:	Diagrama de flujo propuesto.	98
Figura 35:	Diagrama de operaciones propuesto.	99
Figura 36:	Simulación de situación actual.	101
Figura 37:	Simulación situación propuesta (mayor control en los parámetros).	102
Figura 38:	Mapeo del flujo de valor (VSM) propuesto.	108
Figura 39:	Gráfica de control proyección de producción.	112
Figura 40:	Cronograma de plan de trabajo.	116

Índice de anexos

Anexo A:	Cuestionario estructurado aplicado en Aquatropical S.A.	126
Anexo B:	Cartas dirigidas al experto.	127
Anexo C:	Formato de validación por experto.	129
Anexo D:	Firmas de validación por expertos.	130
Anexo E:	Tabulación de datos en el software SPSS – 27.	131
Anexo F:	Obtención alfa de Cronbach en software SPSS – 27.	132
Anexo G:	Correlación mediante coeficiente de Pearson.	132
Anexo H:	Matriz de interpretación de resultados del cuestionario.	133

RESUMEN

El mejoramiento productivo se define como un proceso sistemático y continuo de optimización de los sistemas de producción aplicando metodologías y herramientas con el objetivo de incrementar la eficiencia, la productividad, la calidad y la competitividad de una organización. En este contexto, el Value Stream Mapping (VSM) se presenta como una herramienta fundamental de la manufactura esbelta, orientada a la mejora continua mediante el análisis visual y sistemático de los flujos de materiales e información. Esta técnica permite identificar procesos que agregan y no agregan valor, con el propósito de optimizar la eficiencia, incrementar la productividad y reducir costos. La presente investigación tiene como objetivo aplicar el modelado del Value Stream Mapping para el mejoramiento productivo en la empresa Aquatropical S.A., dedicada a la producción de nauplios ubicada en el cantón Salinas, provincia de Santa Elena (Mar Bravo, km 5½, vía Aeropuerto - Puerto Aguaje). El estudio adopta un enfoque mixto con un diseño no experimental, de tipo descriptivo-propositivo, utilizando como técnica de recolección de datos la observación directa, el análisis documental y herramientas como el VSM, levantamiento de procesos y los SOP. Gracias a la aplicación de las herramientas mencionadas se logra incrementar el porcentaje de eficiencia alcanzando un 82 %, así mismo, la productividad alcanza un valor 1,98, lo que representa un aumento en ingresos monetarios a la empresa. Los resultados evidencian mejoras significativas, demostrando la efectividad de la aplicación del VSM como estrategia para la mejora productiva.

Palabras claves: Value Stream Mapping, SOP, mejoramiento productivo, eficiencia, nauplios.

ABSTRACT

Productivity improvement is defined as a systematic and continuous process of optimizing production systems by applying methodologies and tools with the goal of increasing an organization's efficiency, productivity, quality, and competitiveness. In this context, Value Stream Mapping (VSM) is presented as a fundamental tool of lean manufacturing, geared towards continuous improvement through the visual and systematic analysis of material and information flows. This technique allows for the identification of value-adding and non-value-adding processes, with the purpose of optimizing efficiency, increasing productivity, and reducing costs. This research aims to apply Value Stream Mapping modeling for productivity improvement at Aquatropical S.A., a company dedicated to nauplius production located in the Salinas canton, Santa Elena province (Mar Bravo, km 5.5, Airport - Puerto Aguaje road). The study adopts a mixed-methods approach with a non-experimental, descriptive-propositive design, using direct observation, document analysis, and tools such as VSM, process mapping, and Standard Operating Procedures (SOPs) as data collection techniques. Thanks to the application of these tools, the efficiency percentage increased to 82 %, and the effectiveness reached a value of 1.98, representing an increase in revenue for the company. The results demonstrate significant improvements, proving the effectiveness of applying Value Stream Mapping as a strategy for productivity improvement.

Keywords: Value Stream Mapping, SOPs, Productivity Improvement, Efficiency, Nauplio.

INTRODUCCIÓN

En comunidades costeras de alrededor del mundo, la pesca y la acuicultura forman parte del día a día de millones de personas. No se trata solo de proveer alimento, en muchos casos son la base económica de comunidades enteras. Gracias al desarrollo de esta actividad económica, mucha gente mantiene un empleo estable y un medio de vida (Olaganathan et al., 2023).

Sin embargo, este tipo de industrias vive con problemas constantes como cuidar que los recursos no se agoten, asumir costos que siguen creciendo y enfrentarse a la inestabilidad de los mercados. Si se quiere mantener este sector como sustento vital, hay que pensar en formas de gestión que promuevan la sostenibilidad y a la vez, garanticen que la actividad pueda sostenerse durante muchos años (Rojas & Gisbert, 2017).

Entre las herramientas que han ganado importancia para enfrentar estos retos está el Value Stream Mapping (VSM). Herramienta que consiste en plasmar en un diagrama como se mueven los materiales y la información dentro de la organización. El objetivo no es solo tener una representación gráfica, si no un detalle claro de los procesos que realmente aportan valor y en cuales se está perdiendo (tiempos o recursos). Con esa información sobre la mesa, resulta más sencillo encontrar errores, puntos de retraso y mejores formas de trabajar (Buenaño et al., 2024)

Por otra parte, América Latina y el Caribe aportan cerca del 8 % a la producción mundial de pesca y acuicultura, con aproximadamente 17,7 millones de toneladas. Aun así, muchas empresas del sector siguen funcionando con métodos tradicionales, tanto en la producción como en la venta. Esto, aunque conserve cierta identidad local, hace más difícil competir con un mercado global que cambia rápido y exige resultados. Por eso, renovar la

forma de trabajar no es solo recomendable, sino una estrategia clave para lograr un mejoramiento productivo (Rosas, 2023).

En cambio, a nivel nacional la producción anual alcanza las 165,000 toneladas métricas convirtiendo al país en el segundo mayor productor de camarón a nivel mundial (Banco Central Ecuador, 2020). Pero muchas empresas que operan en industrias acuícola ecuatorianas presentan deficiencias. Ante este desafío, tanto la industria acuícola como otros sectores del país han optado por analizar la cadena de valor mediante la herramienta (VSM), cuya implementación ha permitido fortalecer la capacidad de los procesos, e impulsar al mejoramiento productivo (Quishpe, 2021).

En la provincia de Santa Elena, al estar ubicado en una zona costera se perfila como una región estratégica para el asentamiento de industrias pesqueras y sectores dedicados a la producción de nauplios gracias a sus condiciones ambientales (Martínez et al., 2023). Ante esta situación, resulta fundamental realizar investigaciones que permitan analizar como se encuentran operando actualmente las empresas y qué tan preparadas están para aplicar metodologías de mejora continua.

Planteamiento del problema

Alrededor del mundo, las industrias se han visto afectadas por la globalización presente en la actualidad ya que exige a las organizaciones mejorar continuamente sus procesos para elevar la calidad de sus productos o servicios (Méndez et al., 2022). A la vez que se enfrentan con importantes desafíos en aumento como la rentabilidad, competitividad y creciente económico; llevándolas a establecer mejores estrategias para alcanzar mejores posiciones y estar a la par en innovación dentro del mercado, proponiendo acciones efectivas y eficientes en cada una de las operaciones realizadas (Gómez, 2021).

En este contexto, Berger, (2020) alude que, suele malinterpretar la cadena de valor acuícola solo como la actividad de criar, y recolectar especies acuáticas, sin considerar el proceso complejo que la conforma, en consecuencia, esta idea errónea limita las oportunidades de innovación, control, optimización y una visión orientada al mejoramiento productivo.

En América del Sur, la acuicultura ha cobrado relevancia como motor de desarrollo económico regional. Sin embargo, Orozco, (2025) en su investigación desarrollada en Colombia evidencia que los modelos de negocio del sector aún se basan en esquemas tradicionales, alejados de las nuevas tendencias de sostenibilidad, trazabilidad, inclusión social y transformación digital. Dejando una brecha entre el dinamismo del mercado y la rigidez operativa interna limitando el aprovechamiento del potencial productivo dentro del sector.

En Ecuador el sector camaronero es clave y juega un papel importante en los ingresos por productos no petroleros, sin embargo, se enfrentan a una escasa tecnificación, falta de estandarización y persistencia de prácticas artesanales, desafíos que frenan su desarrollo y competitividad, agravando aún más la situación las deficiencias en la trazabilidad, el control sanitario y la gestión ambiental, comprometiendo la calidad de los productos dificultando su inserción en mercados más exigentes (Terreros, 2025).

En los últimos años, la provincia de Santa Elena ha sido escenario del nacimiento de varias organizaciones del sector acuícola, entre ellas destaca Aquatropical S.A., que ha logrado una notable presencia en el mercado local, pero, aun así, la empresa enfrenta desafíos constantes que limitan su desempeño tales como limitaciones en su proceso de producción, mismo se basan en prácticas empíricas y carecen de una estandarización formal. Esta situación refleja la falta de aplicación de herramientas propias de la ingeniería industrial, necesarias para mejorar la eficiencia y el desempeño organizacional.

Formulación del problema de investigación

¿Cómo puede el modelado del Value Stream Mapping mejorar la productividad en la empresa Aquatropical S.A., situada en Salinas, Ecuador?

Justificación de la investigación

Teóricamente la investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre el uso del VSM, como instrumento estratégico para identificar oportunidades de mejora en los procesos productivos, contribuyendo así al campo de la gestión operativa en entornos acuícolas. Así mismo, de manera práctica el estudio se realiza al existir la necesidad de mejorar los niveles de productividad en Aquatropical S.A., los resultados obtenidos mediante el mismo pueden extrapolarse a otras áreas de la organización e incluso servir como referencia para empresas del sector que se interesen en fortalecer sus operaciones en búsqueda de un mejoramiento productivo.

De manera metodológica se propone una integración profunda dentro del enfoque lean manufacturing, en conjunto con la herramienta (VSM) como una vía eficaz para lograr la mejora continua de los procesos, con el fin de identificar y diferenciar actividades que agregan valor de aquellas que no lo hacen.

Como beneficiarios directos estarán los responsables operativos y administrativos de la organización. Además, empresas del sector acuícola interesadas en mejorar sus procesos de producción. Por otra parte, la presente investigación no solo responde a un requerimiento académico, sino que también representa un aporte científico y social.

Objetivos:

Objetivo general

Modelar el Value Stream Mapping (VSM) como estrategia para el mejoramiento de la productividad en la empresa Aquatropical S.A., ubicada en el cantón Salinas, Ecuador.

Objetivos específicos:

OE1: Fundamentar teóricamente las variables de estudio mediante una revisión sistemática que sustente el uso del Value Stream Mapping como herramienta para el mejoramiento productivo.

OE2: Diseñar un marco metodológico adaptado al contexto de la empresa, estableciendo los procedimientos, técnicas e instrumentos necesarios para la recolección y análisis de datos.

OE3: Proponer el modelado del Value Stream Mapping identificando oportunidades de mejora en los procesos actuales alcanzando un aumento en la productividad en Aquatropical S.A.

CAPÍTULO I

1. Marco teórico

1.1. Antecedentes investigativos

El aumento de la productividad se ha vuelto un objetivo estratégico esencial para las organizaciones que desean optimizar su competitividad en un ambiente cada vez más exigente y dinámico. La manufactura esbelta junto a herramientas como el VSM y los principios de mejora continua se vuelven aliados importantes para lograr una producción más sostenible y eficiente que esté enfocada en la excelencia operativa (Moreno & Santos, 2021).

En el artículo de Kumar et al., (2022) los autores llevaron a cabo un análisis profundo de los principios, fundamentos y herramientas que constituyen la filosofía “lean manufacturing”. Examinaron las ventajas y dificultades relacionadas con su aplicación. Los investigadores la resaltan como una opción efectiva ante la producción masiva, ya que posibilita disminuir costos, acortar los tiempos de entrega y aumentar el nivel de productividad, usando menos recursos.

Por otra parte, en el estudio realizado por Siccha et al., (2022) tuvo como objetivo introducir la metodología “LM” en la planta de conservas de pescado para poder incrementar la productividad. Para ello, implementaron la herramienta VSM con la que examinaron los tiempos del ciclo. Trayendo resultados positivos, pues el tiempo del ciclo por caja disminuyó alrededor del 12.7 %, bajando de 1.151 a 1.005 minutos, y la productividad total creció del 79.9 % al 89 %.

En cuanto al estudio de Primartono & Agus, (2024), se identificó problemas en una empresa camaronera, como la gestión ineficiente de recursos y la falta de estandarización, contrastando una compañía con técnicas empíricas que alcanzó un rendimiento decreciente (de 1.07 a 0 kg/m²) con otra que emplea procesos estandarizados y automatizados que logró un

rendimiento estable de 2.53 kg/m². Asimismo, la empresa eficiente disminuyó el desperdicio de insumos en un 26 % (FCR de 1:1.26 vs. 1:1.68), demostrando que la mejora de procesos incrementa la eficiencia operativa, lo que sustenta la implementación de metodología “lean” y VSM para mejorar la productividad.

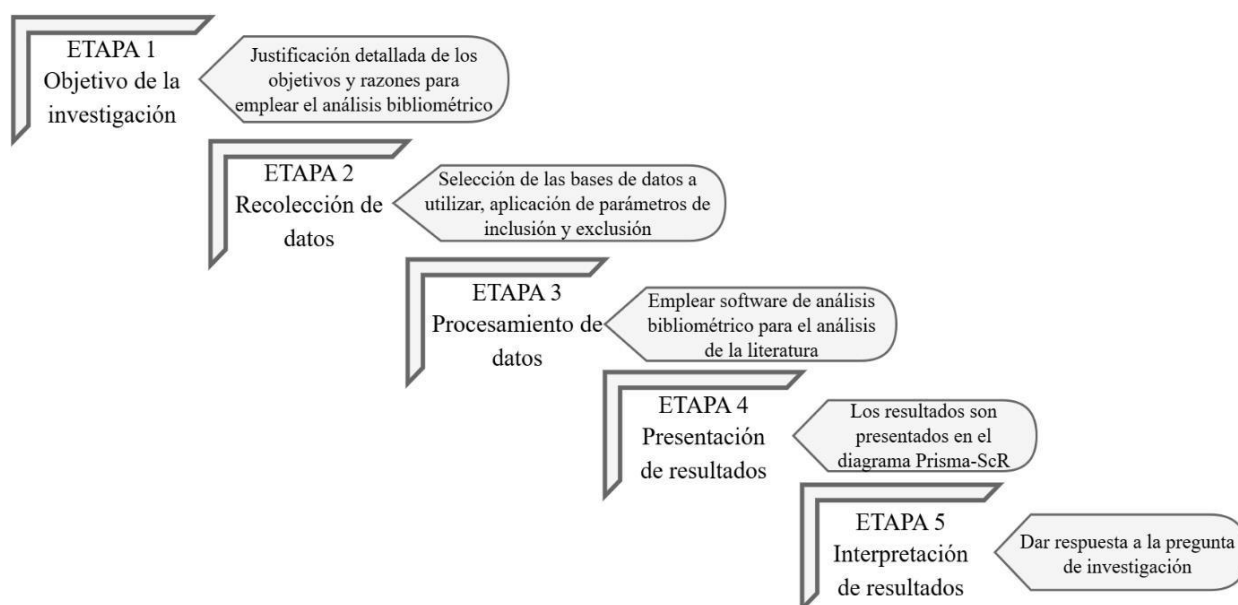
Finalmente Chau & Tien, (2018) aplicaron el VSM en una procesadora de camarón, logrando reducir el tiempo de inventario en un 37,5 % (de 85 a 53.1 horas), asimismo, se mejoró la coordinación entre estaciones de trabajo aumentando el porcentaje de valor añadido (PCE) de 4,81 % al 7,7 %, mediante el uso de herramientas “lean” como Kanban y 5S.

A partir de los antecedentes expuestos se desarrolla una revisión literaria, esto permite examinar investigaciones previas y experiencias aplicadas en diferentes sectores, en las que se han utilizado diversas técnicas propias de la manufactura esbelta en conjunto a la herramienta VSM, la información recopilada sirve como base teórica y sustento para el desarrollo de la propuesta planteada en este trabajo de investigación.

1.2. Revisión literaria

Para la elaboración de la revisión literaria, se plantea el uso de una revisión sistemática propuesta por los autores (Chambergó et al., 2021), misma que cuenta con varias etapas que se presentan en la **Figura 1**. Este procedimiento permite comprender varios artículos científicos, con el fin de reunir, sintetizar y evaluar información para incluirla en el desarrollo de la investigación. Se emplea el análisis bibliométrico como una técnica para analizar la visión académica global de la literatura existente, este enfoque facilita la interpretación de la información recopilada y el desarrollo progresivo relacionado a las variables de investigación (Espinós et al., 2018).

Figura 1: *Etapas de la revisión sistemática de la literatura.*



Nota. Elaborado por los autores basado en la metodología (Chambergó et al., 2021).

Inicialmente se definieron los objetivos y el alcance del estudio, para poder reunir fundamentos sólidos que respalden la elección y explicación de las variables a investigar, planteando preguntas de investigación que resultaran útiles como guía para el análisis sistemático tal como se muestra en la **Tabla 1**.

Tabla 1: *Preguntas de investigación.*

Preguntas de investigación	OB
PI 1: ¿Cuándo fueron publicados los artículos y como se ha mantenido la tendencia de aumento/disminución en el número de artículos?	
<i>Alcance: Revisar qué tan actuales son los estudios que hablan sobre las variables de investigación y analizar la variación de las publicaciones a lo largo del tiempo y evaluar su consistencia en el área de estudio.</i>	OB 1
PI 2: ¿Qué métodos y herramientas se han empleado en la aplicación de estos estudios?	
<i>Alcance: Identificar las formas o técnicas que se aplican en las investigaciones.</i>	
PI 3: ¿Qué resultados se han encontrado al implementar estudios sobre las variables?	OB 2
<i>Alcance: Analizar los hallazgos y ver si las estrategias usadas funcionan bien en el tema tratado.</i>	

Nota. Elaborado por los autores.

Con esto establecido se procedió con la etapa de recolección de datos, para ello se seleccionó a Scopus, ScienceDirect y Dimensions como las bases de datos de publicaciones científicas a utilizar para búsqueda de información, en este proceso empleamos conectores booleanos como “AND” y “OR” para poder combinar nuestras variables y así ampliar los resultados de búsqueda, considerando términos que se muestran a continuación en la **Tabla 2**.

Tabla 2: *Términos utilizados en la recolección de datos.*

Término de búsqueda inglés/español	
<u>Variable independiente</u>	
"VSM"	"Mapeo del flujo de valor"
"Value Stream Mapping"	"Lean tools"
<u>Variable dependiente</u>	
"Productivity"	"Production optimization"
"Production"	"Optimización de producción"

Nota. Elaborado por los autores.

Posteriormente la **Tabla 3** detalla los criterios de inclusión y exclusión aplicados para seleccionar la literatura pertinente. Este filtro garantiza que los artículos elegidos estén directamente alineados con las variables de investigación y así contribuir directamente a los objetivos de estudio.

Tabla 3: *Criterios de inclusión y exclusión aplicados.*

Criterio de inclusión	Criterio de exclusión
Año de publicación: 2020 -2025.	Artículos publicados antes del rango establecido.
Idioma: inglés y español.	Investigaciones inaccesibles.
Tipo de documentos: artículos científicos.	Fuentes no relacionadas a la línea de investigación del proyecto.
Área de estudio: ingeniería.	Palabras claves no alineadas al tema.

Nota. Elaborado por los autores.

Para culminar con la etapa 2 se presentan los resultados de la recolección de datos al usar los términos mencionados en la **Tabla 2**, como resultado final se tiene un total de 959 artículos de investigación que se presentan a continuación en la **Tabla 4**.

Tabla 4: *Número de artículos obtenidos en la recolección de datos.*

Artículos				
Base de datos	Con criterios de inclusión	Con criterios de exclusión	Total	Porcentaje
Scopus	672	537	135	14%
Science Direct	730	405	325	34%
Dimensions	832	333	499	52%
Total	2234	1275	959	100%

Nota. Elaborado por los autores.

Luego se inició con la etapa 3 en la que se procesaron los datos obtenidos en la etapa anterior para ser analizados en los softwares de revisión bibliométrica como RStudio y Bibliometrix. Parte del proceso consiste en identificar la cantidad de artículos que se han desarrollado entre el 2020 y 2025 (**Tabla 5**), con el fin de tener una visión más amplia de cómo se han ido estudiando nuestras variables de investigación en este lapso.

Tabla 5: *Producción de artículos científicos.*

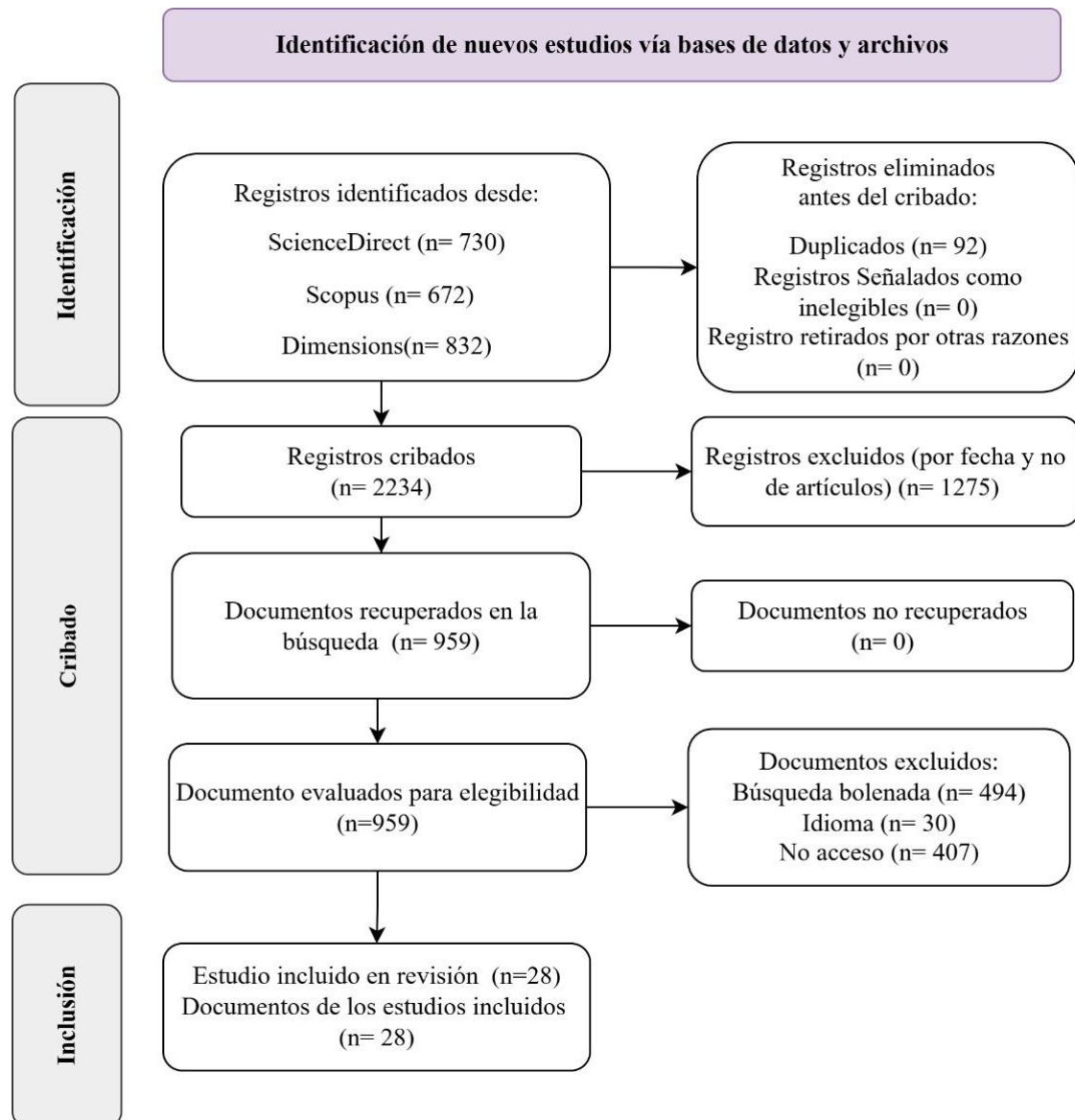
Año	Scopus	ScienceDirect	Dimensions	Total anual
2020	20	73	78	171
2021	24	51	87	162
2022	25	34	101	160
2023	26	59	85	170
2024	26	64	85	175
2025	14	44	63	121
Total	135	325	499	

Nota. Elaborado por los autores en base a los datos obtenidos en los softwares de análisis.

Por consiguiente, en la etapa 4 se expusieron los hallazgos de la investigación mediante el método prisma (Matthew et al., 2021), lo que permitió recolectar y categorizar lo datos

extraídos para así facilitar su comparación y posterior interpretación, como resultado final se llegó a la cantidad de 28 artículos, mismo que fueron seleccionados y analizados para darle sustento a nuestro proyecto. Los resultados se muestran a continuación en la **Figura 2**.

Figura 2: Diagrama PRISMA-ScR de la revisión literaria.



Nota. Elaborado por los autores.

Para finalizar se interpretaron los datos (etapa 5), con el objetivo de responder las preguntas de investigación planteadas en la etapa inicial de este proceso, basándonos en la información recolectada en etapas anteriores.

En resumen, el análisis comparativo concluye que en los 28 estudios revisados se evidencia una tendencia clara hacia el uso predominante del Value Stream Mapping (VSM) como herramienta central de diagnóstico que permite identificar actividades sin valor agregado y estructurar escenarios de mejora. Los autores complementan las investigaciones al integrar técnicas “lean” como SOPs, 5S, SMED, JIT, etc. Así como, métodos analíticos avanzados, entre ellos simulación discreta (Arena, FlexSim, Anylogic). Entre las herramientas más utilizadas en las investigaciones previamente revisadas se marca una tendencia del uso de herramientas como el estudio de tiempos, diagramas de flujo, diagramas SIPOC, así como fichas de registros operativos, en cuanto a instrumentos destacan la observación directa, cuestionario estructurados y entrevistas al personal.

Así mismo, al analizar los 28 artículos los resultados alcanzan mejoras significativas obteniendo un aumento en los indicadores de eficiencia y productividad, pues la mayoría de los artículos lograron reducir el lead time (entre 10 % y 27 %), mientras que los tiempos de ciclo disminuyeron alrededor del 15 %. Las actividades sin valor agregado (NVA) se redujeron hasta en 30 %. Así mismo, en los casos que aplicaron estandarización 5S o SOP's tuvieron un aumento en eficiencia superiores al 20 %, mientras que los estudios que incorporaron tecnologías 4.0 mediante VSM digital o DVSM lograron mejoras destacadas en trazabilidad, reducción de errores y aceleración del flujo de información

De esta manera, los resultados demuestran que la combinación de VSM + simulación de escenarios+ técnicas “lean” producen resultados positivos, al permitir no solo diagnosticar sino proyectar y validar escenarios futuros. En definitiva, la RSL refleja que la integración de herramientas “lean” tradicionales en conjunto a la aplicación del VSM se constituyen como una estrategia robusta para incrementar la productividad, eficiencia, reducir desperdicios y optimizar procesos.

1.3. Estado conceptual

1.3.1. Acuicultura

Alberto et al., (2021) señalan que la acuicultura es la crianza regulada de especies acuáticas como peces, crustáceos y moluscos, en la que el ser humano interviene en actividades de siembra, nutrición y protección. En un sentido más amplio, (Dunshea et al., 2024) la definen como el cultivo controlado de organismos acuáticos peces, moluscos, crustáceos, algas y plantas mediante técnicas de cría, alimentación y manejo técnico a lo largo de su ciclo productivo, con fines productivos, alimentarios y ambientales.

1.3.2. Procesos productivos y maduración en acuicultura

El proceso de maduración corresponde al conjunto de condiciones ambientales y prácticas que se aplican a los reproductores para aumentar su capacidad reproductiva (Quiroz et al., 2022). En biología celular, (Alvarez & Melton, 2022) destacan que la maduración es un proceso dinámico en el que células u organismos adquieren características que les permiten cumplir funciones especializadas, regulado tanto por la genética como por factores ambientales.

En este contexto, los procesos operativos son las actividades esenciales que permiten a una organización cumplir su propósito principal. (Cevallos & Esquivel, 2023) sostienen que estos procesos conforman la cadena de valor de la organización, mientras que (Chávez et al., 2022) los define como el corazón de la organización, pues concretan la producción de bienes o la prestación de servicios.

1.3.3. Estandarización de procesos

Se habla de estandarización o normalización de procesos cuando se define, implementa y se optimiza la naturaleza de estos y sus diferentes actividades con el fin de mejorarlos. Una buena estandarización garantiza que se controle y se evite variaciones, mal servicio y calidad

en un producto, por ende, las organizaciones deben adaptar este pensamiento de mejora (Añorga & Becerra, 2020).

1.3.4. Gestión de procesos

La gestión por procesos (BPM) es considerada una estrategia clave para modelar, mejorar y automatizar procesos, con el fin de incrementar la rentabilidad, la eficiencia y la calidad. (Ortíz et al., 2024) enfatizan que este enfoque permite integrar tecnología y gestión, asegurando adaptabilidad organizacional.

La inspección constituye una actividad esencial de control de calidad. (Sundaram & Zeid, 2023) la definen como un proceso planificado y organizado de examen, medición y prueba, mientras que (Markatos & Mousavi, 2023), la conciben como un conjunto de actividades de observación y verificación que permiten distinguir entre lo conforme y lo no conforme.

1.3.5. Filosofía lean y herramientas de mejora

El lean manufacturing surge del sistema de producción Toyota y se centra en reducir desperdicios y maximizar valor. (Kumar et al., 2022b) la describe como una filosofía orientada a lograr una mejora en la eficiencia y la satisfacción del cliente, mientras que (Reyes et al., 2025) plantea que la misma busca eliminar actividades que no agregan valor, puesto que esta filosofía abarca el uso de herramientas como Value Stream Mapping (VSM) que es un instrumento clave para visualizar y optimizar procesos.

Por otro lado Salwin et al., (2023) explica que el VSM permite identificar actividades que agregan valor como las que no, evaluando tiempos de producción y flujo de información y a su vez, (Batwara et al., 2023) indica que el VSM es un estándar “lean” que facilita la reducción de desperdicios y la creación de valor en distintos sectores.

El flujo de valor, según Fernández et al.,(2019) es la secuencia integrada de actividades, materiales e información que transforman insumos en productos finales. Del mismo modo, estudios recientes lo vinculan a la gestión estratégica de la innovación y la entrega de valor al cliente (Buer et al., 2018).

La filosofía Kaizen enfatiza la mejora continua incremental. (Abuzied, 2022) señala que se basa en pequeños cambios sistemáticos que generan resultados significativos, resaltando la capacidad para involucrar a todos los empleados en procesos de mejora sostenida.

La reducción de desperdicios es consecuencia directa de LM. (Waheed et al., 2024) destacan que identificar el desperdicio es el primer paso hacia la eficiencia sostenible, mientras que (Buer et al., 2018), vinculan el “lean” con la digitalización de procesos para lograr sinergias entre eficiencia y sostenibilidad.

1.3.6. Industria 4.0 y optimización de recursos

La Industria 4.0 integra tecnologías digitales y físicas que transforman los sistemas de producción. (Jamwal et al., 2021) la describen como la convergencia del internet de las cosas, sistemas ciber-físicos y automatización para habilitar fábricas inteligentes. (Elnadi & Abdallah, 2023) amplían que su implementación implica tanto factores tecnológicos como de gestión organizacional.

En este contexto, la optimización de recursos se entiende como la asignación eficiente de personal, equipos y materiales. Autores como (Dorin, 2018) la definen como un proceso sistemático de planificación y uso estratégico de recursos limitados para maximizar resultados en productividad y sostenibilidad.

1.3.7. Resultados esperados en la organización

La eficiencia operativa se define como la capacidad de gestionar estratégicamente tiempo, personal y tecnología para alcanzar objetivos con el menor costo posible (Febrianto et al., 2025).

Según (Yanapa, 2023) esta eficiencia también promueve la sostenibilidad mediante la reducción de desperdicios y el uso responsable de los recursos.

La productividad mide la eficiencia con que se transforman recursos en bienes o servicios. (Ramírez et al., 2022) destacan su rol crucial en la competitividad, mientras que (Zelenyuk, 2023) la concibe como una magnitud calculable que combina cantidad y calidad de output en un periodo determinado.

La sostenibilidad productiva, de acuerdo con (Espinoza et al., 2021) integra la eficiencia de recursos, viabilidad económica y preservación ambiental. Bajo este contexto (Castillo et al., 2023) agrega que se debe de considerar la productividad local sostenible como parte de los sistemas de producción regionales con el fin de asegurar que el desarrollo económico no comprometa los recursos naturales.

Sin embargo, en cuanto a competitividad organizacional, (Rožman et al., 2023) y (Romero et al., 2020) plantean que un modelo multidimensional basado en talento estratégico y gestión ágil permite fortalecer la posición de la industria en mercados disruptivos. A su vez, el desempeño organizacional, según (Gutterman, 2023) tradicionalmente se mide por indicadores económicos, pero actualmente debe incluir factores sociales y ambientales.

Finalmente, la calidad total (TQM) es un enfoque integral de mejora continua en toda la organización. (Helmold, 2023) la describe como una estrategia que involucra liderazgo, empleados y procesos; mientras que (Alawag et al., 2023) enfatizan su aplicación en servicios digitales como vía para la excelencia.

1.4. Descripción del sistema productivo actual

1.4.1. Generalidades e historia de la empresa

Aquatropical S.A, es una empresa ecuatoriana reconocida por su liderazgo en innovación genética y tecnológica en el sector camaronero, fue fundada en 1989 en San José-Montañita. Inicio sus actividades con ocho colaboradores y una producción aproximada de 250 millones de postlarvas de *Penaeus vannamei* (camarón blanco) al año.

En el año de 1997 se estableció un laboratorio moderno en Mar Bravo - Salinas, diseñado para integrar todas las etapas del proceso productivo incluyendo el desarrollo genético, maduración, cultivo de algas, artemias, investigación, y control de calidad.

En la actualidad, la empresa cuenta con un programa de mejoramiento genético que se encuentra asistido por marcadores moleculares, lo que permite seleccionar familias con mayor supervivencia y crecimiento, beneficiando a más de 15.000 hectáreas de producción en Ecuador, Perú y otros países de Centroamérica.

Figura 3: *Logo de la organización.*



Nota. Emitido por la empresa.

