



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

TEMA:

**“ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA
OPERATIVA EN LA EMPRESA MARTHILAB S.A., COMUNA PALMAR,
SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTORES:

**CAROL MIREYA GONZÁLEZ GONZABAY
KENETH VÍCTOR YAGUAL GARCÍA**

TUTOR

ING. GERARDO ANTONIO HERRERA BRUNETT, PhD.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2026

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

TEMA:

**“ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA
EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA MARTHILAB
S.A., COMUNA PALMAR, SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

CAROL MIREYA GONZÁLEZ GONZABAY

KENETH VÍCTOR YAGUAL GARCÍA

TUTOR:

ING. GERARDO ANTONIO HERRERA BRUNETT, PhD.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2026

CERTIFICACIÓN

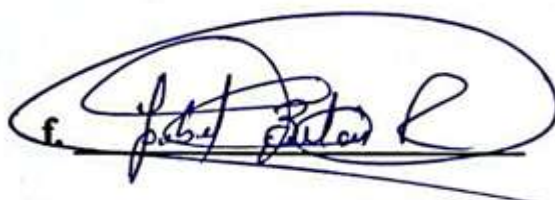
Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Carol Mireya González Gonzabay** y **Keneth Víctor Yagual García**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR

f. 

Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. 

Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos MSc.

La Libertad, a los 11 días del mes de Agosto del año 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD.

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA MARTHILAB S.A., COMUNA PALMAR, SANTA ELENA”, elaborado por CAROL MIREYA GONZÁLEZ GONZABAY y KENETH VÍCTOR YAGUAL GARCÍA estudiantes 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. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD.

La Libertad, a los 11 días del mes de Agosto del año 2026

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Carol Mireya González Gonzabay y Keneth Víctor Yagual García

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “**ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA MARTHILAB S.A., COMUNA PALMAR, SANTA ELENA**”, 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, a los días del mes de del año 2026

AUTORES:

f. 
Carol Mireya González Gonzabay

f. 
Keneth Víctor Yagual García

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Carol Mireya González Gonzabay y Keneth Víctor Yagual García

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación **“ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA MARTHILAB S.A., COMUNA PALMAR, SANTA ELENA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los días del mes de del año 2026

AUTORES:

f. 
Carol Mireya González Gonzabay

f. 
Keneth Víctor Yagual García

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema "Estudio de tiempos para la optimización de la eficiencia operativa en la empresa Marthilab S.A., comuna Palmar, Santa Elena" elaborado por González Gonzabay Carol Mireya y Yagual García Keneth Victor, egresados de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 2% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.



Certificado de análisis
Compilatio Magister JLPSE-ECU

TESIS CAROL-KENETH (16)-1

URL: <https://repositorio.universidadecarabobo.edu.ve/handle/123456789/12345>

2%

Textos no detectados

Nombre del archivo: Tesis Carol-Keneth (16)-1.pdf
Tamaño del archivo original: 1.2 MB
Número de palabras: 11.701

Deposito: 10/10/2023 10:00:00 AM
Fecha de depósito: 10/10/2023 10:00:00 AM
Tipo de carga: Manual
Fecha de fin de análisis: 10/10/2023 10:00:00 AM

Atentamente,

f.

Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD.

CERTIFICADO DE GRAMATOLO

VALIDACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

CERTIFICO

Que, he realizado la revisión y corrección del Trabajo de Integración Curricular para la obtención del título de Ingeniero/a Industrial con el tema: **“ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA MARTHILAB S.A., COMUNA PALMAR, SANTA ELENA”**. Ha sido desarrollado por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial: **GONZÁLEZ GONZABAY CAROL MIREYA** y **YAGUAL GARCÍA KENETH VÍCTOR** 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, MSc.
Magíster en Educación Básica
Correo: misabelp1017@gmail.com
C.C: 0605353143
Celular: 0969917044

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios nuestro creador quien es el que hace que todo lo imposible se haga posible, porque sin el no pudiera haber llegado hasta esta meta. Por darme salud y fuerzas para nunca decaer.

A mi mamá María Gonzabay por ser quien me motivó siempre y me inspiraba a seguir luchando por mis sueños, a mi papá Alberto Gonzalez que con sus palabras siempre me incentivaron a seguir luchando y así lograr ser una profesional.

A mi esposo Jorge Guale y mi hija Sofía Guale quienes durante estos años han sido mi mayor fortaleza e inspiración, por entenderme siempre y ser tan comprensibles conmigo.

A mi hermana y sobrinas que siempre confiaron en mi potencial y me motivaban para no dejar mis estudios.

A todos mis familiares y amigos de la universidad que de una u otra manera me apoyaron en todo este proceso.

Finalmente, a mis docentes quienes compartieron todos sus conocimientos a lo largo de la carrera, También a los amigos que encontré en el camino por su apoyo en momentos de crisis, juntos hemos crecido y madurado. Cada uno dejaron huellas muy lindas.

Carol Mireya González Gonzabay

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios por guiarme en estos años de estudio, por darme fortaleza en momentos difíciles ya que sin él no podría haber llegado hasta este logro.

A mi mamá María Gonzabay por ser mi apoyo fundamental desde el inicio y quien ha cuidado de mi hija para que yo así siga formándome como profesional y lograr ser ese orgullo para ella, a mi papá Alberto González quien a pesar de las dificultades nunca me dejó sola y siempre me ayudó de todas las maneras que pudo

A mi esposo Jorge Guale que desde el inicio de mi carrera me ha apoyado y entendido, quien me motivó a que retome mis estudios luego de tener a mi hija, quien confió plenamente en mí a lo largo de toda mi carrera.

A mi hija Sofia Carolina Guale, quien a su corta edad supo entender que mamá no podía estar siempre con ella, pero este logro es para ella, para que en el futuro tenga un ejemplo de mí que quien persevera puede alcanzar todo lo que se propone, que ser mamá, esposa, estudiante y emprendedora no es imposible.

A mi hermana Noemí, mis sobrinas Maite y Daniela, quienes de alguna u otra manera me ayudaron cuidando a mi hija para que yo estudie y confiaron en mí, a mis abuelitas Gloria y Ana, que con sus palabras me motivaron a seguir.

Finalmente, a mis docentes que con toda su dedicación me fueron formando como una gran Ingeniera Industrial para así seguir con ese legado.

Carol Mireya González Gonzabay

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios, por brindarme salud, fortaleza y sabiduría para superar cada desafío y permitirme culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis padres, Lady García y Víctor Hugo, por su amor, apoyo incondicional, esfuerzo y confianza. Gracias por acompañarme durante todo este proceso y por motivarme a seguir adelante para alcanzar mis objetivos.

A mis hermanas, Paula Yagual y Yazmary Yagual, por su cariño, apoyo y compañía durante este camino.

A mi novia, Damaris Bernal, por su comprensión, apoyo y motivación constante durante el desarrollo de este trabajo, especialmente en los momentos de mayor dificultad.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y a la carrera de Ingeniería Industrial, por brindarme los conocimientos y herramientas necesarias para mi formación académica y profesional.

De manera especial, expreso mi sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, Ing. Gerardo Herrera, por su orientación, paciencia, conocimientos y recomendaciones, que fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de esta investigación.

Agradezco también a Marthilab S.A., por brindarme la oportunidad de desarrollar este trabajo de investigación y facilitar el acceso a la información necesaria para realizar el estudio de tiempos orientado a la optimización de la eficiencia operativa.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, directa o indirectamente, contribuyeron con su apoyo, confianza y motivación para hacer posible la culminación de este proyecto.

KENETH VÍCTOR YAGUAL GARCÍA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para alcanzar esta importante meta en mi vida.

A mi mamá, Lady García, por su amor, apoyo incondicional, consejos y por estar siempre presente en cada etapa de mi formación. A mi papá, Víctor Hugo, por su esfuerzo, confianza y por enseñarme con su ejemplo el valor de la responsabilidad, el trabajo y la perseverancia.

A mis hermanas, Paula Yagual y Yazmary Yagual, por su cariño, compañía y por ser parte fundamental de mi vida. Gracias por estar presentes y compartir conmigo cada momento de este camino.

A mi novia, Damaris Bernal, por su amor, comprensión, apoyo y motivación durante este proceso. Gracias por acompañarme y brindarme palabras de ánimo en los momentos en los que más lo necesitaba.

Finalmente, dedico este logro a todas las personas que estuvieron presentes durante mi formación universitaria y que, de una u otra manera, contribuyeron a que pudiera alcanzar esta meta y culminar esta importante etapa de mi vida como Ingeniero Industrial.

KENETH VÍCTOR YAGUAL GARCÍA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, MSc.

DIRECTORA DE CARRERA

f. 

Ing. Víctor Matías Pillasagua MSc.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD.

DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Edison Noe Buenaño Buenaño, Mgtr.

DOCENTE UIC

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Personal de Marthilab S.A.	32
Tabla 2. Personal de la empresa Marthilab S.A.	38
Tabla 3. Instrumentos de recolección de datos.	41
Tabla 4. Variables de estudio.	42
Tabla 5. Operacionalización de la variable independiente.	43
Tabla 6. Operacionalización de la variable dependiente.	44
Tabla 7. Procedimiento para la recolección, tratamiento y resultados.	45
Tabla 8. Plan de análisis e interpretación de resultados.	46
Tabla 9. Revisión de instrumento de recolección de datos.	48
Tabla 10. Análisis de frecuencia por validación de expertos.	49
Tabla 11. Coeficiente de Omega de McDonald.	50
Tabla 12. Prueba de KMO y Barlett.	51
Tabla 13. Estadísticos de prueba de Kendall.	52
Tabla 14. Tabulación de datos obtenidos.	53
Tabla 15. Análisis descriptivo de las respuestas del cuestionario.	55
Tabla 16. Correlación de Pearson.	58
Tabla 17. Problemas preliminares identificados en el proceso productivo.	59
Tabla 18. Ficha de observación de tiempos de Recepción de nauplios.	61
Tabla 19. Ficha de observación de tiempos de Aclimatación.	62
Tabla 20. Ficha de observación de tiempos de Apertura de fundas y liberación.	63
Tabla 21. Ficha de observación de tiempos de Siembra.	64
Tabla 22. Ficha de observación de tiempos de Desarrollo larvario.	65
Tabla 23. Ficha de observación de tiempos de Alimentación.	65
Tabla 24. Ficha de observación de tiempos de Monitoreo y control.	66
Tabla 25. Ficha de observación de tiempos de Cosecha.	67
Tabla 26. Ficha de observación de tiempos de Clasificación y empaque.	68
Tabla 27. Ficha de observación de tiempos de Distribución.	69
Tabla 28. Resumen de tiempos promedio por etapa.	70
Tabla 29. DAP Recepción de nauplios.	71
Tabla 30. DAP Aclimatación.	72

Tabla 31.	73
Tabla 32. DAP Siembra.	74
Tabla 33. DAP Desarrollo larvario.	75
Tabla 34. DAP Alimentación.	76
Tabla 35. DAP Monitoreo y control.	77
Tabla 36. DAP Cosecha.	78
Tabla 37. DAP Clasificación y empaque.	79
Tabla 38. DAP Distribución.	80
Tabla 39. Resumen de DAP.	80
Tabla 40. Identificación de etapas críticas según tiempo de proceso.	82
Tabla 41. Problemas encontrados.	82
Tabla 42. Problema 1: Falta de estandarización de actividades operativas.	85
Tabla 43. Problema 2: Desorden de materiales y herramientas.	85
Tabla 44. Problema 3: Deficiencias de orden y limpieza.	86
Tabla 45. Clasificación de actividades según generación de valor.	87
Tabla 46. Resultado de la eficiencia operativa actual.	87
Tabla 47. Herramientas de mejora propuestas para cada problema identificado.	90
Tabla 48. Procesos incluidos en la estandarización.	91
Tabla 49. Propuesta de mejora mediante Ingeniería de Métodos.	92
Tabla 50. DAP Propuesta Recepción de nauplios.	93
Tabla 51. DAP Aclimatación.	95
Tabla 52. DAP Propuesta Apertura de fundas y liberación.	96
Tabla 53. DAP Propuesta Siembra.	97
Tabla 54. DAP Propuesta Desarrollo larvario.	99
Tabla 55. DAP Propuesta Alimentación.	100
Tabla 56. DAP Propuesta Monitoreo y control.	101
Tabla 57. DAP Propuesta Cosecha.	102
Tabla 58. DAP Propuesta Clasificación y empaque.	103
Tabla 59. DAP Propuesta Distribución.	105
Tabla 60. Resumen Propuesta DAP.	106
Tabla 61. Estructura de los procedimientos operativos estandarizados.	106
Tabla 62. Reducción de actividades mediante la estandarización de procedimientos operativos.	108
Tabla 63. Balanceo de cargas de trabajo en el escenario propuesto.	109

Tabla 64. Efecto de la reducción de tiempos sobre la capacidad operativa equivalente.	111
Tabla 65. Escala de valoración de 5´S.	113
Tabla 66. Evaluación 5´S inicial.	113
Tabla 67. Resumen de la evaluación inicial 5´S.	115
Tabla 68. Formato de tarjeta roja.	117
Tabla 69. Control de tarjetas rojas en el área de producción de larvas – MARTHILAB S.A.	118
Tabla 70. Criterios para ordenar objetos en el área de producción de larvas.	120
Tabla 71. Destino de objetos necesarios según su frecuencia de uso en la producción de larvas.	120
Tabla 72. Evaluación 5´S final.....	123
Tabla73. Resumen de evaluación final 5´S.....	125
Tabla 74. Comparación de la situación actual y la propuesta de mejora.	127
Tabla 75. Productos finales para la estandarización del proceso productivo.....	131
Tabla 76. Presupuesto de la propuesta de mejora.	132
Tabla 77. Cálculo del flujo de fondo.....	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasos para realizar el mapeo sistemático.	26
Figura 2. Diagrama incorporado en el mapeo sistemático.....	27
Figura 3. Enfoques utilizados en los artículos seleccionados.	28
Figura 4. Metodologías utilizadas en los estudios seleccionados.	28
Figura 5. Protocolo de investigación.	29
Figura 6. Organigrama estructural de Marthilab S.A.	33
Figura 7. Diagrama de flujo del proceso productivo de Marthilab S.A.....	33
Figura 8. Diseño de la investigación.....	35
Figura 9. Protocolo metodológico de optimización de eficiencia operativa.....	36
Figura 10. Procedimiento metodológico.....	36
Figura 11. Fases de la metodología para la validación de instrumento.	39
Figura 12. Etapas de la metodología Ábaco de Régnier.....	41
Figura 13. Diagrama de flujo del proceso productivo de Marthilab S.A.....	60
Figura 14. Diagrama de Pareto de los problemas encontrados.....	83
Figura 15. Diagrama de Ishikawa.	84
Figura 16. Simulación de la situación actual del proceso productivo.	89
Figura 17. Representación visual de la auditoría 5´S inicial.	115
Figura 18. Representación visual de la auditoría 5´S final.	125
Figura 19. Simulación de la situación propuesta del proceso productivo.	126