1.4.2. Misión

Somos una empresa especializada en la producción de nauplios, con experiencia y competitividad para liderar el mercado. Enfocándonos en ofrecer un producto de alta calidad,

superando a la competencia desde nuestras instalaciones en el sector de Mar Bravo, Salinas. Comprometidos con el crecimiento sostenible.

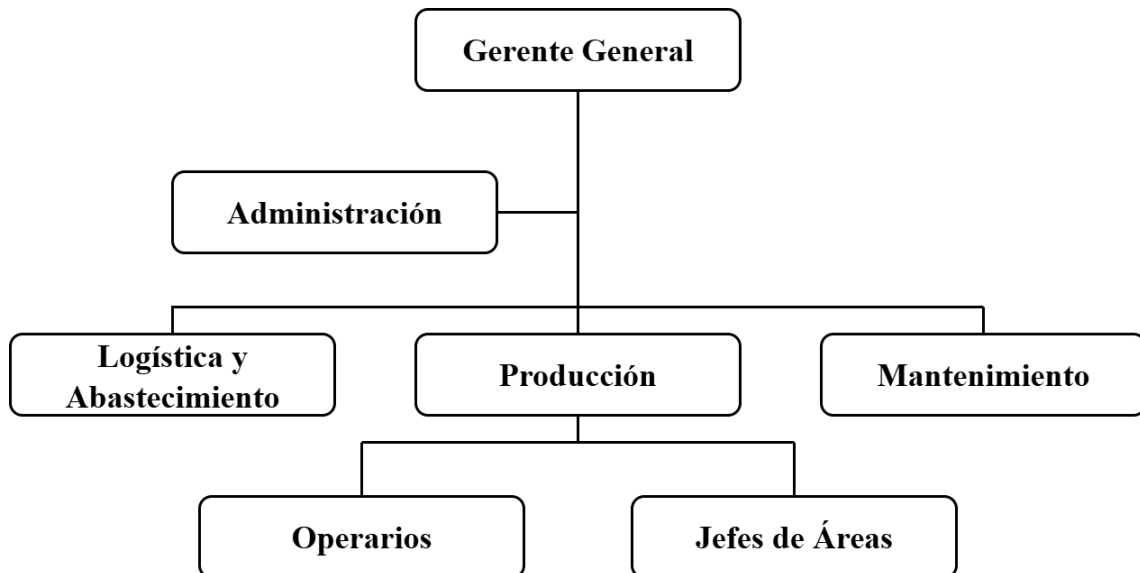
1.4.3. Visión

Consolidar a Aquatropical S.A., como líder dentro del sector productivo a la vez que ofrecemos productos de excelente calidad, comprometiéndonos con la satisfacción de nuestros clientes y marcando tendencia al innovar continuamente nuestros procesos productivos, diferenciándonos de la competencia al garantizar el mejor producto al precio justo.

1.4.4. Estructura organizacional

Aquatropical S.A., "La empresa posee una estructura organizativa sencilla, que establece los distintos niveles jerárquicos, facilitando la identificación de los responsables de cada área y las vías de comunicación que se siguen dentro de la organización."

Figura 4: Organigrama de la empresa Aquatropical S.A.



Nota. Aquatropical S.A.

1.4.5. Ubicación de la empresa

Aunque la empresa fue fundada en San José, Montañita, el trabajo de titulación se desarrollara en el laboratorio emplazado en el cantón Salinas, Mar Bravo, Km 5 1/2 vía Aeropuerto, Puerto Aguaje (coordenadas geográficas 2°14'27"S 80°57'15"W).

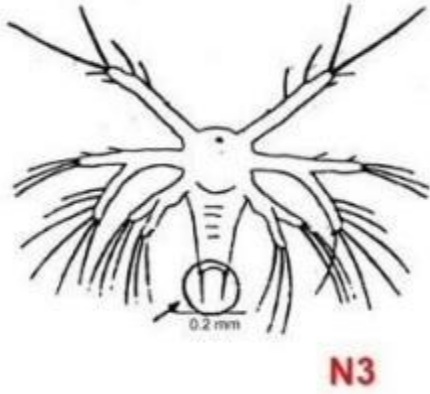
Figura 5: *Ubicación geográfica Aquatropical S.A Mar Bravo, Salinas.*

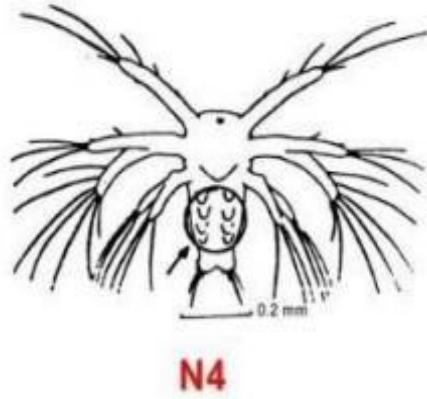


Nota. Obtenido de Google Earth.

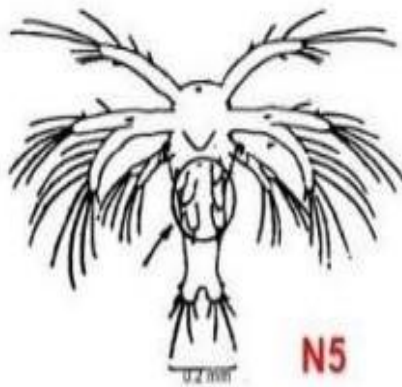
1.4.6. Productos del laboratorio de maduración

Tabla 6: *Representación gráfica de estadios naupliares.*

Estadios de nauplios	
Referencia visual	Nombre y etapa
	Nauplio etapa N3



Nauplio etapa N4



Nauplio etapa N5

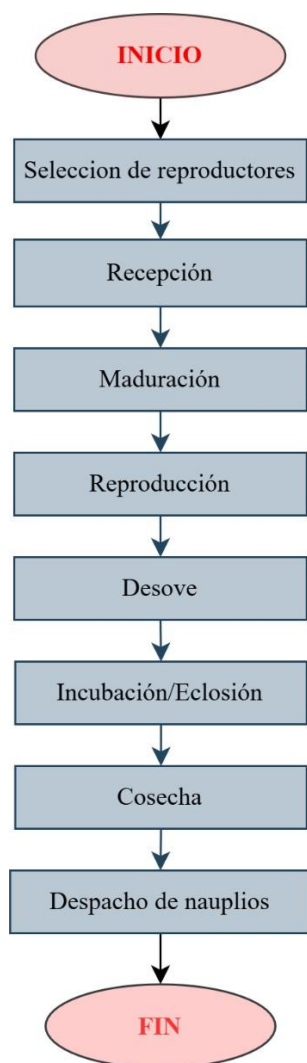
Nota. Elaborado por los autores, tomado de (Marcillo Fabricio, 2014).

Aquatropical se encarga de la producción de larvas de camarón en su primera etapa de desarrollo (nauplios), estos se obtienen a partir de la reproducción controlada de reproductores seleccionados bajo condiciones fisicoquímicas óptimas que garantizan un producto final de calidad en sus diferentes etapas como se presentan en la **Tabla 6**.

1.4.7. Descripción general del proceso de producción actual del laboratorio

En la figura que se presenta a continuación, se describe el proceso de producción al que se rige Aquatropical para obtener nauplios (primera etapa larval de camarón), esta representación gráfica proporciona una guía clara de las fases de producción que se desarrollan dentro del laboratorio.

Figura 6: Fases del proceso de producción Aquatropical S.A.



Nota. Aquatropical S.A.

Aquatropical se caracteriza por contar con un laboratorio que actúa como una extensa maternidad encargada de la producción de nauplios, producto que se deriva del apareamiento entre machos y hembras de camarón blanco. Cada 3 a 4 días se reciben aproximadamente 12.000 reproductores de dicha cantidad se seleccionan alrededor del 20 % que son los mejores ejemplares del lote, las hembras se seleccionan y apartan en grandes tanques de agua con una marca genética, donde permanecen entre 3 a 7 días cumpliendo con la etapa de maduración.

Posteriormente, las hembras pasan al área de desove, donde cada una produce alrededor de 115.000 nauplios. En este proceso, se cosechan entre de 70 y 75 millones de nauplios diarios

en la planta, los cuales corresponden a los estadios N3, N4 y N5, con una tasa de mortalidad inferior al 8 % se logra una producción mensual de 2310 millones de nauplios y un total anual de 27.700 millones. Esta producción se sostiene mediante 12 ciclos productivos al mes, lo que garantiza un suministro constante y eficiente.

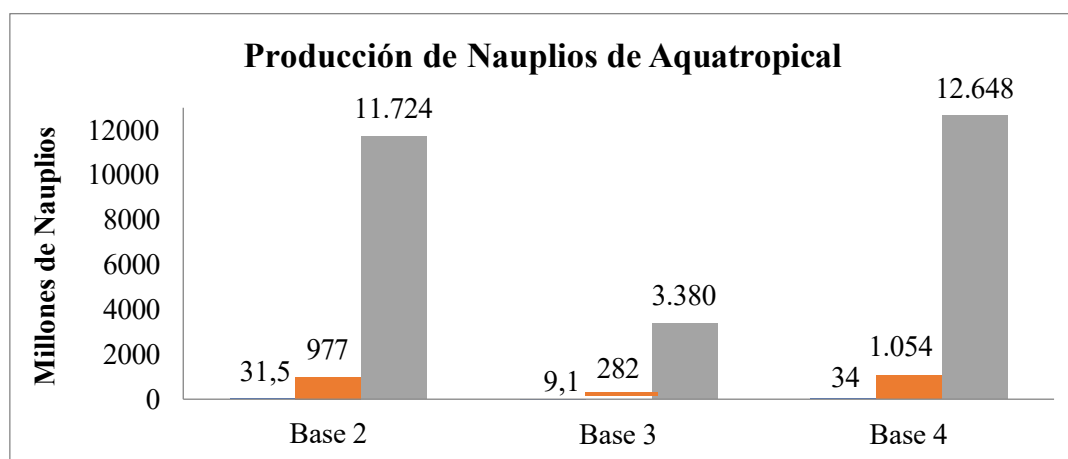
Describiendo lo antes mencionado, se presenta a continuación en la **Tabla 7** y **Figura 7** la capacidad de producción del laboratorio, con el objetivo de ilustrar de forma visual y comprensible el comportamiento de los niveles alcanzados durante el periodo de análisis.

Tabla 7: *Producción del laboratorio.*

Producción de nauplios de Aquatropical			
Bases	Cosecha de nauplios (millones)	Cosecha de nauplios mensuales (millones)	Cosecha de nauplios anual (millones)
Base 2	31,5	977	11.724
Base 3	9,1	282	3.380
Base 4	34	1.054	12.648
Total de producción	74,6	2.313	27.752

Nota. Elaborado por los autores.

Figura 7: *Producción del laboratorio.*



Nota. La producción diaria contiene datos que no pueden ser observables en la gráfica, pero se perciben en la **Tabla 7**.

Los datos reflejan una capacidad productiva sólida y constante, que permite a la empresa cumplir con la demanda del mercado.

CAPÍTULO II

2. Diagnóstico del problema

La metodología de estudio describe en detalle los pasos y procedimientos llevados a cabo para evaluar la efectividad de la aplicación del Value Stream Mapping (VSM) en el mejoramiento productivo de Aquatropical S.A, ubicada en el cantón Salinas. Este capítulo incluye el enfoque de investigación, diseño, población, muestra, métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos, variables del estudio y el procedimiento para la recolección de datos.

2.1. Enfoque de la investigación

La presente investigación adopta un enfoque mixto, la parte cuantitativa se centra en analizar datos medibles y objetivos, según (Flores, 2019) detalla que este enfoque nos permite analizar las variables operativas como, tiempos de producción, porcentaje de eficiencia y niveles de productividad, etc. Por otra parte, el enfoque cualitativo se basa en explorar las perspectivas de los participantes (operarios y supervisores de Aquatropical S.A) desde sus experiencias, siendo adecuado para analizar realidades subjetivas a través de técnicas como entrevistas u observación (Arellano & Hortensia, 2024). De esta manera se asegura una evaluación integral del antes y después de la aplicación de herramientas como el VSM.

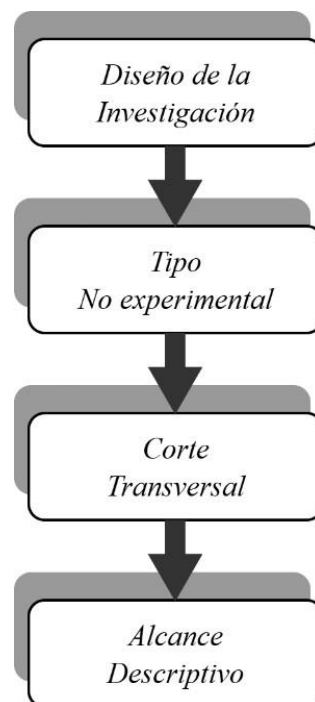
2.2. Tipo y diseño de investigación

La investigación se centra en un diseño no experimental transversal de alcance descriptivo, que evita alterar las variables de estudio para examinar los fenómenos en su contexto natural (García et al., 2021), es por esto por lo que este diseño es el óptimo para nuestra investigación, asimismo se centra en la recolección de datos de los procesos productivos sin intervenir de manera disruptiva en el flujo normal de la producción.

El diseño de investigación se complementa adoptando un carácter de corte transversal que se refiere al levantamiento de información en un periodo de tiempo específico, lo que permite evaluar el estado de los procesos antes y después de la intervención, facilitando una evaluación rápida de los resultados de las herramientas aplicadas sin la necesidad de prolongar el estudio a múltiples ciclos o fases de producción (Ureña et al., 2024).

De este modo, la relación entre las variables en el marco del estudio está conformada por una investigación de alcance descriptiva que detalla las características del proceso productivo de la organización (Galarza, 2020), permitiendo detectar desperdicios en áreas críticas de mejora, proporcionando una descripción clara y específica de los fenómenos observados y evaluando como la metodología en conjunto a sus herramientas influyen en estos escenarios.

Figura 8: *Diseño de investigación.*

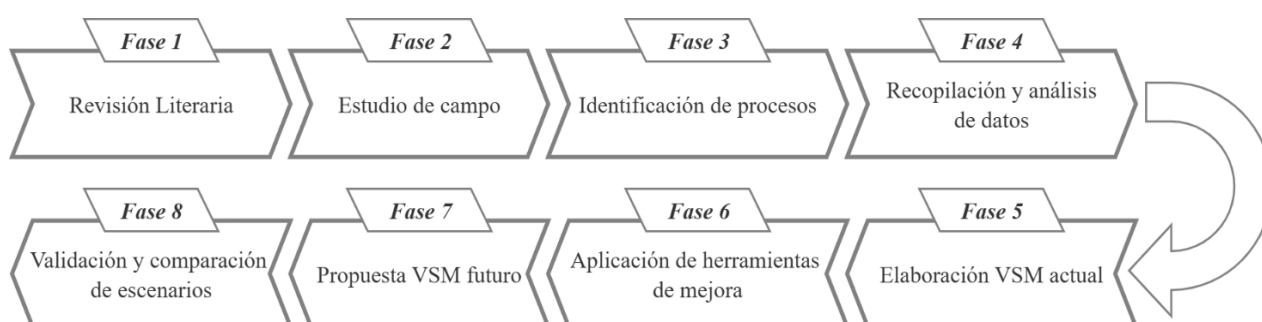


Nota. Elaborado por los autores.

2.3. Procedimiento metodológico

A través de la revisión literaria se define la ruta metodológica descrita en la **Figura 9**, la cual se emplea a través del protocolo de investigación abarcando principalmente el uso del VSM para el mejoramiento productivo. Este enfoque permite detectar los problemas principales y sus causantes, con la finalidad comprender la situación actual bajo la que se encuentra la empresa, para así contribuir al diseño de soluciones efectivas (propuesta de mejora).

Figura 9: *Procedimiento metodológico.*



Nota. Elaborado por los autores, basado en (Janeiro et al., 2020).

La ruta metodológica planteada inicia desde el capítulo anterior con el desarrollo del estado del arte, en el que se identifican las metodologías y herramientas aplicadas por los autores en las investigaciones analizadas, mismas que sirven como guía para abordar la problemática de la presente investigación. Posteriormente, a través de visitas a la empresa Aquatropical S.A., se cumplió con la fase 2, esta etapa implica la inmersión directa en el entorno de estudio, donde se pudo observar las operaciones y el contexto real en el que se desarrollan los procesos objeto de análisis.

Se continúa con el proceso metodológico planteado, al realizar la descripción de los procesos claves involucrados en la producción del laboratorio de maduración, asimismo, se desarrolla el levantamiento de información en el que se identifica y documenta las etapas del

proceso productivo, los tiempos de ciclo, limitaciones, falta de control y pérdidas de la producción, etc. De igual manera, se usan técnicas como observación directa, entrevista a operarios, etc.

Se procede con la recopilación y organización de la información obtenida a través de la etapa anterior, la misma que se analiza con ayuda de herramientas cualitativas y cuantitativas con el fin de identificar patrones, limitaciones en el proceso y oportunidades de mejora. Una vez identificada la situación actual de Aquatropical S.A., la quinta fase consiste en el desarrollo del VSM actual, este mapa sirve como una representación fiel y detallada del flujo de valor existente, de manera que grafica las etapas del proceso tal y como operaban al momento del estudio.

Se continúa con la sexta etapa del procedimiento metodológico en esta se proponen soluciones que aborden la causa raíz mediante alternativas de solución que se enfocan en las causas identificadas. Pues la aplicación de herramientas como diagramas de análisis del proceso, VSM, SOP, diagramas SIPOC, permiten contrarrestar los factores analizados con el objetivo de no solo resolver el problema sino de optimizar los procesos a largo plazo.

La etapa anterior sentó las bases para la séptima fase, pues una vez identificados y analizados los hallazgos encontrados se diseñó el VSM propuesto incorporando mejoras y estableciendo un nuevo estándar de operación más eficiente, controlados y alineado con los objetivos estratégicos.

Para concluir con el procedimiento se comparan cuantitativamente los contrastes entre ambos escenarios (situación actual vs. situación propuesta) mediante métricas clave de desempeño que permiten identificar las mejoras alcanzadas en términos de eficiencia operativa y optimización de recursos, lo cual valida la pertinencia del modelo planteado y la viabilidad de la propuesta.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Se comprende como población a la totalidad de los sujetos seleccionados para el objeto de estudio (Mucha et al., 2021). Para el desarrollo de la investigación se delimita como población al personal que labora en la empresa Aquatropical S.A., ubicada en el sector de Mar Bravo del cantón Salinas. Se incluyen operarios, supervisores responsables de la producción y biólogos que se encontraban en las instalaciones el día que se realizó la aplicación del instrumento.

Criterios de inclusión: colaboradores de la empresa como operarios, supervisores responsables de la producción y biólogos de ambos sexos que desearon de forma voluntaria participar con la investigación.

Criterios de exclusión: colaboradores de la empresa que no desearon participar de forma voluntaria es el estudio.

Tabla 8: *Distribución de la población.*

Sujetos	Sexo		Total	%
	Masculino	Femenino		
Operarios	17	-	17	52%
Supervisores	5	1	6	18%
Jefe de producción	1	-	1	3%
Gerencia	1	-	1	3%
Administrativo	-	4	4	12%
Mantenimiento	4	-	4	12%
Total	28	5	33	100%

Nota. Elaborado por los autores, basado en información de Aquatropical S.A.

2.4.2. Muestra

Para la investigación se decidió aplicar un muestreo no probabilístico por conveniencia, este enfoque permite elegir a los participantes basándose en su experiencia y vínculo con las variables estudiadas, lo que contribuye a obtener datos pertinentes (Hernández & Carpio, 2019). Así mismo, su uso es apropiado al considerar el funcionamiento interno de la empresa, por lo que, se considera como muestra a todos los colaboradores que desempeñan funciones directamente relacionadas con el proceso productivo en el laboratorio de maduración de la empresa Aquatropical S.A.

Tabla 9: *Distribución de la muestra.*

Sujetos	Sexo		Total	%
	Masculino	Femenino		
Operarios	17	-	17	71%
Supervisores	5	1	6	25%
Jefe de producción	1	-	1	4%
Total	23	1	24	100%

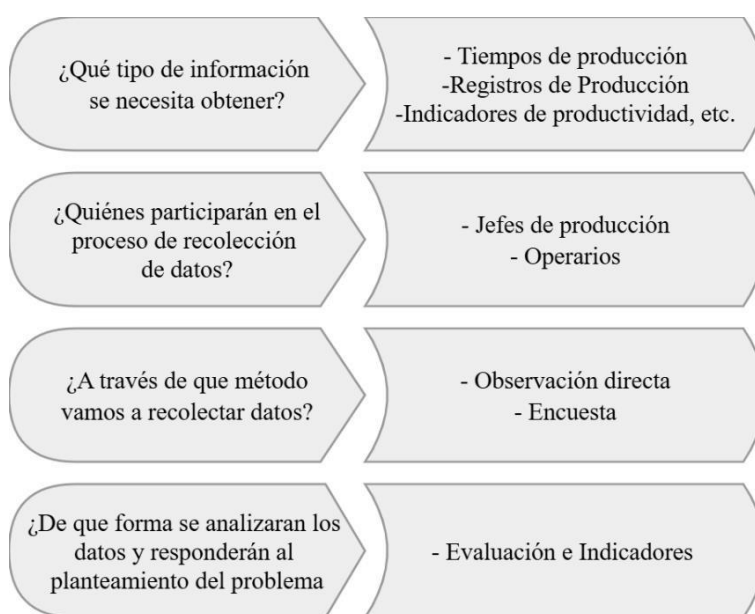
Nota. Elaborado por los autores, basado en información de Aquatropical S.A.

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos

2.5.1. Métodos de recolección de datos

La recopilación de datos corresponde a un proceso de medición orientado a extraer información en Aquatropical S.A. Por ello, se elaboró un plan de recolección de datos que permite organizar y analizar la información (Hernández & Avila, 2020). A continuación, en la **Figura 10** se especifica el tipo de información necesaria, los participantes involucrados, los métodos a utilizar y la forma en que se analizará los datos obtenidos.

Figura 10: *Plan de recolección de datos.*



Nota. Elaborado por los autores.

2.5.2. Técnica de recolección de datos

En Aquatropical S.A., escenario donde se desarrolla el proyecto, se emplea la investigación de campo como método principal para recopilar información (datos), lo que permite obtener una visión más precisa de la situación actual del entorno productivo de la empresa. Bajo estas condiciones se emplean técnicas como observación directa y aplicación de encuestas, debido a la cantidad de procesos presentes en la organización que generan información relevante.

- **Observación directa:** en esta investigación se aplica la observación directa no participante, en ella los investigadores presencian el entorno de la problemática sin interactuar en la misma, con la finalidad de relacionarse con la realidad de la situación actual de la empresa (López, 2018).
- **Encuesta:** se plantea dirigir la encuesta al equipo de operarios y supervisores que se ven directamente relacionados con el proceso de producción del laboratorio, ya que esta

técnica permite obtener información de un número considerado se trabajadores en un periodo relativamente corto (Granados, 2020).

2.5.3. Instrumentos de recolección de datos

A través de un instrumento se puede recolectar y registrar datos necesarios para poder analizar las variables de estudio. En la observación directa se emplean instrumentos que permitan registrar y recolectar los datos. (Useche et al., 2022) señala que esta técnica presenta diversos instrumentos tales como: registros temporales, registro general y ficha de observación. En cuanto a la encuesta, se presenta como instrumento principal es el cuestionario estructurado, que tiene como objetivo recolectar información acerca de una necesidad específica mediante ítems de preguntas abiertas o cerradas.

Se detallan a continuación los instrumentos aplicados para la recolección de datos en la investigación.

Fichas de observación: en esta investigación se aplica una ficha de registro de actividades **Tabla 18**, la cual permite identificar la secuencia de los procesos y el tiempo de cada operación, facilitando la elaboración de diagramas de proceso y diagramas de actividades del proceso actual de Aquatropical S.A.

Cuestionario: está dirigida a los operarios y jefe de producción del laboratorio de maduración de Aquatropical S.A., ya que mediante este instrumento podemos analizar la situación actual a partir de la experiencia de los trabajadores, identificar limitantes y comprender sus percepciones a cerca de oportunidades de mejora en los procesos productivos. El cuestionario estructurado (**Anexo A**), se compone por 20 ítems con respuestas cerradas de tipo ordinal de 5 grados que se muestra a continuación en la **Tabla 10**.

Tabla 10: *Opciones de respuestas.*

Escala Likert				
1	2	3	4	5
Nunca	Rara vez	A veces	Frecuentemente	Siempre

Nota. Elaborado por los autores.

Variables de estudio

Las variables del presente estudio son:

- **Variable independiente:** Value Stream Mapping (VSM).

Es la estrategia o herramienta que se aplica en el estudio, y, por tanto, es la causa o factor que se modifica para observar su efecto.

- **Variable dependiente:** Mejoramiento productivo.

Es el resultado que se espera mejorar mediante la implementación del VSM, se va a medir a través de indicadores como: productividad y eficiencia. Por tanto, es el efecto o consecuencia del cambio.

2.6. Operacionalización de variables

González, (2021) destaca que el proceso permite precisar las acciones y procedimientos requeridos para cuantificar la variable independiente, y la variable dependiente. De esta forma se asegura la objetividad del estudio y la posibilidad de reproducir sus resultados. Además, operacionalización se constituye como un elemento clave, asegurando la pertinencia y precisión de los datos obtenidos durante la investigación, entonces para asegurar la claridad metodológica del estudio y garantizar la coherencia entre los objetivos, las variables y los indicadores propuestos, se presenta a continuación las **Tablas 11 y 12** de operacionalización de variables.

Tabla 11: Operacionalización de variable independiente.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala
Independiente: Modelado del Value Stream Mapping.	D1. Identificación de procesos.	I.1. Número de procesos clave identificados. I.2 Actividades que no agregan valor.	1. ¿La empresa cuenta con normas o procedimientos definidos y aplicados para realizar cada proceso de manera uniforme? 2. ¿Tiene cada proceso su hoja de operaciones al alcance y a disposición del operador? 3. ¿Cree que los procesos productivos en el laboratorio de maduración están claramente definidos? 4. ¿Suele detectar tareas dentro de su trabajo que podrían eliminarse sin afectar la producción de nauplios? 5. ¿Cuenta con un tiempo establecido para realizar cada una de sus operaciones? 6. ¿Qué tan frecuente es que se presenten retrasos en la producción de nauplios? 7. ¿La distribución del área de trabajo está organizada de manera que permita un flujo de trabajo sin interrupciones? 8. Si ocurre un problema durante la producción, ¿se identifica y se comienza a investigar las causas lo antes posible? 9. Cuando se identifican las causas de un problema, ¿se documentan y analizan adecuadamente? 10. ¿Recibe capacitación y sigue normas claras para realizar correctamente sus actividades?	Observación directa, fichas técnicas y encuesta estructurada (escala Likert 1- 5).
	D2. Tiempos y flujos.	I.3. Tiempos de ciclo.		
	D3. Herramientas Lean/ eliminación de desperdicios.	I.5. Procesos mapeados.		

Nota. Elaborado por los autores.

Tabla 12: Operacionalización de variable dependiente.

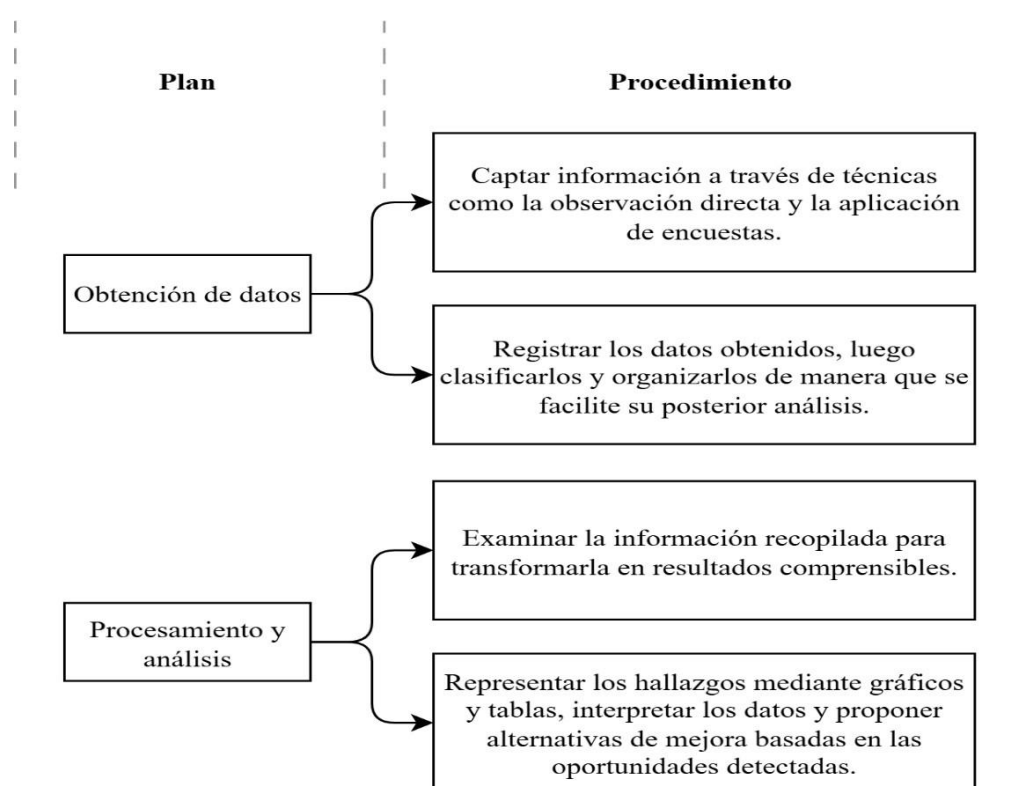
Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala
Dependiente: Mejoramiento productivo en la empresa Aquatropical S.A.	D4. Eficiencia operativa.	I.6. Aprovechamiento de recursos (humanos, materiales).	11. ¿Los recursos e insumos están disponible cuando se los requiere para el proceso de producción?	Observación directa, fichas técnicas y encuesta estructurada (escala Likert 1- 5).
			12. ¿Se controla el uso de recursos y suministros para la producción?	
	D5. Rendimiento laboral.	I.7. Rendimiento productivo.	13. ¿Se destina un tiempo para dedicarlo a actividades de mantenimiento, limpieza de los equipos y puestos de trabajo?	
			14. ¿La empresa organiza los horarios de producción y descanso de forma equilibrada para los trabajadores?	
	D6. Productividad.	I.8. Registros de producción.	15. ¿Los equipos reciben el mantenimiento necesario para garantizar su funcionamiento sin interrupciones?	
			16. ¿Solo los materiales que realmente se necesitan están presentes en el área de trabajo?	
			17. ¿Su tiempo de trabajo se aprovecha totalmente en actividades productivas durante la jornada laboral?	
			18. ¿En su área de trabajo se alcanza la meta planificada en la jornada laboral?	
			19. ¿En su área de trabajo se llevan registros o mediciones que permitan evaluar su desempeño?	
			20. ¿La tasa de supervivencia larval actual se encuentra dentro de los parámetros establecidos en los procedimientos?	

Nota. Elaborado por los autores.

2.7. Procedimiento para la recolección de datos

En la planificación y diseño de investigación se define el proceso de recolección de datos acorde a los objetivos del estudio, es aquí en donde se identifica la técnica e instrumento a utilizar para recopilar datos que se utilizan durante el desarrollo del estudio. En el procedimiento se describen los pasos para analizar estos datos e identificar las tendencias y comprender la conducta de las variables de investigación.

Figura 11: *Fases para la obtención y procesamiento de información.*



Nota. Elaborado por los autores.

La aplicación del procedimiento descrito en la figura 10, nos garantiza una recopilación de datos confiables, válidos y objetivos, debido a que las técnicas como observación directa en conjunto al instrumento de registro de actividades están alineados con los objetivos de este proyecto.

2.8. Validez y confiabilidad del instrumento

2.8.1. Procedimiento validez de instrumento

Antes de aplicar el cuestionario, se llevó a cabo la fase de validación de información recopilada mediante la técnica de juicio de expertos (Sierra et al., 2018), con la finalidad de garantizar la confiabilidad del instrumento. Para seleccionar los expertos se presenta los siguientes criterios de inclusión:

- Formación académica de grado en el campo de la ingeniería.
- Poseer un grado de posgrado (maestría o doctorado).
- Acreditación de experiencia en investigación mediante al menos una publicación científica en su especialidad.

Considerando los criterios anteriores, cinco ingenieros industriales fueron partícipes en la validación del instrumento. El grado académico de cada uno se presenta a continuación:

- ✓ Experto 1: Magíster en Automatización y Electrónica.
- ✓ Experto 2: Magíster en Diseño Industrial y de Procesos.
- ✓ Experto 3: Doctor en Ciencias Técnicas.
- ✓ Experto 4: Magíster en Gerencia Educativa.
- ✓ Experto 5: Magíster en Gerencia Educativa.

Tabla 13: *Resultado de la validación del instrumento.*

Experto	Validación final		
	Bueno	Regular	Malo
Experto 1	✓	-	-
Experto 2	✓	-	-
Experto 3	✓	-	-
Experto 4	✓	-	-
Experto 5	✓	-	-

Nota. Elaborado por los autores.

La puntuación asignada recibió una valoración “Adecuado” por parte de los cinco expertos involucrados (**Anexo C**). Este resultado confirma la validez del instrumento y a la vez garantiza la consistencia y calidad de la información que se recolecta a través de su implementación en Aquatropical S.A.

2.8.2. Confiabilidad del instrumento

De acuerdo con Mares, (2019) la confiabilidad de un instrumento de medición puede establecerse a través de diversos métodos, entre los que se encuentran la medida de estabilidad, el método de formas alternativas, el de mitades partidas y el análisis de consistencia interna. En este sentido, la confiabilidad del instrumento aplicado en la presente investigación se determinó mediante este último método, específicamente a través del coeficiente alfa de Cronbach.

Tabla 14: *Niveles de confiabilidad del alfa de Cronbach.*

Rango	Nivel de confiabilidad
> 0.90	Excelente
0.70 – 0.9	Muy bueno
0.5 – 0.7	Bueno
0.3 – 0.5	Regular
0.1 – 0.3	Deficiente

Nota. Elaborado por los autores, adaptado de (García et al., 2022).

El coeficiente alfa de Cronbach ofrece un valor numérico entre 0 y 1 para cuantificar la confiabilidad. En este rango, la confiabilidad se considera más robusta cuanto más se aproxima el valor a la unidad, así mismo se establece que un instrumento posee una baja confiabilidad cuando su coeficiente es de 0.6 o inferior (García et al., 2022).

A partir del análisis de las respuestas obtenidas se calcula la confiabilidad mediante el coeficiente alfa de Cronbach herramienta que indica el grado promedio de correlación entre los distintos ítems del cuestionario, a continuación, se presentan los resultados en la **Tabla 15**.

Tabla 15: *Confiabilidad del alfa de Cronbach.*

Estadística de confiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.733	20

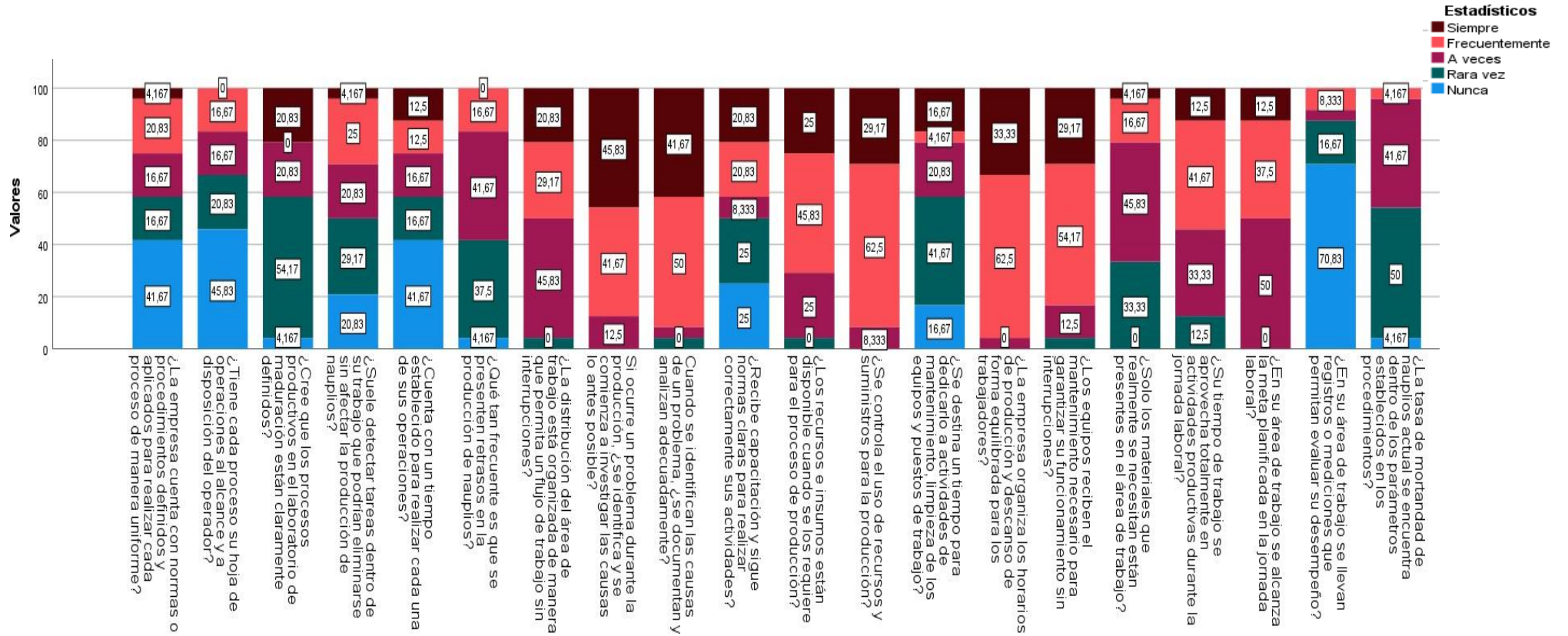
Nota. Elaborado por los autores, obtenido del software SPSS.

El resultado indica que el cuestionario presenta un nivel de confiabilidad alto, garantizando una adecuada correlación entre los ítems (**Anexo F**).

2.9. Interpretación de resultados

En esta sección se muestra la recolección de datos que se realizó a través de un muestreo por conveniencia. El instrumento lo conforman un total de 20 preguntas con una escala de niveles de 5 categorías (escala Likert) detallado en el (**Anexo A**), fue aplicado a 24 trabajadores de la línea de producción de Aquatropical S.A., se clasifican de la siguiente manera: 17 son operarios, 6 supervisores y 1 jefe de producción. A partir de los hallazgos del cuestionario, se construyó una matriz de interpretación de resultados (**Anexo H**) que permite organizar y examinar la información obtenida de manera sistemática. Para así, poder tener una comprensión más clara de las percepciones y comportamientos de los participantes frente a las variables estudiadas. Sin embargo, en este apartado se presenta una gráfica general en la que se muestra el porcentaje de respuestas que se obtuvo para cada ítem consultado en el cuestionario.

Figura 12: Resultados de aplicación del cuestionario.



Nota. Elaborado por los autores.

Mediante los resultados de la aplicación del cuestionario, se logra identificar las problemáticas que se presentan a lo largo del proceso de producción, entre ellas destacan la falta de conocimiento de los procedimientos a seguir en cada una de las áreas por parte del personal operativo, pues en su mayoría señalaron que los procesos a seguir no son claros ni uniforme debido al desconocimiento de los procedimientos documentados, lo que quiere decir que desarrollan sus actividades diarias de manera empírica o siguen instrucciones de los encargados del área.

Así mismo, se puede decir que la falta de control en la revisión de parámetros a lo largo del proceso afecta de forma directa a los resultados obtenidos en la producción, sumado a esto, la ausencia de controles y registros de desempeño impide medir y gestionar adecuadamente la productividad dificultando la identificación temprana de desviaciones y la implementación de mejoras continuas.

Por otra parte, se observa una gestión reactiva antes que preventiva, tanto en el mantenimiento de equipos como en la organización del espacio físico, debido a que las fases productivas se encuentran distribuida de forma ineficiente lo que incrementa los tiempos de desplazamiento y propician interrupciones.

Así mismo, la aplicación del cuestionario demuestra que el control de recursos y suministros es una de las áreas más sólidas del proceso, los encuestados coinciden en que se ejerce un control sobre más del 80 % de los insumos, revelando una gestión sistemática y consistente de los materiales, Esta fortaleza es fundamental para la eficiencia y la rentabilidad, lo que contrasta positivamente con otras áreas susceptibles a mejora en el diagnóstico inicial.

2.10. Correlación de variables mediante coeficiente de Pearson

Se comprueba la correlación de Pearson, este sirve para demostrar la relación existente entre las variables de estudio (Lizarazo et al., 2018). A continuación, se presentan las variables.

Variable independiente: Value Stream Mapping (VSM).

Variable dependiente: Mejoramiento productivo.

El coeficiente de Pearson responde a un valor numérico que permite medir la fuerza y naturaleza de la correlación entre las variables. En la **Tabla 16**, se presenta la interpretación de la correlación de Pearson, con los rangos establecidos según el nivel de correlación.

Tabla 16: Interpretación del coeficiente de Pearson.

Intervalo	Niveles de correlación
[0.50 – 1.00)	Correlación fuerte
[0.30 – 0.50)	Correlación moderada
[0.10 – 0.30)	Correlación débil
[0.00 – 0.10)	Correlación nula

Nota. Elaborado por los autores en base a (Schober & Schwarte, 2018).

En la **Tabla 17**, se presenta el coeficiente de correlación de Pearson, obtenido mediante el software SPSS 27 (**Anexo G**), el valor de que se presenta es de 0.442, que se encuentra en el intervalo de correlación moderada y positiva entre las variables, esto significa que el aumento en el valor de una variable se asocia con un aumento proporcional en la otra. Por otro lado, al obtener un valor de significancia bilateral de (Sig.=0.031) que es menor a 0.05, se concluye que la relación entre las variables resulta estadísticamente significativa, con una probabilidad considerable de que el efecto observable es real.

Tabla 17: *Resultados de coeficiente de correlación de Pearson.*

		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	0.442
	Sig. (bilateral)		0.031
	N	24	24
VD	Correlación de Pearson	0.442	
	Sig. (bilateral)	0.031	
	N	24	24

Nota. Obtenido del software SPSS – 27.

En contraste, el presente estudio usa el eje conceptual de “idea a defender”, de acuerdo con (Alcibiades et al., 2020) en una investigación cualitativa o donde predomine este enfoque no resulta pertinente la formulación de hipótesis, ya que estas se emplean cuando se busca contrastar supuestos teóricos, algo que no corresponde a la naturaleza descriptiva del análisis. Si recapitulamos, la investigación adopta un enfoque mixto con un diseño no experimental, por lo que, la ausencia de hipótesis es coherente y metodológicamente adecuada para un estudio cuyo objetivo principal es diagnosticar el funcionamiento productivo y detectar áreas de mejora, más que comprobar efectos o vínculos previamente planteados.

En conclusión, el trabajo de investigación se elabora con el propósito central de evaluar y describir los procesos productivos tal como se desarrollan en su contexto real, por ende, el eje central de “idea a defender” se plantea como una solución anticipada del problema y demostrando la necesidad del proyecto.

2.11. Diagnóstico de la situación problemática

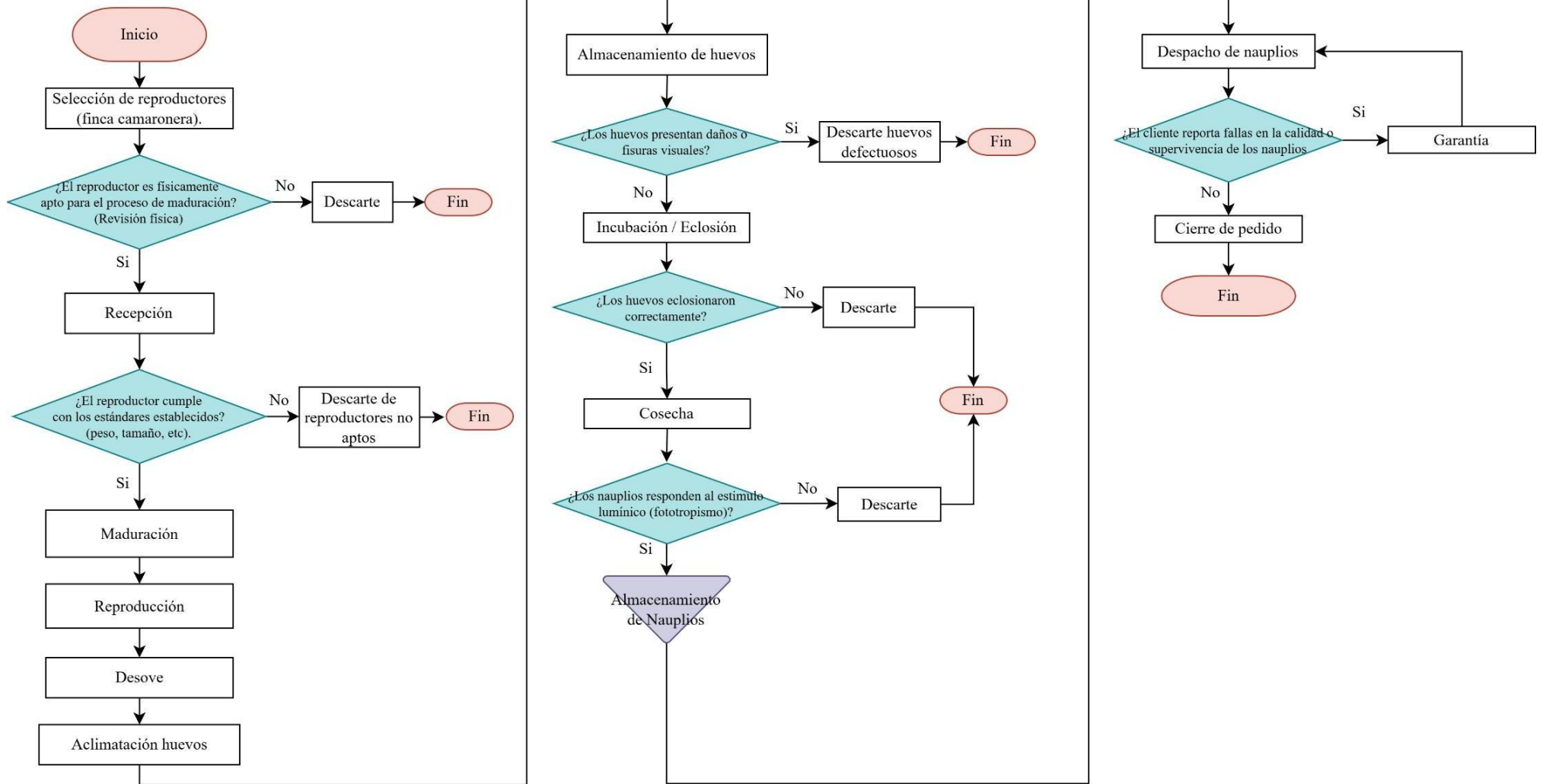
2.11.1. Análisis de la situación actual

Esta sección muestra los resultados que se han logrado obtener mediante la implementación de herramientas de análisis, levantamiento de información y la aplicación del cuestionario estructurado dirigido a los operarios, jefes de producción lo que permite estudiar la situación actual de la empresa Aquatropical S.A., con el propósito de comprender de manera más clara las actividades que conforman el proceso productivo de nauplios, en la **Figura 13** se presenta a continuación el diagrama de flujo que nos permite visualizar de forma secuencial las etapas del proceso productivo, facilitando la identificación de los puntos críticos.

En la visualización del diagrama de flujo destacan actividades de descarte tanto al inicio y durante el proceso de producción, si bien éstas actividades son necesarias para poder tener un producto de primera calidad, se las debería tener en constante control para que estas tasas porcentuales sean mínimas, debido a que un incremento significativo por encima de los niveles óptimos proyectados se traduce directamente en mermas que impactan de forma negativa y sustancial en la eficiencia operativa afectando a los volúmenes de entrega y en consecuencia a la rentabilidad global del ciclo de producción.

Es por ello por lo que se deben de sentar las bases de la mejora continua dentro del sistema, asegurando que se descarte sólo lo estrictamente necesario para preservar la calidad sin incurrir a pérdidas económicas evitables.

Figura 13: Diagrama de flujo actual.



Nota. Elaborado por los autores en base a Aquatropical S.A.

Así mismo, para poder comprender la situación actual del proceso de producción de la empresa se emplea la ficha de observación que permite identificar y registrar los procesos con sus respectivos tiempos.

Tabla 18: *Ficha de observación.*

Ficha de observación: Proceso de producción de nauplios (N5)				
N	Proceso	Descripción	Tiempos (min)	Observaciones
1	Selección de Reproductores.	Recepción y aclimatación de reproductores marinos. Evaluación de condición física y descarte de ejemplares con mortalidad o defectos.	480	
2	Recepción (Lab Maduración).	Se limpia y preparan las piscinas (aclimatación, revisión de parámetros, etc.).	290	Desajustes en parámetros fisicoquímicos (T°, salinidad, pH), causados por poco control de parte de operarios. Pisos del área de trabajo con polvo, alrededores del área con implementos en desuso.
4	Análisis de laboratorio.	Se levantan muestras un análisis microbiológico y patológico	1470	
5	Maduración.	Suministro de alimento fresco y balanceado (4-6 veces al día)	4320	
6	Reproducción.	Transferencia de hembras y machos maduros a sala de cópulas.	150	Largo recorrido desde la sala de maduración a sala de cópulas.
7	Desove.	Liberación de huevos por las hembras y recolección de huevos fértiles.	360	Tasa de fertilización es baja debido a la mala preparación del agua (dureza, pH, salinidad, etc.). No existen registros de parámetros por parte de los operarios.
8	Almacenamiento de huevos.	Desinfección y almacenamiento temporal de huevos fértiles en condiciones estables antes de la incubación.	85	
9	Incubación / Eclosión.	Mantenimiento de huevos en condiciones controladas (T°, O ₂) para su desarrollo embrionario. Proceso de ruptura del huevo y liberación del nauplio.	750	
10	Cosecha de nauplios.	Recolección de nauplios eclosionados y separación de cascarones y residuos.	270	
11	Almacenamiento de nauplios.	Almacenamiento temporal de nauplios en tanques con aireación y alimento.	230	
12	Despacho de nauplios.	Empaque y envío de nauplios (etapas N3 o N5) con garantía de calidad.	150	Despachos en horas no planificadas causan retrasos en las actividades a realizar.
Total, Tiempo			8555	113.6 horas

Nota. Elaborado por los autores.

En la **Tabla 18**, se observan los procesos que conforman la línea de producción de nauplios con sus respectivos tiempos. Se determina que el tiempo requerido para producir un lote de nauplio desde la recepción de los reproductores hasta el despacho de 8555 minutos. Así mismo, a través de la observación directa logramos percibir que se provocan retrasos frecuentes, originados principalmente por desajustes en parámetros fisicoquímicos. Esta variabilidad se debe en gran medida a un control insuficiente por parte de los operarios lo que ocasiona en ciertos casos una disminución en la tasa de fertilización. Esta situación se relaciona con una preparación inadecuada del agua, que termina por afectar la eficiencia y calidad de la producción de nauplios.

Así mismo se logró observar que en numerosas ocasiones, el cliente no llega a la hora establecida para el despacho, lo que genera retrasos debido que el personal que ya se encuentra en otras actividades las dejen de lado para cumplir con el despacho del producto.

2.11.2. Descripción del proceso de producción

El proceso inicia con la selección de reproductores, donde se realiza una inspección exhaustiva de exoesqueleto, antenas, pereiópodos, pléópodos y urópodo, los especímenes elegidos se colocan en tubos de PVC individuales y son trasladados al laboratorio de maduración. Cuando llegan, se comprueba su estado físico y se mide la temperatura en los tanques de recepción. Tras una inspección física inicial, se descartan los ejemplares que estén defectuosos y se procede a separarlos por género, los cuales son llevados a tanques de cuarentena una vez ahí se toman muestras para la detección de virus que son llevados a un laboratorio externo para su posterior análisis, el protocolo de análisis viral es obligatorio, ya que representa un mecanismo de bioseguridad esencial para prevenir la propagación de patógenos dentro del sistema productivo. Esta etapa actúa como un filtro sanitario crítico que protege la inversión y asegura la sanidad del stock reproductor.

Después se realiza la alimentación de los reproductores durante la etapa de maduración, antes de su transferencia a la sala de cópulas. En dicha sala se monitorea el comportamiento reproductivo, y luego se identifican y capturan las hembras que han completado la cópula, las hembras son trasladadas a la sala de desove para su siembra en tanques especializados. Una vez completado el desove, las hembras son devueltas a sus tanques de origen.

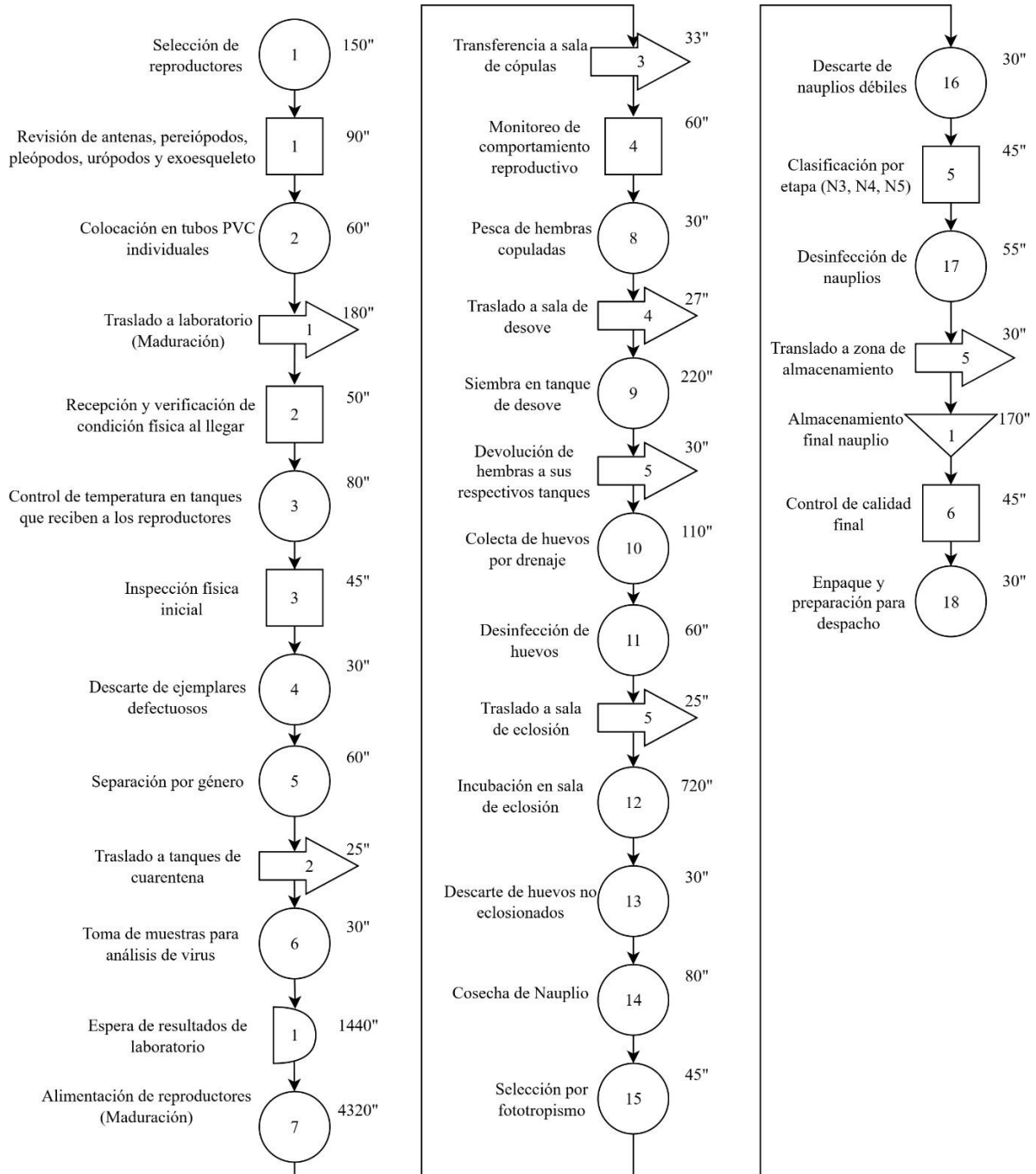
Los huevos obtenidos se recolectan mediante drenaje, se desinfectan y se trasladan a la sala de eclosión para su incubación. Los huevos no eclosionados son descartados, posteriormente se procede a la cosecha de nauplios, los cuales son sometidos a un proceso de selección por fototropismo, durante este proceso se eliminan los ejemplares débiles y se clasifican según su etapa de desarrollo (N3, N4, N5).

Finalmente, los nauplios se desinfectan nuevamente y se trasladan a la zona de almacenamiento, donde se realiza un control de calidad antes de su preparación para el despacho, completando así el ciclo productivo.

De manera general el proceso evidencia puntos críticos de control biológico bien definidos, particularmente en la revisión anatómica detallada y el análisis viral obligatorio. Sin embargo, se observa una brecha importante en la especificación de parámetros ambientales y en la gestión de tiempos muertos, especialmente durante la espera de resultados de laboratorio.

A continuación, se presenta el diagrama de operaciones del proceso, que muestra de manera secuencial las actividades y tiempos del flujo productivo de nauplios descrito anteriormente (**Figura 14**).

Figura 14: Diagrama de operaciones del proceso – actual.



Nota. Elaborado por los autores.

Con la información obtenida, se elabora un diagrama de análisis de proceso **Figura 15** con la finalidad de conocer el número total de operaciones, transportes, inspecciones y almacenamientos presentes en la producción de nauplios.

Figura 15: Diagrama de análisis del proceso – actual.

ACTIVIDAD POR REALIZAR: PROCESO DE PRODUCCIÓN DE NAUPLIOS		RESUMEN			
ÁREA: LABORATORIO DE MADURACIÓN AQUATROPICAL S.A. PRODUCCIÓN	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP.		
	OPERACIÓN	18	-		
	TRANSPORTE	8	-		
	DEMORA	1	-		
	INSPECCIÓN	6	-		
	ALMACENAMIE				
	NTO	1	-		
	TIEMPO	8555 (min)	-		
MÉTODO: Actual					
ELABORADO POR: Pilay Sánchez Jorge Joshue, Borbor Domínguez Paúl Benito					
FECHA: 26 de septiembre 2025					
N°	Descripción de los elementos o actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	○ ➡ □	▽ Observaciones
1	Selección de reproductores	-	150	●	De los 6400 reproductores solo el 10% se seleccionan para el proceso de reproducción, el restante se vende.
2	Revisión de antenas, pereiópodos, pleópodos, urópodos y exoesqueleto.	-	90	●	
3	Colocación en tubos PVC individuales.	-	60	●	Desde finca camaronera a laboratorio
4	Traslado a laboratorio (maduración).	-	180	●	
5	Recepción y verificación de condición física al llegar.	43	50	●	
6	Control de temperatura en tanques que reciben a los reproductores.		80	●	
7	Inspección física inicial.		45	●	
8	Descarte de ejemplares defectuosos.		30	●	
9	Separación por género.		60	●	

10	Traslado a tanques de cuarentena.	85	25		Materiales innecesarios para el proceso en los alrededores del área (tuberías en desuso, gavetas, etc).
11	Toma de muestras para análisis de virus.		30		
12	Espera de resultados de laboratorio.		1440		Se envían las muestras para el análisis a un laboratorio externo.
13	Alimentación de reproductores (maduración).		4320		
14	Transferencia a sala de cópulas.	60	33		Larga distancia que recorrer podría ocasionar estrés en los reproductores.
15	Monitoreo de comportamiento reproductivo.		60		
16	Pesca de hembras copuladas.		30		
17	Traslado a sala de desove.	83	27		Larga distancia que recorrer.
18	Siembra en tanque de desove.		220		
19	Devolución de hembras a sus respectivos tanques.	150	30		Larga distancia que recorrer podría ocasionar estrés en los reproductores.
20	Colecta de huevos por drenaje.		110		
21	Desinfección de huevos.		60		
22	Traslado a sala de eclosión.	25	25		
23	Incubación en sala de eclosión.		720		
24	Descarte de huevos no eclosionados.		30		La mala preparación del agua podría ocasionar una baja tasa de eclosión.
25	Cosecha de nauplio.		80		
26	Selección por fototropismo.		45		
27	Descarte de nauplios débiles.		30		
28	Clasificación por etapa (N3, N4, N5).	66	45		
29	Desinfección de nauplios.		55		
30	Traslado a zona de almacenamiento.	23	30		
31	Almacenamiento final nauplio.		170		
32	Control de calidad final.		45		Si el producto final no cumple con la calidad esperada se le brinda garantía total al cliente.

33	Empaque y preparación para despacho.		120					
34	Traslado a zona de embarque.	5	30					
TOTAL			8555	18	8	1	6	1

Nota. Elaborado por los autores.

En la **figura 15**, se presenta el diagrama de análisis de procesos de la línea de producción actual de la empresa Aquatropical S.A., mediante el cual se puede observar que el tiempo de producción total es de 8555 minutos con una distancia recorrida de 540 metros, así mismo, solo se evidencia 6 actividades de inspección a lo largo del ciclo productivo, por ende se plantea la necesidad de aumentar el control e inspección en la línea de producción asegurando que las limitantes que se encontraron por medio de las observaciones descritas en el DAP se puedan gestionar de la mejor manera, con el fin de alcanzar un mejor rendimiento productivo.

2.11.3. Análisis de la producción de nauplios

En la tabla que se presenta a continuación se refleja el comportamiento productivo de las bases de cultivo durante el mes de agosto de 2025, si bien la producción total de nauplios mantiene un comportamiento relativamente estable, con ligeras fluctuaciones diarias, el indicador nauplio/hembra (promedio 115.885 nauplios/hembra) evidencia una brecha importante frente al potencial esperado de productividad.

Tabla 19: *Producción del mes de agosto.*

Día	Producción en Millones				Total Hembras Copuladas	Total Tasa nauplio/hembra (miles)
	Base 2	Base 3	Base 4	Total Diario		
1/8/2025	30,0	8,0	35,0	73	650	112.308
2/8/2025	33,5	8,5	33,0	75	650	115.385
3/8/2025	32,0	10,0	31,0	73	660	110.606
4/8/2025	30,5	8,3	35,0	74	640	115.313
5/8/2025	33,0	8,0	34,5	76	630	119.841
6/8/2025	29,0	8,5	33,0	71	650	108.462
7/8/2025	32,0	10,0	35,0	77	650	118.462
8/8/2025	33,0	12,0	37,0	82	635	129.134
9/8/2025	31,0	8,3	34,0	73	630	116.349
10/8/2025	31,0	8,0	35,0	74	630	117.460
11/8/2025	32,0	7,5	33,0	73	635	114.173
12/8/2025	30,0	11,0	31,0	72	640	112.500
13/8/2025	33,0	8,5	35,0	77	645	118.605
14/8/2025	33,5	10,0	34,5	78	660	118.182
15/8/2025	31,5	8,3	32,5	72	630	114.762
16/8/2025	30,0	11,0	33,5	75	630	118.254
17/8/2025	33,0	8,0	36,0	77	650	118.462
18/8/2025	32,0	9,0	33,0	74	650	113.846
19/8/2025	30,0	11,0	31,0	72	650	110.769
20/8/2025	29,5	7,5	35,0	72	640	112.500
21/8/2025	31,5	9,5	34,5	76	630	119.841
22/8/2025	31,0	8,5	33,5	73	645	113.178
23/8/2025	32,0	7,5	33,0	73	655	110.687
24/8/2025	30,0	8,0	36,0	74	650	113.846
25/8/2025	33,5	11,0	37,5	82	660	124.242
26/8/2025	30,0	11,0	31,0	72	635	113.386
27/8/2025	33,5	8,0	35,0	77	645	118.605
28/8/2025	32,0	12,0	34,5	79	645	121.705

29/8/2025	32,5	8,3	32,5	73	650	112.769
30/8/2025	33,0	8,0	33,5	75	650	114.615
31/8/2025	29,0	7,5	36,0	73	635	114.173
Total	977,0	281,7	1053.5	2312.2	644	115.885

Nota. Elaborado por los autores con datos obtenidos de Aquatropical S.A

En un conversatorio con la bióloga responsable de la producción en Aquatropical S.A., señala que se estima que una hembra copulada desove entre 160.000 y 170.000 ovocitos (huevos de nauplio) cifra respaldada en base al estudio realizado por (FAO, 1988), por lo que se espera una tasa nauplio/hembra similar al desove, sin embargo, al registrar un promedio que oscila entre los 115.000 nauplios/hembra, valor que refleja una pérdida entre el 28 % y 32 % por debajo del rango optimo estimado. En efecto la presencia de los factores descritos durante el proceso operativo describen que la productividad real es limitada y refleja oportunidades de mejora en la gestión reproductiva y el control de las condiciones en las que se incuban los ovocitos, estos datos evidencian un proceso operativo estable pero con rendimiento biológico por debajo del estándar técnico esperado, lo que sugiere la necesidad de acciones correctivas orientadas a optimizar las condiciones de incubación para incrementar la proporción de nauplio viable por desove.

2.11.4. Eficiencia productiva

Para saber a qué nivel de eficiencia productiva se está operando se realiza una comparación de la cantidad de producción esperada mensual con la producción real mensual. A continuación, la **Tabla 20** y **21** muestran las cantidades producidas.

Tabla 20: *Cantidades de producción esperadas.*

	Cantidad	Unidad
Número de hembras copuladas.	644	Hembras.
Producción esperada por hembra.	160.000	Nauplios.
Producción esperada total diaria.	103.040.000	Nauplios.
Días trabajados.	30	Días.
Producción esperada mensual.	3091.200.000	Nauplios.

Nota. Elaborado por los autores, en base al criterio de la bióloga de Aquatropical S.A.

En base a la información de la tabla se esperaría una producción mensual cercana a los 3091 millones de nauplios, sin embargo, la tabla de la producción real obtenida refleja un panorama no cercano a lo descrito.

Tabla 21: *Producción real obtenida en el periodo de estudio.*

	Cantidad	Unidad
Número de hembras copuladas.	644	Hembras.
Producción real por hembra.	115.000	Nauplios.
Producción real diaria.	74.060.000	Nauplios.
Días trabajados.	30	Días.
Producción real mensual.	2221.800.000	Nauplios.

Nota. Elaborado por los autores, con información de la producción de Aquatropical S.A.

La producción real mensual obtenida muestra un valor cercano a los 2222 millones de nauplios, para conocer a que nivel de eficiencia trabaja Aquatropical S.A., se calcula la eficiencia productiva **(1)** mediante la relación de la producción real mensual/producción esperada mensual basado en la investigación de (Costa et al., 2024).

$$Eficiencia\ productiva = \left(\frac{Producción\ real\ mensual}{Producción\ esperada\ mensual} \right) * 100 \quad (1)$$

$$Eficiencia\ productiva = \left(\frac{2221.800.000}{3091.200.000} \right) * 100$$

$$Eficiencia\ productiva = 71,88 \% \quad (1)$$

Este cálculo nos refleja que, bajo las condiciones actuales de la empresa, se está trabajando con una eficiencia productiva del 71,88 %, si bien no es un porcentaje alarmante, se debe de revisar el proceso productivo para incrementar este valor y con ello alcanzar un mayor margen de rentabilidad. Así mismo, podemos comparar el porcentaje obtenido con una métrica de criterio (**Tabla 22**) que indica una percepción sobre la producción.

Tabla 22: *Evaluación del porcentaje de eclosión.*

Porcentaje de eclosión	Evaluación	Comentario técnico
>85%	Excelente	Resultado ideal. Todo el proceso está optimizado: calidad de ovocitos, madurez, manejo y condiciones de incubación.
75 - 85%	Buena	Proceso sólido, con margen de mejora. La base es buena, pero procese se debe de revisar de manera minuciosa.
65 - 75%	Normal	Dentro del rango esperado, pero requiere atención. Verificar y ajustar la nutrición de los reproductores y la calidad del agua.
50 - 65%	Regular	Señal de alerta. Posible estrés en las hembras, manejo inadecuado durante el desove o condiciones subóptimas.
<50 %	Deficiente / Alarma	Problema crítico. Revisar urgentemente: calidad del agua (contaminantes), nutrición de los reproductores y protocolos de incubación.

Nota. Elaborado por los autores en base al criterio de la bióloga de Aquatropical S.A.

El porcentaje de eficiencia productiva en cuanto a la eclosión de ovocitos (huevos de nauplios), nos sitúa en el apartado de producción “Buena”, esto señala que el proceso productivo requiere de mayor atención controlando las condiciones de calidad de agua, en las que se encubran los huevos para la eclosión entre otros parámetros.