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fusión de bases de datos.	148
Anexo 2. Elaboración de gráficas en Bibliometrix.....	148
Anexo 3. Criterios de inclusión y exclusión.....	148
Anexo 4. Cantidad de documentos encontrados.....	149
Anexo 5. Criterios de elegibilidad.....	149
Anexo 6. Mapa bibliométrico de países con mayor aporte científico.	150
Anexo 7. Red bibliométrica de palabras clave.	150
Anexo 8. Documentos obtenidos en el mapeo sistemático.....	150
Anexo 9. Instrumento de recolección de datos.....	152
Anexo 10. Validación de expertos.....	153
Anexo 11. Formato de validación de instrumento de recolección de datos.	154
Anexo 12. Tabulación de datos en SPSS Statistics 25.	155
Anexo 13. Cálculo Coeficiente Omega de McDonald.	155
Anexo 14. Prueba KMO y Barlett.	155
Anexo 15. Estadísticos de prueba de Kendall.	156
Anexo 16. Verificación de hipótesis.....	156
Anexo 17. Levantamiento de información.	156
Anexo 18. Aplicación de la técnica observación directa.....	157
Anexo 19. Aplicación de instrumento de recolección de datos.....	157

“ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA MARTHILAB S.A., COMUNA PALMAR, SANTA ELENA”

Autores: Carol Mireya González Gonzabay

Keneth Víctor Yagual García

Tutor: Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar un estudio de tiempos para optimizar la eficiencia operativa en la empresa MARTHILAB S.A., ubicada en la comuna Palmar, provincia de Santa Elena. Para ello, se aplicó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental, empleando herramientas de la ingeniería de métodos como el estudio de tiempos, diagramas de procesos, análisis de actividades, metodología 5S y simulación mediante FlexSim. El diagnóstico permitió identificar tiempos improductivos y deficiencias relacionadas con el orden, la limpieza y la estandarización de las actividades. Como propuesta de mejora se implementó la metodología 5S, se establecieron tiempos estándar y se diseñaron procedimientos operativos estandarizados para optimizar el proceso de producción de larvas. Los resultados evidenciaron un incremento del cumplimiento de la metodología 5S del 45% al 90%, una reducción del tiempo total del proceso de 314,41 minutos a 279,04 minutos, equivalente al 11,25 %, y un aumento de la eficiencia operativa del 81,93% al 91,89%. Adicionalmente, la simulación permitió validar el comportamiento del sistema propuesto, mientras que la evaluación financiera demostró la viabilidad de la implementación. Se concluye que la aplicación del estudio de tiempos constituye una alternativa efectiva para mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la competitividad de la empresa.

Palabras clave: *Estudio de tiempos, eficiencia operativa, ingeniería de métodos, metodología 5S, producción de larvas.*

“TIME STUDY FOR OPTIMIZING OPERATIONAL EFFICIENCY AT MARTHILAB S.A., PALMAR DISTRICT, SANTA ELENA”

Authors: Carol Mireya González Gonzabay

Keneth Víctor Yagual García

Tutor: Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD.

ABSTRACT

The objective of this research was to develop a time study to optimize the operational efficiency of MARTHILAB S.A., located in the Palmar community, Santa Elena Province. A quantitative approach with a non-experimental research design was adopted, applying industrial engineering tools such as time study, process diagrams, activity analysis, the 5S methodology, and process simulation using FlexSim. The diagnosis identified non-value-added activities, unproductive time, and deficiencies related to workplace organization, cleanliness, and process standardization. As an improvement proposal, the 5S methodology was implemented, standard times were established, and standardized operating procedures were developed to optimize the shrimp larvae production process. The results showed an improvement in the 5S audit score from 45% to 90%, a reduction in the total process time from 314.41 minutes to 281.63 minutes, representing a 10.43% decrease, and an increase in operational efficiency from 81.93% to 88.31%. Furthermore, the simulation validated the performance of the proposed production system, while the financial evaluation demonstrated the feasibility of the proposed improvements. It is concluded that the implementation of a time study is an effective strategy to improve operational efficiency and strengthen the competitiveness of MARTHILAB S.A.

Keywords: *time study; operational efficiency; methods engineering; 5S methodology; shrimp larvae production.*

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la eficiencia operativa se ha consolidado como un factor clave para la competitividad y sostenibilidad de las organizaciones en entornos industriales cada vez más exigentes. En este contexto, la adecuada gestión de los recursos productivos y de la información asociada a los activos industriales resulta fundamental para garantizar la continuidad de las operaciones y mejorar el desempeño organizacional, especialmente frente a desafíos relacionados con la calidad, accesibilidad y coherencia de los datos en los procesos productivos (Pakkala et al., 2024). En complemento, diversas investigaciones evidencian que la aplicación sistemática de técnicas de medición del trabajo y estudio de tiempos permite identificar ineficiencias, reducir tiempos de ciclo y mejorar significativamente la productividad, con incrementos que pueden oscilar entre el 10 % y el 30 % en el rendimiento laboral (Fajar-Ramadán et al., 2024).

Según Jaime-Muñiz & Jimber-del Río (2025), en Latinoamérica el sector acuícola y pesquero ha mantenido una participación relevante en las economías de la región, evidenciando una relación positiva entre la producción y la inversión extranjera, lo que refleja su importancia estratégica en el desarrollo económico regional. Por otro lado, la adopción de tecnologías emergentes en la acuicultura, como la inteligencia artificial y el internet de las cosas, ha permitido mejorar el monitoreo y control de variables críticas en la producción de camarón, especialmente en etapas sensibles como la producción de larvas, optimizando los niveles de productividad y reduciendo la dependencia de mano de obra (Hsieh et al., 2024). Sin embargo, a pesar de estos avances, aún persisten desafíos relacionados con la eficiencia en el uso de recursos y la gestión operativa dentro de los sistemas acuícolas, lo que limita el aprovechamiento óptimo de su capacidad productiva.

Según Terreros-Ponce (2025), el sector camaronero en Ecuador se ha consolidado como una de las principales actividades productivas del país, destacándose por la incorporación de tecnologías como los sistemas automatizados de alimentación y monitoreo de la calidad del agua para mejorar la eficiencia productiva. Por otro lado, existen limitaciones en la cadena productiva, especialmente en la producción larvaria, donde la gestión de la distribución y el traslado influyen directamente en los costos y en la eficiencia operativa (Rodríguez-Balón, 2023). De acuerdo con Malatay-González et al., (2024), la implementación de herramientas tecnológicas como la inteligencia artificial permite optimizar los procesos productivos, mejorar el control de variables y fortalecer la competitividad del sector camaronero ecuatoriano.

No obstante, se evidencia un vacío de conocimiento relacionado con la ausencia de estudios técnicos que analicen de manera sistemática los tiempos de ejecución de las actividades, así como la falta de información estandarizada que permita evaluar el desempeño real de los procesos. Esta carencia limita la identificación precisa de ineficiencias, como tiempos improductivos, variabilidad en la ejecución de tareas y deficiencias en la organización del trabajo, lo que dificulta la toma de decisiones basada en datos y la implementación de mejoras efectivas en la empresa. En este sentido, resulta necesario desarrollar una investigación que permita generar información confiable mediante la aplicación de un estudio de tiempos, contribuyendo a la identificación de factores que afectan el desempeño operativo. De esta manera, se busca cerrar la brecha existente en el conocimiento sobre la gestión del tiempo en los procesos productivos del laboratorio, estableciendo bases técnicas que permitan optimizar las operaciones, mejorar el uso de los recursos y fortalecer la eficiencia operativa de Marthilab S.A.

Alcance de investigación

El alcance de la presente investigación es de tipo descriptivo y correlacional, ya que busca, en primera instancia, describir la situación actual de los procesos productivos en la empresa Marthilab S.A., mediante el análisis de tiempos, actividades y desempeño del personal en las distintas fases del cultivo larvario. Asimismo, tiene un alcance correlacional al establecer la relación entre la aplicación del estudio de tiempos y la eficiencia operativa, permitiendo identificar cómo la medición, análisis y estandarización de los procesos influyen en el rendimiento productivo. De esta manera, la investigación no solo caracteriza el estado actual de la empresa, sino que también proporciona bases técnicas para la mejora de sus operaciones.

Formulación del problema de investigación

En base al planteamiento del problema se establece las siguientes preguntas:

¿De qué manera el estudio de tiempos contribuirá a la optimización de la eficiencia operativa en la empresa Marthilab S.A., comuna Palmar, Santa Elena?

¿Cuál es el estado del conocimiento sobre el estudio de tiempos y la eficiencia operativa a partir de un análisis bibliométrico de la literatura científica?

¿Qué métodos y técnicas de recolección de datos permiten estructurar la base metodológica para evaluar la eficiencia operativa en la empresa Marthilab S.A.?

¿Qué factores influyen en la demora de los procesos productivos a partir de la aplicación de un estudio de tiempos en la empresa de estudio?

Objetivos

Objetivo general

Optimizar la eficiencia operativa mediante un estudio de tiempos en la empresa Marthilab S.A., Comuna Palmar, Santa Elena.

Objetivos específicos

- OE1: Argumentar las variables de investigación mediante la aplicación de un análisis bibliométrico para el sustento del marco teórico.
- OE2: Desarrollar la base metodológica mediante métodos y técnicas de recolección de datos que orienten a la obtención de los resultados de la investigación.
- OE3: Determinar los factores que inciden en el retraso de los procesos mediante un estudio de tiempos para la optimización de la eficiencia operativa en la empresa de estudio.

Justificación

La mejora de la eficiencia operativa y la productividad es **importante** para el desarrollo y competitividad de las organizaciones, especialmente en entornos donde los procesos no se encuentran estandarizados. En este contexto, el estudio de tiempos se posiciona como una herramienta clave dentro de la ingeniería industrial, al permitir analizar y controlar la ejecución de las actividades productivas. El estudio realizado por Varela-Pérez & López-Ortega (2024) evidencia que la ausencia de registros de tiempos y la falta de estandarización generan descontrol y variabilidad en las operaciones, afectando directamente el desempeño del sistema productivo. Asimismo, demuestra que la aplicación de un estudio de tiempos permite optimizar los procesos, mejorar la organización del trabajo y contribuir significativamente al incremento de la productividad. En este sentido, la presente investigación se justifica por su **importancia práctica**, ya que la aplicación de esta herramienta en Marthilab S.A. permitirá analizar y mejorar la eficiencia operativa de sus procesos productivos, contribuyendo a un mejor uso de los recursos y al fortalecimiento de su desempeño.

El mejoramiento de la eficiencia operativa no solo impacta el desempeño interno de las organizaciones, sino que también **trasciende** en repercusiones significativas a nivel económico y sectorial. Según Nurmalasari (2025), la eficiencia operativa influye directamente en el desempeño financiero de las empresas, evidenciando que una adecuada gestión de los costos operativos permite mejorar la rentabilidad y sostenibilidad empresarial. En este sentido, la optimización de los procesos productivos se convierte en un factor clave para fortalecer la competitividad en entornos altamente dinámicos. Por tanto, la presente investigación adquiere **relevancia** no solo para la empresa Marthilab S.A., sino también para el sector acuícola de la provincia de Santa Elena, al promover la mejora de la eficiencia operativa.

La **originalidad** de la presente investigación radica en la aplicación del estudio de tiempos en un laboratorio de producción de larvas de camarón, específicamente en la empresa Marthilab S.A., ubicada en la comuna Palmar, provincia de Santa Elena. Si bien existen estudios relacionados con la medición del trabajo y el análisis de tiempos en entornos industriales, estos se han enfocado principalmente en sectores manufactureros tradicionales o en la incorporación de tecnologías avanzadas como la industria 4.0. De acuerdo con Amorim et al., (2025), las investigaciones actuales se orientan hacia el uso de herramientas digitales para optimizar el análisis de tiempos y movimientos, lo que evidencia la evolución de estas metodologías en contextos específicos.

La presente investigación es **viable** debido a la disponibilidad de información relacionada con los procesos productivos del laboratorio Marthilab S.A., así como al acceso a las áreas operativas donde se desarrollan las actividades de producción larvaria. Asimismo, se cuenta con los recursos necesarios para la aplicación del estudio de tiempos, tales como instrumentos de medición, formatos de registro y herramientas metodológicas propias de la ingeniería industrial.

Los **beneficiarios directos** de la investigación serán la empresa Marthilab S.A. y su personal operativo y administrativo, ya que contarán con información precisa sobre los tiempos de ejecución de sus procesos, lo que permitirá mejorar la organización del trabajo, optimizar recursos y elevar la eficiencia operativa. De manera **indirecta**, se beneficiará el sector acuícola de la provincia de Santa Elena, al disponer de un estudio que puede servir como referencia para la mejora de procesos en otros laboratorios de producción de larvas de camarón. Asimismo, la investigación contribuirá al ámbito académico, proporcionando un antecedente relevante para futuros estudios relacionados con la aplicación de herramientas de ingeniería industrial.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

El estudio desarrollado por Andrade-Chamorro (2025) tuvo como objetivo realizar un estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia y reducir los tiempos de ejecución en los procesos operativos de una empresa de mantenimiento automotriz. La metodología se fundamentó en la aplicación de la ingeniería de métodos y la medición del trabajo, utilizando la técnica de observación directa para el registro de tiempos y movimientos, además del desarrollo de las ocho etapas propias del estudio de tiempos. Los resultados evidenciaron que, mediante la reorganización del área de trabajo, la combinación de tareas y la capacitación del personal, se logró una reducción del tiempo estándar del 22,68 %, así como un incremento del 12 % en la eficiencia de la línea y un aumento en la capacidad de servicio.

Por otro lado, la investigación desarrollada por Henriquez-Muñoz et al., (2025), tuvo como objetivo determinar la influencia de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la eficiencia operativa de una empresa panificadora de Nuevo Chimbote. La metodología correspondió a un estudio aplicado con diseño preexperimental de tipo pre y post test, en el cual se implementaron herramientas como 5S, Poka-Yoke y Just in Time, considerando una muestra de 348 lotes seleccionados mediante muestreo estratificado. Los resultados evidenciaron que la eficiencia operativa se incrementó de 67,46 % a 79,37 %, logrando una mejora del 17,65 %, además de una reducción del 62,7 % en desperdicios y la eliminación del 84,6 % de materiales innecesarios, lo que se tradujo también en un incremento de la rentabilidad.

Finalmente, el estudio de Vallejo-Gallardo & Estrella-Vargas (2025) tuvo como objetivo incrementar la eficiencia de la línea de producción de cobijas en la empresa Neymatex, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería de métodos y el uso de estudio de tiempos y movimientos, apoyado en simulación con el software FlexSim. Metodológicamente, se realizó la observación directa del proceso productivo y la recolección sistemática de datos operativos a partir de 14 ciclos de producción completos, lo que permitió construir un modelo de simulación digital para evaluar distintos escenarios de mejora. El análisis del flujo de producción, que comprende las etapas de selección de materiales, corte, costura, inspección y almacenado, evidenció un tiempo promedio de 103 minutos por lote estándar. Entre los

resultados, la simulación mostró que la incorporación de una segunda máquina overlock y la reorganización de los puestos de trabajo permitirían incrementar la capacidad productiva de 6 a 11 lotes diarios.