2.11.5. Análisis de la productividad global y económica

En esta sección se determina la productividad global y económica del proceso de producción de nauplios para ello se consideró la relación entre la producción total, el ingreso percibido en la empresa por la venta de nauplios y el valor de los costos de producción, el cálculo se lo realiza mediante las fórmulas obtenidas de las investigaciones de (Ramírez Méndez et al., 2022b) y (Poswa et al., 2022).

$$\textit{Productividad global} = \frac{\textit{Producción total}}{\textit{Costos totales}} \quad (2)$$

$$\textit{Productividad económica} = \frac{\textit{Ingresos por ventas de nauplios}}{\textit{Costos totales}} \quad (3)$$

Para el cálculo de la producción total de nauplios se consideró lo siguiente:

Tabla 23: *Precio de venta*

1	millar	\$	0,15
2.312.200	millares vendidos	\$	346.830

Nota. Elaborado por los autores.

En la **Tabla 23** se describe el precio de venta del millar que equivale a \$0,15 de dólar, así mismo si en la **Tabla 24** se refleja que las ventas totales alcanzan los 2312.2 millones de nauplios obteniendo así un valor neto de ingresos de \$346.830 por venta en el mes de agosto.

Posteriormente se deben considerar los costos de producción, que se reflejan a continuación.

Tabla 24: *Costos directos de producción.*

Costos Directos		
Mano de obra	\$	13.630
Agua (tanquero)	\$	6.000
Alimento (reproductores)	\$	23.725
Alimento (nauplios)	\$	16.500
Químicos	\$	5.200
Insumos para agua (sal, filtros, etc)	\$	8.500
Energía	\$	7.500
Combustible	\$	50.000
Reproductores	\$	7.500
Transportes reproductores	\$	3.000
Material de limpieza y desechables	\$	4.000
Subtotal directos	\$	145.555

Nota. Elaborado por los autores con información facilitada por Aquatropical S.A.

Tabla 25: *Costos indirectos de producción.*

Costos Indirectos		
Alquiler	\$	25.000
Mantenimiento de equipos	\$	6.500
Servicios (agua, telecomunicaciones)	\$	3.000
Gastos administrativos y comerciales	\$	8.000
Depreciación de activos	\$	12.000
Subtotal indirectos	\$	54.500

Nota. Elaborado por los autores con información facilitada por Aquatropical S.A.

$$\text{Costos totales} = \text{Costos directos} + \text{Costos indirectos}$$

$$\text{Costos totales} = \$145.555,00 + \$54.500,00$$

$$\text{Costo totales} = \$200.055,00$$

Una vez obtenidos los costos totales se procede a realizar el cálculo de la productividad global del laboratorio:

$$\text{Productividad global} = \frac{2312.200.000 \text{ nauplios}}{\$200.055,00} \quad (2)$$

$$\text{Productividad global} = 11.558 \text{ nauplios/dolar} \quad (2)$$

Este resultado representa que el dinero utilizado en la producción se está aprovechando de manera eficiente, ya que con una inversión de \$200.055,00 USD se obtienen 11.558 nauplios por cada dólar invertido valor que hace referencia a la productividad global (2). Así mismo se realizó el cálculo de la productividad económica (3), la cual se muestra a continuación:

$$\text{Productividad económica} = \frac{\$346.800,50}{\$200.055,00} \quad (3)$$

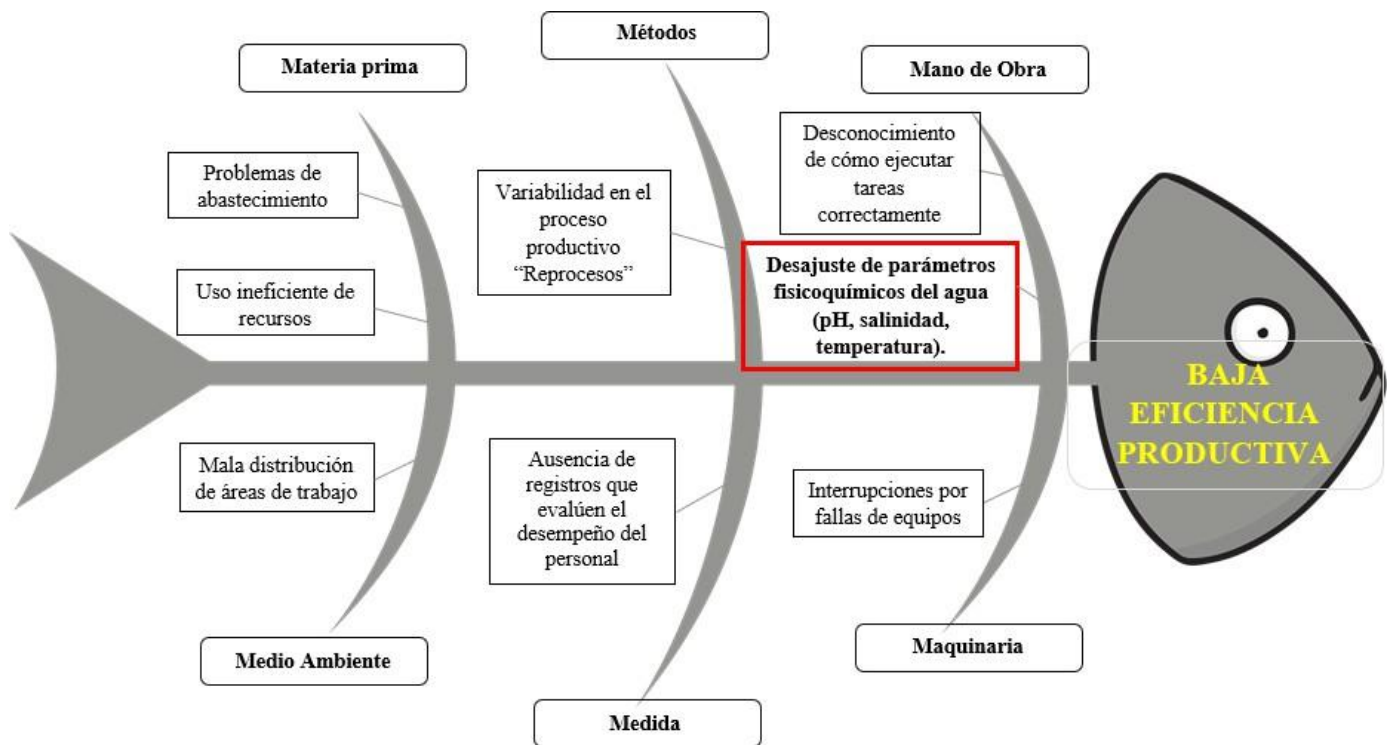
$$\text{Productividad económica} = 1,73 \quad (3)$$

Este resultado indica que, por cada dólar invertido en el proceso productivo, se generan 1,73 dólares de valor total, lo que implica una ganancia neta de 0,73 dólares.

2.11.6. Identificación del problema

Mediante la interpretación de los datos recolectados por los instrumentos, herramientas de análisis y observación directa, se realizó un diagnóstico inicial. Para analizar la limitación más crítica de ellas, se procedió a aplicar dos herramientas metodológicas complementarias: diagrama de Ishikawa 6M (Figura 16 y Figura 17) y el análisis de los 5 porqués (Figura 18).

Figura 16: Diagrama de Ishikawa (primer nivel).

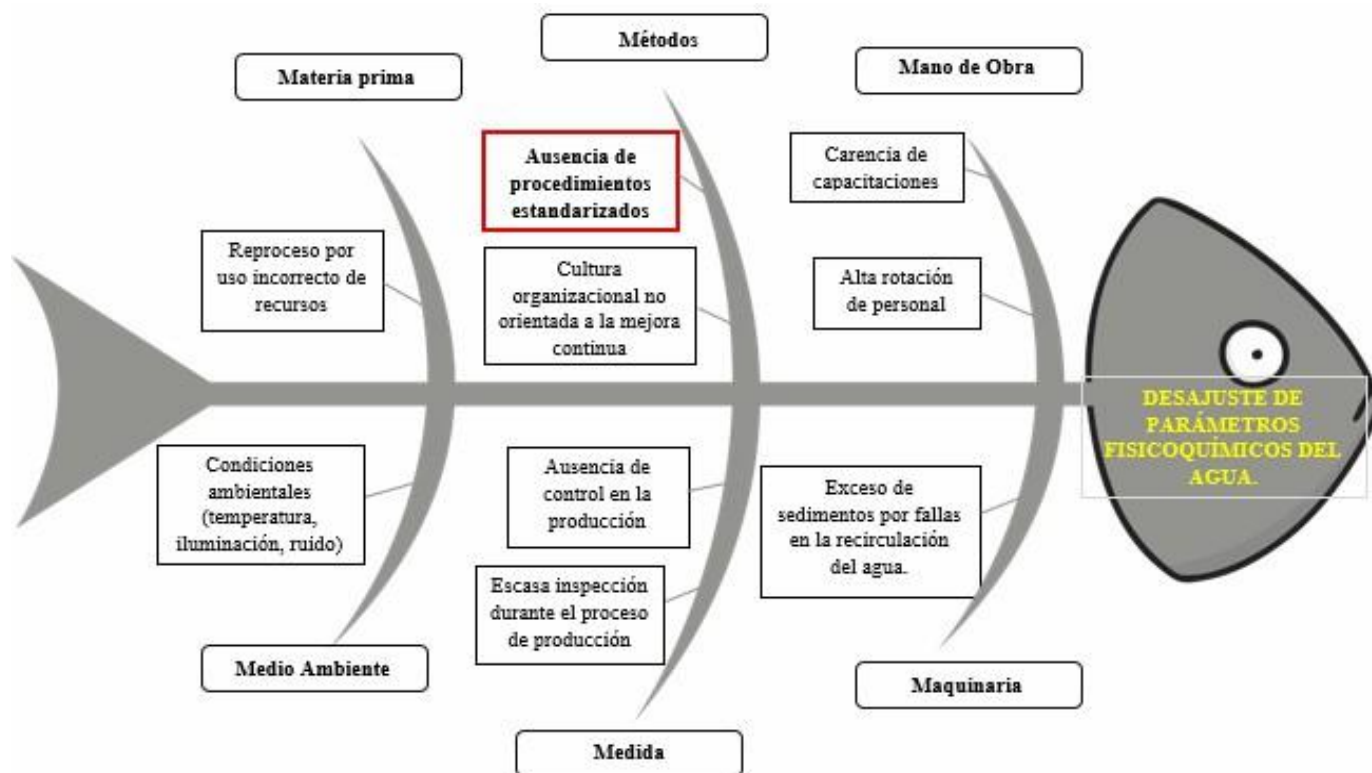


Nota. Elaborado por los autores.

Mediante el diagrama se identifica como problema principal la baja eficiencia productiva al 71,8 %, con esto se encuentran las causantes, en la que se destaca el desajuste en los parámetros fisicoquímicos del agua (pH, salinidad, temperatura, sedimentos), esto afecta directamente a incubación y eclosión, que son las etapas más delicadas del proceso y un pequeño desajuste afecta al rendimiento productivo en su tasa de medida final nauplio/hembra.

Para analizar a profundidad la situación e identificar la causa raíz del problema se elabora un segundo diagrama de Ishikawa (segundo nivel), siendo ahora los desajustes de parámetros fisicoquímicos la problemática principal.

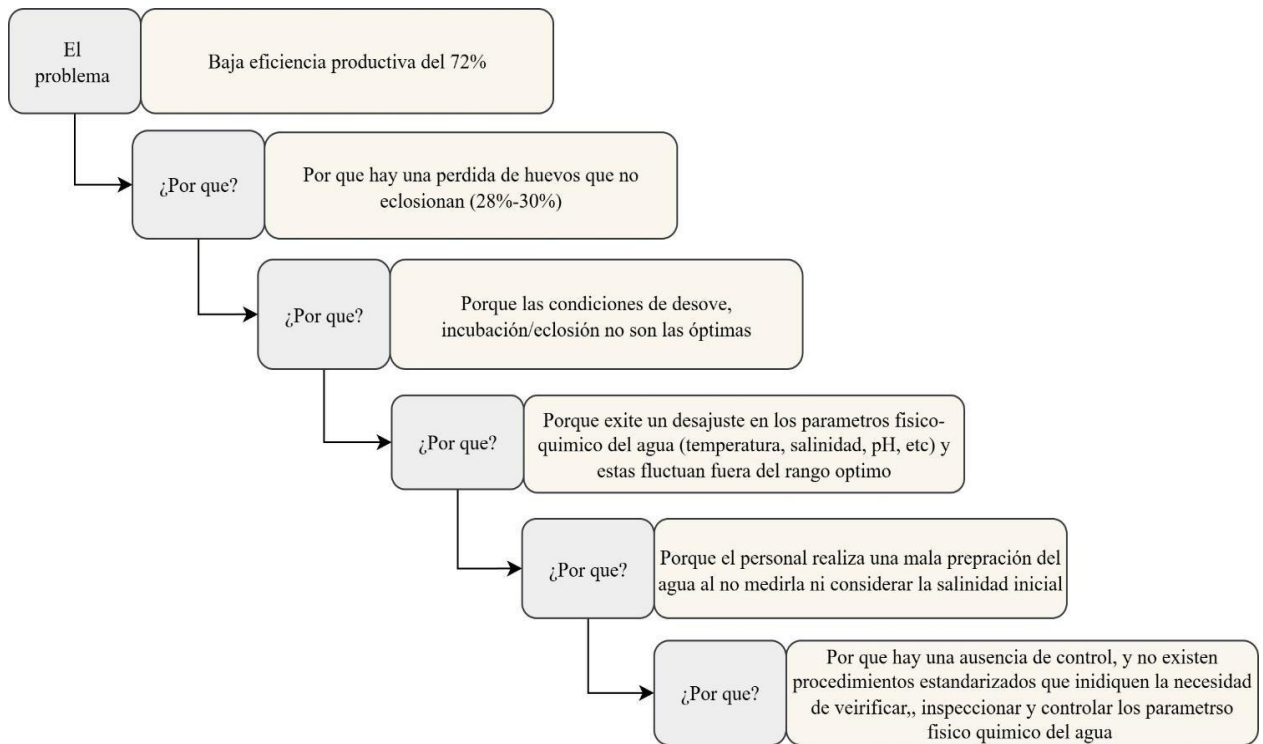
Figura 17: Diagrama de Ishikawa (segundo nivel).



Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 17, se describen las posibles causas que afectan directamente el desempeño de la organización, este nuevo enfoque permitió identificar como debilidad clave la “ausencia de procedimientos estandarizados”, la cual se evidencia como un elemento de alto impacto en los procesos productivo. Sin embargo, fue necesario incorporar el diagrama de los 5 ¿por qué? (Figura 18) ya que, a través de él, se logra visualizar y conectar todas las causas que afectan el desempeño de la organización (baja eficiencia productiva). Este nuevo enfoque gráfico permite consolidar como debilidad principal que: “no existen procedimientos estandarizados que indiquen la necesidad verificar y controlar los parámetros fisicoquímicos”.

Figura 18: Herramienta de análisis de los 5 ¿por qué?



Nota. Elaborado por los autores.

Luego de realizar un análisis exhaustivo de los datos y procesos involucrados, utilizando herramientas antes descritas hemos podido identificar y delimitar con precisión el problema central que afecta al proceso de producción de nauplios. El análisis revela que, más allá de los síntomas inicialmente observados, el problema central que impacta la operación es “La inexistencia de control que verifique y valide los factores antes y durante la incubación y eclosión”.

Mediante la observación directa y en un conversatorio con la bióloga responsable de la producción, enfatiza que el proceso de preparación del agua debe hacerse de manera correcta debido a que esta recircula por todo el proceso de producción. En varias ocasiones el ajuste de salinidad no se realiza de manera precisa por parte del personal encargado de esta actividad pues no consideran la salinidad inicial del agua de pozo y cometen errores recurrentes en la medición al no saber a qué parámetros se debe de trabajar, por lo que estas variaciones, aunque

parezcan mínimas generan alteraciones significativas en la incubación y eclosión debido a que son procesos de mayor delicadeza.

Otro factor que se identificó fue la alimentación de los reproductores, pues se observó que en ciertos casos la alimentación no se realizó en los horarios establecidos ni con la frecuencia requerida, esto afectaba negativamente la calidad reproductiva de la hembra afectando su fertilidad y en consecuencia la cantidad de huevos desovados.

En conclusión, estos factores evidencian una ausencia de control operativo, donde pequeñas desviaciones en parámetros físicoquímicas y en la rutina de alimentaria repercuten directamente la eficiencia del proceso productivo generando una ineficiencia productiva, pues la manifestación más crítica de esta problemática es que los lotes no rinden al volumen esperado. En la **Tabla 20**, **Tabla 21** y **Tabla 23** se evidencia esta situación, pues la producción real estimada era de 3091 millones de nauplios sin embargo solo se obtuvo solo 2221 millones de nauplios, obteniendo una pérdida aproximada del 28 %, que reflejado en términos monetarios representa un aproximado de \$115.000 mensuales que la empresa pierde debido a estas limitantes.

En resumen, los hallazgos señalados evidencian la necesidad de implementar una solución orientada al control y optimización de la etapa operativa, con el objetivo de mejorar la eficiencia y el desempeño operacional en la línea de producción.

2.11.7. Herramienta Value Stream Mapping (VSM) actual

Mediante la implementación de esta herramienta se logró identificar con precisión los puntos críticos donde se generan limitaciones, así mismo, este enfoque permite obtener una visión detallada y más clara del proceso de maduración de nauplios permitiendo resaltar áreas críticas que afectan el desempeño general de la empresa. Además, facilita el diseño de estrategias orientadas a la mejora continua permitiendo tener un uso más efectivo de todos los recursos de la organización.

Las actividades que se registran en la ficha de observación (**Tabla 18**) ayudan a dar un mejor seguimiento de cada fase, pues mediante observación directa y datos recolectados se pudo obtener una visión más clara y estructurada de cada proceso lo que ayudó a determinar la clasificación de las actividades según el valor agregado que aportan al producto final. Esta categorización se desglosa en:

- Actividades con valor agregado (VA).
- Actividades sin valor agregado (NVA).
- Actividades necesarias que no aportan directamente un valor al producto (NNVA).

Para clasificar las actividades que se desarrollan en Aquatropical S.A., se toma como referencia la investigación de (Salwin et al., 2021) en las que detalla y describe a que se considera actividades (VA, NVA y NNVA). A continuación, se presenta los resultados de la clasificación de las 30 actividades del laboratorio de maduración.

Tabla 26: Clasificación de actividades para VSM.

PROCESO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDAD			TIEMPO S (min)
		VA	NVA	NNV A	
Recepción Lab. Maduración	Recepción y verificación de condición física al llegar.			1	50
	Control de temperatura en tanques que reciben a los reproductores.			1	80
	Inspección física inicial.			1	45
	Descarte de ejemplares defectuosos.		1		30
	Separación por género.	1			60
	Traslado a tanques de cuarentena.			1	25
	Toma de muestras para análisis de virus.			1	30
Maduración	Espera de resultados de laboratorio.		1		1440
	Alimentación de reproductores (maduración).	1			4320
	Transferencia a sala de cópulas.			1	33
Reproducción	Monitoreo de comportamiento reproductivo.			1	60
	Pesca de hembras copuladas.	1			30
	Traslado a sala de desove.			1	27
Desove	Siembra en tanque de desove.	1			220
	Devolución de hembras a sus respectivos tanques.			1	30
	Colecta de huevos por drenaje.	1			110
Incubación / Eclosión	Desinfección de huevos.			1	60
	Traslado a sala de eclosión.			1	25
	Incubación en sala de eclosión.	1			720
	Descarte de huevos no eclosionados.		1		30
Cosecha de Nauplios	Cosecha de nauplio.	1			80
	Selección por fototropismo.			1	45
	Descarte de nauplios débiles.		1		30
	Clasificación por etapa (N3, N4, N5).	1			45
	Desinfección de nauplios.			1	55
Despacho de Nauplios	Traslado a zona de almacenamiento.			1	30
	Almacenamiento final nauplio.		1		170
	Control de calidad final.			1	45
	Empaque y preparación para despacho.	1			120
	Traslado a zona de embarque.			1	30
TOTAL	ACTIVIDADES	9	5	16	8075
	TIEMPO	5705	1700	670	8075
	%	70,7 %	21,1 %	8,3 %	100 %

Nota. Elaborado por los autores.

Luego de la clasificación de actividades se puede elaborar el VSM inicial, para ello se tomaron en cuenta las condiciones operativas actuales y el takt time del Laboratorio de maduración Aquatropical S.A., que se muestran en la **Tabla 27**. La jornada de trabajo es de 10 horas/día, con 2 turnos de trabajo por día. Se cuenta con 29 operarios que operan en 3 bases distinta.

Tabla 27: *Condiciones operativas actuales.*

Condiciones operativas actuales y cálculo de Takt Time			
Variable	Operación	Resultado	Medida
Jornada laboral.		10	Hora.
Tiempo de almuerzo.		1	Hora.
Numero de turnos.		2	Diarios.
Días / Mes.		30	Días.
Demanda mensual.		2220	Millones.
Tiempo disponible.	(10h - 1h) *2	18	Hora.
Tiempo disponible.	(18h *60min)	1080	Min/días.
Tiempo disponible.	1080 min *60	64800	Seg/días.
Demanda diaria.	$2220 \frac{\text{seg}}{\text{mill}} / 30$	74	Millones/días.
Tiempo takt seg.	$64800 \frac{\text{seg}}{\text{días}} / 74 \text{ mill/día}$	865,67	Seg/Millones.
Tiempo takt min.	$1080 \text{ min/días} / 74 \text{ mill /día}$	14,59	Min/Millón.

Nota. Elaborado por los autores.

La demanda diaria calculada es en base a los datos expuestos por la empresa, aquello nos sirve también para calcular el takt time. A continuación, se muestra el cálculo empleado para obtener la demanda diaria.

$$Demanda_{\text{Diaria}} = \frac{Demanda_{\text{mensual}}}{Dias_{\text{trabajado por mes}}}$$

$$Demanda_{\text{Diaria}} = \frac{2220 \frac{\text{mill}}{\text{mes}}}{30 \frac{\text{dia}}{\text{mes}}}$$

$$Demanda_{Diaria} = 74 \frac{mill}{dias}$$

El indicador takt time resulta fundamental, pues permite determinar el tiempo requerido para fabricar, en este caso, un lote, tomando en cuenta la demanda del cliente y el tiempo disponible para satisfacerla **Tabla 27**. A continuación, se muestra el cálculo empleado para obtener el takt time (4) con la fórmula tomada de la investigación realizada por (Yang et al., 2025).

$$Takt_{time} = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda\ diaria} \quad (4)$$

Fórmula desglosada

$$Takt_{time} = \frac{(Tiempo\ disponible - tiempo\ inefectivo) * N\ de\ turno * tiempo}{Demanda\ diaria} \quad (4)$$

$$Tiempo\ disponible = (10 \frac{hora}{turno} - 1\ hora\ inefectiva) * 2$$

$$Tiempo\ disponible_{neto} = 18 \frac{horas}{dias} * 60 \frac{min}{horas}$$

$$Takt_{time} = \frac{1080 \frac{min}{dias}}{74 \frac{mill}{dias}}$$

$$Takt_{time} = 14,59 \frac{min}{mill}$$

Con los datos de la demanda y el takt time determinados, se procede a elaborar el VSM actual que se muestra a continuación en la **Figura 19**.

Tabla 28: *Tiempo del VSM inicial.*

Valor agregado	Minutos	%
Agrega valor.	5705	70,17%
Necesario, pero no agrega valor.	670	8,30%
No agrega valor.	1700	21,70%
Lead time.	8075	

Nota. Elaborado por los autores.

Como se observa en la **Tabla 28** el lead time es la suma de todas las actividades internas, el cual es de 8075 minutos sin contar las actividades de selección, revisión y transporte de reproductores (480 min) que se realizan de manera externa y se reflejan en el diagrama de análisis de actividades **Figura 15**.

CAPÍTULO III

3. Marco de resultados y discusión

3.1. Alternativas de solución

Es esencial conocer las diferentes alternativas de soluciones que existen respecto a la problemática identificada mediante la aplicación de herramientas de análisis en conjunto con el VSM descritas en el capítulo anterior, para así, lograr implementar una propuesta que se ajuste a las necesidades de la organización. Por lo tanto, se plantea 3 alternativas de solución orientadas a reducir las pérdidas identificadas, representar mejoras, y elevar los niveles de eficiencia operativa y productividad.

Dichas alternativas son las siguientes:

- Sistema de gestión de calidad ISO 9001.
- Procedimientos operativos estandarizados (SOP).
- Automatización.

Sistema de gestión de calidad (ISO 9001): es la Organización Internacional de Estandarización o por sus siglas en inglés (ISO) es una norma internacional que se aplica en organizaciones públicas o privadas con el fin de obtener una certificación y así garantizar a sus clientes la mejora de sus productos o servicios. Según (Fonseca et al., 2019), implementar esta normativa trae consigo una variedad de ventajas y beneficios para la organización ya que mejora el producto y la calidad del servicio ofrecido.

Ventajas de implementar ISO 9001 (SGC).

- ❖ La norma garantiza un control documental y mejora continua en la organización.

- ❖ Genera confianza entre los clientes e inversionista al ver que la organización esta certificada por la norma.
- ❖ Genera una mejor comunicación entre áreas de trabajo.
- ❖ Define con exactitud roles y responsabilidades.
- ❖ Fomenta a una cultura de mejora continua y prevención de errores.

Desventajas de implementar los ISO 9001 (SGC).

- ❖ Genera costos elevados de implementación y certificación.
- ❖ Depende de asesoría externa y auditorias, lo que genera dependencia de agentes externos e incrementa costos a la organización.
- ❖ Si no hay una base sólida como los (SOP), o compromiso de la organización la implementación de la norma no logrará los resultados esperados y los procesos carecerán de consistencia.

Procedimiento operativos estandarizados (SOP): es una herramienta útil y correctivas que una organización o empresa debe de considerar para optimizar sus operaciones, consistencia y la calidad de su producto. Según (Gonzalez et al., 2020) la estandarización de procesos ayuda a mejorar la eficiencia a nivel de empresa y ayuda a reducir errores humanos.

Ventaja de implementar los SOP

- ❖ Su aplicación se puede realizar con recursos internos de la empresa, por lo que genera bajos costos de implementación.
- ❖ Es una herramienta fácil de aplicar, entender y mantener sin necesidad de usar tecnología avanzada.

- ❖ Permite reducir errores humanos.
- ❖ Mejora inmediatamente el control de parámetros fisicoquímicos, al definir rangos y frecuencias de medición.
- ❖ Finalmente sirve como una base sólida (automatizar y certificar).

Desventaja de implementar los SOP.

- ❖ Esta herramienta depende totalmente del cumplimiento humano y puede fallar si no hay una supervisión constante o el personal hace caso omiso a las indicaciones.
- ❖ Requiere de una cultura disciplinada para mantener la estandarización.

Automatización: según (Jahaira et al., 2025) define a la automatización como la aplicación y uso de tecnología que requiere de la mínima intervención humana. Este sistema es esencial para aumentar los niveles de productividad, mejorar la calidad, prevenir errores humanos y así poder alcanzar una mayor eficiencia a nivel de empresa.

Ventaja de implementar automatización:

- ❖ Genera una reducción de errores humanos y propone un monitoreo en tiempo real.
- ❖ Alta precisión y control constante de parámetros fisicoquímicos.
- ❖ Aumenta la eficiencia de la organización asegurando las mejores condiciones en el ciclo productivo.

Desventaja de implementar automatización:

- ❖ Requiere de una alta inversión inicial al momento de adquirir: sensores, controladores, softwares, etc. Lo que genera altos costos de implementación.
- ❖ Requiere de personal netamente capacitado para operar los equipos
- ❖ No reemplaza la necesidad de contar con procedimientos ni del control por parte del personal.
- ❖ Manteamiento continuo y calibración periódica obligatoria.

Tabla 29: *Pros y contras de las alternativas de solución.*

Alternativas de solución	Pros	Contras
ISO 9001	Certificación internacional.	Depende de que existan procesos ya estandarizados.
	Control sistemático de todos los procesos organizacionales.	Implementación costosa. genera dependencia de agentes externos.
SOP	Bajo costo.	Depende totalmente del cumplimiento humano.
	Establece el control básico y sienta las bases para la mejora continua.	Puede fallar si no hay una supervisión constante.
Automatización	Elimina errores humanos.	Inversión elevada. No reemplaza la necesidad de contar con procedimiento.
	Control preciso y continuo en tiempo real.	Necesita control por parte del personal y este debe estar totalmente capacitado.

Nota. Elaborado por los autores.

En base a las alternativas antes propuestas se procede a realizar una matriz comparativa Tabla 32 siguiendo los siguientes criterios expuestos en la Tabla 30, para así poder analizar cual alternativa conviene más implementar.

Tabla 30: *Criterios de evaluación.*

Criterio	Descripción
C1. Impacto en el control de parámetros.	Efectividad para mantener los parámetros fisicoquímicos dentro de rangos óptimos, asegurando un mejor desempeño operativo y reduciendo desviaciones.
C2. Facilidad de implementación.	Tiempo y recursos requeridos para poner en marcha la alternativa.
C3. Costo de implementación.	Inversión necesaria (equipos, capacitación, consultoría).
C4. Impacto en productividad y calidad.	Mejora esperada en producción y supervivencia de nauplios.
C5. Sostenibilidad / mejora continua.	Capacidad de mantener los resultados a largo plazo.

Nota. Elaborado por los autores.

Una vez establecido los criterios, para poder analizar y comparar las alternativas propuestas se utilizará la matriz de comparación basada en la escala numérica presente a continuación:

Tabla 31: *Escala numérica para evaluación.*

Escala Likert				
1	2	3	4	5
Muy bajo	Bajo	Regular	Bueno	Excelente

Nota. Elaborado por los autores.

Tabla 32: *Matriz comparativa.*

Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	Total
A1. Sistema ISO 9001.	4	2	2	5	4	17
A2. SOP.	4	5	5	4	4	22
A3. Automatización.	5	2	2	5	5	19

Nota. Elaborado por los autores.

De acuerdo con los resultados, la alternativa A2 es la opción más recomendable y equilibrada para implementar, pues esta se presenta como una solución viable, económica y efectiva para abordar problemática “Baja eficiencia productiva al 71,8 %”.

3.2. Implementación de alternativa

Estandarización de procesos

La estandarización de procesos será aplicada con el objetivo de cumplir todas las necesidades que fueron previamente evaluadas, esto permiten tener una definición clara de los procesos a la vez que se lleva un registro de las actividades que se realizan a lo largo del proceso productivo.

Objetivo

Estandarizar los procesos críticos del laboratorio de maduración Aquatropical S.A., mediante la elaboración y propuesta de procedimientos operativos estandarizados (SOP) para fortalecer el control interno y mejorar la eficiencia productiva.

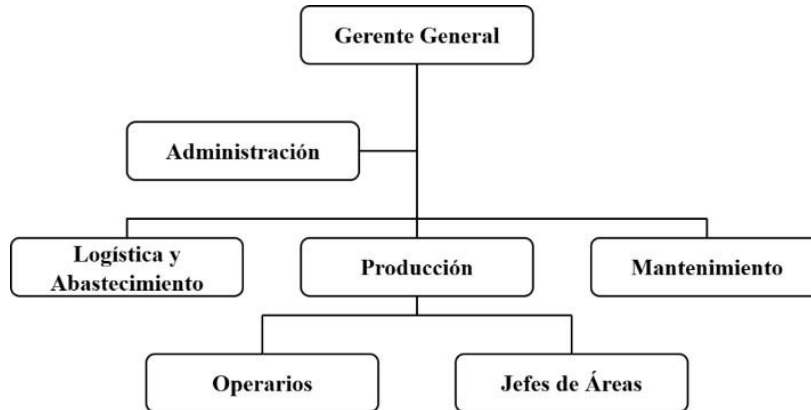
Alcance

La presente propuesta tiene como alcance la estandarización de los procesos críticos de producción (maduración, calidad del agua, desove, incubación/eclosión, cosecha) del laboratorio de maduración Aquatropical S.A., ubicado en el cantón Salinas mediante la aplicación de los SOP, con el propósito de fortalecer el control interno de las actividades y así garantizar una ejecución uniforme y eficiente de las tareas que intervienen en el proceso de producción.

Responsables

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa que presenta a los responsables y encargados de llevar las actividades del laboratorio.

Figura 20: *Responsables de actividades.*



Nota. Obtenido de Aquatropical S.A.

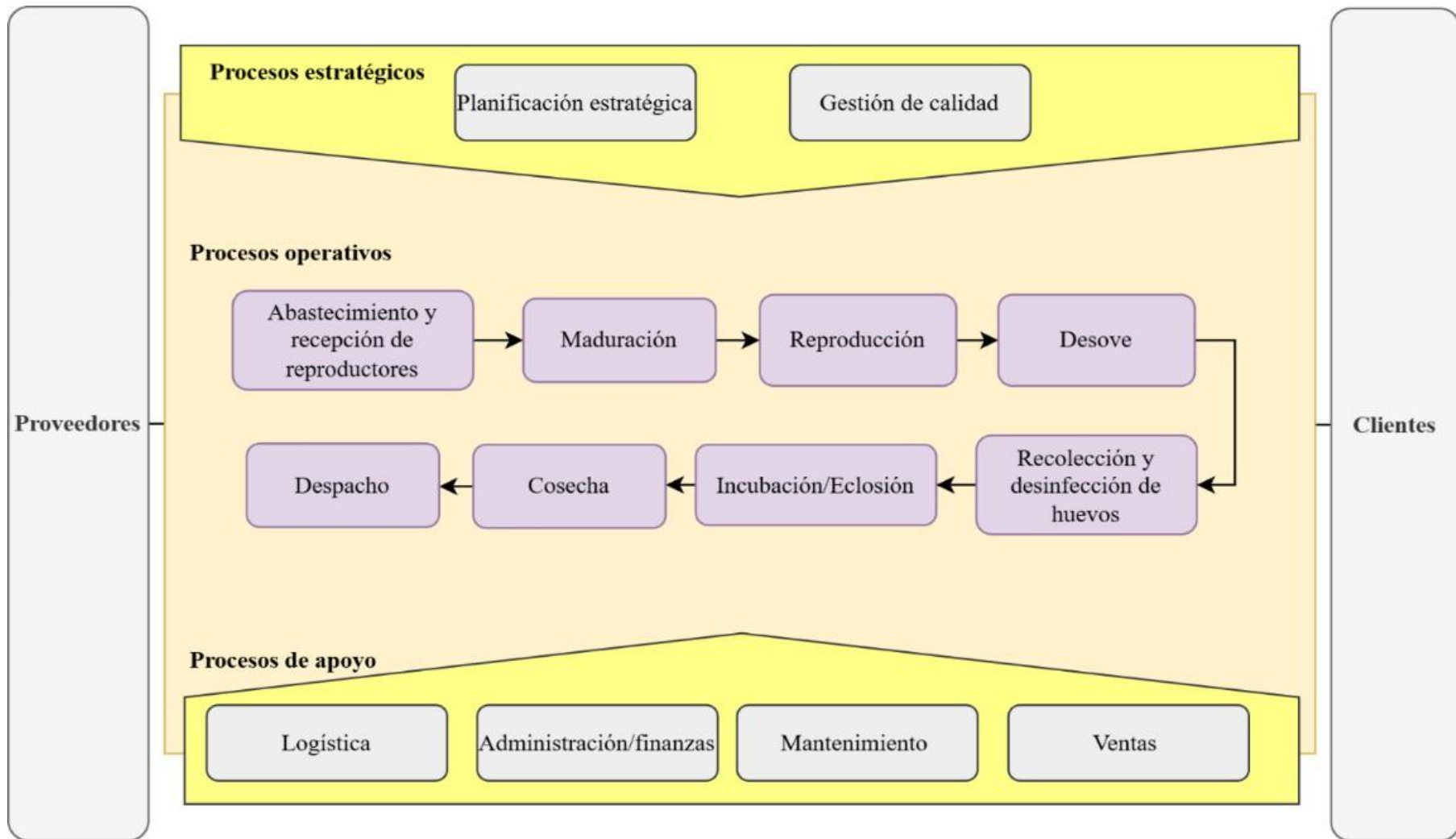
Mapa de procesos

Para el presente estudio, el análisis se centra en los procesos operativos, dado que estos se constituyen como el eje central donde se ejecutan las actividades críticas para el desarrollo y maduración de organismos acuáticos.