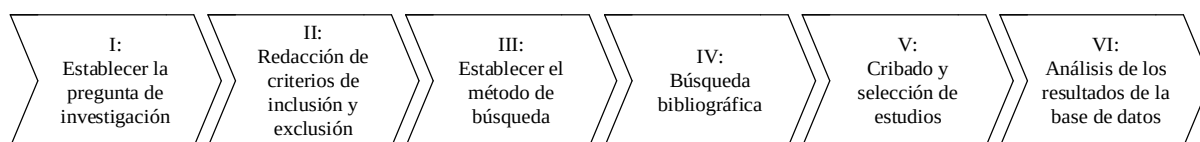
Con base en los antecedentes analizados, se evidencia que la aplicación del estudio de tiempos y de diversas herramientas de mejora de procesos permite optimizar la eficiencia operativa, reducir tiempos improductivos y fortalecer la productividad en distintos contextos industriales. En este sentido, se hace necesario desarrollar un análisis aplicado que permita identificar y evaluar los tiempos de ejecución en los procesos productivos de la empresa Marthilab S.A., con el propósito de establecer mejoras orientadas a la optimización de sus operaciones.

1.2. Estado del arte

Para realizar la revisión de la literatura, se adoptó el protocolo metodológico planteado por Wohin et al., (2020), el cual propone un mapeo sistemático estructurado en seis etapas que facilitan el análisis organizado y riguroso de la evidencia científica. De acuerdo con estos autores, el proceso comienza con la formulación de la pregunta de investigación y culmina con la interpretación de los resultados obtenidos como lo indica la Figura 1.

Figura 1.

Pasos para realizar el mapeo sistemático.



Nota. Elaborado por los autores.

Establecer la pregunta de investigación: *¿Cómo la herramienta estudio de tiempos influye en la eficiencia operativa de Marthilab S.A.?* De esta manera se consiguió la delimitación de las variables, los términos de búsqueda y de los operadores booleanos And y OR para la estructuración de la estrategia a seguir (Ver Anexos 1 y 2).

Redacción de criterios de inclusión y exclusión: Se dio prioridad a estudios (inglés y español) actuales, que conlleven a la aplicación de la metodología estudio de tiempos en la eficiencia operativa. Además, excluir archivos que no presenten una metodología clara y estudios repetidos.

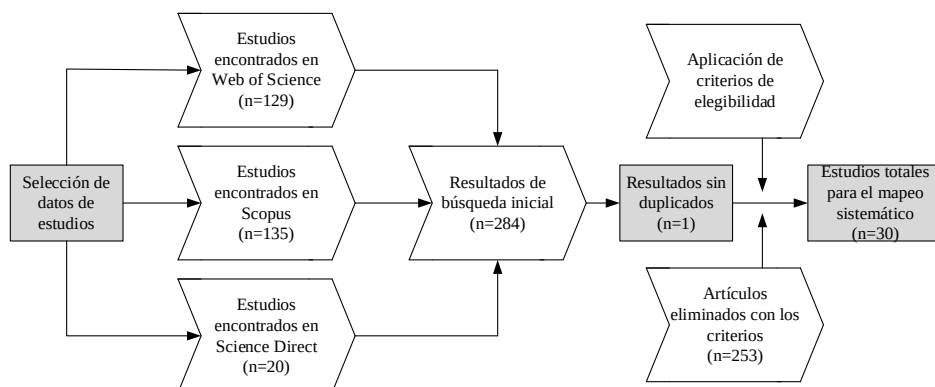
Establecer el método de búsqueda: La identificación de los artículos científicos se realizó mediante la utilización de palabras clave específicas como “Time study” y “operational efficiency”, seleccionadas por su relación directa con las variables de estudio. La búsqueda se llevó a cabo en bases de datos académicas de alto impacto como Web of Science, Scopus y ScienceDirect, garantizando la calidad y rigurosidad de las fuentes consultadas.

Búsqueda bibliográfica: Se recopilaron y organizaron los artículos previamente seleccionados, asegurando que estos correspondan a estudios recientes, relevantes y alineados con la temática de investigación. Para ello, se verificó la pertinencia de cada documento en función de su relación con el estudio de tiempos y la eficiencia operativa, así como su aporte metodológico y resultados obtenidos. Este proceso permitió consolidar una base teórica sólida y confiable, compuesta por investigaciones actuales y de calidad, que sirven de sustento para el desarrollo del estudio (ver Anexo 3).

Cribado y selección de estudios: Se eliminaron los artículos repetidos, reduciendo un total de a como lo indica la Figura 2. Luego, mediante la aplicación de los criterios de elegibilidad, se descartaron artículos, quedando un total de 30 artículos para el análisis final (Ver Anexo 6).

Figura 2.

Diagrama incorporado en el mapeo sistemático.



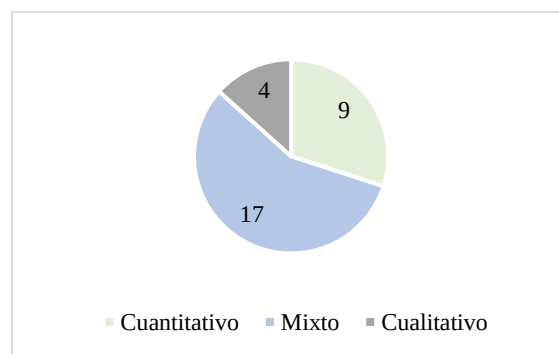
Nota. Elaborado por los autores.

Análisis de los resultados de la base de datos: Mediante la revisión de los 30 artículos, se identificaron los enfoque, metodologías y técnicas en base al estudio de tiempos más utilizadas como: Evaluación de indicadores (KPI), estandarización de tiempos, listas de verificación y la estandarización de procesos, los cuales sirvieron para el cumplimiento de los objetivos de estudio.

La Figura 3 presenta la distribución de los enfoques metodológicos utilizados en los 30 artículos analizados. Se observa un predominio del enfoque mixto, con 17 estudios, seguido del enfoque cuantitativo con 9 investigaciones, mientras que el enfoque cualitativo es el menos empleado, con solo 4 artículos. Estos resultados evidencian una tendencia en la literatura a combinar métodos cuantitativos y cualitativos, lo que permite un análisis más integral de los procesos estudiados, especialmente en investigaciones orientadas en el estudio de tiempos.

Figura 3.

Enfoques utilizados en los artículos seleccionados.

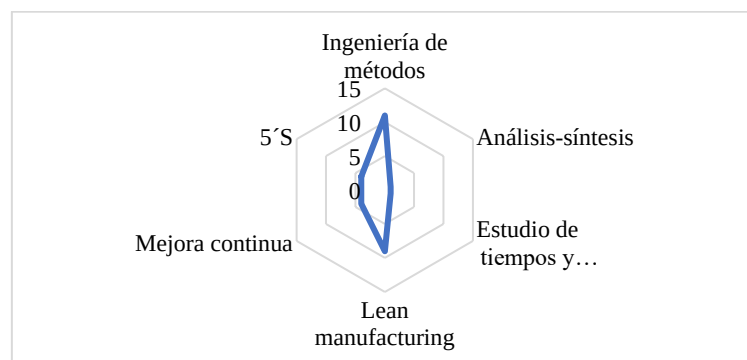


Nota. Elaborado por los autores.

La Figura 4 muestra la distribución de las metodologías empleadas en los 30 artículos analizados. Se evidencia una mayor presencia de la ingeniería de métodos, con 11 estudios, seguida de Lean Manufacturing con 9 investigaciones. En menor medida se identifican las metodologías de mejora continua y 5S, con 4 artículos cada una, mientras que el análisis-síntesis y el estudio de tiempos y movimientos presentan una participación mínima, con un artículo respectivamente.

Figura 4.

Metodologías utilizadas en los estudios seleccionados.



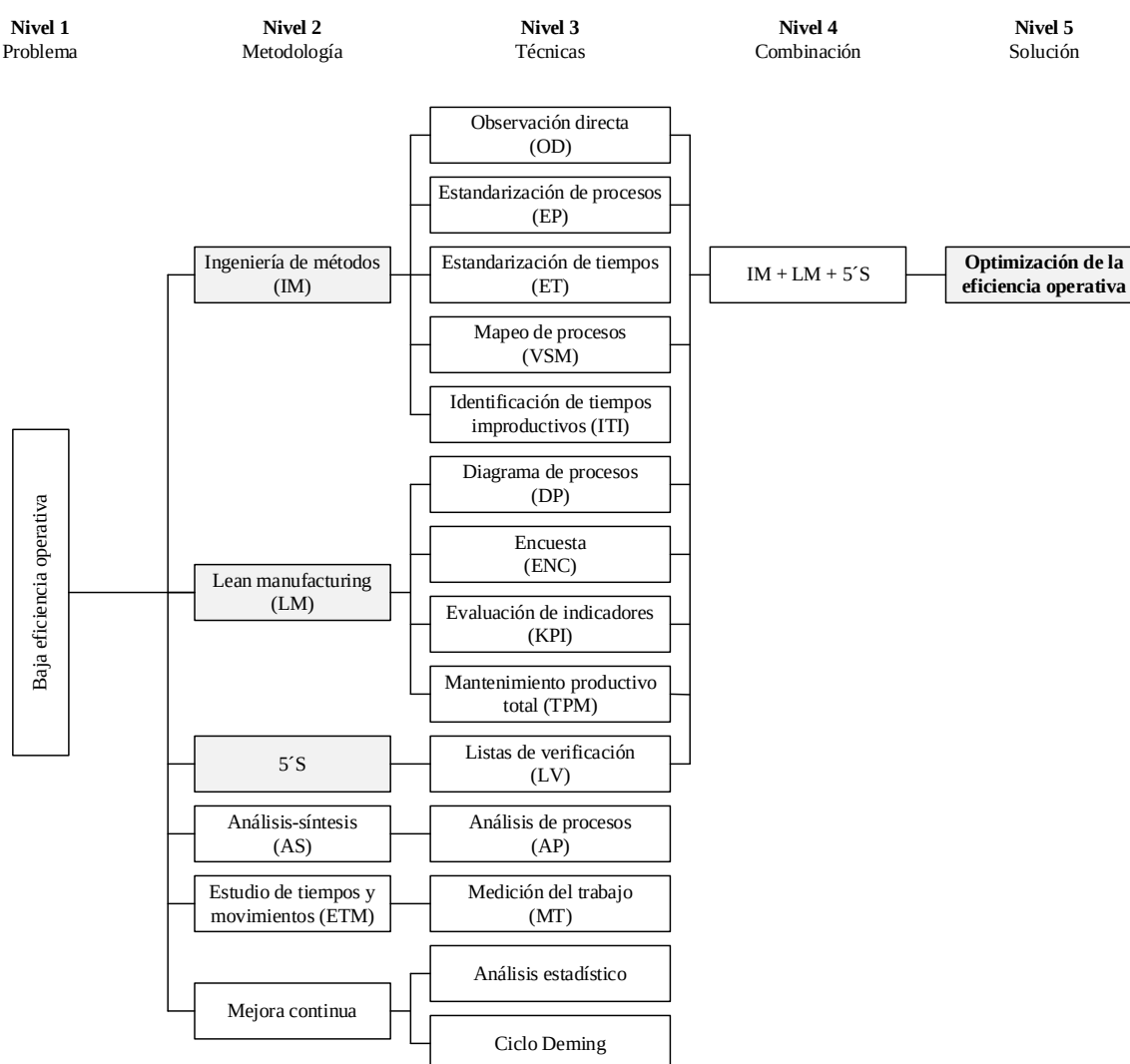
Nota. Elaborado por los autores.

Protocolo de la investigación

Tras la revisión de literatura sobre la eficiencia operativa, se identificó que diversas metodologías, entre ellas la ingeniería de métodos, lean manufacturing, 5S, el estudio de tiempos y movimientos, el análisis-síntesis y la mejora continua, comparten el objetivo de optimizar los procesos productivos, reducir tiempos improductivos y mejorar el desempeño organizacional. Cada una de estas metodologías integra técnicas específicas que permiten analizar, medir y estandarizar las operaciones dentro de un sistema productivo. En la Figura 5 se presenta la estructuración del protocolo de investigación organizado en cinco niveles, lo que facilita su comprensión y aplicación.

Figura 5.

Protocolo de investigación.



Nota. Elaborado por los autores.

En el nivel 1 se establece el problema central de la investigación: la baja eficiencia operativa, evidenciada en la presencia de tiempos improductivos, falta de estandarización y deficiencias en la organización de los procesos. El nivel 2 presenta las metodologías utilizadas, donde la ingeniería de métodos se enfoca en el análisis y mejora de los métodos de trabajo; lean manufacturing busca la eliminación de desperdicios; la metodología 5S promueve el orden y la limpieza en el área de trabajo; el estudio de tiempos y movimientos permite medir y establecer tiempos estándar; el análisis-síntesis facilita la comprensión estructurada de los procesos; y la mejora continua impulsa la optimización constante de las operaciones.

Posteriormente, en el nivel 3 se agrupan las técnicas empleadas en cada metodología. Dentro de la ingeniería de métodos se incluyen la observación directa, la estandarización de procesos, la estandarización de tiempos, el mapeo de procesos (VSM), la identificación de tiempos improductivos y los diagramas de procesos. Por su parte, lean manufacturing incorpora la encuesta y la evaluación de indicadores (KPI), así como el mantenimiento productivo total (TPM). La metodología 5S utiliza listas de verificación para el control y seguimiento; el análisis-síntesis se apoya en el análisis de procesos; el estudio de tiempos y movimientos emplea la medición del trabajo; y la mejora continua integra el análisis estadístico y el ciclo Deming (PHVA) como base para la toma de decisiones.

En el nivel 4 se establece la combinación de las metodologías y técnicas más relevantes, seleccionadas en función de su frecuencia y aplicabilidad en la literatura revisada. En este caso, se integran la ingeniería de métodos, lean manufacturing y la metodología 5S, permitiendo articular el análisis de procesos, la medición del trabajo, la evaluación de indicadores y la organización del entorno laboral. Esta combinación metodológica facilita una visión integral del sistema productivo, orientada a la identificación de ineficiencias, reducción de tiempos improductivos y mejora del desempeño operativo.

Finalmente, en el nivel 5, la integración de estas metodologías y técnicas da lugar a una propuesta orientada a la optimización de la eficiencia operativa. A través de la aplicación conjunta de herramientas de análisis, medición, control y mejora continua, se busca estandarizar los procesos, optimizar el uso de los recursos y fortalecer la productividad del sistema. De esta manera, el protocolo planteado constituye una base sólida para el desarrollo de soluciones técnicas que contribuyan al mejoramiento del desempeño organizacional en el contexto de estudio.

1.3. Fundamentos teóricos

Estudio de tiempos: El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo que permite analizar la duración de las actividades realizadas dentro de un proceso productivo, con el fin de evaluar la productividad y el uso eficiente de los recursos. A través de la recopilación y registro sistemático de los tiempos de ejecución, esta herramienta facilita la identificación de cargas de trabajo, niveles de desempeño y posibles desequilibrios operativos que afectan la eficiencia organizacional (Varela-Pérez & López-Ortega, 2024).

Eficiencia operativa: Según (Al Doghan & Sundram, 2023), la eficiencia operativa se define como la capacidad de una organización para utilizar de manera óptima sus recursos, procesos y capacidades internas con el fin de maximizar su desempeño y generar resultados sostenibles. En este sentido, no solo influye en la reducción de costos y mejora de la productividad, sino que también impacta directamente en la capacidad de innovación de las empresas, al permitir una mejor gestión de sus operaciones y el fortalecimiento de su competitividad en entornos dinámicos.

Lean manufacturing: Según (Valencia-Jarama et al., 2025), el Lean Manufacturing es un enfoque sistémico de gestión orientado a la mejora continua de los procesos productivos, cuyo propósito es optimizar la calidad de los productos mediante la eliminación de actividades que no agregan valor. Este modelo permite a las organizaciones reducir desperdicios, minimizar pérdidas de producción y cumplir con los plazos establecidos, contribuyendo a una mayor eficiencia operativa y competitividad empresarial.

5's: La metodología 5S es una herramienta de mejora continua orientada a la organización, orden y limpieza del lugar de trabajo, con el objetivo de optimizar el uso del espacio, reducir tiempos improductivos y mejorar la eficiencia operativa. Su aplicación permite establecer un entorno laboral más seguro, estructurado y productivo, contribuyendo a la disminución de pérdidas, daños en materiales y riesgos asociados a la desorganización (Balseca-Balseca & Echeverría-Padilla, 2025).

Ingeniería de métodos: es una disciplina del estudio del trabajo que se enfoca en el análisis sistemático y crítico de los métodos utilizados en los procesos productivos, con el propósito de optimizarlos mediante la aplicación de herramientas como diagramas y gráficos, permitiendo así reducir tiempos improductivos y mejorar la eficiencia operativa en las organizaciones (Yagual-Borbor, 2022).

1.4. Descripción del sistema productivo actual

El sistema productivo actual de Marthilab S.A. está orientado a la producción y desarrollo de larvas de camarón en condiciones controladas, comprendiendo las actividades que se ejecutan desde la recepción de los nauplios hasta la obtención y comercialización de postlarvas destinadas a diferentes unidades de cultivo acuícola. El ciclo productivo tiene una duración aproximada de 25 días, período durante el cual se realizan actividades de aclimatación, siembra, alimentación, monitoreo y control del crecimiento larvario.

Personal involucrado

El laboratorio cuenta con 28 trabajadores, organizados de la siguiente manera:

Tabla 1.

Personal de Marthilab S.A.

Personal	Cantidad	Funciones principales
Otros empleados	18	Apoyo en logística, limpieza, mantenimiento y administración general.
Operarios de producción	6	Manejo de tanques, alimentación de larvas, control de parámetros.
Técnicos	2	Monitoreo de agua, control de calidad, asistencia en procesos de siembra.
Biólogo	1	Supervisión científica del desarrollo larvario, análisis de indicadores de crecimiento y supervivencia.
Gerente General	1	Encargado de los procesos en general

Nota. Elaborado por los autores.

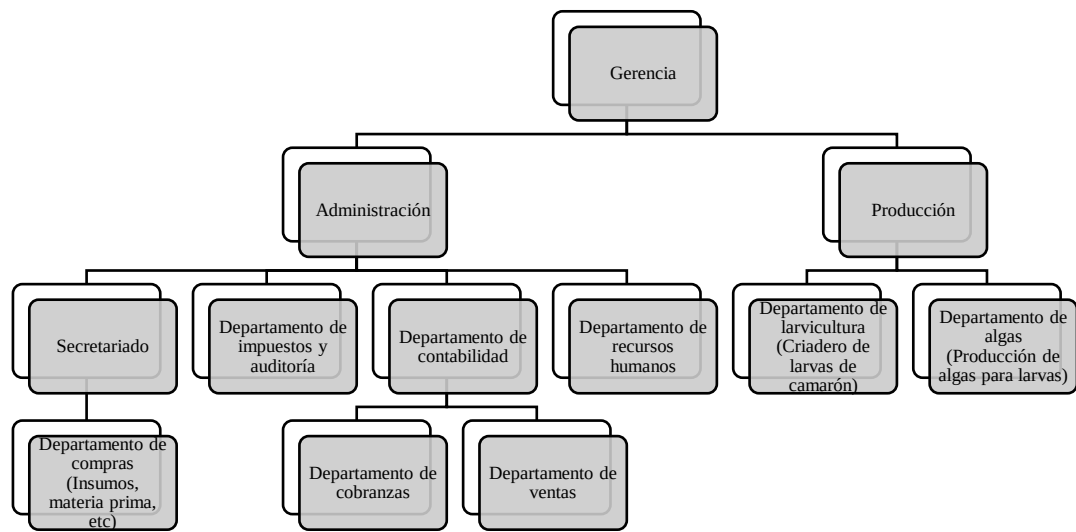
La estructura organizacional de la empresa se encuentra encabezada por la gerencia, responsable de la dirección general y la toma de decisiones estratégicas como se muestra en la Figura 6.

De la gerencia dependen dos áreas principales: administración y producción.

- Área de administración: encargada de la gestión administrativa y financiera, conformada por los departamentos de secretariado (gestión documental y apoyo administrativo), impuestos (cumplimiento tributario), contabilidad (registro y control financiero) y recursos humanos (gestión del personal y desarrollo organizacional).
- Área de producción: dedicada a las operaciones productivas, compuesta por el departamento de larvicultura manejo y cultivo de larvas de camarón).

Figura 6.

Organigrama estructural de Marthilab S.A.

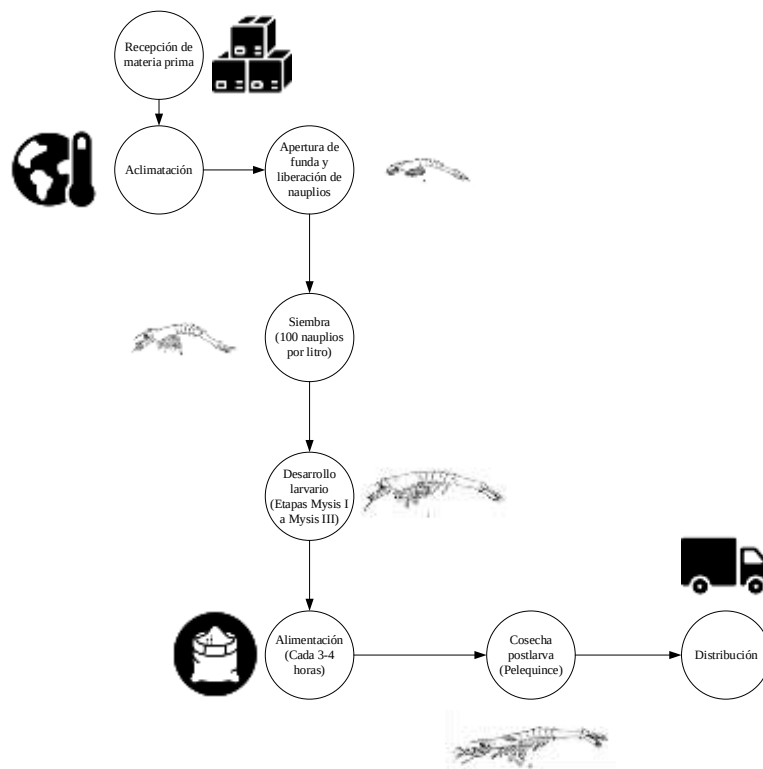


Nota. Elaborado por los autores en base a la información de la empresa.

Proceso de producción

Figura 7.

Diagrama de flujo del proceso productivo de Marthilab S.A.



Nota. Elaborado por los autores.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

2.1. Enfoque de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que se orienta a la medición y análisis de variables relacionadas con el estudio de tiempos y la eficiencia operativa. Para sustentar teóricamente estas variables, se realizó un mapeo sistemático de la literatura científica, que permitió examinar investigaciones previas e identificar metodologías, técnicas y herramientas empleadas en la medición del trabajo, la estandarización de procesos y la optimización del desempeño productivo. A partir de este análisis, se determinó la aplicación de la ingeniería de métodos como base metodológica para abordar la problemática operativa de la empresa Marthilab S.A., permitiendo analizar, medir y mejorar sus procesos productivos mediante la obtención y análisis de datos cuantificables.

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se orienta a la recopilación, medición y análisis de datos numéricos relacionados con el estudio de tiempos y la eficiencia operativa en la empresa Marthilab S.A. Según (Hernández-Sampieri, 2014), el enfoque cuantitativo permite medir variables de manera objetiva y analizar los resultados mediante procedimientos estadísticos, facilitando la comprobación de los objetivos planteados en la investigación.

2.2. Diseño y tipo de Investigación

De acuerdo con Vásquez-Cruceta (2023), el diseño no experimental forma parte del enfoque metodológico cuando la investigación se desarrolla sin manipular intencionalmente las variables de estudio, limitándose a la observación y análisis de los fenómenos en su contexto real. Este tipo de diseño permite examinar la relación existente entre las variables consideradas, identificando su comportamiento y grado de asociación sin alterar las condiciones naturales en las que se presentan, por lo que suele clasificarse en categorías específicas según su alcance.

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño no experimental, ya que no se realizó manipulación de las variables de estudio, sino que se basó en la observación y análisis de la situación actual de los procesos productivos en la empresa Marthilab S.A. Asimismo, se consideró un análisis comparativo del estado actual frente a las mejoras propuestas a partir de la aplicación del estudio de tiempos. Su alcance es descriptivo y correlacional, con la finalidad

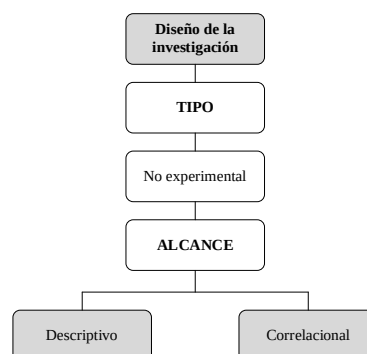
de detallar el comportamiento de los procesos, las actividades operativas, los tiempos de ejecución y las áreas críticas.

Investigación descriptiva: se considera descriptiva debido a que permite identificar y caracterizar las condiciones actuales del objeto de estudio, analizando las variables relacionadas con el estudio de tiempos y la eficiencia operativa en la empresa Marthilab S.A. Este tipo de investigación facilita describir de manera sistemática los procesos productivos, las actividades realizadas, los tiempos de ejecución y las condiciones operativas que influyen en el desempeño del laboratorio.

Investigación correlacional: se orienta a analizar la relación existente entre la variable independiente estudio de tiempos y la variable dependiente eficiencia operativa. Este enfoque permite determinar en qué medida la medición, análisis y estandarización de los tiempos de trabajo influyen en el desempeño de los procesos productivos. Asimismo, posibilita identificar el grado de asociación entre ambas variables, proporcionando sustento técnico para plantear mejoras orientadas a la optimización de los procesos, la reducción de tiempos improductivos y el incremento de la productividad en la empresa.

Figura 8.

Diseño de la investigación.



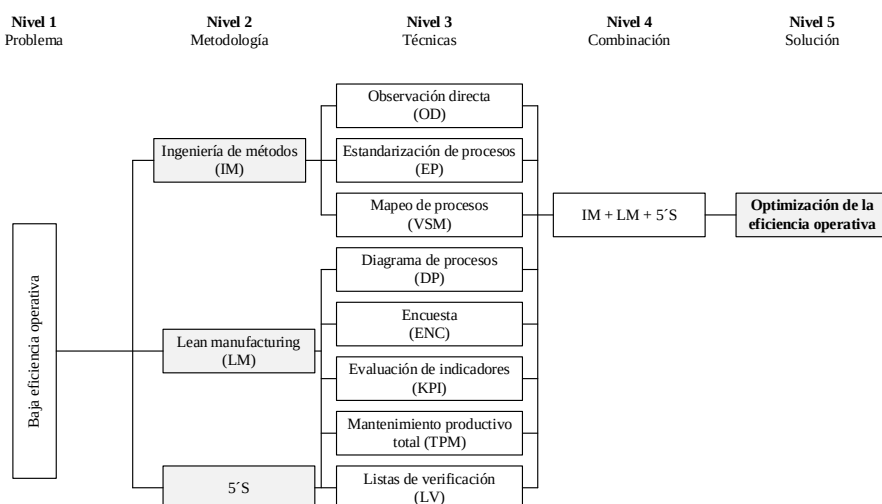
Nota. Elaborado por los autores.

2.3. Protocolo de investigación

A partir del mapeo sistemático desarrollado en el capítulo anterior, se definió la ruta metodológica representada en la Figura 9, conforme al protocolo de investigación. Esta estructura permitió identificar el problema central, elegir tres metodologías complementarias con sus respectivas técnicas para articularlas bajo un enfoque integrado del estudio de tiempos como solución óptima para la optimización de la eficiencia operativa.

Figura 9.

Protocolo metodológico de optimización de eficiencia operativa.



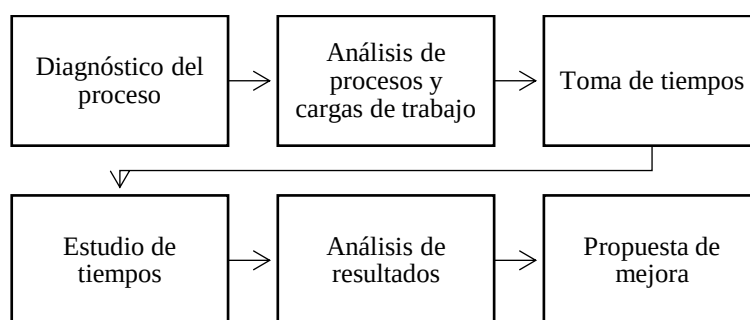
Nota. Elaborado por los autores.

Procedimiento metodológico

La Figura 10 presenta el procedimiento metodológico adoptado en la presente investigación, el cual se fundamenta en los aportes de diversos autores en el ámbito del estudio de tiempos y la mejora de procesos. Este procedimiento se orienta al análisis integral de las operaciones, iniciando con el diagnóstico de la situación actual, seguido de la evaluación de los procesos y la recolección de datos mediante la toma de tiempos. Posteriormente, se desarrolla el estudio de tiempos para la determinación de parámetros operativos, complementado con el análisis de los resultados obtenidos. Finalmente, se plantean propuestas de mejora sustentadas en criterios técnicos y evaluadas a través de un análisis de viabilidad, con el propósito de optimizar la eficiencia operativa de la organización.

Figura 10.

Procedimiento metodológico.



Nota. Elaborado por los autores en base a (Moreira-Pico & Ramos-Alfonso, 2024).

Fase 1: Diagnóstico del proceso

Se analiza la situación actual de la empresa mediante la identificación de actividades, recursos, capacidad operativa y problemas existentes, como cuellos de botella o baja productividad.

Fase 2: Análisis de procesos y cargas de trabajo

Se evalúan las operaciones, flujos de trabajo y distribución de actividades, determinando la relación entre demanda y capacidad para identificar ineficiencias.

Fase 3: Toma de tiempos

Se realiza la recolección de datos mediante observación directa y cronometraje de las actividades, registrando tiempos, demoras y condiciones de trabajo.

Fase 4: Estudio de tiempos

Se calculan tiempos promedio, normales y estándar, considerando factores de desempeño y suplementos, con el fin de establecer parámetros confiables del proceso.

Fase 5: Análisis de resultados

Se procesan los datos obtenidos mediante herramientas estadísticas y de análisis, identificando actividades que no agregan valor y oportunidades de mejora.

Fase 6: Propuesta de mejora

Se plantean alternativas de solución orientadas a optimizar el proceso, evaluando su viabilidad mediante indicadores de productividad.