La priorización de estos procesos se fundamenta en que cualquier variación, ineficiencia en su ejecución impacta de manera directa en la producción, la calidad de los nauplios y la capacidad de respuesta ante la demanda, por ende, optimizarlos y ejercer un control en los mismos se vuelve indispensable para mejorar el rendimiento global del laboratorio.

A continuación, se propone un mapa de procesos diseñado para analizar de manera integral el sistema organizacional. En este modelo se desglosa los procesos estratégicos, operativos y de apoyo, detallando entradas y salidas. El objetivo fundamental es establecer una visión integral del funcionamiento del sistema y sus interrelaciones, para poder facilitar la identificación de oportunidades de mejora y apoyar a las decisiones estratégicas.

Figura 21: Mapa de procesos.



Nota. Elaborado por los autores.

Procedimiento descrito

➤ Maduración

Esta parte del proceso cumple con criterios y condiciones operativas necesarias para inducir y mantener el estado de maduración sexual en los reproductores de *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco), optimizando factores ambientales y de manejo para maximizar la producción y calidad de ovocitos.

Diagrama SIPOC del proceso

A continuación, se presenta el SIPOC con el fin de lograr visión general, clara y consensuada del procedimiento descrito.

Figura 22: *SIPOC Maduración.*

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESOS	SALIDAS	CONSUMIDORES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Proceso de Recepción 2. Proveedores de alimentos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reproductores aclimatados 2. Alimento para inducción 3. Sistema de control de luz 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aclimatar y Desarrollar 2. Controlar Ambiente 3. Evaluar Madurez 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reproductores sexualmente maduros 2. Registros de evaluaciones morfológicas 3. Reporte de porcentaje de maduración 4. Historial de condiciones ambientales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proceso de Desove/Producción de nauplios 2. Laboratorio de Calidad (muestreo) 3. Jefe de producción
<pre> graph LR A[Aclimatar y Desarrollar] --> B[Controlar Ambiente] B --> C[Evaluar Madurez] </pre>				

Nota. Elaborado por los autores.

➤ Condiciones preliminares y periodo de aclimatación

- **Transición a la madurez:** el proceso gonadal se inicia cuando los reproductores, mantenidos en los tanques de la sala de reserva, alcanzan un peso umbral aproximado de 32 gramos.

- **Período de aclimatación y desarrollo:** los adultos seleccionados permanecen en este sistema por un período estimado de ocho a diez días. La duración de esta fase es variable y depende directamente del peso y del estado de desarrollo gonadal al momento de su recepción desde la finca camaronera.

➤ **Criterios morfológicos para la evaluación de la madurez sexual**

La evaluación visual es fundamental para determinar el estado de madurez de los reproductores. Esta se realiza mediante la observación de las siguientes características:

- **En hembras:** se considerarán maduras aquellas que presenten los ovarios claramente en la región dorsal del cefalotórax.
- **En machos:** se identifica la madurez por la presencia de los espermátóforos, los cuales son apreciables como formaciones de color blanco o crema en la zona posterior y ventral del cefalotórax.

➤ **Control y manejo de las condiciones ambientales**

La creación de un ambiente óptimo es crítica para el éxito del proceso de maduración. Para ello, controlarán estrictamente los siguientes parámetros:

- **Iluminación (fotoperiodo e intensidad):** la intensidad lumínica en la sala de maduración debe de mantenerse en niveles bajos. La luz fuerte directa tiene un efecto negativo inhibiendo el proceso de maduración y alterando el comportamiento natural de los camarones. Esta condición se logra mediante una estrategia combinada.
- **Techo de la sala:** se utiliza una malla de sarán (con una densidad de sombreado del 30-50 %, por ejemplo) instalada en el techo para difundir y atenuar la luz natural.

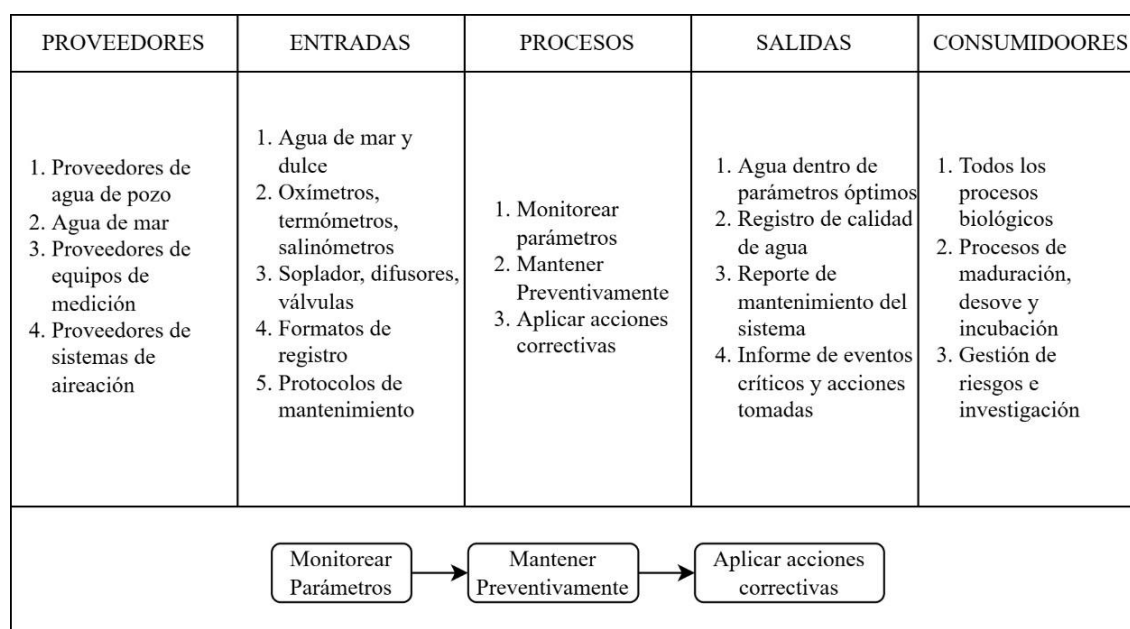
➤ **Calidad del agua**

La estabilidad ambiental es un factor determinante en la salud de organismos acuáticos se establece una correlación directa entre los parámetros como la salinidad y la temperatura, y la incidencia de patógenos.

Diagrama SIPOC del proceso

Se presenta el SIPOC con el fin de lograr una visión general, clara y consensuada del procedimiento descrito.

Figura 24: *SIPOC Calidad del agua.*



Nota. Elaborado por los autores.

➤ **Parámetros críticos y frecuencia de monitoreo**

Tabla 33: *Parámetros del agua a controlar y frecuencia de monitoreo recomendada.*

Parámetros	Rango Óptimo	Frecuencia de Monitoreo
Oxígeno Disuelto (OD).	>5.0 mg/L	Cada 4 horas/ Continuo.
Temperatura.	26 - 28 °C	Cada 6 horas / Continuo.
Salinidad.	31,000 ppm	Cada 12 horas (pre y post recambio significativo).

Nota. Elaborado por los autores.

Procedimiento de monitoreo y mantenimiento

➤ Oxígeno disuelto (OD)

▪ mantenimiento preventivo del sistema de aireación:

- **Inspección de difusores:** diariamente, el operario debe verificar visualmente que las piedras difusoras no presenten obstrucciones o biofilm que reduzcan su eficiencia. La limpieza o reemplazo se realizará según un programa establecido.
- **Verificación de flujo de aire:** se confirma que el flujo de aire, regulado por las válvulas de esfera, sea suficiente para mantener una turbulencia moderada y uniforme en la superficie del agua. Un flujo demasiado bajo es inaceptable.

➤ Monitoreo y acción correctiva:

- **Medición:** se utiliza un oxímetro calibrado para medir la concentración de OD.
- **Acción:** si el nivel de OD desciende por debajo de 5.0 ppm, el operario debe:
 - Ajustar inmediatamente la válvula correspondiente para incrementar el flujo de aire.
 - Investigar la causa raíz (ej.: difusor sucio, falla en el soplador, alta densidad orgánica).
 - Registrar la incidencia y la acción correctiva en el formato de control.

➤ Temperatura


- **Medición:** se utiliza un termómetro digital calibrado o se confiará en la lectura de sondas continuas.
- **Acción:** cualquier desviación fuera del rango 26-28 °C debe ser corregida de inmediato. Si la temperatura es baja, se puede emplear un calentador de

acuuario sumergible con termostato. Si es alta, se incrementará la aireación superficial o se utilizarán bolsas de hielo en circuitos cerrados, evitando cambios bruscos.

➤ **Salinidad**

- **Medición:** se emplea un salinómetro óptico o refractómetro calibrado con agua destilada.
- **Control:** el agua de mar de reemplazo debe de ser analizada antes de su ingreso al sistema. Si la salinidad no se encuentra dentro del rango óptimo, se debe mezclar con agua dulce tratada o agua de mar de otra fuente hasta alcanzar el valor deseado de 31,000 ppm antes de proceder al recambio.

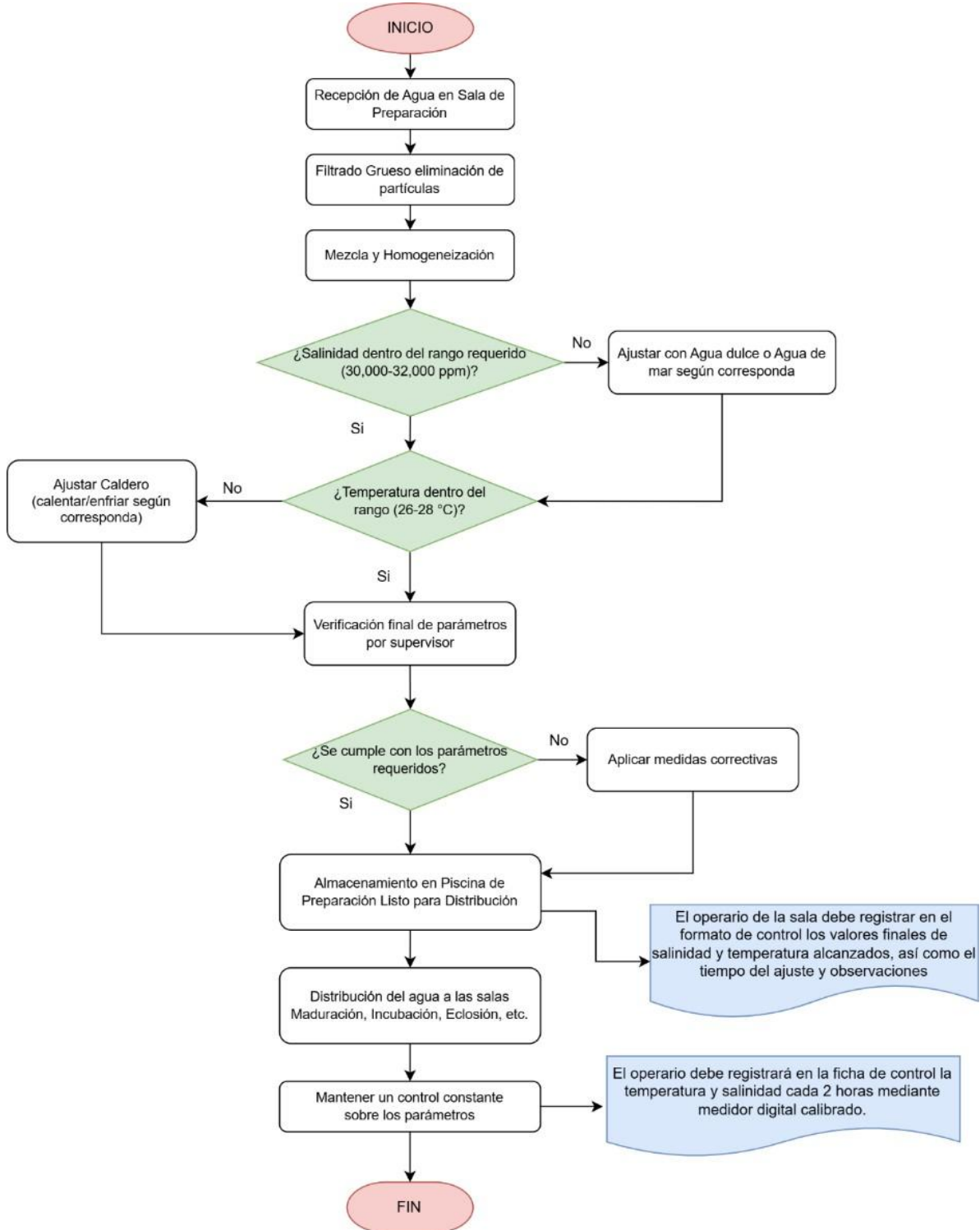
Figura 25: *Ficha de control preparación del agua.*

FICHA DE REGISTRO										
PROCESO		MONITOREO CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA				Cod del doc:				
						Versión:				
DATOS GENERALES DEL MONITOREO										
Fecha:			Turno:			Lote en proceso:				
Responsable:			Supervisor:							
REGISTRO DETALLADO DE PARÁMETROS CRÍTICOS										
OXÍGENO DISUELTUO (CADA 4 HORAS)										
Hora	OD (ppm)	Estado Válvula			Turbulencia Superficie			Observaciones/Acciones	Firma	
6:00		<input type="checkbox"/> Abierta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Mínima	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Baja			
10:00		<input type="checkbox"/> Abierta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Mínima	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Baja			
14:00		<input type="checkbox"/> Abierta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Mínima	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Baja			
18:00		<input type="checkbox"/> Abierta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Mínima	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Baja			
22:00		<input type="checkbox"/> Abierta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Mínima	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Baja			
2:00		<input type="checkbox"/> Abierta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Mínima	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Baja			
TEMPERATURA (CADA 6 HORAS)										
Hora	Temp. Centro (°C)	Temp. Superficie (°C)	Temp. Fondo (°C)			Acciones Correctivas		Firma		
6:00										
12:00										
18:00										
0:00										
SALINIDAD (CADA 6 HORAS)										
Hora	Salinidad Entrada (ppm)	Salinidad Tanque (ppm)	Estado Mezcla			Acciones Ajuste		Firma		
6:00										
12:00										
18:00										
0:00										
VERIFICACIÓN SISTEMA PRINCIPAL										
Presión soplador (4.5 HP):										
Estado filtro de aire:										
Ruido o vibraciones anormales:										
REGISTRO DE EVENTOS CRÍTICOS Y ACCIONES CORRECTIVAS										
Hora	Parámetro	Valor Crítico	Causa identificada	Acción Inmediata	Resultado			Firma		
RESUMEN DIARIO - ANÁLISIS DE TENDENCIAS										
OD promedio del día:			ppm		Salinidad promedio:			ppm		
Temperatura promedio:			°C		N° de eventos críticos					
Tiempo fuera de rango total:			horas							
Eficiencia del sistema:		Mala <input type="checkbox"/>		Regular <input type="checkbox"/>		Buena <input type="checkbox"/>		Excelente <input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES FINALES DEL TURNO										
Nombre responsable:					Nombre de supervisor:					
Firma Responsable:					Firma supervisor:					

Nota. Elaborado por los autores.

Se determina que este proceso es de alto impacto para lograr un mejor nivel de eficiencia, por ello, se consideró realizar el diagrama de flujo que va en concordancia con el procedimiento descrito.

Figura 26: *Diagrama de flujo preparación del agua.*



Nota. Elaborado por los autores.

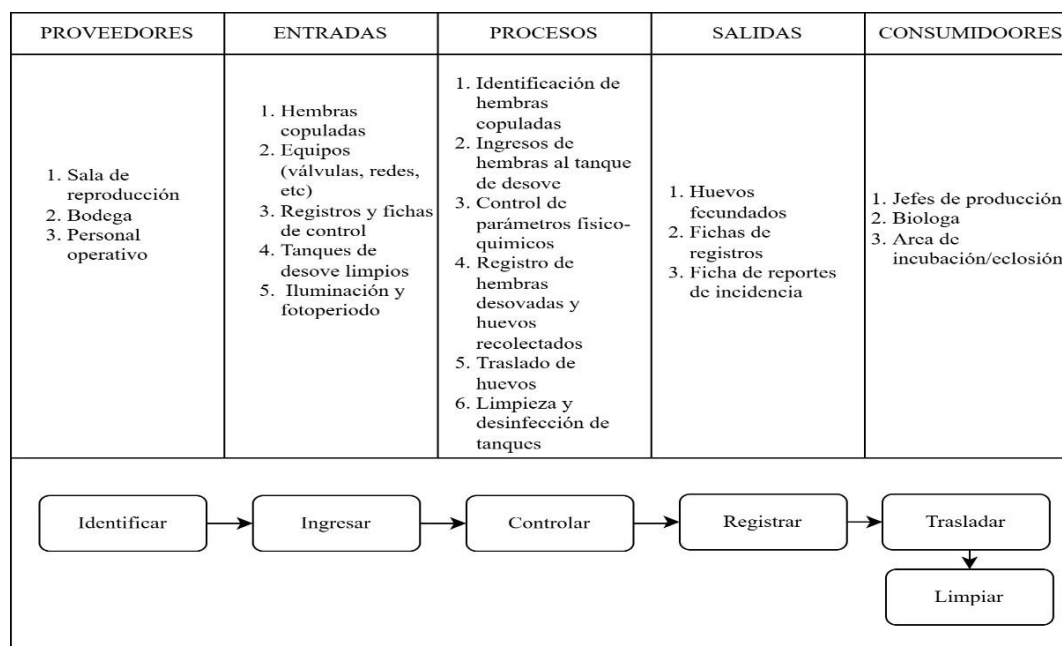
➤ **Desove**

En las salas de desove en el laboratorio, se cuenta con un total de 40 tanques con capacidad de 1000 L de agua en cada uno de ellos. Estas salas reciben la misma agua que se prepara para todos los procesos productivos. Sin embargo, en estas salas el control de los parámetros del agua debe ser más estricto y riguroso al tratarse de un proceso crítico.

Diagrama SIPOC del proceso

A continuación, se presenta el SIPOC con el fin de lograr visión general, clara y consensuada del procedimiento descrito.

Figura 27: *SIPOC Desove.*



Nota. Elaborado por los autores.

En esta área el personal debe controlar los parámetros como temperatura y salinidad del agua, ya que, si hay variaciones fuertes dentro de los parámetros que se establecen continuación, la hembra puede abortar los huevos. El manejo de las reproductoras copuladas en la sala de desove se realiza de la siguiente manera:

- El personal debe llenar los tanques de desove de 7:00 a 9:00 horas am ajustando la temperatura del agua a los 29 °C (± 1 °C).

- El agua de pozo o mar filtrada receptada debe tener una salinidad inicial de 30,000 ppm de salinidad.
- El personal debe mantener una ventilación constante para asegurar los niveles de oxígeno disuelto y que este ronde en un rango de ≥ 5 mg/L.
- Luego debe verificar que los niveles de pH rondan entre 7.8 y 8.2, después se verifica que las concentraciones de amoníaco estén por debajo de los límites tolerables (<0.05 mg/L).
- El personal debe considerar que en épocas frías del año se deben usar los calderos para calentar el agua.
- Cuando las hembras copuladas empiezan a llegar a la sala de desove el personal debe permanecer en completo silencio y que el área quede en total oscuridad.
- Cada tanque debe tener una piedra difusora de aire.
- El operario que recibe las hembras debe depositar de 3 a 4 hembras por tanque.
- Cada tanque debe contar con una marca que especifique el nombre de la sala y número del tanque de donde provienen las reproductoras.
- Una vez que las hembras hayan sido colocadas en el tanque de desove, un operario debe de cubrir el tanque con una tapa de fibra de vidrio pintada de color negro.
- Luego se cierra la sala y se prohíbe la entrada de personas.
- En esta etapa el personal no debe alimentar a las hembras.

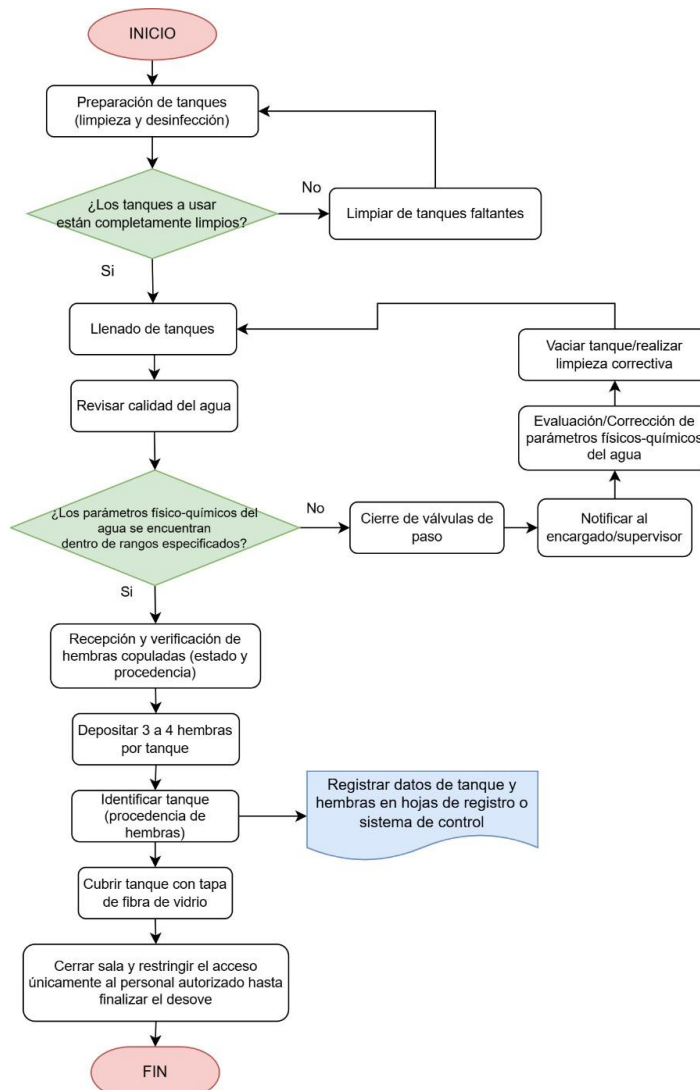
Si se llegase a generar alguna incidencia, se enfatiza realizar las siguientes acciones correctivas:

- Si el oxígeno disuelto es menor de < 5 mg/L, se debe aumentar la ventilación y el flujo del agua hasta que este ronde en el rango óptimo.
- Si la temperatura supera los 29 °C (± 1 °C), se debe disminuir la iluminación o adicionar agua de reposición.

- Si el pH cae < 7.8 , se debe realizar un cambio parcial de agua.
- Finalmente, si los niveles de amonio son superiores a (< 0.05 mg/L). se debe suspender el proceso y se procederá a realizar un cambio de agua.

Una vez realizadas todas estas acciones el jefe de turno realiza una última medición de los parámetros fisicoquímicos y los resultados se archiva la ficha de control. Se alude que este proceso es de alto impacto para lograr un mejor nivel de eficiencia, por ello, se consideró realizar el diagrama de flujo que va en concordancia con el procedimiento descrito.


Figura 28: Diagrama de flujo proceso de desove.



Nota. Elaborado por los autores.

Para llevar el control dentro de la sala de desove se propone la siguiente ficha de control en la que se toma en cuenta las condiciones del agua como el resultado del ciclo de desove, la ficha se presenta y está abierta a modificaciones con el fin de abarcar de mejor manera el proceso.

Figura 29: *Ficha de control sala de desove.*

FICHA DE REGISTRO					
PROCESO		DESOVE			
Sala:		Codigo del documento:			
Fecha de emision:		Version:			
INFORMACIÓN GENERAL					
Hora de ingreso hembras		Cantidad de hembras copuladas ingresadas			
CONDICIONES DEL AGUA PARA EL DESOVE					
Parametros	Al ingresar	Cada 3 horas	Al salir	Observaciones	
Temperatura					
Salinidad					
Oxigeno disuelto					
pH					
Amonio					
RESULTADOS DEL CICLO					
Hora	Hembras activas / Totales	% de hembras desovando	Percepcion de estrés	Acciones realizadas	Responsable
¿Ocurrio alguna incidencia ?				Firma Operario:	
				Firma supervisor:	

Nota. Elaborado por los autores.

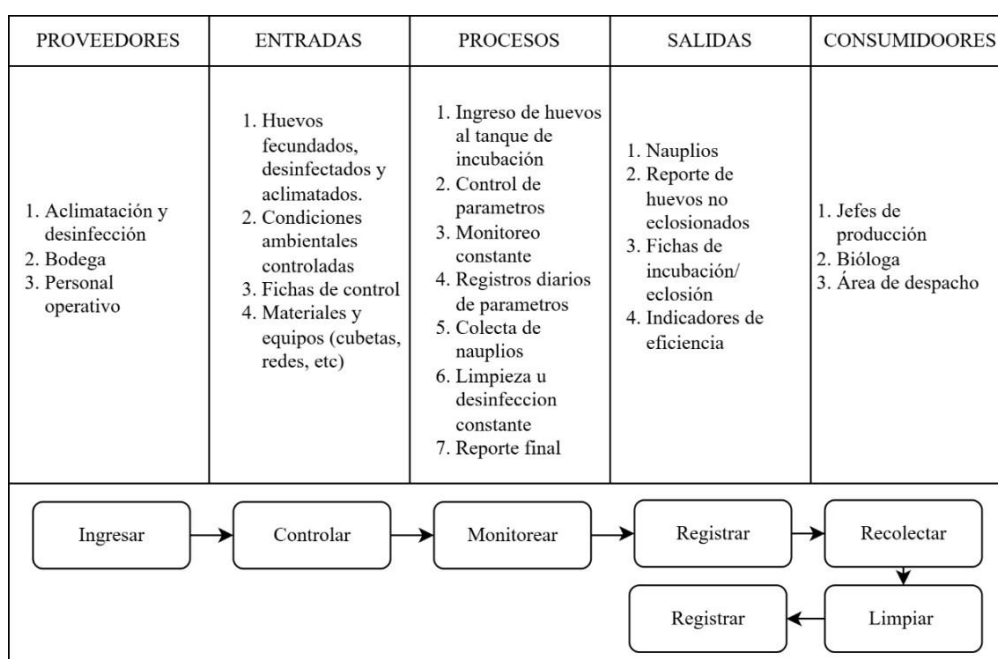
➤ **Incubación / eclosión**

Es la fase en la que la larva abre el cascaron e inicia su primera etapa de desarrollo denominada nauplio.

Diagrama SIPOC del proceso

A continuación, se presenta el SIPOC con el fin de lograr visión general, clara y consensuada del procedimiento descrito.

Figura 30: *SIPOC Incubación / Eclosión*



Nota. Elaborado por los autores

El nauplio comienza su alimentación al ingerir vitelo nadando libremente en el tanque de agua, para ello, el personal debe considerar lo siguiente:

- La sala permanece totalmente a oscuras mientras se encuentren con huevos por eclosionar
- Una vez desinfectados los huevos pasan a la sala de eclosión.

Antes de iniciar la incubación el jefe de turno debe de verificar que los tanques se encuentren en las mejores condiciones (limpios, desinfectados y abastecidos de agua tratada, para luego ajustar las condiciones).

- Se establece una temperatura constante entre 29 y 30 °C.
- El agua de mar que se usa en la sala de eclosión debe tener una salinidad de 30,000 ppm.
- Esta agua pasa por un filtro para eliminar su contenido de materia orgánica.
- Después pasa por una lámpara de luz ultravioleta que permite eliminar bacterias.
- Posteriormente, se puede usar el agua en los tanques de eclosión.
- Si el agua no pasara por esos filtros no se pudra usar.

Adicional el personal debe considerar los siguientes criterios:

- Los niveles de oxígeno disuelto son de ≥ 5.5 mg/L.
- Luego debe verificar que los niveles de pH rondan entre 7.8 y 8.2.
- Después se debe verificar que las concentraciones de amoníaco estén por debajo de los límites tolerables (<0.05 mg/L).

Así mismo, se debe verificar que el agua se encuentre transparente

➤ Durante la incubación:

- El operario debe agitar el agua suavemente (creando un pequeño remolino) por 10 segundos cada 10 minutos.
- El personal debe mantener encendido un foco sobre cada tanque.
- Después de aproximadamente 10 horas de incubación, se procede a recolectar los nauplios que se concentran alrededor de la fuente de luz, aprovechando su respuesta al estímulo luminoso (fototropismo).

➤ Durante la eclosión:

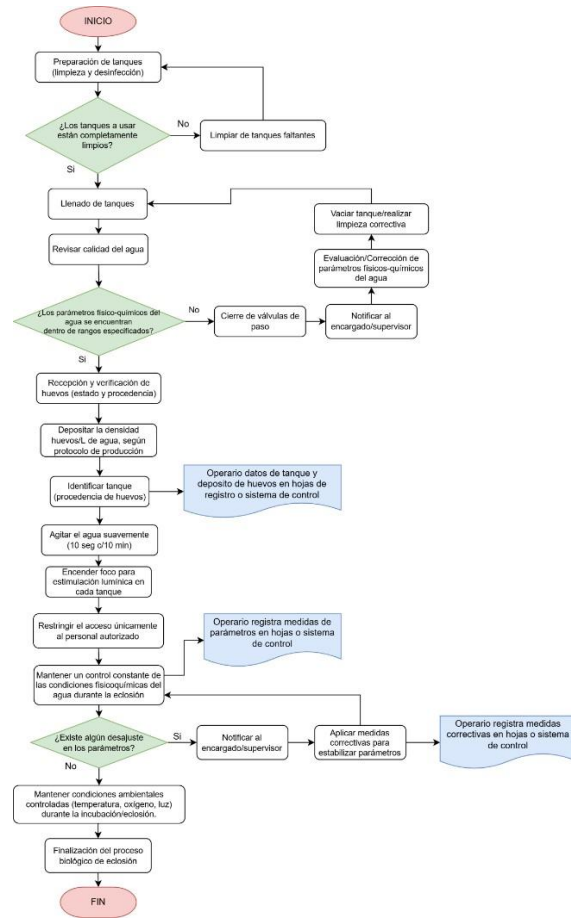
- Se deben revisar y verificar el consumo de oxígeno, luego se mantiene iluminado el tanque (el personal debe mantener encendido un foco sobre cada tanque).
- Los huevos deben colocarse en los tanques de eclosión manteniendo una densidad de 60,000 huevos por cada litro de agua.
- La temperatura de la sala de eclosión debe mantenerse en 31 °C.

Si se llegase a generar alguna incidencia, se deben realizar las siguientes acciones correctivas:

- Si el oxígeno disuelto es menor de < 5 mg/L, se debe aumentar la ventilación y el flujo del agua hasta que este ronde en el rango óptimo
- Si la temperatura supera los 29 °C (± 1 °C), se debe disminuir la iluminación o adicionar agua de reposición,
- Si el pH cae < 7.8 , se debe realizar un cambio parcial de agua.
- Finalmente, si los niveles de amonio son superiores a (< 0.05 mg/L) se debe suspender el proceso y se procederá a realizar un cambio de agua.

Se considera al proceso de incubación/eclosión como otro de los que influyen directamente en el nivel de la eficiencia de Aquatropical S.A., por ello se presenta en la siguiente imagen el diagrama de flujo a seguir para una realización correcta de las actividades.

Figura 31: Diagrama de flujo incubación/eclosión.



Nota. Elaborado por los autores.

Tabla 34: Ficha de control incubación/eclosión.