2.4. Población y muestra

Censo poblacional

Con base en la naturaleza del estudio y la estructura organizacional de la empresa Marthilab S.A., la población seleccionada estuvo conformada por el gerente general, debido a que es quien posee información integral y precisa sobre los procesos productivos del laboratorio, desde la siembra de nauplios hasta la obtención de postlarvas.

La Tabla 2 muestra la distribución del personal de Marthilab S.A., donde predomina el personal de apoyo y operativo. Los operarios de producción tienen una participación relevante en las actividades directamente vinculadas al proceso productivo, mientras que los técnicos y

profesionales especializados son limitados. Esto evidencia una estructura organizacional enfocada principalmente en lo operativo, lo que sugiere la necesidad de optimizar el aprovechamiento del talento especializado para mejorar la eficiencia operativa del laboratorio.

Tabla 2.

Personal de la empresa Marthilab S.A.

Personal	Cantidad	%
Otros empleados	18	64,28%
Operarios de producción	6	21,42%
Técnicos	2	7,14%
Biólogo	1	3,57%
Gerente General	1	3,57%
Total	28	100%

Nota. Elaborado por los autores.

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Métodos de recolección de los datos

Los métodos de recolección de datos constituyen un conjunto de procedimientos que permiten obtener información a partir de la aplicación de diversas técnicas, facilitando su análisis e interpretación dentro del proceso investigativo (Dhlakama & Murairwa, 2024). En este sentido, el desarrollo de una investigación científica requiere la aplicación de procesos lógicos que orienten el análisis de la información, los cuales, según Del Cid et al., (2011), corresponden a secuencias estructuradas que permiten establecer relaciones entre los datos.

El método analítico se basa en la descomposición del objeto de estudio en sus diferentes elementos, pasando de una visión general a un análisis detallado, lo que permite identificar las relaciones entre sus componentes y comprender de manera más precisa su funcionamiento (Reyes-Blácido et al., 2022). En la presente investigación, este método se aplica para examinar de forma específica cada una de las etapas del proceso productivo en la empresa Marthilab S.A., desde la siembra de nauplios hasta la obtención de postlarvas, permitiendo identificar actividades, tiempos de ejecución y posibles ineficiencias que afectan el desempeño operativo.

2.5.2. Técnicas de recolección de los datos

El uso de técnicas de recolección de datos constituye un elemento esencial en el desarrollo de cualquier investigación, ya que permite obtener información precisa y relevante

para dar respuesta a los objetivos planteados (Acosta-Faneite, 2023). En el caso de la empresa Marthilab S.A., se emplearon diversas técnicas acorde a la naturaleza del estudio, tales como encuestas dirigidas al personal operativo para identificar problemáticas en los procesos productivos; entrevistas al gerente y personal técnico con el fin de obtener información detallada sobre la planificación, control y ejecución de las actividades; observación directa en las instalaciones para registrar tiempos, movimientos y uso de recursos en cada etapa del proceso; y la revisión documental de registros históricos de producción, insumos y reportes internos, lo que permitió disponer de información tanto cuantitativa como cualitativa.

Técnicas de recolección de datos cuantitativas

Encuesta: fue aplicada de forma estructurada a los distintos niveles organizacionales de Marthilab S.A., considerando tanto al personal operativo como administrativo, con el propósito de obtener información cuantificable sobre los procesos productivos, tiempos de ejecución, uso de recursos y desempeño operativo.

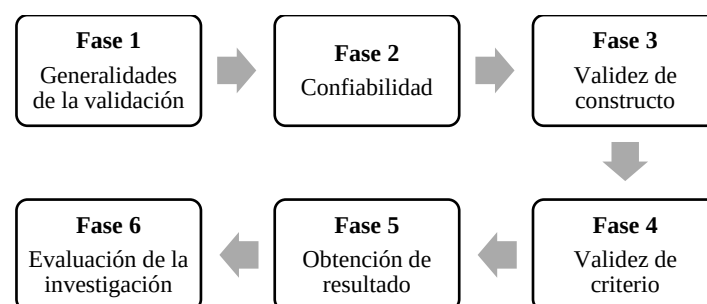
Técnicas de recolección de datos cualitativas

Observación directa: se llevó a cabo en las áreas de producción del laboratorio para registrar tiempos de ejecución, secuencia de actividades, uso de recursos y condiciones operativas. Esta técnica permitió contrastar la información obtenida mediante encuestas y entrevistas con la realidad del proceso, fortaleciendo la validez de los resultados.

Para la recolección de información, se utilizó principalmente la encuesta, la cual fue sometida a un proceso de validación de instrumentos conforme a lo planteado por López-Fernández et al., (2020), con el propósito de garantizar la confiabilidad y validez de los datos obtenidos.

Figura 11.

Fases de la metodología para la validación de instrumento.



Nota. Elaborado por los autores basado en (López-Fernández et al., 2020).

Fase 1. Generalidades de la validación

En esta primera fase se establecen los principios y aspectos fundamentales relacionados con la validación de instrumentos. Asimismo, se identifican las etapas que conforman el proceso y los criterios necesarios para verificar que el instrumento de medición sea pertinente, objetivo y acorde con los propósitos de la investigación.

Fase 2. Confiabilidad del instrumento

Esta fase se enfoca en determinar el grado de consistencia interna del instrumento, verificando su capacidad para producir resultados estables y coherentes. Para ello, se emplean procedimientos estadísticos, como el coeficiente Omega de McDonald, con el propósito de garantizar la fiabilidad de las mediciones obtenidas.

Fase 3. Validez de constructo

En esta etapa se comprueba que el instrumento mida de manera adecuada el concepto o variable que se pretende evaluar. Mediante técnicas estadísticas especializadas, se analiza la relación entre los ítems y las dimensiones estudiadas, asegurando que el instrumento represente correctamente el fenómeno objeto de investigación.

Fase 4. Validez de criterio

Esta fase consiste en verificar la correspondencia entre los resultados del instrumento y otras variables o referentes relacionados con el constructo analizado. A través de métodos estadísticos de asociación, se busca confirmar la coherencia y relevancia de las mediciones dentro del contexto investigativo.

Fase 5. Análisis de resultados

Una vez desarrolladas las pruebas de confiabilidad y validez, se procede a examinar los resultados obtenidos. Este análisis permite establecer si el instrumento cumple con los requisitos metodológicos necesarios o si requiere modificaciones que fortalezcan su precisión y utilidad para la investigación.

Fase 6. Evaluación final del instrumento

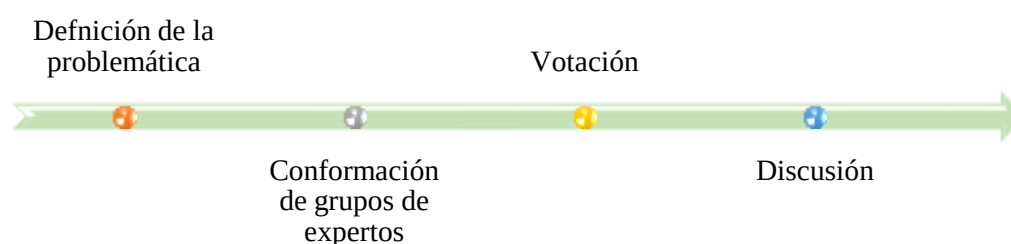
En la última etapa se realiza una valoración integral del proceso de validación, determinando la pertinencia del instrumento para alcanzar los objetivos planteados. Además,

se identifican posibles limitaciones y se formulan recomendaciones que contribuyan al desarrollo de futuras investigaciones y a la mejora continua de los instrumentos de medición.

Como técnica empleada para recolección de datos se desarrolló la encuesta y entrevista establecida para el levantamiento de información las cuales fueron validadas mediante la metodología Ábaco de Régnier establecida por Chicaiza-Sánchez (2022) que emplea cuatro pasos mostrados en la Figura 12.

Figura 12.

Etapas de la metodología Ábaco de Régnier.



Nota. Elaborado por los autores en base a (Chicaiza-Sánchez, 2022).

2.5.3. Instrumentos de recolección de los datos

El estudio realizado por (Hernández-Mendoza & Duana-Avila, 2020) indica que los instrumentos de recolección de datos en los que proponen condiciones de medida del fenómeno a observar, validación y fiabilidad de los instrumentos para la obtención de información deben cumplir el parámetro de: si la herramienta no es válida los resultados de investigación no serán legítimos y confiables. Bajo este criterio, se definen los medios a aplicar para la recolección de información presentada en la Tabla 3.

Tabla 3.

Instrumentos de recolección de datos.

Instrumentos	Explicación	Ámbito de aplicación
Cuestionario	Evalúa aspectos específicos del tema investigado, tales como opiniones, puntos de vista o acciones (Blanchar-Martínez & Martínez-Trujillo, 2025)	Muestra de estudio
Observación directa	Observación de un fenómeno de estudio con la finalidad de recolectar, describir y analizar la información obtenida (Molano-De La Roche et al., 2021)	Actividades operativas

Registro documental	Revisión de documentos escritos y no escritos relacionados con el propósito del estudio, permitiendo obtener información relevante sobre eventos pasados y contextos históricos (Alegre-Brítez, 2022)	Empresa Marthilab S.A.
---------------------	---	------------------------

Nota. Elaborado por los autores.

2.6. Variables del estudio

Según Espinoza-Freire (2018), las variables permiten identificar los elementos que intervienen en una investigación, diferenciando aquellas que son manipuladas o controladas por el investigador, denominadas variables independientes, de aquellas que se modifican como consecuencia de estas, conocidas como variables dependientes.

En la Tabla 4 se presenta la operacionalización de las variables de estudio. Se establece que, en la situación actual, la empresa no cuenta con un estudio de tiempos formalmente implementado, lo que incide en una eficiencia operativa limitada.

Tabla 4.

Variables de estudio.

Clasificación	Concepto	Variables	Situación actual	Mejora esperada
Variable independiente (VI)	Variable controlada por el investigador, mediante la aplicación del estudio de tiempos para analizar, medir y estandarizar los procesos productivos en la empresa.	Estudio de tiempos (SI/NO)	NO	SI
Variable dependiente (VD)	Variable que cambia como resultado de la aplicación del estudio de tiempos, reflejando mejoras en la eficiencia operativa del sistema productivo.	Eficiencia operativa (%)	DEFICIENTE (0% optimización)	>25%

Nota. Elaborado por los autores.

Operacionalización de las variables

Para Arias-González (2021), la operacionalización de las variables se compone por la dimensión, indicador, ítems, y por último la técnica óptima para la obtención de información, permitiendo analizar las variables con la finalidad de determinar su composición, clasificando los niveles de manera ordenada y sistemática para definir sencillamente las preguntas a formular y la correlación entre las variables. De esta forma, en la Tabla 4 y 5 se detalla la operacionalización de la variable independiente y dependiente.

Tabla 5.

Operacionalización de la variable independiente.

Variable Independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Preguntas	Instrumento
Estudio de tiempos	Es una técnica de la ingeniería de métodos que consiste en medir, analizar y establecer el tiempo requerido para ejecutar una tarea bajo condiciones específicas, con el propósito de estandarizar los procesos, identificar ineficiencias y mejorar la productividad mediante la optimización del uso del tiempo y los recursos	D1: Planificación de procesos	I1: Programación de actividades	¿Las actividades del proceso están planificadas con tiempos definidos?	Encuesta
			I2: Cumplimiento de tiempos establecidos	¿Se cumplen los tiempos establecidos en cada operación?	
		D2: Medición del trabajo	I3: Registro de tiempos	¿Se registran los tiempos de cada actividad del proceso?	
			I4: Uso de cronometraje	¿Se realiza medición de tiempos de manera frecuente?	
		D3: Análisis de procesos	I5: Identificación de actividades	¿Se analizan las actividades para identificar mejoras?	
			I6: Detección de cuellos de botella	¿Se identifican cuellos de botella en el proceso productivo?	
		D4: Estandarización	I7: Definición de tiempos estándar	¿Existen tiempos estándar definidos para cada actividad?	
			I8: Documentación de procesos	¿Los procesos están documentados y estandarizados?	
		D5: Mejora continua	I9: Reducción de tiempos improductivos	¿Se aplican acciones para reducir tiempos improductivos?	
			I10: Implementación de mejoras	¿Se implementan mejoras basadas en el análisis de tiempos?	

Nota. Elaborado por los autores en base a (Varela-Pérez & López-Ortega, 2024) y (Yagual-Borbor, 2022).

Tabla 6.

Operacionalización de la variable dependiente.

Variable Dependiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Preguntas	Instrumento
Eficiencia operativa	La eficiencia operativa es la capacidad de una organización para utilizar de manera óptima sus recursos (tiempo, mano de obra, materiales y equipos) en la ejecución de sus procesos, logrando el máximo nivel de productividad con el mínimo desperdicio, garantizando el cumplimiento de objetivos y la mejora continua del desempeño organizacional	D6: Productividad	I1: Rendimiento del proceso	¿Se cumple con la producción planificada?	Encuesta
			I2: Cumplimiento de producción	¿El rendimiento del proceso es adecuado?	
		D7: Uso de recursos	I3: Aprovechamiento de materiales	¿Se aprovechan eficientemente los recursos disponibles?	
			I4: Uso del tiempo	¿El tiempo de trabajo se utiliza adecuadamente?	
		D8: Tiempos operativos	I5: Tiempos de ciclo	¿Los tiempos de proceso son adecuados?	
			I6: Tiempos improductivos	¿Se presentan tiempos muertos en la operación?	
		D9: Calidad del proceso	I7: Nivel de errores	¿Se presentan errores en el proceso productivo?	
			I8: Reprocesos	¿Se realizan reprocesos con frecuencia?	
		D10: Cumplimiento operativo	I9: Cumplimiento de metas	¿Se cumplen las metas operativas establecidas?	
			I10: Satisfacción del proceso	¿El proceso productivo funciona de manera eficiente?	

Nota. Elaborado por los autores en base a (Kumar et al., 2025).

2.7. Procedimiento para la recolección de los datos

El estudio realizado por Gallegos-Londoño et al., (2021) resalta que durante la recolección de información es importante agrupar cada uno de los procesos en un orden lógico a seguir, para identificar y organizar los métodos a emplear para la obtención y el análisis de resultados. Referente a ello, se elabora la siguiente Tabla 7, la cual indica el proceso lógico para la recolección de datos, tratamiento de datos y presentación de resultados.

Tabla 7.

Procedimiento para la recolección, tratamiento y resultados.

N.º	Planeación	Procedimiento
1	Recolección de datos	1. Visita de campo a la empresa Marthilab S.A.
		2. Recolección de datos del proceso productivo.
		3. Encuesta aplicada al personal seleccionado.
2	Tratamiento de datos	1. Recopilar y organizar la información.
		2. Sintetizar la información.
		3. Análisis de información (Omega de McDonald).
3	Presentación de datos	1. Presentación de datos obtenidos por medio del Software IBM SPSS Statistics 30.
		2. Presentar ilustraciones gráficas para la interpretación y comprensión de los resultados.
		3. Presentar los resultados asociados para la integración de herramientas de eficiencia operativa.

Nota. Elaborado por los autores.

2.8. Plan de análisis e interpretación de resultados

En esta sección se analiza el grado de cumplimiento de los objetivos específicos planteados en la investigación. Para ello, se partió de la revisión sistemática de literatura científica, la cual permitió construir un sustento teórico sólido en torno al estudio de tiempos y la eficiencia operativa en los procesos productivos. Posteriormente, se presenta la Tabla 8 correspondiente, en la que se establece la relación entre los objetivos de investigación, las actividades desarrolladas, los métodos aplicados y los instrumentos utilizados durante el estudio. Este enfoque permitió organizar el análisis e interpretación de los resultados de manera estructurada y coherente, asegurando que los hallazgos obtenidos respondan directamente al problema de investigación y contribuyan al diseño de propuestas orientadas a la mejora de la eficiencia operativa en la empresa Marthilab S.A.

Tabla 8.*Plan de análisis e interpretación de resultados.*

Objetivos específicos	Procedimientos	Herramientas	Resultados esperados
OE1: Justificar las variables de investigación a través de la aplicación de la metodología de un análisis bibliométrico, para que sustente el estado del arte en la optimización de los procesos y la eficiencia de los trabajadores	1. Búsqueda y selección de artículos científicos en bases de datos. 2. Análisis bibliométrico de publicaciones relacionadas con estudio de tiempos y la eficiencia operativa.	1. Software RStudio. 2. Gráficos de análisis de datos.	1. Fundamentación teórica sólida de las variables de estudio. 2. Metodologías, métodos y técnicas más utilizadas en los estudios.
OE2: Deducir la metodología a emplear mediante técnicas e instrumentos que permitan evaluar y mejorar la situación actual en el desempeño de los trabajadores en la empresa Marthilab S.A.	1. Diseño metodológico, selección de técnicas e instrumentos de recolección de datos 2. Diseño y validación del cuestionario. 3. Observación directa de los procesos productivos.	1. Matriz referencial, técnica metodológica para la recolección de datos, método de validación de instrumentos en investigadores. 2. Software SPSS Statistics 30	1. Procedimiento metodológico para la recolección de datos. 2. Estado actual de los procesos de producción de Marthilab S.A..
OE3: Identificar los factores que influyen en la demora de los procesos para que mejore y aumente la eficiencia operativa de los trabajadores en la empresa Marthilab S.A., comuna Palmar, provincia de Santa Elena.	1. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el diagnóstico. 2. Definición de indicadores clave de desempeño (KPIs). 3. Aplicación del diseño metodológico basado en el estudio de tiempos.	1. Análisis estadístico de resultados. 2. Diagramas de procesos. 3. Diagrama de actividades del proceso.	1. Propuesta de investigación. 2. Porcentajes de optimización. 3. Incremento de eficiencia operativa.

Nota. Elaborado por los autores.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Marco de resultados

Validación del instrumento de recolección de datos

La validación de los datos permitió garantizar la confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos en la investigación, verificando que los instrumentos utilizados fueran pertinentes y exactos para la recolección de información. Esto facilitó la obtención de datos sólidos y confiables, los cuales constituyeron el fundamento para el desarrollo de las conclusiones y la elaboración de recomendaciones relevantes para el estudio.

Fase 1: Generalidades de la validación

Se garantizó un manejo adecuado de la información recopilada y se respetó la confidencialidad de los colaboradores que participaron en el estudio, asegurando que sus respuestas fueran registradas de forma anónima. Para la recolección de datos se diseñó un cuestionario estructurado por 20 preguntas, distribuidas en dos secciones de 10 ítems cada una. La primera sección estuvo orientada a evaluar aspectos relacionados con el estudio de tiempos como variable independiente, mientras que la segunda se enfocó en la eficiencia operativa como variable dependiente. Las alternativas de respuesta fueron establecidas mediante una escala de Likert, permitiendo a los participantes expresar el nivel de cumplimiento.

Preparación de recursos para aplicar la encuesta

Se aplicó la metodología de validación Ábaco de Régnier por su eficacia y rápida gestión de ejecución para evaluar mediante una escala de colores e interacciones entre expertos y el investigador. Para lograr la evaluación del instrumento de recolección de datos se ejecutaron las siguientes fases establecidas por (Chicaiza-Sánchez, 2022).

Etapas 1: Definición de la problemática

Se diseñó una encuesta con el propósito de recopilar información relacionada con la problemática de investigación en la empresa Marthilab S.A. Este instrumento permitió obtener datos relevantes para el desarrollo del estudio y facilitó el proceso de evaluación de las variables analizadas. Asimismo, la herramienta fue sometida al respectivo proceso de validación para garantizar la confiabilidad y pertinencia de la información recopilada.

Etapa 2: Conformación del grupo de expertos

La selección del panel de expertos se llevó a cabo mediante criterios de inclusión y exclusión, considerando aspectos como formación académica, área de especialización, experiencia profesional y conocimientos relacionados con las variables objeto de estudio. Con base en estos criterios, se eligió un total de cinco expertos para participar en la validación del instrumento de investigación.

El grupo estuvo conformado por cinco profesionales con experiencia en ingeniería industrial y gestión de operaciones, especializados en áreas como estudio de tiempos, medición del trabajo, mejora de procesos, productividad y eficiencia operativa. Todos los expertos contaban con más de quince años de experiencia profesional y una trayectoria vinculada al análisis, evaluación y optimización de procesos productivos.

Etapa 3: Votación

En la etapa de votación los expertos interactuaron con el investigador de manera presencial, 1 de ellos maestrante en el área industrial con más de 20 años de experiencia generó dos rondas de modificación al sugerir correcciones en varias preguntas como se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9.

Revisión de instrumento de recolección de datos.

Revisión de técnica de encuesta		
Expertos	Efectividad	
	Ronda I	Ronda II
1	✓	
2		✓
3	✓	
4	✓	
5	✓	
Total	4	1

Nota. Elaborado por los autores.

De esta manera, en la Tabla 10 se presentaron los perspectivas cálculos de frecuencia en porcentaje, admitiendo un análisis específico de la validación por parte de los expertos seleccionados, declarando así la validación del instrumento de recolección de datos en un 100%.

Tabla 10.*Análisis de frecuencia por validación de expertos.*

Análisis de frecuencia por validación de expertos				
Ronda	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	%
I	4	4	0.80	80 %
II	1	5	0.20	20 %
TOTAL	5		1	100 %

Nota. Elaborado por los autores.

Es importante recalcar que, para el cumplimiento de la encuesta, se tomaron en cuenta los indicadores dentro de la operacionalización de variables (VI y VD), que permitieron realizar preguntas clave dentro de la encuesta para el estudio investigativo.

Respecto a las interrogantes detalladas en la encuesta, para proceder en sus respuestas se estableció condicionales en la escala de likert y ponderaciones establecidas en rangos de frecuencia, nivel de eficiencia, porcentajes, entre otros mencionados a continuación:

- ✓ Menos de 2 horas____ Entre 2 y 4 horas____ Entre 4 y 6 horas____ Entre 6 y 8 horas____ Más de 8 horas____
- ✓ Menos del 20%____ Entre 20 y 40%____ Entre 40 y 60%____ Entre 60 y 80%____ Más del 80%____
- ✓ Menos de 1 hora____ Entre 1 y 3 horas____ Entre 3 y 5 horas____ Entre 5 y 7 horas____ Más de 7 horas____
- ✓ Más de 10 reprocesos____ 8 a 10 reprocesos____ 5 a 7 reprocesos____ 2 a 4 reprocesos____ 0 a 1 reproceso____
- ✓ Muy bajo____ Bajo____ Medio____ Alto____ Muy alto____

Etapas 4: Discusión

Los resultados obtenidos en la validación del instrumento evidencian un alto nivel de aceptación durante la primera ronda de evaluación. Como se observa en la tabla, cuatro de los cinco expertos participantes, equivalentes al 80 % del total, consideraron que el cuestionario cumplía con los criterios de claridad, pertinencia y coherencia requeridos para su aplicación en la investigación. Este resultado demuestra que el instrumento fue diseñado de manera adecuada y que los ítems planteados guardan relación con las variables de estudio: estudio de tiempos y eficiencia operativa.

Por otra parte, un experto (20 %) realizó observaciones y sugerencias que requirieron una segunda ronda de revisión. Estas recomendaciones permitieron efectuar ajustes orientados a mejorar la redacción y precisión de algunos ítems, fortaleciendo así la calidad metodológica del instrumento. La incorporación de dichas observaciones contribuyó a optimizar la comprensión de las preguntas y a garantizar una mejor recolección de información.

En términos generales, la validación alcanzó una aceptación acumulada del 100 %, lo que confirma que el cuestionario posee el nivel de validez de contenido necesario para ser aplicado en la empresa Marthilab S.A. Asimismo, la participación de especialistas con experiencia en estudio de tiempos, productividad y mejora de procesos aportó solidez al proceso de validación, asegurando que el instrumento fuera pertinente para analizar la incidencia del estudio de tiempos en la optimización de la eficiencia operativa. Por lo tanto, se concluye que el cuestionario es adecuado para la obtención de datos confiables que respalden el desarrollo de la investigación.

Fase 2: Confiabilidad del instrumento de recolección de datos

Previo a la aplicación definitiva del cuestionario, se efectuó un análisis de confiabilidad con la finalidad de evaluar la consistencia interna de los ítems que integran el instrumento de recolección de datos. Para ello, se empleó el software IBM SPSS Statistics, mediante el cálculo del coeficiente Omega de McDonald, uno de los indicadores más utilizados para determinar la fiabilidad de los instrumentos de investigación.

Este procedimiento permitió comprobar el grado de relación existente entre las preguntas del cuestionario y verificar que los ítems midieran de manera consistente las variables objeto de estudio, correspondientes al estudio de tiempos y la eficiencia operativa. De esta manera, se garantizó que el instrumento proporcionara información confiable para el desarrollo de la investigación. Los resultados obtenidos del análisis de confiabilidad se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11.

Coeficiente de Omega de McDonald.

Coeficiente de Omega de McDonald	
Estimar	McDonald ω
Estimación por puntos	0.854

Nota. Elaborado por los autores.

El resultado obtenido de $\omega = 0,854$ evidencia una alta consistencia interna del instrumento de recolección de datos, superando el valor mínimo recomendado de 0,70 para considerar una adecuada fiabilidad. Este coeficiente indica que los ítems del cuestionario presentan una relación consistente entre sí y contribuyen de manera adecuada a la medición de las variables objeto de estudio: estudio de tiempos y eficiencia operativa. Asimismo, el valor alcanzado refleja que el instrumento posee una estructura confiable para la obtención de información, permitiendo recopilar datos con un nivel aceptable de precisión y estabilidad. En consecuencia, se considera que el cuestionario es estadísticamente sólido y apropiado para su aplicación en la empresa Marthilab S.A., garantizando la calidad de los datos necesarios para el desarrollo de la investigación y el cumplimiento de sus objetivos.

Fase 3: Validez de constructo

Con la finalidad de evaluar la idoneidad del instrumento para la realización del análisis factorial y comprobar su validez de constructo, se aplicaron las pruebas estadísticas de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y esfericidad de Bartlett mediante el software IBM SPSS Statistics. Estas técnicas permiten determinar si los datos recopilados cumplen con los requisitos necesarios para analizar las relaciones existentes entre los ítems que integran el cuestionario.

En este sentido, un coeficiente KMO superior a 0,80 indica una adecuada suficiencia muestral y una correlación favorable entre las variables analizadas. Por su parte, un nivel de significancia inferior a 0,05 en la prueba de Bartlett confirma la existencia de correlaciones significativas entre los ítems, descartando que la matriz de correlación sea una matriz identidad. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12.

Prueba de KMO y Barlett.

Prueba de KMO y Barlett		
Medida Kaises-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0.716
	Aprox. Chi-Cuadrado	30.432
Prueba de esfericidad de Barlett	Gl	3
	Sig.	0.000

Nota. Elaborado por los autores.

El resultado obtenido en la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue de 0,716, valor que indica una adecuación muestral aceptable para la realización del análisis factorial. Este coeficiente evidencia que existe un nivel suficiente de correlación entre los ítems del

cuestionario, permitiendo analizar la estructura subyacente de las variables incluidas en el instrumento. Por otra parte, la prueba de esfericidad de Bartlett presentó un valor aproximado de Chi-cuadrado de 30,432, con 3 grados de libertad y una significancia de 0,000, resultado que confirma la existencia de correlaciones estadísticamente significativas entre las variables evaluadas. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula de independencia entre los ítems y se demuestra que la matriz de correlaciones es adecuada para el análisis factorial.

Fase 4: Validez de criterio

Esta fase tiene como finalidad determinar el grado de correspondencia entre los resultados obtenidos mediante el instrumento de recolección de datos y los criterios previamente definidos para la medición de las variables del estudio. Para ello, se aplicó el coeficiente de concordancia de Kendall (CCK), una medida estadística que evalúa el nivel de acuerdo entre diferentes observadores o evaluaciones expresadas en valores ordinales. Este coeficiente varía entre 0 y 1, donde valores próximos a 1 representan una concordancia casi perfecta, mientras que valores cercanos a 0 indican independencia o desacuerdo entre los evaluadores (Meza & Salamanca, 2022).

La aplicación de esta prueba permitió verificar la consistencia y homogeneidad en las valoraciones emitidas por los expertos respecto a la calidad del instrumento utilizado. Este proceso aseguró la fiabilidad de los criterios evaluados y fortaleció la validez del análisis realizado. En consecuencia, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13.

Estadísticos de prueba de Kendall.

Estadísticos de prueba	
N	28
W de Kendall	0.964
Chi-cuadrado	19
Gl	1
Sig. Asintótica	0.00
a. Coeficiente de concordancia de Kendall	

Nota. Elaborado por los autores.

El resultado obtenido del Coeficiente de Concordancia de Kendall ($W = 0,964$) evidencia un nivel de concordancia muy alto entre las valoraciones emitidas por los expertos durante el proceso de validación del instrumento. Este valor, al encontrarse muy próximo a la

unidad, demuestra que existe una elevada coincidencia en los criterios utilizados para evaluar la claridad, pertinencia y coherencia de los ítems que conforman el cuestionario. Asimismo, la significancia asintótica de 0,000, inferior al nivel de significancia establecido de 0,05, confirma que el grado de acuerdo observado es estadísticamente significativo y no se debe al azar.

Fase 5: Obtención de resultados

Para la recolección de información se consideró la totalidad de la población objeto de estudio, conformada por los 28 trabajadores de la empresa Marthilab S.A. Debido al tamaño reducido de la población, se optó por realizar un censo poblacional, aplicando el cuestionario a todos los colaboradores involucrados en los procesos analizados, lo que permitió obtener información representativa sin necesidad de recurrir a técnicas de muestreo.

El procesamiento de la información posibilitó identificar tendencias y patrones relacionados con la planificación, medición y control de los tiempos de trabajo, así como su incidencia en el desempeño operativo de la empresa. Los hallazgos obtenidos constituyen una base técnica para comprender el comportamiento de las variables estudiadas y sustentar la formulación de propuestas orientadas a la optimización de la eficiencia operativa en Marthilab S.A. La Tabla 14 presenta la tabulación de los datos recopilados durante el desarrollo de la investigación.

Tabla 14.

Tabulación de datos obtenidos.