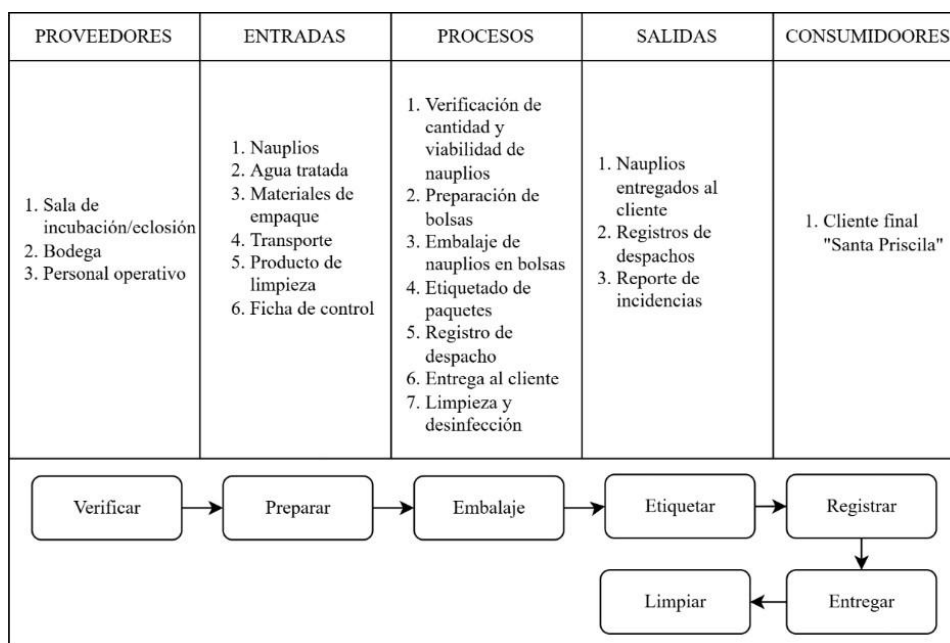
FICHA DE REGISTRO					
PROCESO			INCUBACIÓN/ECLOSIÓN		
Sala:		Codigo del documento:			
Fecha de emisión:		Version:			
INFORMACIÓN GENERAL					
Volumen de huevos ingresados:					
CONDICIONES DEL AGUA DURANTE LA INCUBACIÓN					
Parámetros	Valor	¿Rango optimo?	Observaciones		
Temperatura					
Salinidad					
Oxígeno disuelto					
pH					
Amonio					
SEGUIMIENTO DEL DESARROLLO DE LOS HUEVOS					
Hora	Estado de los huevos		Observaciones	Responsable	
REGISTRO ECLOSIÓN DE NAUPLIOS					
Hora	Volumen estimado de nauplios	% de eclosión	% de mortandad	Observacion	Responsable
EVALUACIÓN GENERAL DE LA ECLOSIÓN					
% de mortandad durante la eclosion		Acciones correctivas aplicadas (Si hubo)			
¿Ocurrió alguna incidencia ?			Firma Operario:		
			Firma Supervisor:		

Nota. Elaborado por los autores.

➤ **Cosecha**

El proceso de cosecha es una etapa crítica dentro del laboratorio de maduración, tiene como objetivo seleccionar y transferir solo los individuos más viables a la siguiente etapa del proceso asegurando un producto final de alta calidad.

Figura 32: Diagrama SIPOC Cosecha.



Nota. Elaborado por los autores.

La cosecha se apoya de la fototaxia positiva de los nauplios, ya que estos reaccionan de manera positiva hacia un estímulo de luminoso: los nauplios más fuertes y desarrollados nadan activamente hacia la luz, mientras que los más débiles, lo que no han completado correctamente la metamorfosis o los restos de ovocitos permanecen en la columna de agua o se hunden.

Un operario debe de seguir con un protocolo estricto para garantizar la calidad de la cosecha.

➤ **Preparación previa a la cosecha.**

- Verificación del punto de desarrollo: el operario debe de confirmar mediante observación, que la mayoría de los nauplios han alcanzado la etapa correcta para la cosecha (generalmente N5).
- Preparación del área de trabajo: limpiar y desinfectar la zona en donde se realiza la cosecha. Tener todo el equipo necesario y listo para usar.
- Preparación del equipo de recolección:
 - Fuente de luz: linterna apta para el uso bajo el agua.
 - Recolector/sifón: esta conectada a un embudo con una malla de tamaño adecuado (entre 120 y 150 micras) en este se retiene al nauplio permitiendo solo el paso del agua.
 - Recipiente de transferencia: una cubeta limpia y desinfectada, parcialmente llena de agua y aireada.
 - Condiciones ambientales: asegurarse de que la sala esté con poca luz ambiental para que el estímulo de luz sea más efectivo.

➤ Ejecución de la cosecha

- Apagado de luz del tanque: se crea un ambiente de oscuridad.
- Encendido de fuente luminosa: se introduce la linterna en la zona deseada de concentración, aglomeración de nauplios fuertes en área iluminada.
- Inicio de la recolección (sifonado).

Con cuidado el operario introduce el extremo del sifón en donde se encuentran congregados alrededor de la luz.

Se inicia el sifón (por succión suave o con una pera de succión) para extraer el agua que contiene la alta concentración de nauplios.

El agua con los nauplios pasa a través del tubo y cae sobre la malla recolectora en donde se los retienen y el agua se desecha.

- Monitoreo durante la cosecha: el operario debe observar atentamente. Si ve que la concentración de nauplios en la zona de luz disminuye significativamente o la llegada de individuos más lentos o débiles debe de detener la cosecha (solo se cosechan nauplios más fuertes y sin letargo).

➤ Postcosecha y transferencia

- Lavado suave: una vez recolectada una cantidad suficiente en la malla. El operario enjuaga suavemente los nauplios con agua limpia y esterilizada para eliminar impurezas y posibles patógenos.
- Transferencia al contenedor: la malla se invierte con cuidado sobre el recipiente de transferencia previamente preparado, el recipiente debe mantenerse oxigenado.
- Muestreo y conteo: se toma una muestra representativa para contar la densidad de nauplios con el fin de evaluar la calidad y el porcentaje de supervivencia bajo el microscopio.
- Limpieza final: el operario limpia y desinfecta todo el equipo utilizado. El tanque de eclosión, ahora con los nauplios débiles y los residuos (ovocitos no eclosionados) se procede a limpiar para preparar el próximo ciclo.

➤ Control de calidad y registro

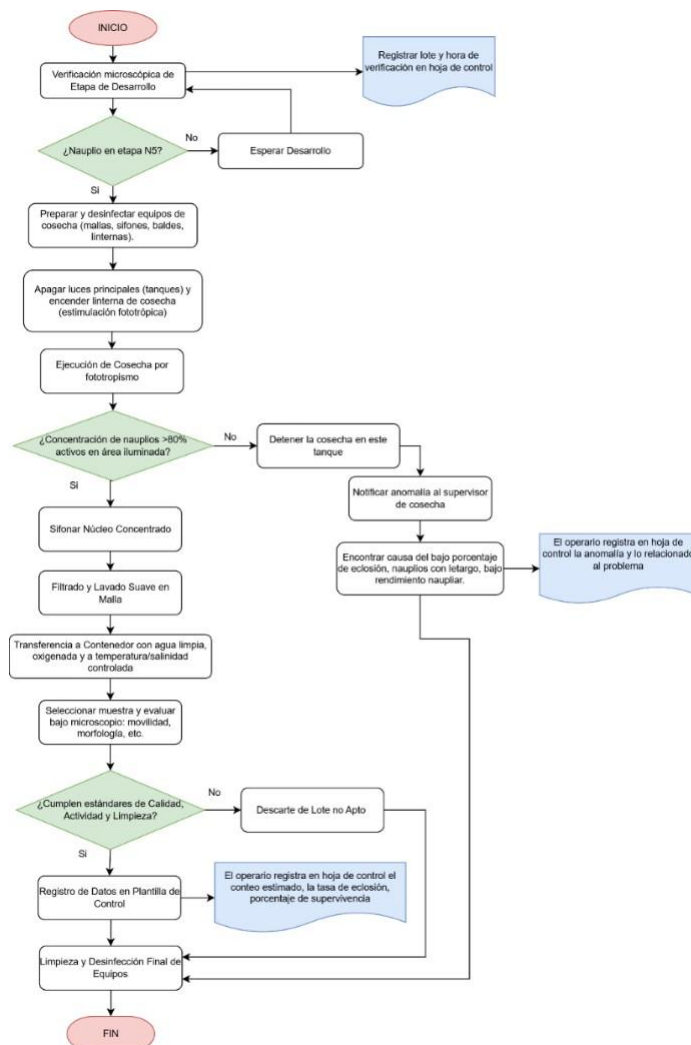
- Evaluación de calidad: se realiza una última inspección visual y microscópica para confirmar que los nauplios cosechados están activos, nadan contra corriente y no presentan deformidades.

- Registro de datos: se registra la información relevante en la ficha de control, hora de cosecha, cantidad estimada de nauplios cosechados, etapa de desarrollo, porcentaje estimado de descartados, etc.

El proceso debe de ser rápido para evitar exceso de estrés en los nauplios, no se debe de descuidar la limpieza durante la cosecha para prevenir infecciones, la manipulación de los nauplios debe de realizarse con cuidado para evitar daños físicos.

Se considera al despacho como otro de los procesos que influyen directamente en el nivel de la eficiencia de Aquatropical S.A., por ello se presenta en la siguiente imagen el diagrama de flujo a seguir para una realización correcta de las actividades.

Figura 33: Diagrama de flujo cosecha.



Nota. Elaborado por los autores.

3.3. Justificación económica

3.3.1. Análisis económico

Con las acciones descritas anteriormente se pudo evaluar un análisis económico, para ello se necesita desarrollar el presupuesto, para el desarrollo de del mismo se estimó el valor neto que representan implementar los SOP (procedimientos operativos estándar). A continuación, se detallan las herramientas, elementos, y el presupuesto que se necesita para implementar la propuesta.

Tabla 35: *Presupuesto del proyecto.*

Rubro	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
	Elaboración y revisión de SOP (supervisor técnico).	1	-	\$500,00	\$500,00
Recurso humano	Capacitación del personal operativo (10 empleados).	10	Horas	\$6,00	\$600,00
	Supervisión y evaluación del cumplimiento inicial.	1	-	\$80,00	\$80,00
	Laptop para registro digital.	1	Unidad	\$700,00	\$700,00
Recurso tecnológico	Software de edición y control documental (Microsoft Office 365 anual).	1	Unidad	\$150,00	\$150,00
	Impresora multifuncional.	1	Unidad	\$150,00	\$150,00
	Papel, carpetas, separadores.	1	Lote	\$50,00	\$50,00
Recursos de oficina	Manuales impresos de SOP.	10	Unidades	\$10,00	\$100,00
	Señalética de procesos (laminadas).	8	Unidades	\$10,00	\$80,00
Herramientas y equipos de laboratorio	Termómetro digital de precisión.	3	Unidades	\$45,00	\$135,00
	Temporizadores digitales.	10	Unidades	\$30,00	\$300,00
	Kit de medición de salinidad y pH.	1	Unidad	\$120,00	\$120,00
Otros gastos	Mantenimiento preventivo de equipos.	1	-	\$150,00	\$150,00
	Transporte de materiales y logística.	1	-	\$100,00	\$100,00
	Subtotal				\$3.215,00
	10 % de imprevisto				\$321,50
	15 % de reajustes				\$482,25
	Total				\$4.018,75

Nota. Elaborado por los autores.

Con el propósito de determinar la rentabilidad y sostenibilidad económica del proyecto propuesto (SOP), se realizó un análisis financiero basado en los flujos de efectivo generados durante el periodo de evaluación. Para ello, se empleó herramientas financieras que facilitan la medición del valor y desempeño económico del proyecto, considerando que esta requiere una inversión inicial de \$4.018,75 USD. A continuación, se presenta los valores que permitirán calcular dichas métricas financieras.

Tabla 36: *Cálculo flujo de fondo.*

Cálculo de flujo de fondo			
Año	Flujo de fondo (\$)	Saldo actual al 10% (\$)	Saldo acumulado (\$)
0	-\$4.018,75	-\$4.018,75	-\$4.018,75
1	\$3.680,00	\$3.345,45	-\$673,30
2	\$3.680,00	\$3.041,32	\$2.368,03
3	\$3.380,00	\$2.764,84	\$5.132,87
4	\$3.380,00	\$2.513,49	\$7.646,35
5	\$3.380,00	\$2.284,99	\$9.931,35

Nota. Elaborado por los autores.

$$Tasa(\%) = Valor \text{ por definición} = 10\%$$

$$VNA(\$) = VNA(\text{interés flujo de caja}) + desembolso inicial$$

$$VNA(\$) = \$9.931,35 + \$4.018,75$$

$$VNA(\$) = \$13.950,10$$

$$VAN(\$) = Beneficio \text{ neto actualizado} + Inversión \text{ inicial}$$

$$VAN(\$) = \$13.950,10 + (-\$4.018,75)$$

$$VAN(\$) = \$9.931,35$$

Tasa interna de retorno (TIR): Tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero

$$TIR = 80\%$$

$$PR(t) = \text{Año anterior de recuperación} + \frac{\text{Monto restante}}{\text{Flujo descontado del año siguiente}}$$

$$\text{Monto restante} = Inversión \text{ inicial} - \text{Flujo de fondo}$$

$$\text{Monto restante} = \$4.018,75 - \$3.380,00 = \$338,75$$

$$PR(t) = 1 + \frac{\$338,75}{\$3.380,00}$$

$$PR(t) = 1,09$$

Una vez realizado los cálculos financieros, se muestra que el beneficio neto actual (VNA) alcanzó un valor de \$13.950,10 y genera ganancias de \$9.931,35 USD con una tasa interna de retorno (TIR) de 80 %, superando el 10 % de la tasa de interés establecida. Estos resultados evidencian la rentabilidad de la propuesta. Por último, según el periodo de recuperación (PR), se espera recuperar la inversión en 1 año, 1 meses y 2 días, lo cual determina que el proyecto lograr recuperar la inversión inicial en el primer año.

3.4. Justificación ambiental

La implementación de la propuesta de mejora no solo mejora la eficiencia productiva, sino que también tienen beneficios ambientales significativos, pues al optimizar la producción de nauplios se obtiene una mayor disponibilidad de estos organismos que son una fuente constante para la industria acuícola, reduciendo así la necesidad de depender de poblaciones naturales para su cultivo y aportando con el objetivo 14 (vida submarina) de las ODS. Esto contribuye a proteger las poblaciones de especies marinas en sus hábitats naturales al evitar la sobreexplotación de los ecosistemas acuáticos. Además, la puesta en marcha de esta propuesta beneficia una gestión eficaz de recursos como el agua y la energía, disminuyendo así el derroche y reduciendo el impacto ambiental del laboratorio.

Así, la propuesta de mejora no solo asegura un control más eficaz en el ciclo productivo, sino que también promueve la protección del medio ambiente y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos.

3.5. Justificación social

La implementación de la propuesta de mejora beneficia directamente al personal que labora en Aquatropical S.A., quienes tienen pautas claras al momento de realizar su

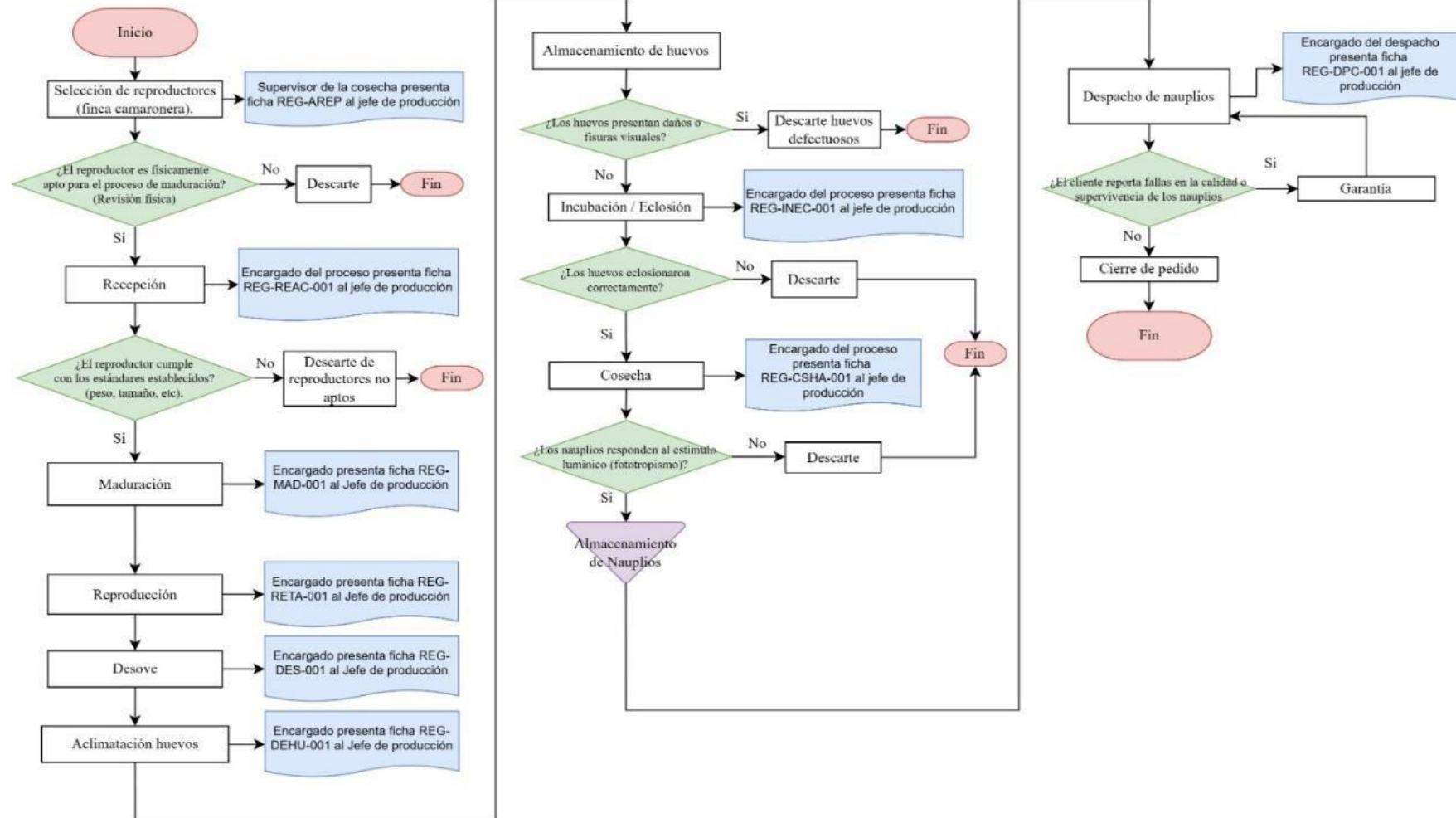
trabajo. Así mismo, beneficia la comunidad científica ya que los resultados pueden extrapolarse a otras áreas de la organización e incluso servir como referencia para empresas del sector acuícola interesadas en tener un mejor control a través de la estandarización de procedimientos operativos e implementación del VSM.

A nivel social, la estandarización de procedimientos garantiza que los nauplios, que son fundamentales en la acuicultura y en la restauración de ecosistemas marinos, se produzcan bajo condiciones más controladas y confiables. Al tener un mejor control se garantiza un producto final de calidad, pues se es consciente que una mejor producción de nauplios garantiza una mayor disponibilidad de recursos para la industria pesquera y acuícola, lo que le contribuye a la seguridad alimentaria una fuente fiable de recursos marinos, impulsando así el desarrollo económico local, generando empleos y fortaleciendo las economías de las comunidades que dependen de la acuicultura.

3.6. Análisis comparativo

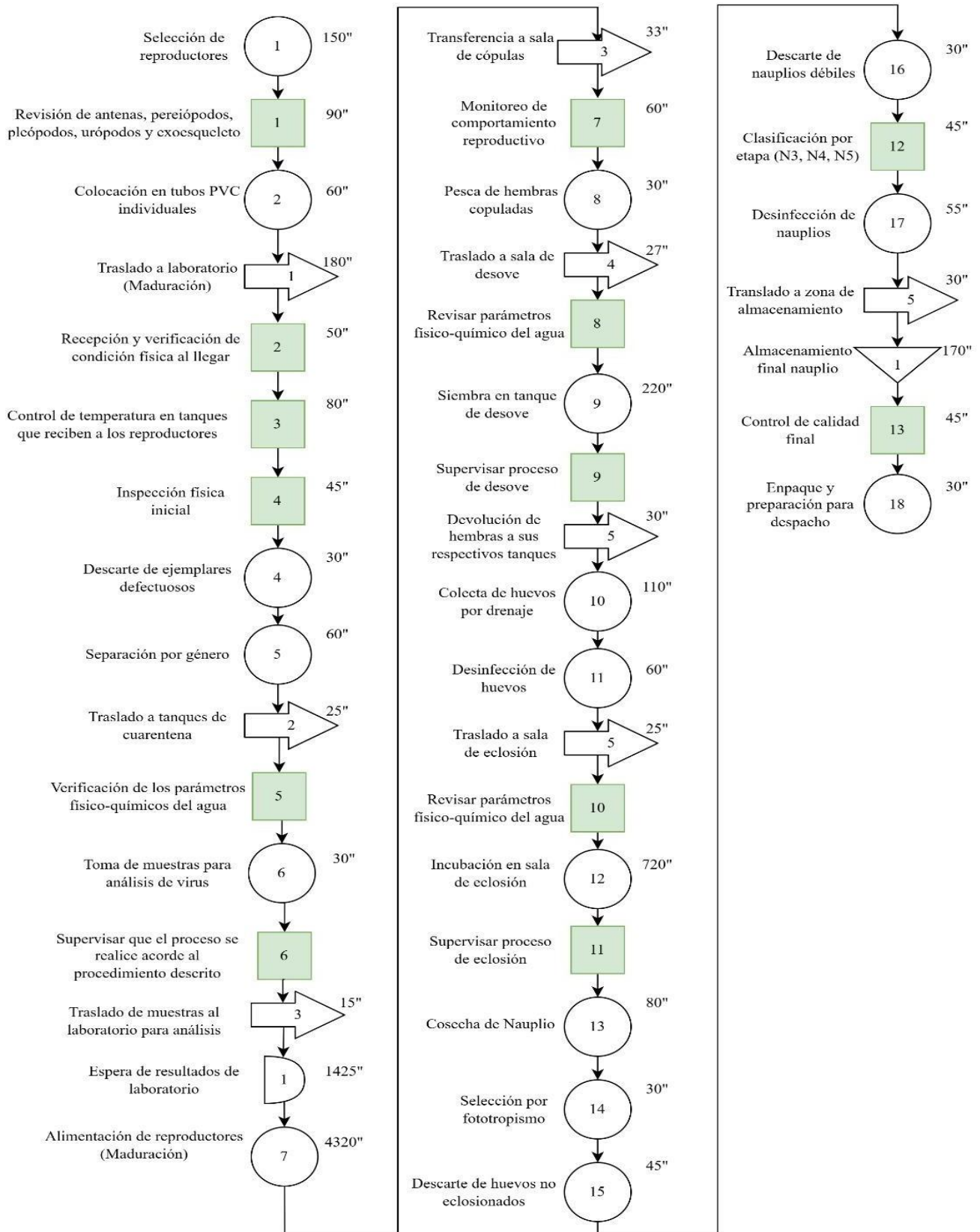
Una vez descrito los procedimientos operativos estandarizados (SOP), se logra obtener un control más efectivo sobre las actividades y operaciones realizadas en el laboratorio, garantizando que cada actividad a realizar se ejecute de manera consistente y conforme a los estándares definidos. En este contexto, se presenta a continuación el nuevo diagrama de flujo propuesto con la finalidad de fortalecer el control de los procesos, minimizar errores e identificar puntos críticos de supervisión.

Figura 34: Diagrama de flujo propuesto.



Nota. Elaborado por los autores.

Figura 35: Diagrama de operaciones propuesto.



Nota. Elaborado por los autores.

El diagrama de flujo propuesto **Figura 34** permite supervisar de manera sistemática cada actividad que se elabora en el laboratorio permitiendo asegurar que las operaciones que se realizan se ejecuten conforme a los procedimientos operativos estandarizado (SOP). Este nuevo diagrama facilita la identificación de puntos críticos de control y posibles desviaciones, garantizando la consistencia, eficiencia y trazabilidad de cada etapa dentro del laboratorio.

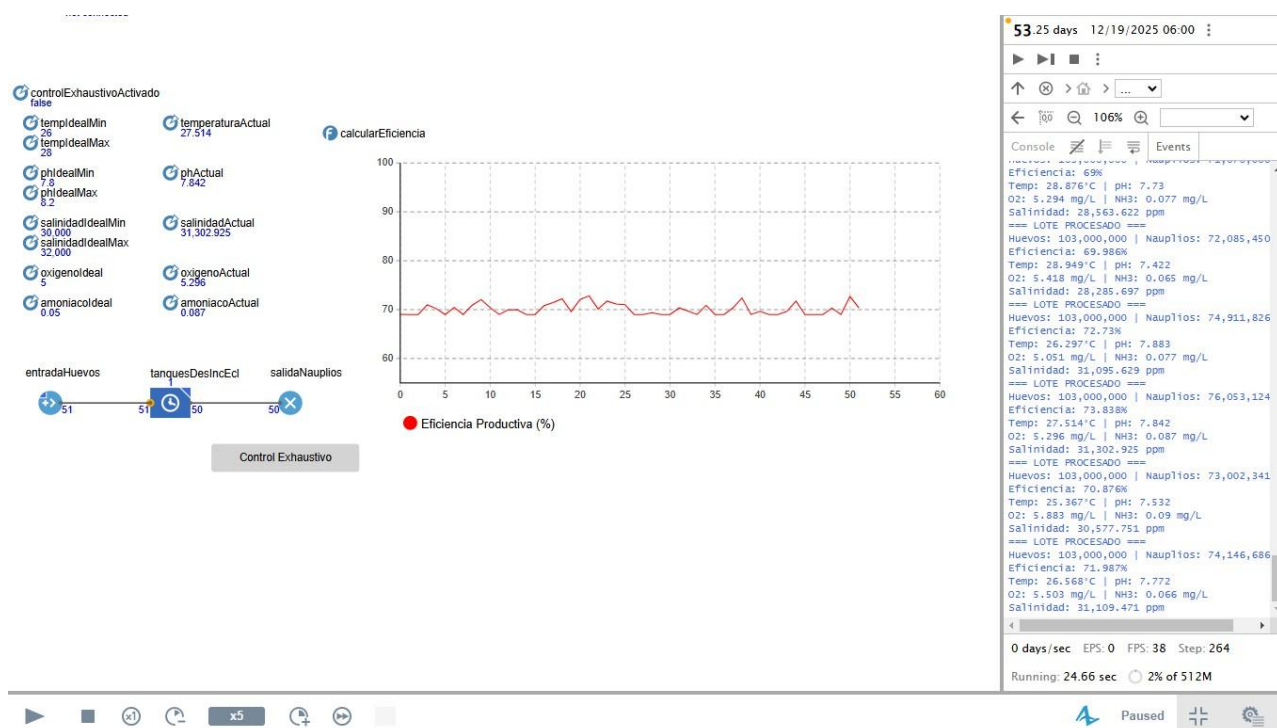
Del mismo modo, se elaboró el diagrama de operaciones del proceso presentado en la **Figura 35**, para poder representar y controlar las operaciones que se realizan en el ciclo productivo, permitiendo asegurar que cada actividad se ejecute conforme los procedimientos establecidos, lo que a su vez permite identificar posibles puntos crítico dentro del proceso de producción, este evidencia un aumento de inspección con la finalidad mantener el flujo de trabajo más controlado y así poder garantizar la correcta ejecución de cada operación.

Simulación en Anylogic

3.6.1. Simulación situación actual

En este apartado con ayuda del software Anylogic se simula las condiciones en las que se trabaja en Aquatropical S.A., en sí estas se basan en procesos productivo con poco control en donde la norma es que se desajusten los parámetros fisicoquímicos del agua y esto afecta de manera directa a la eficiencia productiva 71,8 % y al indicador nauplio/hembra que utilizan en el laboratorio para medir la productividad (115,000 nauplio/hembra).

Figura 36: Simulación de situación actual.



Nota. Elaborado por los autores en Anylogic.

En la figura se evidencia la gráfica que relaciona nivel de eficiencia (eje Y) y el tiempo en días (eje X), se demuestra que con las condiciones anteriormente descritas lo máximo a lo que la empresa puede aspirar a alcanzar es una eficiencia del 73 % y una producción de 75 millones de nauplios.

3.6.2. Simulación situación propuesta

Al presentar la situación propuesta se plantea un desarrollo de la producción en donde se tenga un mayor control en los parámetros fisicoquímicos del agua, con el fin de tener un mayor rendimiento de la tasa de medida final nauplio/hembra, para ello se toma en cuenta las condiciones ideales de eclosión del ovocito (huevos de nauplios) mismas que se describen a continuación.

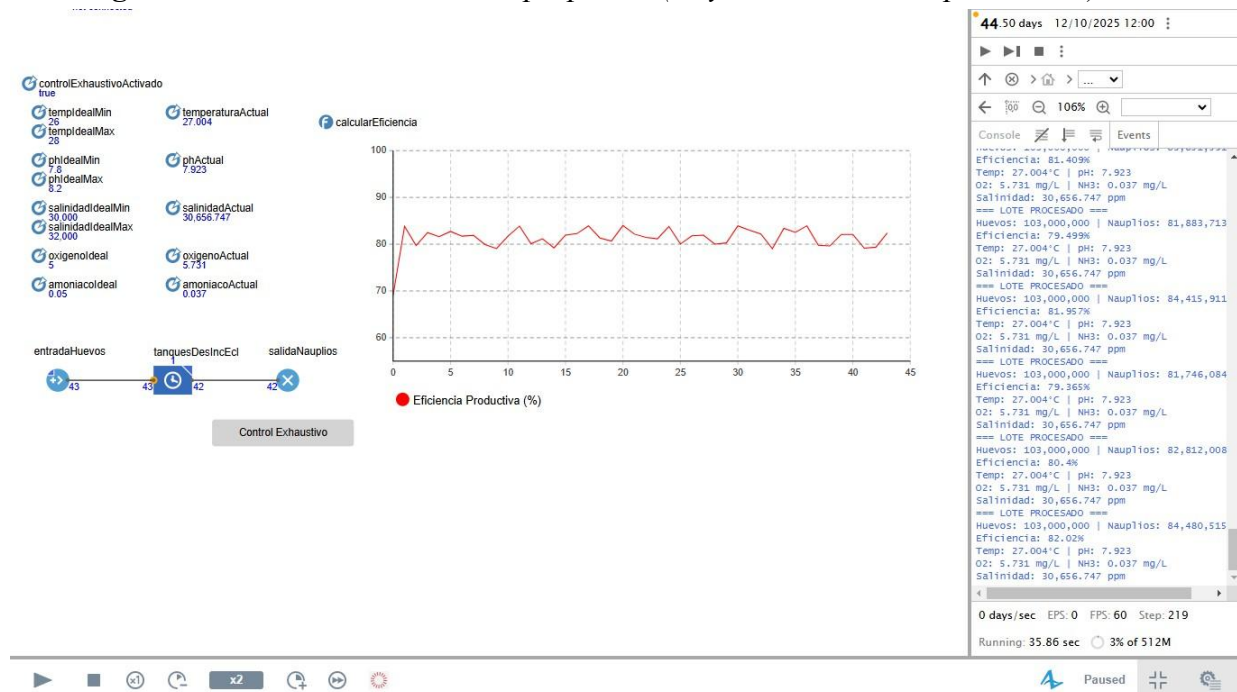
Tabla 37: Condiciones Ideales de eclosión de ovocitos.

Condiciones ideales de eclosión	
Parámetro	Rango
Temperatura ideal.	26°C - 28°C
pH ideal.	7,8 y 8,2
Oxígeno disuelto.	>5.0 mg/L
Amoniaco ideal.	<0.05 mg/L
Salinidad.	31.000 ppm

Nota. Elaborado por los autores.

En base a estas condiciones ideales se plantea la siguiente simulación:

Figura 37: Simulación situación propuesta (mayor control en los parámetros).



Nota. Elaborado por los autores en Anylogic.

En la gráfica que proporciona la simulación % eficiencia (eje Y) y el tiempo en días (eje X), se evidencia que al tener un mayor control de las condiciones fisicoquímicas se puede obtener un mayor nivel de eficiencia alcanzando picos de hasta el 83,5 % lo mismo que representa una producción final de 86 millones de nauplios diaria, se observa también que existe variabilidad a través del tiempo, esto se debe a que son controles llevados por el humano y se tiende a algún error, pese a esto la eficiencia no decae por debajo del 80 % lo cual representa un aumento mínimo del 8 % en cuanto a niveles de

eficiencia, esto en términos monetarios se traduce en un ingreso adicional que ronda entre los \$36.000 y \$40.000 USD mensuales gracias a las herramientas aplicadas.

3.6.3. Proyección de la producción en base a la simulación

Según Gutiérrez, (2022) en su libro calidad total y productividad, destaca que los SOP permiten reducir la variabilidad operativa mejorando la eficiencia de un sistema productivo, al asegurar que las actividades que se ejecutan en una organización, se realicen bajos parámetros controlados. En base a este principio la pérdida inicial que se tiene al inicio (28 al 30 %) disminuye notablemente incrementando la eficiencia de la cosecha, por ende, a modo de escenario se proyecta la producción para el mes de noviembre la misma que ronda entre los 79 a 91 millones nauplios.

Tabla 38: *Producción esperada luego de incorporar los SOPS.*

Día	Producción en Millones				Total	Total
	Base 2	Base 3	Base 4	Total	Hembras Copuladas	Tasa nauplio/hembra (miles)
01/11/2025	38	9	40	87	650	133.846
02/11/2025	36	9	40	85	650	130.000
03/11/2025	35	10	38	83	660	125.757
04/11/2025	38	10	40	88	640	137.500
05/11/2025	39	8	40	87	630	138.095
06/11/2025	38	9	39	86	650	131.538
07/11/2025	38	8	38	84	650	129.230
08/11/2025	36	8	38	82	635	129.133
09/11/2025	35	10	39	84	630	133.333
10/11/2025	40	8	37	85	630	134.920
11/11/2025	38	10	38	86	635	135.433
12/11/2025	40	8	38	86	640	134.375
13/11/2025	36	7	36	79	645	122.480
14/11/2025	41	9	38	88	660	133.333
15/11/2025	38	10	38	86	630	136.507
16/11/2025	38	7	36	81	630	128.571
17/11/2025	38	8	38	84	650	129.230
18/11/2025	40	10	36	86	650	132.307
19/11/2025	40	9	40	89	650	136.923
20/11/2025	40	7	38	85	640	132.812
21/11/2025	40	9	42	91	630	144.444
22/11/2025	39	8	38	85	645	131.782

23/11/2025	40	8	36	84	655	128.244
24/11/2025	40	8	41	89	650	136.923
25/11/2025	36	9	36	81	660	122.727
26/11/2025	40	8	38	86	635	135.433
27/11/2025	38	8	40	86	645	133.333
28/11/2025	36	8	40	84	645	130.232
29/11/2025	40	7	38	85	650	130.769
30/11/2025	38	8	40	86	650	132.307
01/12/2025	40	7	38	85	635	133.858
Total	1189	261	1192	2642	644	132.431

Nota. Elaborado por los autores

Luego de conocer las mejoras que se puede alcanzar al implementar los SOP, se realizó una tabla con base a los datos anterior para comparar los resultados de la producción actual y la producción proyectada, permitiendo identificar los porcentajes de mejora en el sistema de producción ya que si consideramos que una hembra copulada desova entre 160.000 y 170.000 ovocitos (huevos de nauplio) podremos calcular a que nivel de eficiencia operativa estamos.