Preguntas		Respuestas				Total
P1	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	28
	12	6	8	2	0	
P2	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	28
	16	4	7	1	0	
P3	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	28
	13	7	6	2	0	
P4	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	28
	12	7	7	2	0	
P5	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	28
	16	7	5	0	0	
P6	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	28

	0	3	9	7	9	
P7	Totalmente en desacuerdo 13	En desacuerdo 5	Neutral 8	De acuerdo 2	Totalmente de acuerdo 0	28
P8	Totalmente en desacuerdo 9	En desacuerdo 13	Neutral 3	De acuerdo 3	Totalmente de acuerdo 0	28
P9	Totalmente en desacuerdo 15	En desacuerdo 11	Neutral 2	De acuerdo 0	Totalmente de acuerdo 0	28
P10	Totalmente en desacuerdo 11	En desacuerdo 14	Neutral 3	De acuerdo 0	Totalmente de acuerdo 0	28
P11	Totalmente en desacuerdo 5	En desacuerdo 9	Neutral 10	De acuerdo 4	Totalmente de acuerdo 0	28
P12	Menos de 2 horas 0	Entre 2 y 4 horas 0	Entre 4 y 6 horas 4	Entre 6 y 8 horas 6	Más de 8 horas 18	28
P13	Totalmente en desacuerdo 8	En desacuerdo 12	Neutral 7	De acuerdo 1	Totalmente de acuerdo 0	28
P14	Menos del 20% 2	Entre 20 y 40% 10	Entre 40 y 60% 6	Entre 60 y 80% 6	Más del 80% 4	28
P15	Menos de 1 hora 0	Entre 1 y 3 horas 9	Entre 3 y 5 horas 5	Entre 5 y 7 horas 8	Más de 7 horas 6	28
P16	Ninguno 1	1 vez 2	2 veces 3	3 veces 10	Más de 3 veces 12	28
P17	Totalmente en desacuerdo 1	En desacuerdo 6	Neutral 5	De acuerdo 9	Totalmente de acuerdo 7	28
P18	Más de 10 reprocesos 2	8 a 10 reprocesos 11	5 a 7 reprocesos 6	2 a 4 reprocesos 5	0 a 1 reproceso 4	28
P19	Totalmente en desacuerdo 7	En desacuerdo 11	Neutral 6	De acuerdo 3	Totalmente de acuerdo 1	28
P20	Muy bajo 9	Bajo 8	Medio 7	Alto 2	Muy alto 2	28
Suma	152	155	117	73	63	560

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados obtenidos reflejan una percepción predominantemente desfavorable respecto a las prácticas relacionadas con el estudio de tiempos y el nivel de eficiencia operativa en la empresa Marthilab S.A. Del total de 560 respuestas registradas, las categorías asociadas

a valoraciones negativas acumulan 307 respuestas, correspondientes al 54,82 % del total, mientras que las categorías favorables concentran 136 respuestas, equivalentes al 24,29 %. Por su parte, 117 respuestas (20,89 %) se ubicaron en las categorías intermedias o neutrales.

En la variable estudio de tiempos, los mayores niveles de desacuerdo se evidencian en aspectos relacionados con la planificación de actividades con tiempos definidos, el cumplimiento de los tiempos establecidos, el registro y medición sistemática de las operaciones, la definición de tiempos estándar y la implementación de mejoras basadas en el análisis de tiempos. De manera particular, las preguntas relacionadas con la reducción de tiempos improductivos y la aplicación de acciones de mejora presentan los porcentajes más elevados de respuestas desfavorables, lo que sugiere debilidades en la gestión y control de los tiempos operativos.

Respecto a la eficiencia operativa, los resultados muestran que una proporción importante de los trabajadores considera que los procesos requieren extensos periodos para su ejecución, evidenciado en que el 64,29 % de los encuestados manifestó que normalmente completa sus actividades en más de ocho horas. Asimismo, se observa una alta frecuencia de tiempos muertos y reprocesos, ya que el 78,57 % indicó que estos eventos ocurren tres o más veces durante las operaciones. Adicionalmente, la percepción sobre el nivel de eficiencia del proceso productivo se concentra principalmente en las categorías bajo y muy bajo, lo que evidencia oportunidades significativas de mejora en el desempeño operativo.

La Tabla 15 presenta el análisis descriptivo de las respuestas obtenidas mediante el cuestionario aplicado al personal operativo de MARTHILAB S.A. Para cada una de las veinte preguntas se sintetiza la tendencia predominante identificada en la distribución de las respuestas, permitiendo interpretar el comportamiento de los criterios evaluados y sustentar el diagnóstico de la situación actual del proceso de producción de larvas. Las representaciones gráficas correspondientes a cada pregunta se incluyen en el Anexo 27 al 46, donde se presenta la distribución porcentual de las respuestas obtenidas.

Tabla 15.

Análisis descriptivo de las respuestas del cuestionario.

Pregunta	Análisis de las respuestas
P1	La distribución de las respuestas evidencia una tendencia de desacuerdo respecto al criterio evaluado, lo que indica la existencia de deficiencias en las condiciones operativas analizadas.

P2	Los resultados muestran un predominio de respuestas negativas, reflejando un bajo nivel de cumplimiento del aspecto evaluado dentro del proceso productivo.
P3	La tendencia de las respuestas indica que el criterio evaluado presenta limitaciones que afectan el desempeño de las actividades operativas.
P4	La percepción del personal evidencia un nivel de cumplimiento insuficiente del criterio analizado, identificándose oportunidades de mejora en el proceso.
P5	Las respuestas obtenidas reflejan una valoración desfavorable del aspecto evaluado, evidenciando la necesidad de implementar acciones de mejora.
P6	La concentración de respuestas favorables indica que el criterio evaluado presenta un adecuado nivel de cumplimiento dentro del proceso productivo.
P7	Los resultados evidencian una percepción predominantemente negativa respecto al aspecto analizado, indicando debilidades en la ejecución de las actividades correspondientes.
P8	La distribución de las respuestas refleja un bajo cumplimiento del criterio evaluado, asociado a deficiencias en la organización de las actividades.
P9	Se observa una tendencia marcada hacia respuestas de desacuerdo, evidenciando la necesidad de fortalecer el control del proceso relacionado con este criterio.
P10	Los resultados muestran una valoración desfavorable del aspecto evaluado, indicando oportunidades para optimizar las actividades operativas.
P11	La distribución de las respuestas presenta una tendencia intermedia, lo que evidencia variabilidad en la percepción del personal sobre el criterio evaluado.
P12	Los resultados indican que el tiempo empleado para la ejecución de las actividades se concentra en rangos superiores, evidenciando procesos con una duración considerable.
P13	La tendencia observada refleja un nivel de cumplimiento limitado del criterio evaluado, lo que justifica la implementación de mejoras operativas.
P14	La distribución de respuestas evidencia un nivel de cumplimiento moderado del indicador evaluado, concentrándose principalmente entre el 20% y el 40%.
P15	Los tiempos reportados por los participantes muestran una tendencia hacia intervalos prolongados de ejecución, lo que evidencia oportunidades para optimizar el proceso.
P16	La frecuencia reportada por los participantes indica una recurrencia elevada del evento evaluado, reflejando la necesidad de implementar acciones correctivas.
P17	La tendencia de las respuestas evidencia una percepción favorable del criterio evaluado, indicando un adecuado nivel de cumplimiento en este aspecto.
P18	Los resultados muestran una frecuencia considerable de reprocesos, evidenciando pérdidas de eficiencia dentro del proceso productivo.
P19	La distribución de las respuestas refleja un predominio de valoraciones desfavorables, indicando la necesidad de fortalecer el criterio evaluado.
P20	La percepción general se concentra en niveles bajos de valoración, evidenciando la necesidad de implementar estrategias orientadas a mejorar el desempeño operativo.

Nota. Elaborado por los autores.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que existen deficiencias relacionadas con la medición, control y estandarización de los tiempos de trabajo, las cuales inciden directamente en la eficiencia operativa de la empresa. Esta situación justifica la necesidad de desarrollar un estudio de tiempos que permita identificar actividades improductivas, establecer tiempos estándar y proponer acciones de mejora orientadas a optimizar el desempeño de los procesos en Marthilab S.A.

Fase 6: Evaluación de la investigación

Planteamiento de hipótesis

En el desarrollo de la presente investigación, el análisis de la hipótesis se realizó mediante el software IBM SPSS Statistics 25, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson para determinar el grado de relación existente entre las variables objeto de estudio. De acuerdo con Apaza-Zúñiga et al., (2022), el coeficiente de correlación de Pearson, representado por la letra r , es una medida estadística que permite cuantificar la intensidad y dirección de la asociación entre dos variables cuantitativas. Un valor de $r = 1$ indica una correlación positiva perfecta, evidenciando una relación directa entre las variables; mientras que un valor de $r = -1$ representa una correlación negativa perfecta, reflejando una relación inversa total. Por su parte, un valor cercano a 0 indica ausencia de correlación.

La interpretación del coeficiente de correlación se realizó considerando los siguientes rangos:

- $r = 0$: no existe correlación entre las variables.
- $0 < r < 0.25$: correlación débil.
- $0.25 \leq r \leq 0.75$: correlación moderada o intermedia.
- $0.75 \leq r < 1$: correlación fuerte.
- $r = \pm 1$: correlación perfecta (positiva o negativa).

Para el análisis estadístico se consideraron las siguientes variables de investigación:

Variable independiente (VI): Estudio de tiempos.

Variable dependiente (VD): Eficiencia operativa.

A partir de estas variables se formularon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0)

El estudio de tiempos no influye de manera significativa en la optimización de la eficiencia operativa de la empresa Marthilab S.A., comuna Palmar, Santa Elena.

Hipótesis alternativa (H₁)

El estudio de tiempos influye de manera significativa en la optimización de la eficiencia operativa de la empresa Marthilab S.A., comuna Palmar, Santa Elena.

Correlación de variables

Según (Hernández-Sampieri, 2014), cuando el valor de significancia (p) es inferior a 0,05, el coeficiente de correlación se considera estadísticamente significativo al nivel del 5 %, lo que indica un 95 % de confianza en que la relación observada entre las variables no se debe al azar y un margen de error del 5 %. De igual manera, si el valor de p es menor a 0,01, la correlación se interpreta como significativa al nivel del 1 %, representando un 99 % de confianza y únicamente un 1 % de probabilidad de error. La Tabla 15 presenta los resultados del análisis de correlación entre las variables de estudio, considerando que el coeficiente de Pearson puede tomar valores entre -1 y 1, donde los valores cercanos a 1 reflejan una relación positiva fuerte, los cercanos a -1 una relación negativa fuerte y los próximos a 0 la ausencia de correlación.

Tabla 16.

Correlación de Pearson.

Correlaciones			
		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	,726**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	28	28
VD	Correlación de Pearson	,726**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	28	28
**, La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)			

Nota. Elaborado por los autores.

Considerando los criterios de interpretación del coeficiente de correlación de Pearson, se evidencia una relación moderada-alta y positiva entre las variables analizadas, al obtenerse un valor de $r = 0,726$. Este resultado indica que existe una asociación significativa entre el estudio de tiempos y la eficiencia operativa, por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se

rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, se concluye que la aplicación del estudio de tiempos influye de manera significativa en la optimización de la eficiencia operativa, evidenciando que una adecuada medición y control de los tiempos de trabajo contribuye al mejor desempeño de los procesos analizados.

3.2. Diagnóstico de situación inicial

Con la finalidad de conocer el estado actual de los procesos operativos, se realizó un diagnóstico preliminar del sistema productivo de Marthilab S.A., identificando las actividades que intervienen en la producción larvaria y los factores que pueden afectar la eficiencia operativa. El análisis se enfocó en las etapas de recepción de nauplios, aclimatación, siembra, alimentación, monitoreo, cosecha, clasificación y distribución, debido a que constituyen las operaciones principales del proceso productivo.

Con base en estos hallazgos preliminares, se plantea la necesidad de realizar un estudio de tiempos que permita determinar la duración real de las actividades, establecer tiempos estándar y cuantificar el nivel de eficiencia operativa actual. La Tabla 17 presenta los problemas preliminares identificados en el proceso productivo, por lo tanto, estos resultados obtenidos servirán como base para la formulación de propuestas de mejora fundamentadas en los principios de la ingeniería de métodos, Lean Manufacturing y la metodología 5S.

Tabla 17.

Problemas preliminares identificados en el proceso productivo.

Problema identificado	Posible efecto
Ausencia de tiempos estándar	Dificultad para controlar el desempeño operativo
Falta de medición sistemática de tiempos	Desconocimiento de la duración real de las actividades
Movimientos innecesarios de personal	Incremento del tiempo de operación
Distribución mejorable de materiales e insumos	Retrasos durante la ejecución de tareas
Escasa estandarización de actividades	Variabilidad en la ejecución de los procesos
Organización deficiente de herramientas	Pérdida de tiempo por búsqueda de recursos
Presencia de tiempos muertos en ciertas operaciones	Reducción de la eficiencia operativa
Registros manuales dispersos	Dificultad para el seguimiento y control

Nota. Elaborado por los autores.

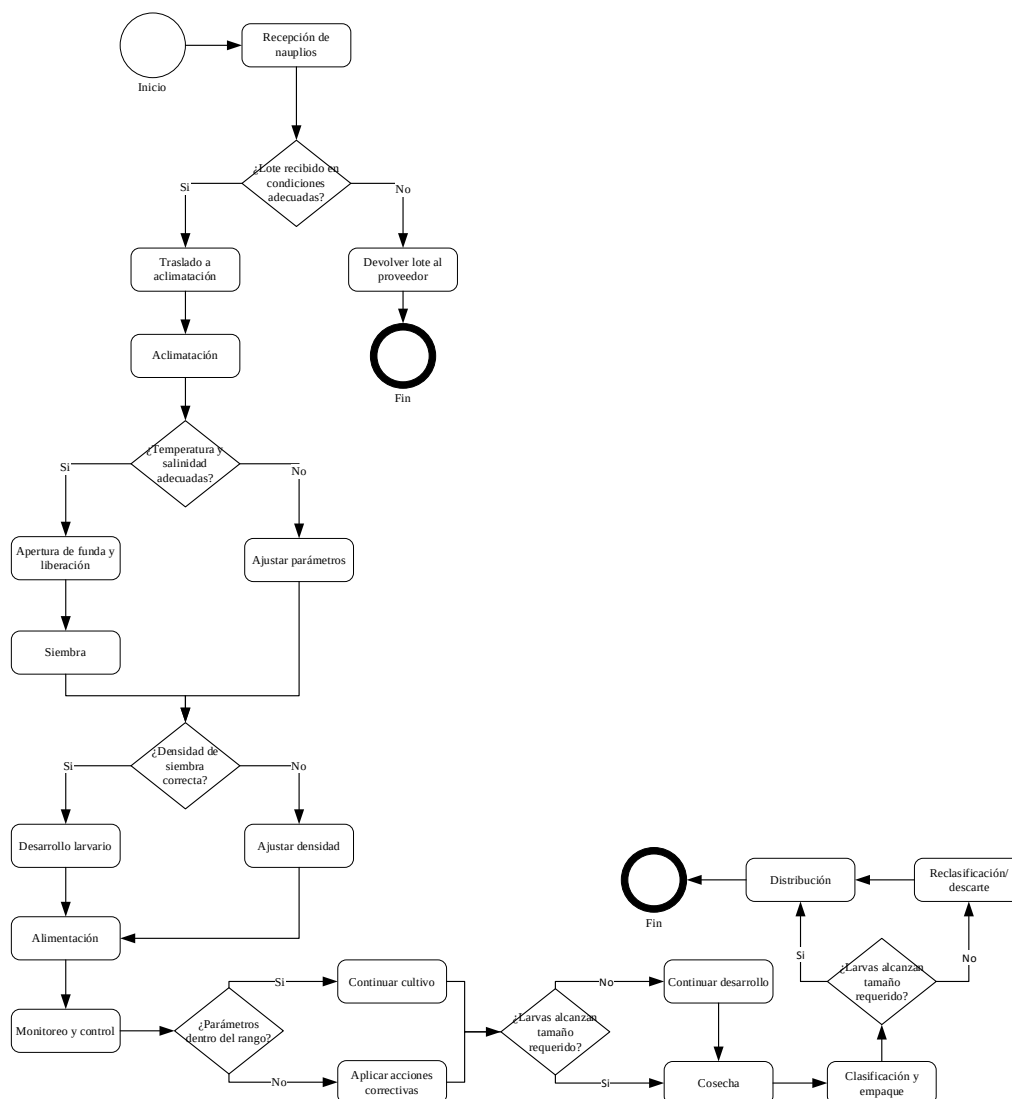
3.2.1. Levantamiento y caracterización del proceso actual

El proceso productivo de Marthilab S.A. está orientado a la producción de postlarvas de camarón bajo condiciones controladas, mediante una secuencia de actividades que permiten

garantizar el adecuado desarrollo de los organismos desde su recepción hasta su distribución al cliente final. El sistema productivo comprende diez operaciones principales que intervienen directamente en el ciclo de producción larvaria y que constituyen la base para el estudio de tiempos y el análisis de la eficiencia operativa.