Tabla 39: *Análisis comparativo.*

Producción	Cantidad	Unidad	Eficiencia operativa	Unidad
Real	115.000	Nauplios/hembras	71,88	%
Proyectada	132.430	Nauplios/hembras	82,77	%
Esperada	160.000	Nauplios/hembras	100,00	%

Nota. Elaborado por los autores.

Según la **Tabla 42**, se proyecta el nivel actual de eficiencia y el nivel proyectado luego de implementar los SOP, se observa que hubo un incremento del 10,89 %, situando al laboratorio en un rango “Bueno” véase en **Tabla 22**.

Finalmente se llevó a cabo el cálculo de productividad, el cual permite evaluar la producción final luego de la aplicación del VSM en conjunto a los SOP en Aquatropical S.A. Para ello, con base en la información recolectada se calculará primero la producción obtenida.

Tabla 40: *Producción proyectada.*

	Cantidad	Unidad
Número de hembras copuladas.	644	Hembras.
Producción proyectada por hembra.	132.430	Nauplios.
Producción proyectada diaria.	85.284.400	Nauplios.
Días trabajados.	30	Días.
Producción proyectada mensual.	2558.547.600	Nauplios.

Nota. Elaborado por los autores.

Para realizar un análisis comparativo entre la producción real y proyectada de nauplios se consideró que un millar equivale a 1000 unidades y en base a este dato se calculó lo siguiente:

Tabla 41: *Ingreso por venta.*

Proyectado		
1	Millar	\$ 0,15
2642.000.00	Millares vendidos	\$396.300
Real		
1	Millar	\$ 0,15
2312.200.00	Millares vendidos	\$346.830

Nota. Elaborado por los autores.

Entonces se considera que los egresos totales mensuales de la empresa son de \$200.055.25 USD al mes, en base a este dato se relaciona el ingreso percibido en la empresa por la venta de nauplios y el valor de los recursos empleados, entonces tenemos que:

$$\text{Productividad económica proyectada} = \frac{\text{Producción total}}{\text{Costos totales}} \quad (5)$$

$$\text{Productividad económica proyectada} = \frac{\$396.300}{\$200.055}$$

$$\text{Productividad económica proyectada} = 1,98 \quad (5)$$

$$\text{Productividad económica real} = 1,73 \quad (3)$$

Porcentaje de mejora productividad

$$= \left(\frac{P.\text{proyectada} - P.\text{real}}{P.\text{real}} \right) * 100\% \quad (6)$$

$$\text{Porcentaje de mejora productividad} = \left(\frac{1,98 - 1,73}{1,73} \right) * 100\%$$

$$\text{Porcentaje de mejora productividad} = 14,45\% \quad (6)$$

Con base en los cálculos realizados, evidencia una mejora del 14,45 % en la productividad, Este resultado demuestra la viabilidad y efectividad de la aplicación del VSM en conjunto al SOP.

Tabla 42: *Condiciones operativas (proyección).*

Condiciones operativas y cálculo de takt time			
Variable	Operación	Resultado	Medida
Jornada laboral		10	Hora
Tiempo de almuerzo		1	Hora
Numero de turnos		2	Diarios
Días / mes		30	Días
Demanda mensual		2642	Millones
Tiempo disponible	(10h - 1h) *2	18	Hora
Tiempo disponible	(18h *60min)	1080	Min/días
Tiempo disponible	1080 min *60 seg	64800	Seg/días
Demanda diaria	2642 mill/30 días	88	Millones/días
Tiempo takt seg	64800 seg/día	736,36	Seg/millones
Tiempo takt min	/88 mill/día 1080 min/días	12,27	Min/millón
	/88 mill /día		

Nota. Elaborado por los autores.

La demanda diaria calculada es en base a los datos proyectados en base a la **Tabla 37**, aquello nos sirve para calcular el takt time. A continuación, se muestran los cálculos empleados para obtener la demanda diaria.

$$Demanda_{Diaria} = \frac{Demanda\ mensual}{Dias\ trabajado\ por\ mes}$$

$$Demanda_{Diaria} = \frac{2642 \frac{mill}{mes}}{30 \frac{dia}{mes}}$$

$$Demanda_{Diaria} = 88 \frac{mill}{dias}$$

El indicador takt time resulta fundamental, pues permite determinar el tiempo requerido para fabricar, en este caso un millón (unidad de medida), tomando en cuenta la demanda del cliente y el tiempo disponible para satisfacerla **Tabla 41**. A continuación, se muestran los cálculos empleados para obtener el takt time.

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda\ diaria} \quad (4)$$

$$Takt\ time = \frac{(Tiempo\ disponible - tiempo\ inefectivo) * N\ de\ turno * tiempo}{Demanda\ diaria}$$

$$Tiempo\ disponible_{neto} = (10 \frac{hora}{turno} - 1\ hora\ inefectiva) * 2$$

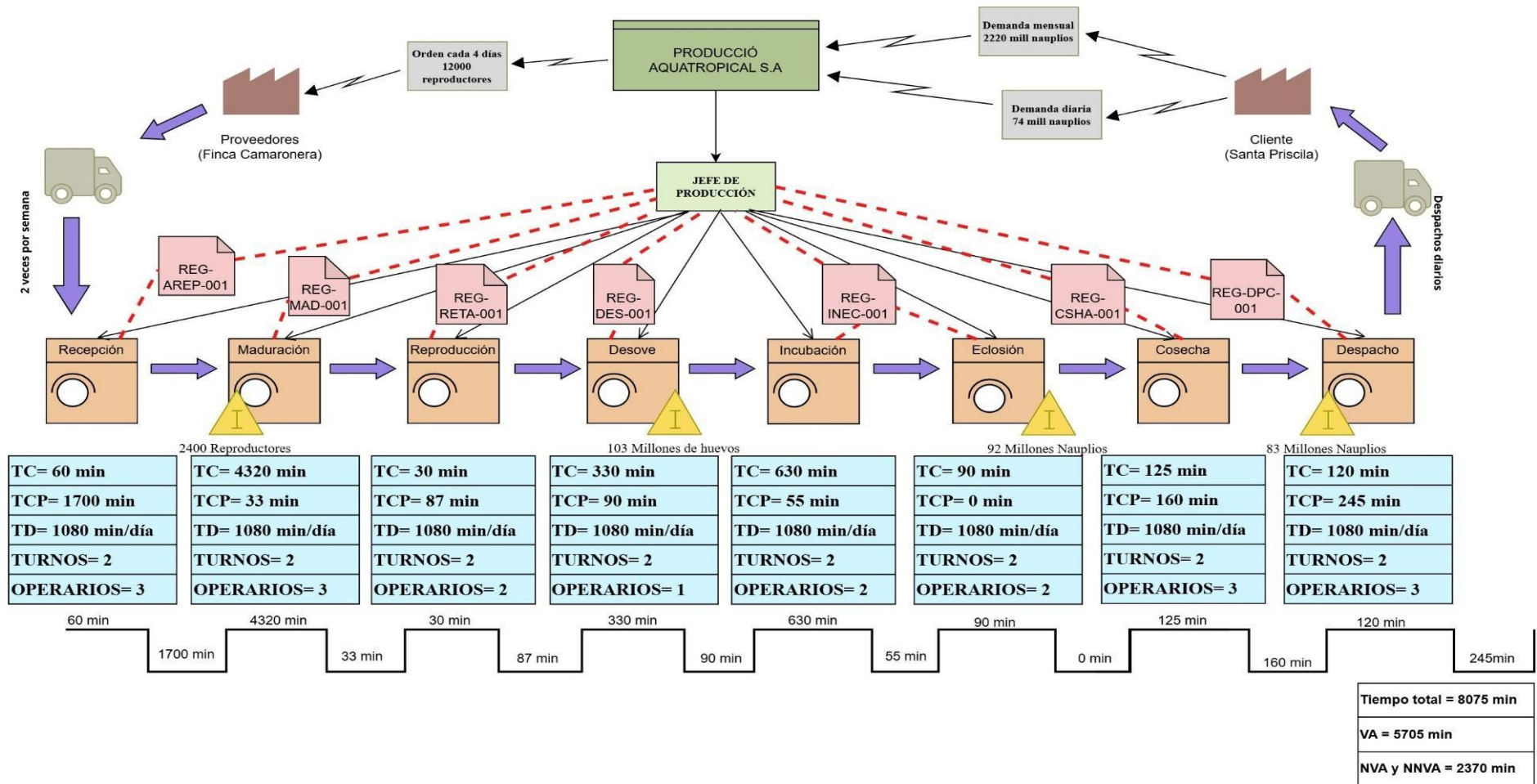
$$Tiempo\ disponible_{neto} = 18 \frac{horas}{dias} * 60 \frac{min}{horas}$$

$$Takt\ time = \frac{1080 \frac{min}{dias}}{88 \frac{mill}{dias}}$$

$$Takt\ time = 12,27 \frac{min}{mill}$$

Así mismo, para complementar la representación de las operaciones y el control del ciclo productivo, se elaboró un VSM propuesto, mismo que se presenta a continuación.

Figura 38: Mapeo del flujo de valor (VSM) propuesto.



Nota. Elaborado por los autores.

3.6.4. Análisis comparativo VSM actual vs VSM propuesto

El análisis comparativo entre el VSM actual **Figura 19** y el VSM propuesto **Figura 37**, se centra en evaluar cómo la implementación de los SOP dentro del ciclo productivo permite incrementar la demanda del laboratorio, pasando de un promedio de 74 millones a promedio de 86 millones de nauplios al día, generando así un nuevo takt time que se reduce de 14,59 min/mill a 12,27 min/mill lo que significa que el nuevo takt time se vuelve más exigente, pero solo como indicador de demanda. Así mismo es importante señalar que los tiempos biológicos y los tiempos de ciclo de las operaciones no fueron modificados, ya que estos dependen de factores naturales propios del ciclo larvario.

La comparación entre ambos VSM evidencia que la diferencia clave no radica en la velocidad del proceso, sino en su efectividad, pues en el VSM actual se evidenciaba una ausencia de control en los procesos claves y que la producción dependía en gran medida de causas empíricas (experiencia operativa, la variabilidad del ciclo biológico y prácticas no completamente controladas), lo que provocaba fluctuaciones en el en el ciclo de producción, mientras que en el VSM propuesto evidencia que incorporar un mayor control mediante los SOP permite reducir la variabilidad, mejorar la estabilidad del flujo y aumentar la producción sin alterar el tiempos biológicos obteniendo así un aumento en el rendimiento productivo.

3.6.5. Validez y confiabilidad del modelo

Para cumplir con la fase final del procedimiento metodológico se procede a darle validez y confiabilidad al modelo planteado, con el fin de dar garantías de que la aplicación de los procedimientos operativos estandarizados (SOP) pueda lograr el objetivo de alcanzar una mejora en la eficiencia y productividad en Aquatropical S.A.,

para evaluar confiabilidad y validez del modelo se compara los datos histórico con los datos proyectados debido a que el modelo incorpora intencionalmente un incremento esperado de producción derivado de los SOP.

Para ello se emplearon estadísticas descriptivas referente al modelo planteado las mismas que se muestran a continuación:

Tabla 43: *Análisis de estadística descriptiva.*

	N	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
Producción	31	79,00	91,00	85,2581	,44714	2,48955	6,198
N válido (por lista)	31						

Nota. Elaborado por los autores en SPSS 27.

Al analizar la desviación estándar de los datos de la proyección de la producción se evalúa la validez y confiabilidad, el valor de 2,48 indica que los valores se distribuyen con una dispersión moderada alrededor de la media de 85,26, manteniéndose dentro de un rango controlado de variación. Esto representa una variabilidad relativamente baja equivalente a un 2,9 % del valor promedio, lo que reafirma la confiabilidad del modelo al tener un comportamiento moderado de los datos, esto a su vez refuerza la consistencia interna del escenario proyectado, confirmando que el modelo opera de manera estable y coherente aportando solidez y validez al planteamiento realizado.

Así mismo se evaluó el MAPE que se analiza como una brecha esperada de mejora, cuyo valor obtenido fue de 14,53 %, que se considera adecuado al decir que las mejoras alcanzadas representan aumentos realistas y acordes con el modelo planteado.

A continuación, se presenta la **Tabla 44** con el cálculo del porcentaje del MAPE.

Tabla 44: *Cálculo del MAPE de la proyección.*

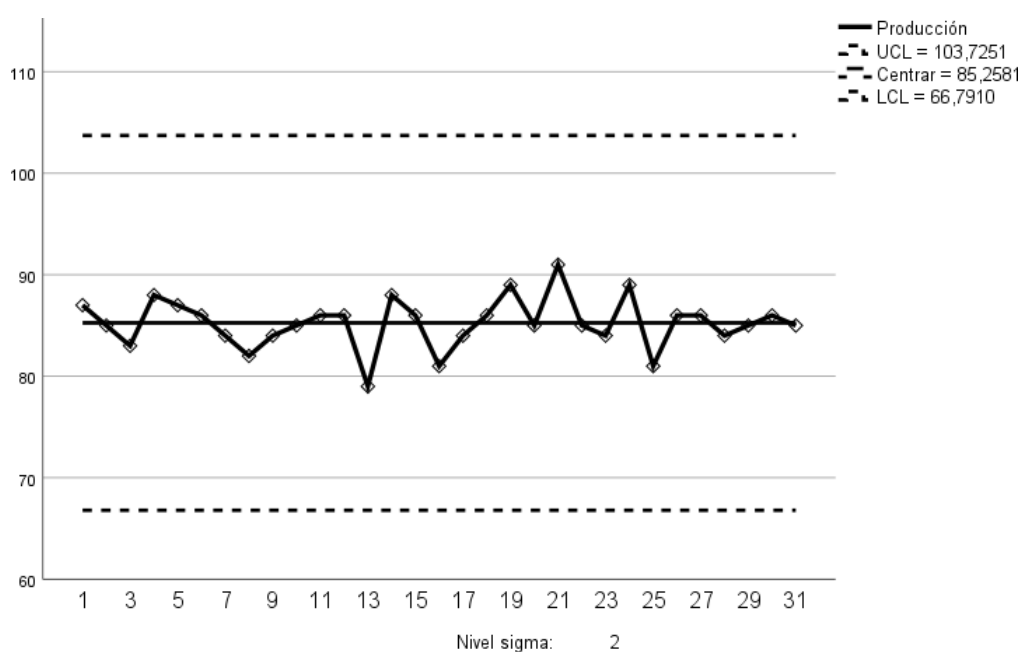
Día	Producción Real Agosto (Mill)	Proyección		Error	Error absoluto	Error cuadrático	Error porcentual
		Producción Nov (Mill)					
1	73,00	87,00	-14	14	196	19,18%	
2	75,00	84,50	-10	10	90,25	12,67%	
3	73,00	83,00	-10	10	100	13,70%	
4	73,80	88,00	-14	14,2	201,64	19,24%	
5	75,50	87,00	-12	11,5	132,25	15,23%	
6	70,50	85,50	-15	15	225	21,28%	
7	77,00	84,00	-7	7	49	9,09%	
8	82,00	82,00	0	0	0	0,00%	
9	73,30	84,00	-11	10,7	114,49	14,60%	
10	74,00	85,00	-11	11	121	14,86%	
11	72,50	86,00	-14	13,5	182,25	18,62%	
12	72,00	86,00	-14	14	196	19,44%	
13	76,50	79,00	-3	2,5	6,25	3,27%	
14	78,00	88,00	-10	10	100	12,82%	
15	72,30	86,00	-14	13,7	187,69	18,95%	
16	74,50	81,00	-7	6,5	42,25	8,72%	
17	77,00	84,00	-7	7	49	9,09%	
18	74,00	86,00	-12	12	144	16,22%	
19	72,00	89,00	-17	17	289	23,61%	
20	72,00	85,00	-13	13	169	18,06%	
21	75,50	91,00	-16	15,5	240,25	20,53%	
22	73,00	85,00	-12	12	144	16,44%	
23	72,50	84,00	-12	11,5	132,25	15,86%	
24	74,00	89,00	-15	15	225	20,27%	
25	82,00	81,00	1	1	1	1,22%	
26	72,00	86,00	-14	14	196	19,44%	
27	76,50	86,00	-10	9,5	90,25	12,42%	
28	78,50	84,00	-6	5,5	30,25	7,01%	
29	73,30	85,00	-12	11,7	136,89	15,96%	

30	74,50	86,00	-12	11,5	132,25	15,44%
31	72,50	85,00	-13	12,5	156,25	17,24%
		85,23	-10,64	10,70	131,60	14,53%
				MAD	MSE	MAPE

Nota. Elaborado por los autores.

Posteriormente, se realiza la gráfica de control de la producción proyectada para reafirmar la validez del modelo, esto se hace con el fin de establecer los límites superior e inferior de la misma, de igual manera estudia variabilidad de los datos obtenidos en la proyección.

Figura 39: Gráfica de control proyección de producción.



Nota. Elaborado por los autores en SPSS 27.

El gráfico de control muestra que la producción de nauplios se mantiene dentro de límites estables (67-104 millones), con un rango operativo observado entre 79 y 92 millones, asimismo, se observa un promedio objetivo de 85 millones, valor cercano al cual se encuentran 22 de los datos registrados, lo que refleja consistencia en el proceso. El uso de un nivel de sigma 2 indica un control estricto del proceso, y la ausencia de

puntos cercanos a los límites de control refuerza la estabilidad de la proyección reafirmando la validez del modelo propuesto.

➤ **Análisis de validez y confiabilidad**

Para analizar los resultados que se obtuvieron del MAPE como brecha de mejora y la desviación estándar del comportamiento de los datos, se presenta a continuación los rangos situacionales de evaluación con el fin de identificar la confiabilidad del modelo.

Tabla 45: *Evaluación del porcentaje del MAPE y desviación estándar.*

Porcentaje MAPE	Observación	Porcentaje Desviación estándar	Observación
< 10%	Muy confiable	0 - 10%	Variabilidad muy baja.
10% - 20%	Buena	10% - 20%	Variabilidad baja.
20% - 50%	Aceptable	20% - 30%	Variabilidad muy alta.
> 50%	No confiable	> 30%	Variabilidad alta.

Nota. Elaborado por los autores.

A continuación, se resume los datos de la evaluación del MAPE y el porcentaje de desviación estándar en la siguiente tabla.

Tabla 46: *Evaluación del modelo.*

MAPE	Observación	Desviación estándar	Observación
14,53%	Bueno	2,90%	Variabilidad muy Baja

Nota. Elaborado por los autores.

Para finalizar se mide el resultado de confiabilidad del modelo en donde se toman en cuenta los resultados de observación del MAPE en conjunto al de la desviación estándar, para lo que se plantea la siguiente matriz de confiabilidad tomada de la investigación realizada por (St-Aubin & Agard, 2022) en donde toman en cuenta ambos valores para darle confiabilidad al modelo que se plantea.

Tabla 47: *Matriz de confiabilidad MAPE x desviación estándar.*

(MAPE x Desviación estándar)		
MAPE	Desv. estándar	Resultado de confiabilidad
Muy confiable.	Variabilidad muy baja.	Muy Alto.
Bueno.	Variabilidad muy baja.	Alto.
Muy confiable.	Variabilidad baja.	Alto.
Bueno.	Variabilidad baja.	Media – Alta.
Aceptable.	Variabilidad muy alta.	Media.
Aceptable.	Variabilidad baja.	Media – Baja.
No confiable.	Variabilidad alta.	Baja.

Nota. Elaborado por los autores basado en (St-Aubin & Agard, 2022).

Se toma el modelo de la implementación de los procedimientos operativos estándar (SOP) como uno de confiabilidad “Alta” respecto a la proyección de los datos de producción, debido a que los datos son consistentes y presentan baja variabilidad lo que respalda el logro de resultados positivos a la futura implementación del modelo descrito.

3.7. Planning de control

Para garantizar que la propuesta se aplique de manera uniforme, continua y verificable, se elabora un planning de control que describa los métodos para supervisar y garantizar que se cumpla con lo establecido en la propuesta. Para ello se detalla a continuación en la **Tabla 47** los responsables del control.

Tabla 48: *Responsables del control.*

Cargo	Función principal del control
Jefe de producción.	Supervisa la aplicación de los SOP y coordina acciones correctivas.
Supervisor de laboratorio.	Controla diariamente el cumplimiento de los SOP.
Personal técnico.	Ejecuta los procedimientos estandarizados y reporta desviaciones al supervisor.
Operario.	Ejecuta los procedimientos estandarizados y reporta desviaciones al supervisor.

Nota. Elaborado por los autores.

Una vez descrito las responsabilidades que tendrán los encargados del laboratorio se procede a describir las actividades a controlar.

Tabla 49: *Actividades principales que controlar.*

Actividad	Criterio de control	Método / Herramienta	Frecuencia	Responsable
Desove.	Cumplimiento de los SOP.	Lista de verificación.	Diario.	Supervisor.
Control de parámetros fisicoquímicos.	Dentro del rango establecido.	Ficha de registro.	Diario.	Técnico.
Incubación/eclosión.	Cumplimiento de los SOP.	Observación directa.	Por lote.	Supervisor.
Limpieza de tanques y utensilios.	Cumplimiento de los SOP.	Ficha de registro.	Después de uso.	Técnico.
Alimentación de reproductores.	Cumplimiento de horario y cantidad.	Ficha de registro.	Diario.	Técnico

Nota. Elaborado por los autores.

Una vez descritas las acciones principales a controlar se plantean los siguientes indicadores de control con el fin de evaluar y monitorear el cumplimiento de los SOP.

Tabla 50: *Indicadores de control del cumplimiento del SOP.*

Indicador	Fórmula	Frecuencia	Responsable
Cumplimiento de SOP.	$(\text{N}^\circ \text{ SOP cumplidos} / \text{N}^\circ \text{ SOP verificados}) \times 100.$	Semanal.	Supervisor.
Eficiencia operativa.	$(\text{Producción real} / \text{producción esperada}) \times 100.$	Mensual.	Jefe de producción.
Acciones correctivas ejecutadas.	$(\text{N}^\circ \text{ acciones completadas} / \text{N}^\circ \text{ planificadas}) \times 100.$	Trimestral.	Jefe de producción.

Nota. Elaborado por los autores.

Y finalmente para concluir se procede a elaborar un diagrama de Gantt con el propósito de garantizar una adecuada planificación y seguimiento de las actividades contempladas en la implementación del sistema de estandarización de procedimientos (SOP).

Figura 40: Cronograma de plan de trabajo.

CRONOGRAMA DE PLAN TRABAJO “IMPLEMENTACIÓN DE LOS SOP”																					
ACTIVIDAD A REALIZAR	TIEMPO PRELIMENAR (EXPRESADO EN MESES)																				
	AÑO 2025																				
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Fase 1	DIAGNOSTICO INICIAL Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACION																				
Revisión del proceso actual y detección de actividades críticas	■	■	■																		
Identificación de brechas y oportunidades de mejora.				■	■																
Fase 2	ELABORACION Y VALIDACION DEL SOP																				
Diseño y redacción de los procedimientos.					■	■	■														
Validación y revisión con el personal técnico.								■													
Fase 3	CAPACITACIÓN Y SOCIALIZACIÓN																				
Planificación de capacitaciones.										■											
Ejecución de talleres de capacitación.											■	■									
Fase 4	IMPLEMENTACIÓN Y CONTROL OPERATIVO																				
Aplicación de los SOP.													■	■							
Monitoreo de cumplimiento.															■	■	■	■			
Fase 5	MEJORA CONTINUA Y CIERRE																				
Revisión general del sistema SOP.																			■		
Ajuste final de procedimiento.																				■	

Nota. Elaborado por los autores.

CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación de la revisión sistemática a través del método PRISMA, se pudo proporcionar un sustento informativo que respalde el estado del arte. Este proceso recopila 28 artículos científicos, que permite examinar la información obtenida y comprender el panorama actual de la investigación, identificando los enfoques predominantes y las principales contribuciones teóricas relacionadas con el tema de estudio.
- Para el marco metodológico la elección del método, técnica e instrumento fue esencial para el estudio, ya que estas herramientas permiten obtener la información precisa y confiable al momento de levantar información en Aquatropical S.A., garantizando así la validez y rigor del análisis realizado, Posteriormente, a través del software SPSS – 27 se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0.442, este valor permitió determinar que entre las variables de estudio existe una fuerte correlación.
- Finalmente, la propuesta de mejora basada en la implementación de VSM propuesto en conjunto a la estandarización SOP, permite identificar y gestionar adecuadamente la limitante presente en el proceso de producción, reflejando una mejora en la eficiencia productiva de 10,89% y un aumento de productividad del 14,45%. Así mismo, esta propuesta tuvo un presupuesto total de \$4.018,75 USD el cual se recuperará en un periodo de 1 año, 1 meses y 2 días.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el estado del arte mediante una revisión más rigurosa de fuentes científicas recientes, utilizando criterios de selección definidos. Esto permitirá contextualizar mejor el estudio y asegurar que se apoye en evidencia actual y relevante.
- Para el marco metodológico, se recomienda establecer un procedimiento relacionado con los objetivos de la investigación, de tal manera que guíe el desarrollo y ejecución del estudio.
- Para el marco de resultados se recomienda realizar un seguimiento al proceso de estandarización (SOP) del laboratorio con el fin de analizar la eficacia de la propuesta.
- Una vez implementados los SOPS se recomienda que el laboratorio de maduración considere y ponga en práctica todos los parámetros mencionados en la estandarización para tener un mejor control del ciclo productivo.

Bibliografía

- Abuzied, Y. (2022). *A Practical Guide to the Kaizen Approach as a Quality Improvement Tool*. <https://doi.org/10.36401/JQSH-22-11>
- Alawag, A. M., Alaloul, W. S., Liew, M. S., Baarimah, A. O., Musarat, M. A., & Al-Mekhlafi, A. B. A. (2023). The Role of the Total-Quality-Management (TQM) Drivers in Overcoming the Challenges of Implementing TQM in Industrialized-Building-System (IBS) Projects in Malaysia: Experts' Perspectives. *Sustainability* 2023, Vol. 15, Page 6607, 15(8), 6607. <https://doi.org/10.3390/SU15086607>
- Alberto, J., Ríos, S., Estela, C., & Duran, S. (2021). Análisis de la literatura de la industria acuícola de la producción de camarón desde lo global hacia lo local. *EDUCATECONCIENCIA*, 29(30), 108–129. <https://doi.org/10.58299/KD09FQ18>
- Alcibiades, R., Fernández Andrés, & Laguna, F. (2020). *Idea to defend: A theoretical-methodological conception for its treatment on Master and Doctorate thesis*. <https://revistainvestigacionacademicasinfrontera.unison.mx/index.php/RDIASF>
- Alvarez Dominguez, J. R., & Melton, D. A. (2022). Cell maturation: Hallmarks, triggers, and manipulation. In *Cell* (Vol. 185, Issue 2, pp. 235–249). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.12.012>
- Añorga, A. P., & Becerra, A. J. (2020). Influencia de la aplicación de herramientas de control de calidad y la estandarización de procesos en los costos operativos de las empresas”: una revisión de la literatura científica entre los años 2007–2019.
- Arellano, C., & Hortensia, E. (2024). Análisis de datos en las investigaciones cualitativas: El reto frente al investigador. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 9(17), 168–171. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i17.3163>
- Ayala Siccha, N. L., Jara Aguilar, M. A., Castillo Martínez, W. E., & Mantilla Rodríguez, L. A. (2022). Aplicación de Lean Manufacturing en la productividad del proceso de elaboración de conservas de pescado. *INGnosis*, 8(1), 10–22. <https://doi.org/10.18050/INGNOSIS.V8I1.2441>
- Banco Central Ecuador. (2020). La economía ecuatoriana reportó una contracción de 1,5% en el tercer trimestre de 2024 - Banco Central del Ecuador. <https://www.bce.fin.ec/la-economia-ecuatoriana-reporto-una-contraccion-de-15-en-el-tercer-trimestre-de-2024/>
- Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2023). Towards smart sustainable development through value stream mapping – a systematic literature review. In *Heliyon* (Vol. 9, Issue 5). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15852>
- Berger, C. (2020). La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú. *South Sustainability*, 1–11. <https://doi.org/10.21142/SS-0101-2020-003>
- Buenaño, Carlos Mendoza, Kevin Lainez, & Juan Muyulema. (2024). Vista de Impacto de modelos de la cadena de valor y productividad en el sector pesquero en la

provincia de Santa Elena: Una revisión sistemática.
<https://revistas.unh.edu.pe/index.php/ricci/article/view/517/1113>

- Buer, S.-V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. S. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924–2940. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>
- Castillo, Y., Ismael Erazo Bastidas, A., & Rosales Namicela, M. (2023). *Local productivity in sustainable cities, a case study in the city of Cuenca in 2020*. <https://doi.org/10.58995/lb.redlic.10.105>
- Cevallos Zambrano, S., & Esquivel García, R. (2023). Gestión de procesos operativos y su incidencia en la satisfacción de los clientes en la Distribuidora PAMOGA S.A., cantón Portoviejo, provincia de Manabí. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(2–1), 115–123. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.2-1.1742>
- Chambergo-Michilot, D., Diaz-Barrera, M. E., & Benites-Zapata, V. A. (2021). Revisiones de alcance, revisiones paraguas y síntesis enfocada en revisión de mapas: aspectos metodológicos y aplicaciones. In *Revista peruana de medicina experimental y salud publica* (Vol. 38, Issue 1, pp. 136–142). NLM (Medline). <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.381.6501>
- Chau, T. B., & Tien, N. N. (2018). Inventory Time Analysis Based on Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Processing Shrimp Case Study. In *International Journal of Scientific Engineering and Science* (Vol. 2, Issue 11). <http://ijses.com/>
- Chávez Rubio, S. L., Rodríguez Briceño, B. J., Ulloa Bocanegra, S. G., & Benites Aliaga, R. S. (2022). Diagnóstico mediante la gestión por procesos del Consorcio Ferretero Cielo Azul SAC, 2020. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 23(4), 1–18. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2022.23.4.030>
- Costa, B., Varejão, J., & Gaspar, P. D. (2024). Development of a Value Stream Map to Optimize the Production Process in a Luxury Metal Piece Manufacturing Company. *Processes*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/pr12081612>
- da Fonseca, L. M. C. M., Domingues, J. P., Machado, P. B., & Harder, D. (2019). ISO 9001:2015 adoption: A multi-country empirical research. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(1), 27–50. <https://doi.org/10.3926/JIEM.2745>
- Dorin, M. (2018). Product and process innovation: a new perspective on the organizational development. In *Article in International Journal Of Advance Research And Innovative*. www.ijaemr.com
- Dunsha, F. R., Sutcliffe, M., Suleria, H. A. R., & Giri, S. S. (2024). Global issues in aquaculture. In *Animal Frontiers* (Vol. 14, Issue 4, pp. 3–5). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/af/vfae027>
- Elnadi, M., & Abdallah, Y. O. (2023). *Industry 4.0: Critical Investigations and Synthesis of Key Findings*.

- Espinós, H. V., Domínguez-Escrig, J. L., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Mayor, J., Padilla-Fernández, B., & Ribal, M. J. (2018). Metodología de una revisión sistemática. *Actas Urológicas Españolas*, 42(8), 499–506. <https://doi.org/10.1016/J.ACURO.2018.01.010>
- Espinoza, M., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H., & Montañez-Valdez, O. D. (2021). Sistemas de producción de pequeños rumiantes en México y su efecto en la sostenibilidad productiva. *Revista MVZ Cordoba*, 27(1). <https://doi.org/10.21897/RMVZ.2246>
- FAO. (1988). *Consultoría en maduración de camarones peneidos informe técnico*. <https://www.fao.org/4/AC408S/AC408S00.htm#ch6.1.1.3>
- Febrianto, A., Suef, Mokh., Hakim, M. S., Yayat, K. D., & Hardiatama, I. (2025). Operational efficiency and sustainable asset management of heavy equipment in industry: a data-driven framework. *Results in Engineering*, 27, 106476. <https://doi.org/10.1016/J.RINENG.2025.106476>
- Galarza, C. A. (2020). Alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 9(3), 1–6. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- García Monsalve, J. J., Tumbajulca Ramírez, I. A., & Cruz Tarrillo, J. J. (2021). Innovación organizacional como factor de competitividad empresarial en mypes durante el Covid-19. *Comuni@cción: Revista de Investigación En Comunicación y Desarrollo*, 12(2), 99–110. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.12.2.500>
- García Vargas, L. E., Martínez Ayala, L., Cerón Reyes, M. G., & Molina Ruiz, H. D. (2022). Validez y confiabilidad de un instrumento que permite detectar una revista depredadora. *Publicación Semestral*, 9(18), 9–14. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/issue/archive>
- Gómez Coello, R. D. (2021). Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa "Facalsa" de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 7798–7807. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.876
- González, J. L. A. (2021). Revista Digital Espacio I+D. <https://www.espacioimasd.unach.mx/>, 10(28), 42–56. <https://doi.org/10.31644/IMASD.28.2021.A02>
- Gonzalez, A., Becerra Iparraguirre, A. P., Asesor, A. J., Teodoro, M. I., Geldres, A., & Trujillo -Perú, M. (2020). Influencia de la aplicación de herramientas de control de calidad y la estandarización de procesos en los costos operativos de las empresas: una revisión de la literatura científica entre los años 2007–2019. *Universidad Privada Del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26266>
- Granados Muñoz, R. (2020). *Theoretical review of methodological tools applied in criminological research*. www.derechocambiosocial.com
- Gutiérrez, H. (2022). *Calidad total y productividad*. 145.

- Gutterman. (2023). (PDF) *Organizational Performance and Effectiveness*. https://www.researchgate.net/publication/372935897_Organizational_Performance_and_Effectiveness
- Helmold, M. (2023). *Total Quality Management (TQM)*. 27–41. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30089-9_4
- Hernández, C. E., & Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *ALERTA Revista Científica Del Instituto Nacional de Salud*, 2(1), 75–79. <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>
- Hernández, S. L., & Avila, D. D. (2020). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>
- Huynh, T. N., Van Nguyen, P., Doan, N. P., Tran, K. T., & Nguyen, T. C. (2024). Navigating challenges in Vietnamese enterprises: An examination of the interplay between environmental regulations, organizational innovation, resilience, learning support, and performance. *PLOS ONE*, 19(12), e0313075. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0313075>
- Jahaira, G., Moran, D., Jhasmin, ;, Ayuque, M., Erika, J., Quinto, I., Omar, C., Cerna, L., David, ;, & Romero, C. (2025). Industria 4.0 y su relación con la automatización en la industria Alimentaria: Una revisión sistemática y bibliométrica Industry 4.0 and its relation to automation in the food industry: A systematic and bibliometric review Esta obra está publicada bajo la licencia CC BY 4.0. *Manglar*, 22(2), 229–243. <https://doi.org/10.57188/manglar.2025.025>
- Jamwal, A., Agrawal, R., Sharma, M., & Giallanza, A. (2021). Industry 4.0 technologies for manufacturing sustainability: A systematic review and future research directions. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 12). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app11125725>
- Janeiro, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2020). New conceptual model of reverse logistics of a worldwide fashion company. *Procedia Manufacturing*, 51, 1665–1672. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.232>
- Kumar, N., Shahzeb Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Kumar Yadav, R., & Choubey, V. K. (2022a). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.03.481>
- Kumar, N., Shahzeb Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Kumar Yadav, R., & Choubey, V. K. (2022b). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
- Lizarazo, C., Karina, Y., & Álvarez, G. (2018). *Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: verificación de supuestos mediante un ejemplo aplicado a las ciencias de la salud*. <http://orcid.org/0000-0001-6768-1873>
- López, A. (2018). *CAPÍTULO 67 la entrevista en profundidad y la observación directa: observaciones cualitativas para un enfoque holístico*.

- Marcial; Méndez. (2021). *Vista de Optimización de procesos de producción en medianas empresas del sector textil*.
<https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/781/1178>
- Marcillo Fabrizio. (2014). *Metodología de Cultivo Comercial de Camarón en Ecuador*.
- Mares, M. (2019). Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales (RUDICS)*, 10(18), 92–95.
<https://doi.org/10.22201/FESC.20072236E.2019.10.18.6>
- Markatos, N. G., & Mousavi, A. (2023). Manufacturing quality assessment in the industry 4.0 era: a review. *Total Quality Management and Business Excellence*, 34(13–14), 1655–1681. <https://doi.org/10.1080/14783363.2023.2194524>.
- Martínez, M., Courtois De Vicoze, G., Roo Filgueira, J., Zambrano Sánchez, J., Yugcha Oñate, E., Montachana Chimborazo, M., Intriago Díaz, W., Reyes Abad, E., & Afonso López, J. M. (2023). Effect of HUFA in Enriched Artemia on Growth Performance, Biochemical and Fatty Acid Content, and Hepatopancreatic Features of *Penaeus vannamei* Postlarvae from a Commercial Shrimp Hatchery in Santa Elena, Ecuador. *Aquaculture Nutrition*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/7343070>
- Matthew, M. J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S13643-021-01626-4/FIGURES/1>
- Mucha Hospinal, L. F., Chamorro Mejía, R., Oseda Lazo, M. E., & Alania Contreras, R. D. (2021). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Desafíos*, 12(1), 50–57.
<https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.253>
- Olaganathan, R., Tang, A., Mun, K., Olaganathan, R., & Rajee, O. (2023). Impact of Aquaculture on the Livelihoods and Food Security of Rural Communities. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2), 278–283.
<https://commons.erau.edu/publication/838>
- Orozco Uribe, A. (2025). Modelos de negocio emergentes: Revisión de enfoques y propuestas para su implementación en el sector acuícola en Colombia, enfocado en la producción de tilapia.
- Ortíz, J., Baldeón-Tovar, M., Medina-Pelaiza, L., Ortíz-Huamán, C., & Godiño-Poma, M. (2024). Gestión por procesos en las empresas. Una revisión sistémica. *Gestionar: Revista de Empresa y Gobierno*, 4(1), 7–22.
<https://doi.org/10.35622/J.RG.2024.01.001>
- 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



- Poswa, F., Adenuga, O. T., & Mpofo, K. (2022). Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry. *Processes*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/pr10091884>
- Primartono, M., & Agus Prasetio, E. (2024). Overcoming Shrimp Farming Problems: Developing Effective Strategies for Boosting Business Competitiveness and Productivity - a Case Study of Company X Shrimp Farming Site, Lamongan. *Journal of World Science*, 3(2), 183–201. <https://doi.org/10.58344/jws.v3i2.543>
- Quiroz-Flores, J. C., Rios-Del-castillo, P., & Guia-Espinoza, R. (2022). Production Model in the Peruvian Aquaculture Industry. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(7), 590–611. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.7.39>
- Quishpe, F. J. (2021). 58 Analysis and optimization in the production of cardboard packaging, using value stream mapping análisis y optimización. <https://orcid.org/0000-0002-8067-0818>
- Ramírez, G. G., Magaña Medina, D. E., Ojeda López, R. N., Ramírez Méndez, G. G., Magaña Medina, D. E., & Ojeda López, R. N. (2022). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. *Trascender, Contabilidad y Gestión*, 7(20), 189–208. <https://doi.org/10.36791/TCG.V8I20.166>
- Ramírez Méndez, G. G., Magaña Medina, D. E., & Ojeda López, R. N. (2022a). *Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica*. <https://doi.org/https://doi.org/10.36791/tcg.v8i20.166>
- Ramírez Méndez, G. G., Magaña Medina, D. E., & Ojeda López, R. N. (2022b). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. *Trascender, contabilidad y gestión*, 8(20), 189–208. <https://doi.org/10.36791/tcg.v8i20.166>
- Reyes, A. C., Zubirías, G. C., Rodríguez, M. A. M., Sánchez, F. Y. C., & Ortiz, A. C. (2025). Applying lean manufacturing to increase productivity. *International Journal of Professional Business Review*, 10(3), e05342. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2025.v10i3.5342>
- Rodríguez Fernández, Y., Abreu Ledón, R., & Franz, M. (2019). *Mapping usefulness for sustainability analysis in agri-food supply chains*. <http://www.rii.cujae.edu.cu>
- Rojas; Gisbert. (2017). *Anggela Pamela Rojas Jauregui y Víctor Gisbert Soler 116 3C Empresa (Edición Especial)* lean manufacturing: tools to improve productivity in businesses. <https://doi.org/10.17993/3comp.2017.especial.116-124>
- Romero, Pertuz, V., Orozco-Acosta, E., Romero-Suárez, D., Pertuz, V., & Orozco-Acosta, E. (2020). Determining factors of competitiveness and organizational integration: scoping review. *Información Tecnológica*, 31(5), 21–32. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000500021>

- Rosas. (2023). *Aplicación de herramientas de producción esbelta en granjas acuícolas de arel*.
- Rožman, M., Tominc, P., & Štrukelj, T. (2023). Competitiveness Through Development of Strategic Talent Management and Agile Management Ecosystems. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 24(3), 373–393. <https://doi.org/10.1007/S40171-023-00344-1/METRICS>
- Salwin, M., Jacyna Gołda, I., Bańka, M., Varanchuk, D., & Gavina, A. (2021). Using value stream mapping to eliminate waste: A case study of a steel pipe manufacturer. *Energies*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/en14123527>
- Salwin, M., Pszczołkowska, K., Pałęga, M., & Kraslawski, A. (2023). Value-Stream Mapping as a Tool to Improve Production and Energy Consumption: A Case Study of a Manufacturer of Industrial Hand Tools. *Energies*, 16(21). <https://doi.org/10.3390/en16217292>
- Sánchez Flores, F. A. (2019). Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*, 101–122. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Schober, P., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia and Analgesia*, 126(5), 1763–1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Sierra, D. M., González-Consuegra, R. V., & Olaya-Sánchez, A. (2018). Validity and reliability of the Spanish version of the Florida Patient Acceptance Survey. *Revista Colombiana de Cardiología*, 25(2), 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2017.12.018>
- St-Aubin, P., & Agard, B. (2022). Precision and Reliability of Forecasts Performance Metrics. *Forecasting*, 4(4), 882–903. <https://doi.org/10.3390/forecast4040048>
- Sundaram, S., & Zeid, A. (2023). Artificial Intelligence-Based Smart Quality Inspection for Manufacturing. *Micromachines* 2023, Vol. 14, Page 570, 14(3), 570. <https://doi.org/10.3390/M114030570>
- Ureña-Villamizar, Y. C., Henao-Gómez, M. A., Vargas-Velásquez, O. A., Ramírez-Ramírez, J. R., & Fernández-Nieto, E. L. (2024). Ma-Tecn: Innovative model to promote logical-mathematical competencies. *Aibi, Revista de Investigación Administración e Ingenierías*, 12(2), 63–74. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3781>
- Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, É. (2022). Técnicas e instrumentos recolección de datos. *Ediciones Clío - Libros y Colecciones*.
- Waheed, W., Khodier, L., & Fathy, F. (2024). Integrating lean and sustainability for waste reduction in construction from the early design phase. *HBRC Journal*, 20(1), 337–364. <https://doi.org/10.1080/16874048.2024.2318502>

- Yanapa, M. A. P. (2023). Control interno y eficiencia operativa en el área de producción de la empresa marga s.r.l. de chorrillos. *Horizonte empresarial*, 10(2), 1–16. <https://doi.org/10.26495/RCE.V10I2.2660>
- Yang, X., Fu, L., Zhu, L., & Lv, J. (2025). Recent Advances in Lean Techniques for Discrete Manufacturing Companies: A Comprehensive Review. In *Machines* (Vol. 13, Issue 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/machines13040280>
- Zelenyuk, V. (2023). Productivity analysis: roots, foundations, trends and perspectives. *Journal of Productivity Analysis*, 60(3), 229–247. <https://doi.org/10.1007/S11123-023-00692-1/TABLES/1>

Anexos

Anexo A: Cuestionario estructurado aplicado en Aquatropical S.A.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
---	--	---

ASUNTO: CUESTIONARIO ESTRUCTURADO

Objetivo: El cuestionario tiene como finalidad realizar un diagnóstico situacional sobre el caso de estudio.

Dirigido a: Operarios y supervisores del laboratorio de maduración Aquatropical S.A, Salinas.

TEMA: “MODELADO DEL VALUE STREAM MAPPING PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AQUATROPICAL S.A, SALINAS, ECUADOR.”

CUESTIONARIO

	<i>Escala Likert</i>					
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
	<i>Nunca</i>	<i>Rara vez</i>	<i>A veces</i>	<i>Frecuentemente</i>	<i>Siempre</i>	

No	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR ESCALA DE LIKERT				
1	¿La empresa cuenta con normas o procedimientos definidos y aplicados para realizar cada proceso de manera uniforme?	1	2	3	4	5
2	¿Tiene cada proceso su hoja de operaciones al alcance y a disposición del operador?	1	2	3	4	5
3	¿Cree que los procesos productivos en el laboratorio de maduración están claramente definidos?	1	2	3	4	5
4	¿Suele detectar tareas dentro de su trabajo que podrían eliminarse sin afectar la producción de nauplios?	1	2	3	4	5
5	¿Cuenta con un tiempo establecido para realizar cada una de sus operaciones?	1	2	3	4	5
6	¿Qué tan frecuente es que se presenten retrasos en la producción de nauplios?	1	2	3	4	5
7	¿La distribución del área de trabajo está organizada de manera que permita un flujo de trabajo sin interrupciones?	1	2	3	4	5
8	Si ocurre un problema durante la producción, ¿se identifica y se comienza a investigar las causas lo antes posible?”	1	2	3	4	5
9	Cuando se identifican las causas de un problema, ¿se documentan y analizan adecuadamente?	1	2	3	4	5
10	¿Recibe capacitación y sigue normas claras para realizar correctamente sus actividades?	1	2	3	4	5
11	¿Los recursos e insumos están disponible cuando se los requiere para el proceso de producción?	1	2	3	4	5
12	¿Se controla el uso de recursos y suministros para la producción?	1	2	3	4	5
13	¿Se destina un tiempo para dedicarlo a actividades de mantenimiento, limpieza de los equipos y puestos de trabajo?	1	2	3	4	5
14	¿La empresa organiza los horarios de producción y descanso de forma equilibrada para los trabajadores?	1	2	3	4	5
15	¿Los equipos reciben el mantenimiento necesario para garantizar su funcionamiento sin interrupciones?	1	2	3	4	5
16	¿Solo los materiales que realmente se necesitan están presentes en el área de trabajo?	1	2	3	4	5
17	¿Su tiempo de trabajo se aprovecha totalmente en actividades productivas durante la jornada laboral?	1	2	3	4	5
18	¿En su área de trabajo se alcanza la meta planificada en la jornada laboral?	1	2	3	4	5
19	¿En su área de trabajo se llevan registros o mediciones que permitan evaluar su desempeño?	1	2	3	4	5
20	¿La tasa de supervivencia larval actual se encuentra dentro de los parámetros establecidos en los procedimientos?	1	2	3	4	5

Anexo B: Cartas dirigidas al experto.



Facultad de
Ciencias de la Ingeniería
Ingeniería Industrial

La Libertad, septiembre 23 de 2025

Ing. Edison Noe Buenaño Buenaño, MSc.
Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Presente. –

Estimado Ingeniero Buenaño:


Reciba un cordial saludo del suscrito, augurándole éxitos en su desempeño profesional y personal. A través de estas líneas solicito muy respetuosamente vuestra valiosa colaboración como Validador del formato de encuesta a ser utilizado en la investigación de campo para el trabajo de integración curricular, titulado "MODELADO DEL VALUE STREAM MAPPING PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AQUATROPICAL S.A, SALINAS, ECUADOR." Los criterios para validar en la correspondiente matriz que se adjunta son: claridad, pertinencia, coherencia.

Queda a vuestro entero criterio científico proponer ajustes, sugerencias o la aceptación del modelo evaluado con el fin de contar con el formato adecuado a las necesidades de la investigación; además, le hago llegar copia del cuestionario a evaluar. Finalmente, solicito se sirva remitirnos el resultado en cuanto le sea posible a fin de continuar con la siguiente etapa del trabajo de campo.

Agradezco de manera anticipada su valiosa colaboración

Atentamente,


Paul Benito Borbor Domínguez
C.I: 0928385467
Estudiante investigador


Jorge Joshue Pilay Sánchez
C.I: 2450280793
Estudiante investigador


23/09/2025



Facultad de
Ciencias de la Ingeniería
Ingeniería Industrial

La Libertad, septiembre 23 de 2025

Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, MSc.
Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Presente. –


Estimado Ingeniero Jaque:

Reciba un cordial saludo del suscrito, augurándole éxitos en su desempeño profesional y personal. A través de estas líneas solicito muy respetuosamente vuestra valiosa colaboración como Validador del formato de encuesta a ser utilizado en la investigación de campo para el trabajo de integración curricular, titulado "MODELADO DEL VALUE STREAM MAPPING PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AQUATROPICAL S.A, SALINAS, ECUADOR." Los criterios para validar en la correspondiente matriz que se adjunta son: claridad, pertinencia, coherencia.

Queda a vuestro entero criterio científico proponer ajustes, sugerencias o la aceptación del modelo evaluado con el fin de contar con el formato adecuado a las necesidades de la investigación; además, le hago llegar copia del cuestionario a evaluar. Finalmente, solicito se sirva remitirnos el resultado en cuanto le sea posible a fin de continuar con la siguiente etapa del trabajo de campo.

Agradezco de manera anticipada su valiosa colaboración

Atentamente,


Paul Benito Borbor Domínguez
C.I: 0928385467
Estudiante investigador


Jorge Joshue P.
Jorge Joshue Pilay Sánchez
C.I: 2450280793
Estudiante investigador



Facultad de
Ciencias de la Ingeniería
Ingeniería Industrial

La Libertad, septiembre 23 de 2025

Ing. Marco Vinicio Bermeo García, MSc.
Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Presente. –

Estimado Ingeniero Bermeo:

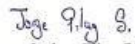
Reciba un cordial saludo del suscrito, augurándole éxitos en su desempeño profesional y personal. A través de estas líneas solicito muy respetuosamente vuestra valiosa colaboración como Validador del formato de encuesta a ser utilizado en la investigación de campo para el trabajo de integración curricular, titulado "MODELADO DEL VALUE STREAM MAPPING PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AQUATROPICAL S.A, SALINAS, ECUADOR." Los criterios para validar en la correspondiente matriz que se adjunta son: claridad, pertinencia, coherencia.

Queda a vuestro entero criterio científico proponer ajustes, sugerencias o la aceptación del modelo evaluado con el fin de contar con el formato adecuado a las necesidades de la investigación; además, le hago llegar copia del cuestionario a evaluar. Finalmente, solicito se sirva remitirnos el resultado en cuanto le sea posible a fin de continuar con la siguiente etapa del trabajo de campo.

Agradezco de manera anticipada su valiosa colaboración

Atentamente,


Paúl Benito Borbor Domínguez
C.I: 0928385467
Estudiante investigador


Jorge Joshue Pilay Sánchez
C.I: 2450280793
Estudiante investigador


Recibido
23-Sept-2025



Facultad de
Ciencias de la Ingeniería
Ingeniería Industrial

La Libertad, septiembre 23 de 2025

Ing. Victor Manuel Matías Pillasagua, MSc.
Docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Presente. –


Estimado Ingeniero Matías:

Reciba un cordial saludo del suscrito, augurándole éxitos en su desempeño profesional y personal. A través de estas líneas solicito muy respetuosamente vuestra valiosa colaboración como Validador del formato de encuesta a ser utilizado en la investigación de campo para el trabajo de integración curricular, titulado "MODELADO DEL VALUE STREAM MAPPING PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AQUATROPICAL S.A, SALINAS, ECUADOR." Los criterios para validar en la correspondiente matriz que se adjunta son: claridad, pertinencia, coherencia.

Queda a vuestro entero criterio científico proponer ajustes, sugerencias o la aceptación del modelo evaluado con el fin de contar con el formato adecuado a las necesidades de la investigación; además, le hago llegar copia del cuestionario a evaluar. Finalmente, solicito se sirva remitirnos el resultado en cuanto le sea posible a fin de continuar con la siguiente etapa del trabajo de campo.

Agradezco de manera anticipada su valiosa colaboración

Atentamente,


Paúl Benito Borbor Domínguez
C.I: 0928385467
Estudiante investigador


Jorge Joshue Pilay Sánchez
C.I: 2450280793
Estudiante investigador


Recibido
23-Sept-2025

Anexo C: Formato de validación por experto.

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE ÍTEMS

Instrucciones: Por favor, evalúe cada ítem del cuestionario según los criterios de claridad, pertinencia y coherencia, marcando con una "X" la opción que mejor refleje su juicio. Puede añadir observaciones específicas si lo considera necesario.

Escala de valoración:

- 1: Deficiente
- 2: Poco adecuada
- 3: Adecuada

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE ÍTEMS					
Nº	Ítem del cuestionario: VI (Modelado del VSM)	Claridad (1-3)	Pertinencia (1-3)	Coherencia (1-3)	Observaciones
VI1	¿La empresa cuenta con normas o procedimientos definidos y aplicados para realizar cada proceso de manera uniforme?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VI2	¿Tiene cada proceso su hoja de operaciones al alcance y a disposición del operador?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VI3	¿Cree que los procesos productivos en el laboratorio de maduración están claramente definidos?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VI4	¿Suele detectar tareas dentro de su trabajo que podrían eliminarse sin afectar la producción de nauplios?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VI5	¿Cuenta con un tiempo establecido para realizar cada una de sus operaciones?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VI6	¿Qué tan frecuente es que se presenten retrasos en la producción de nauplios?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VI7	¿La distribución del área de trabajo está organizada de manera que permita un flujo de trabajo sin interrupciones?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VI8	Si ocurre un problema durante la producción, ¿se identifica y se comienza a investigar las causas lo antes posible?"	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VI9	Cuando se identifican las causas de un problema, ¿se documentan y analizan adecuadamente?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VI10	¿Recibe capacitación y sigue normas claras para realizar correctamente sus actividades?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
Nº	Ítem del cuestionario: VD (Modelado del VSM)	Claridad (1-3)	Pertinencia (1-3)	Coherencia (1-3)	Observaciones
VD1	¿Los recursos e insumos están disponible cuando se los requiere para el proceso de producción?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	

VD2	¿Se controla el uso de recursos y suministros para la producción?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VD3	¿Se destina un tiempo para dedicarlo a actividades de mantenimiento, limpieza de los equipos y puestos de trabajo?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VD4	¿La empresa organiza los horarios de producción y descanso de forma equilibrada para los trabajadores?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VD5	¿Los equipos reciben el mantenimiento necesario para garantizar su funcionamiento sin interrupciones?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VD6	¿Solo los materiales que realmente se necesitan están presentes en el área de trabajo?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VD7	¿Su tiempo de trabajo se aprovecha totalmente en actividades productivas durante la jornada laboral?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VD8	¿En su área de trabajo se alcanza la meta planificada en la jornada laboral?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VD9	¿En su área de trabajo se llevan registros o mediciones que permitan evaluar su desempeño?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	
VD10	¿La tasa de supervivencia larval actual se encuentra dentro de los parámetros establecidos en los procedimientos?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	

Criterios de evaluación:

- **Claridad:** Evalúa si el ítem se entiende fácilmente y no genera ambigüedad.
- **Pertinencia:** Mide si el ítem se relaciona directamente con el objetivo del estudio.
- **Coherencia:** Valora si el ítem guarda relación lógica con el resto del instrumento y con la dimensión que representa.


Validación realizada por:

Nombre del Experto:	Especialidad:
Firma:	Fecha:
Observaciones generales:	

Anexo D: *Firmas de validación por expertos.*

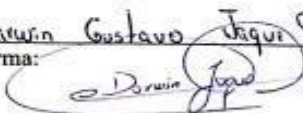
FIRMA EXPERTO 1:

Validación realizada por:

Nombre del Experto: Edison Uba Zuñiga	Especialidad: Magister en Automatización y Electrónica
Firma: 	Fecha: 23/ Septiembre 2025
Observaciones generales:	


FIRMA EXPERTO 2:

Validación realizada por:

Nombre del Experto: Darwin Gustavo Jaqui Pucua	Especialidad: Magister en Diseño Industrial.
Firma: 	Fecha: 23/09/2025
Observaciones generales:	

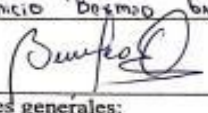
FIRMA EXPERTO 3:

Validación realizada por:

Nombre del Experto: Vela Ayraza Alejandra Cristina	Especialidad: Doctor en Ciencias Técnicas
Firma: 	Fecha: 23/09/2025
Observaciones generales:	


FIRMA EXPERTO 4:

Validación realizada por:

Nombre del Experto: Miguel Vitorio Bernal Guzmán	Especialidad: Doctor Gerencia Educativa
Firma: 	Fecha: 23/09/2025
Observaciones generales:	

FIRMA EXPERTO 5:

Validación realizada por:

Nombre del Experto: Victor Manuel Matias Palacios	Especialidad: Magister en Gerencia Educativa
Firma: 	Fecha: 23/ Septiembre / 2025
Observaciones generales:	

Anexo E: Tabulación de datos en el software SPSS – 27.

Variables encuesta.sav [ConjuntoDatos] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 22 de 22 variables

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
1	1	2	2	3	1	3	4	4	4	1	3	4	1	4	4
2	3	4	3	2	1	2	3	4	4	2	5	5	1	4	5
3	1	1	2	3	1	3	3	4	4	1	4	4	2	4	5
4	2	1	2	3	2	3	4	5	2	4	5	4	5	4	3
5	4	4	2	5	1	3	4	4	5	4	3	3	2	5	5
6	4	1	5	2	1	4	3	3	4	2	4	4	5	4	3
7	1	1	2	4	3	3	3	4	4	5	3	4	2	4	4
8	2	3	2	2	3	2	5	5	4	3	3	4	2	4	4
9	4	3	3	4	5	2	2	5	5	2	5	4	2	4	4
10	1	2	2	3	2	3	4	4	3	4	5	4	3	5	4
11	2	2	3	4	3	2	3	5	5	3	4	5	2	5	4
12	1	1	2	4	5	2	3	5	5	5	3	4	2	3	2
13	3	1	3	1	1	4	3	5	5	2	4	4	2	4	4
14	1	1	2	2	1	4	3	4	4	1	4	4	3	4	4
15	2	2	1	2	4	3	5	4	4	1	4	4	3	4	5
16	3	2	2	1	1	2	4	3	4	4	2	3	1	4	4
17	3	3	3	1	1	2	5	5	5	1	4	4	1	4	4
18	1	1	2	2	1	4	3	4	4	1	4	4	3	4	4
19	4	1	5	2	2	2	3	3	4	2	4	5	5	4	3
20	5	4	5	1	4	3	5	5	5	5	5	4	3	5	5
21	1	1	2	3	2	3	4	4	5	2	4	5	4	5	4
22	1	4	5	1	4	3	4	5	4	4	4	5	5	5	4
23	1	1	2	4	3	2	3	5	5	5	3	5	2	5	5

Vista de datos Vista de variables

Variables encuesta.sav [ConjuntoDatos] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	P1	Númerico	8	0	¿La empresa c...	{1, No exist...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
2	P2	Númerico	8	0	¿Tiene cada pr...	{1, No hay h...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
3	P3	Númerico	8	0	¿Cree que los ...	{1, No estan...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
4	P4	Númerico	8	0	¿Suele detecta...	{1, Nunca}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
5	P5	Númerico	8	0	¿Cuenta con u...	{1, No hay ti...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
6	P6	Númerico	8	0	¿Qué tan frec...	{1, Varias v...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7	P7	Númerico	8	0	¿La distribució...	{1, Frecuent...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
8	P8	Númerico	8	0	Si ocurre un pr...	{1, Rara vez...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
9	P9	Númerico	8	0	Cuando se iden...	{1, Nunca s...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	P10	Númerico	8	0	¿Recibe capaci...	{1, Sin capa...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
11	P11	Númerico	8	0	¿Los recursos ...	{1, Constant...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
12	P12	Númerico	8	0	¿Se controla el...	{1, No hay c...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
13	P13	Númerico	8	0	¿Se destina un...	{1, Nunca s...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
14	P14	Númerico	8	0	¿La empresa or...	{1, Horarios ...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
15	P15	Númerico	8	0	¿Los equipos r...	{1, Equipos ...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
16	P16	Númerico	8	0	¿Solo los mate...	{1, Área con...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
17	P17	Númerico	8	0	¿Su tiempo de ...	{1, Menos d...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
18	P18	Númerico	8	0	¿En su área de...	{1, Menos d...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
19	P19	Númerico	8	0	¿En su área de...	{1, No hay r...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
20	P20	Númerico	8	0	¿La tasa de mo...	{1, Supera e...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
21	VI	Númerico	8	0		Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
22	VD	Númerico	8	0		Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
23											
24											
25											

Vista de datos Vista de variables

Anexo F: Obtención alfa de Cronbach en software SPSS – 27.

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ACTIVADO H: 1877, W: 2240 pt.

```

/VARIABLES=P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 P12 P13 P14 P15 P16 P17 P18 P19 P20
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL
/MODEL=ALPHA
/SUMMARY=COV CORR.
    
```

Fiabilidad

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

Casos	Válido	N	%
		24	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	24	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,724	,733	20

Estadísticas de elemento de resumen

Anexo G: Correlación mediante coeficiente de Pearson.

```

GET
FILE='C:\Users\Paul\Desktop\Variables encuesta.sav'.
DATASET NAME ConjuntoDatos1 WINDOW=FRONT.
CORRELATIONS
/VARIABLES=VI VD
/PRINT=TWOTAIL NOSIG FULL
/MISSING=PAIRWISE.

COMPUTE VI=P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10.
EXECUTE.
COMPUTE VD=P11 + P12 + P13 + P14 + P15 + P16 + P17 + P18 + P19 + P20.
EXECUTE.
CORRELATIONS
/VARIABLES=VI VD
/PRINT=TWOTAIL NOSIG FULL
/MISSING=PAIRWISE.
    
```

Correlaciones

		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	,442 [*]
	Sig. (bilateral)		,031
	N	24	24
VD	Correlación de Pearson	,442 [*]	1
	Sig. (bilateral)	,031	
	N	24	24

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Anexo H: *Matriz de interpretación de resultados del cuestionario.*

N°	Interpretación
Ítem 1	Los resultados evidencian que el conocimiento que se tiene acerca de los procesos documentados no es uniforme dentro del laboratorio, pues los operarios con menor tiempo o formación que trabajan en las instalaciones desconocen su existencia, mientras que el personal con mayor experiencia y responsabilidad sí los identifica, este resultado evidencia una comunicación limitada de esta información hacia los niveles operativos.
Ítem 2	El análisis de este ítem revela una deficiencia en la accesibilidad a la documentación operativa, pues la mayoría de los encuestados coinciden en que no hay hojas de trabajos disponibles en las áreas operativas. Esta situación impacta directamente en la consistencia, calidad y eficiencia de las operaciones que se realizan en el laboratorio.
Ítem 3	Al revisar los resultados obtenidos en este ítem se percibe que el personal considera que los procesos están pocos claros, lo que deja en evidencia una falta de estandarización operativa que afecta directamente a la consistencia de resultados. Esto refleja que existe la necesidad de documentar y comunicar efectivamente los métodos de trabajo para garantizar un proceso de calidad.
Ítem 4	Los resultados analizados revelan que el personal percibe la existencia de tareas innecesarias en las actividades que realiza, pero no hacen nada por eliminarlas y hacer que su trabajo siga el ritmo más óptimo posible, por ello se apunta a la necesidad de implementar una revisión sistemática de métodos. Este análisis permitiría optimizar el uso de recursos y eliminar actividades que no agreguen valor al proceso.
Ítem 5	La ausencia de estandarización de tiempos es una problemática que deriva del no conocimiento del procedimiento documentado por parte del personal, el hecho que el personal reporte que no hay tiempos definidos y que solo se basen en tiempos estimados para la realización de las actividades deja en evidencia la poca comunicación, la falta de control y medición de la eficiencia, lo que obstaculiza la iniciativa de implementar la mejora continua.
Ítem 6	El análisis de los resultados evidencia retrasos constantes en la producción de nauplios, en la mayoría de los casos se ocasionan debido a que deben hacer valer la garantía al cliente ya que este reporta un alto índice de mortalidad o la pérdida total del producto, a primera instancia se sugiere que esto se deba a fallas en la estandarización de los procesos y una ausencia de controles a lo largo de la producción lo que impacta directamente en la reputación, confiabilidad de la empresa y la eficiencia del sistema productivo.
Ítem 7	El personal percibe que la distribución de las fases productivas dentro del laboratorio afecta a la fluidez operativa, pues se percibe que existen largas distancias entre fases, esto afecta de manera directa a los reproductores al aumentar su nivel de estrés que puede afectar al proceso de reproducción.
Ítem 8	A través de este ítem se evalúa la capacidad de respuesta ante problemas ocurridos en la producción, los resultados indican la existencia de un sistema reactivo eficiente. Sin embargo, se sugiere implementar un control de parámetros y revisiones a lo largo del proceso de producción para detectar los problemas a tiempo, antes de que se produzcan pérdidas en la producción
Ítem 9	Los resultados de este ítem están directamente ligados con la consulta anterior, los encuestados respondieron de manera positiva, evidenciando una sólida cultura de documentación y análisis ligado a la capacidad de respuesta ante problemas, debido a que se documentan las medidas correctivas, y así evitar que estas incidencias se presenten en la siguiente producción.
Ítem 10	En este ítem que trata sobre la capacitación y aplicación de normas revela una situación contrastante, la mitad del personal respondió que trabaja en condiciones de alta vulnerabilidad con poca o nula capacitación, lo que explica directamente las deficiencias identificadas en la estandarización de procesos. Esta situación afecta principalmente al personal operativo.
Ítem 11	La disponibilidad de recursos e insumos muestra un desempeño aceptable, sin embargo, hay un margen de mejora dado que la mayoría reporta una disponibilidad superior al 80 % de las veces, sin embargo, hay ciertas ocasiones en las que se experimentan

	faltantes de insumos y recursos para el desarrollo de sus actividades. De manera que, la gestión de suministros no es completamente confiable, lo que puede contribuir a los retrasos en la producción afectando el flujo operativo.
Ítem 12	El control de recursos y suministros es una de las áreas más sólidas del proceso, los encuestados coinciden en que se ejerce un control sobre más del 80% de los insumos, revelando una gestión sistemática y consistente de los materiales, Esta fortaleza es fundamental para la eficiencia y la rentabilidad, lo que contrasta positivamente con otras áreas susceptibles a mejora en el diagnóstico inicial.
Ítem 13	La frecuencia de limpieza y mantenimiento evidencia la falta de estandarización en las prácticas de conservación, el (58,3 %) realiza estas actividades solo una vez por semana o menos lo que sugiere que no están integradas como parte fundamental la rutina operativa esto contribuye al deterioro de equipos y al entorno de trabajo.
Ítem 14	Con el análisis de este ítem se percibe que la organización de horarios es acogida de manera positiva por el personal, en su mayoría considera que los horarios son equilibrados, lo que constituye un clima laboral sin sobre cargas ni fatigas, permitiendo tener un buen desempeño por parte del personal
Ítem 15	El mantenimiento de los equipos refleja una gestión reactiva más que preventiva, el personal indica fallas menores de forma esporádica, situación que va de la mano con la práctica de cambiar los equipos cuando fallan y darle mantenimiento fuera del proceso de producción que intentarlo reparar para reincorporarla rápidamente. La implementación de un programa de mantenimiento preventivo reduciría significativamente las interrupciones por este tipo de fallas
Ítem 16	La organización del área de trabajo presenta un problema significativo, pues reportan que el área no cumple con lo ideal de tener solo los materiales necesarios, esta falta de disciplina organizacional en el espacio físico contribuye directamente a las interrupciones del flujo y a la ineficiencia, dificultando a la localización de herramientas, generando un entorno propicio a errores y mermas de tiempo.
Ítem 17	El aprovechamiento del tiempo de trabajo refleja un desempeño moderado, dado que la mayoría reporta un buen uso de su tiempo en actividades netamente relaciona con el trabajo, sin embargo, se identifica que las interrupciones identificadas en los ítems anteriores en conjunto a la desorganización de las áreas de trabajo afectan al tiempo productivo del personal.
Ítem 18	En este ítem se analiza el cumplimiento de las metas de producción, la mitad de las respuestas que se obtuvieron indican que solo se alcanza los objetivos trazados entre el 50 y 70 % de las veces, esta falta de confiabilidad en el desempeño es coherente con las deficiencias identificadas, esto afecta directamente al personal que releva las actividades en la noche teniendo que cumplir con actividades que no le corresponden.
Ítem 19	El personal indica que no se llevan registros para medir el desempeño operativo lo que indica que se desarrolla una gestión prácticamente a ciegas, esta carencia explica a dificultad para alcanzar metas consistentemente, la ausencia de registros para medir el desempeño es la falla más crítica identificada en el sistema ya que sin los controles debidos es imposible alcanzar mejoras efectivas.
Ítem 20	La tasa de mortandad de nauplios refleja un problema de calidad significativa, en su mayoría el personal encuestado reporta una mortandad superior al 12% lo que sugiere que el proceso operativo opera dentro de parámetros óptimos, pero se puede mejorar.

Nota. Elaborado por los autores con información recolectada del cuestionario.