Figura 13.

Diagrama de flujo del proceso productivo de Marthilab S.A.



Nota. Elaborado por los autores.

La Figura 13 presenta el diagrama de flujo del proceso productivo de Marthilab S.A., donde el proceso inicia con la recepción de los nauplios y finaliza con la distribución de las postlarvas. Durante el desarrollo del proceso se realizan actividades de control y verificación que permiten asegurar el cumplimiento de los parámetros técnicos requeridos para el adecuado crecimiento larvario y la calidad del producto final.

3.2.2. Observación de tiempos del proceso productivo

Para la observación de tiempos se tomó las herramientas de la ingeniería de métodos con la finalidad de sincronizar toda la producción y con gran flexibilidad lo que el cliente quiere en cantidad, calidad y plazo. Siendo útil para mejorar los procesos productividad eliminando desperdicios de tiempos en el ciclo de la producción de la empresa, por lo tanto, se tomaron en cuenta 10 tiempos de ciclo para cada actividad del proceso productivo de la planta Marthilab S.A. mediante la observación de tiempos.

Tabla 18.

Ficha de observación de tiempos de Recepción de nauplios.

		MARTHILAB S.A.										F. Elaboración:	
		FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS Y SEGUNDOS										F. Revisión:	
												Código:	
Área: Producción		Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual										Página:	
Producto: Larvas de camarón		Revisado por:										Lote:	
RECEPCIÓN DE NAUPLIOS													
Nº	Descripción de actividad	Tiempo observado										Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Recepción del lote de nauplios	165	181	185	171	179	183	176	188	182	180	1790	179
2	Verificación de la orden de compra o guía de remisión	118	122	115	125	119	121	124	117	123	119	1203	120,3
3	Inspección visual de las fundas de transporte	116	121	124	118	120	123	117	122	119	125	1205	120,5
4	Verificación de la cantidad de nauplios recibidos	176	182	185	179	181	178	184	177	183	171	1796	179,6
5	Registro de ingreso del lote	118	121	123	117	120	122	119	124	116	131	1211	121,1
6	Descarga de los recipientes de transporte	235	242	245	238	240	243	236	247	239	229	2394	239,4
7	Traslado de las fundas hacia el área de aclimatación	178	182	176	184	180	185	177	183	179	172	1796	179,6
8	Preparación de materiales y equipos para la aclimatación	236	242	245	238	240	244	237	246	239	243	2410	241
Total Recepción													1380,5
Observación:													

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 18 indica que los resultados obtenidos en la recepción de nauplios evidencian un tiempo promedio total de 1380,5 segundos distribuidos en ocho actividades. Las operaciones que demandan mayor tiempo corresponden a la descarga de los recipientes de transporte y la preparación de materiales y equipos para la aclimatación, con promedios de 239,4 y 241 segundos respectivamente. Los tiempos observados presentan poca variación entre mediciones, lo que indica estabilidad en la ejecución de las actividades. Este proceso es fundamental debido a que constituye el punto de ingreso de los organismos al sistema.

Tabla 19.

Ficha de observación de tiempos de Aclimatación.

		MARTHILAB S.A.										F. Elaboración:	
		FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS Y SEGUNDOS										F. Revisión:	
												Código:	
Área: Producción		Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual										Página:	
Producto: Larvas de camarón		Revisado por:										Lote:	
ACLIMATACIÓN													
N°	Descripción de actividad	Tiempo observado										Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Verificación de las condiciones iniciales del agua	181	179	179	181	182	182	184	183	169	182	1802	180,2
2	Medición de temperatura de las fundas	178	178	181	180	172	175	176	177	181	183	1781	178,1
3	Medición de temperatura del tanque	178	178	177	176	181	172	180	179	177	182	1780	178
4	Medición de salinidad de las fundas	173	175	174	176	182	183	186	191	185	179	1804	180,4
5	Medición de salinidad del tanque	176	178	178	182	191	190	183	185	176	179	1818	181,8
6	Ajuste gradual de temperatura	381	361	358	375	371	369	369	358	361	363	3666	366,6
7	Ajuste gradual de salinidad	289	289	286	284	305	303	300	302	301	301	2960	296
8	Monitoreo del comportamiento de los nauplios	291	298	305	304	298	289	294	301	296	294	2970	297
9	Verificación del tiempo de aclimatación	169	168	176	184	175	182	190	189	174	176	1783	178,3
10	Autorización para la liberación de los organismos	174	175	174	185	169	174	172	182	184	185	1774	177,4
Total aclimatación													2213,8
Observación:													

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 19, se establece que el proceso de aclimatación registró un tiempo promedio total de 2213,8 segundos, siendo uno de los procesos más extensos dentro de la producción larvaria. Las actividades de ajuste gradual de temperatura, ajuste gradual de salinidad y monitoreo del comportamiento de los nauplios representan los mayores tiempos de ejecución, debido a la necesidad de garantizar condiciones adecuadas para la adaptación de los organismos. Los resultados muestran una ejecución uniforme entre observaciones y reflejan la importancia de este proceso para asegurar la supervivencia larvaria.

Tabla 20.

Ficha de observación de tiempos de Apertura de fundas y liberación.

		MARTHILAB S.A.										F. Elaboración:	
		FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS Y SEGUNDOS										F. Revisión:	
												Código:	
Área: Producción		Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual										Página:	
Producto: Larvas de camarón		Revisado por:										Lote:	
APERTURA DE FUNDAS Y LIBERACIÓN													
N°	Descripción de actividad	Tiempo observado										Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Preparación del área de liberación	178	185	175	189	191	180	182	180	172	173	1805	180,5
2	Inspección final de las fundas	181	182	172	176	192	183	182	184	180	181	1813	181,3
3	Apertura de las fundas de transporte	183	182	180	169	172	176	174	169	182	185	1772	177,2
4	Liberación controlada de los nauplios	245	241	238	229	235	236	245	239	238	242	2388	238,8
5	Distribución uniforme en el tanque	183	182	175	174	186	172	169	168	166	172	1747	174,7
6	Observación del comportamiento inicial	169	175	168	176	182	175	176	177	182	182	1762	176,2
7	Registro de la actividad realizada	62	59	58	45	49	56	46	51	65	71	562	56,2
8	Retiro y disposición de materiales utilizados	182	183	180	180	179	182	172	169	159	161	1747	174,7
Total Apertura y liberación													1359,6
Observación:													

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 20, la etapa de apertura de fundas y liberación presentó un tiempo promedio total de 1359,6 segundos distribuidos en ocho actividades. La liberación controlada de los nauplios fue la actividad de mayor duración con un promedio de 238,8 segundos, debido a la

necesidad de minimizar el estrés de los organismos durante el procedimiento. Los tiempos registrados muestran una variación reducida, lo que evidencia consistencia en la ejecución de las operaciones.

Tabla 21.

Ficha de observación de tiempos de Siembra.

		MARTHILAB S.A.										F. Elaboración:	
		FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS Y SEGUNDOS										F. Revisión:	
												Código:	
Área: Producción		Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual										Página:	
Producto: Larvas de camarón		Revisado por:										Lote:	
SIEMBRA													
N°	Descripción de actividad	Tiempo observado										Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Preparación y limpieza del tanque de cultivo	301	300	302	305	299	281	286	284	291	304	2953	295,3
2	Verificación de parámetros de agua	241	251	255	229	235	236	225	245	260	251	2428	242,8
3	Cálculo de la densidad de siembra	255	249	260	251	241	246	229	235	236	253	2455	245,5
4	Conteo de nauplios	307	306	301	286	299	291	302	305	299	305	3001	300,1
5	Distribución de los organismos en los tanques	321	305	301	315	318	325	329	331	317	309	3171	317,1
6	Verificación de la densidad final	179	180	180	179	182	173	172	182	187	191	1805	180,5
7	Registro de la cantidad sembrada	181	182	179	178	178	169	185	172	179	185	1788	178,8
8	Confirmación de las condiciones de cultivo	192	179	181	180	181	179	185	172	180	181	1810	181
Total Siembra													1941,1
Observación:													

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 21, el proceso de siembra alcanzó un tiempo promedio total de 1941,1 segundos. Las actividades con mayor duración fueron la distribución de los organismos en los tanques, el conteo de nauplios y la preparación del tanque de cultivo, debido a que requieren precisión para garantizar una adecuada densidad poblacional. Los tiempos observados reflejan estabilidad operacional y permiten identificar oportunidades de mejora relacionadas con la estandarización de las actividades.

Tabla 22.*Ficha de observación de tiempos de Desarrollo larvario.*

		MARTHILAB S.A.										F. Elaboración:	
		FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS Y SEGUNDOS										F. Revisión:	
												Código:	
Área: Producción		Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual										Página:	
Producto: Larvas de camarón		Revisado por:										Lote:	
DESARROLLO LARVARIO													
N°	Descripción de actividad	Tiempo observado										Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Observación diaria de las larvas	301	303	302	299	289	295	294	305	300	302	2990	299
2	Verificación del crecimiento larvario	364	362	359	355	349	362	366	371	359	366	3613	361,3
3	Identificación de cambios de estadio biológico	299	289	295	289	291	301	302	299	289	295	2949	294,9
4	Evaluación de supervivencia	302	303	305	299	289	295	304	299	294	289	2979	297,9
5	Revisión del comportamiento de las larvas	245	231	239	238	251	246	240	241	252	253	2436	243,6
6	Control de mortalidad	251	246	240	240	238	252	259	261	245	239	2471	247,1
7	Registro de información técnica	246	241	252	258	261	242	245	237	236	231	2449	244,9
8	Elaboración de reportes de seguimiento	303	399	389	394	295	299	301	300	294	296	3270	327
Total Desarrollo larvario													2315,7
Observación:													

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 22, se demostró que el desarrollo larvario registró el mayor nivel de seguimiento técnico dentro del proceso productivo, con un tiempo promedio total de 2315,7 segundos. Las actividades de verificación del crecimiento larvario y elaboración de reportes de seguimiento presentan los mayores tiempos de ejecución, debido a la necesidad de monitorear constantemente el estado biológico de las larvas. Los resultados obtenidos demuestran la importancia de esta etapa para garantizar el cumplimiento de los parámetros productivos.

Tabla 23.*Ficha de observación de tiempos de Alimentación.*

	MARTHILAB S.A.	F. Elaboración:	
--	-----------------------	-----------------	--

		FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS Y SEGUNDOS										F. Revisión:		
												Código:		
Área: Producción		Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual										Página:		
Producto: Larvas de camarón		Revisado por:										Lote:		
ALIMENTACIÓN														
N°	Descripción de actividad	Tiempo observado										Tiempo total observado	Tiempo promedio observado	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Preparación del alimento	245	251	251	255	239	229	245	241	240	239	2435	243,5	
2	Dosificación según etapa larvaria	181	182	186	179	169	182	180	182	180	182	1803	180,3	
3	Distribución del alimento en los tanques	251	255	229	245	245	251	245	251	241	240	2453	245,3	
4	Verificación del consumo	121	124	119	118	115	123	131	125	124	122	1222	122,2	
5	Ajuste de cantidades suministradas	118	115	114	125	124	120	118	115	122	126	1197	119,7	
6	Limpieza de recipientes y utensilios	172	168	168	168	170	171	170	168	181	183	1719	171,9	
7	Registro de alimentación	120	118	125	124	120	129	127	131	118	121	1233	123,3	
8	Programación de la siguiente alimentación	125	118	121	120	118	121	127	120	118	130	1218	121,8	
Total alimentación													1328	
Observación:														

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 23, los resultados indicaron que la alimentación presentó un tiempo promedio total de 1328 segundos distribuidos en ocho actividades. Las operaciones que demandan mayor tiempo corresponden a la preparación y distribución del alimento, con promedios de 243,5 y 245,3 segundos respectivamente. La baja variabilidad observada entre mediciones evidencia una adecuada repetitividad en las actividades realizadas por los operarios. Este proceso resulta indispensable para asegurar el crecimiento y desarrollo adecuado de las larvas.

Tabla 24.

Ficha de observación de tiempos de Monitoreo y control.

	MARTHILAB S.A.										F. Elaboración:	
	FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS Y SEGUNDOS										F. Revisión:	
											Código:	

Área: Producción			Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual									Página:	
Producto: Larvas de camarón			Revisado por:									Lote:	
MONITOREO Y CONTROL													
Nº	Descripción de actividad	Tiempo observado										Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Medición de temperatura	118	121	118	121	120	121	119	128	118	121	1205	120,5
2	Medición de salinidad	127	118	121	117	116	115	118	121	114	131	1198	119,8
3	Medición de oxígeno disuelto	175	174	183	182	172	175	172	168	189	187	1777	177,7
4	Medición de pH	121	134	118	121	118	121	134	126	119	122	1234	123,4
5	Medición de amonio y otros parámetros	182	172	185	182	172	168	169	174	178	180	1762	176,2
6	Verificación de aireadores	172	168	172	168	172	168	172	168	174	179	1713	171,3
7	Corrección de parámetros fuera de rango	479	485	478	469	465	459	591	482	487	501	4896	489,6
8	Registro de resultados	168	172	182	183	184	195	193	168	172	181	1798	179,8
9	Elaboración de reportes diarios	246	251	246	251	237	245	246	251	246	251	2470	247
Total Monitoreo y Control													1805,3
Observación:													

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 24, el proceso de monitoreo y control obtuvo un tiempo promedio total de 1805,3 segundos. La actividad que consume mayor tiempo es la corrección de parámetros fuera de rango, con un promedio de 489,6 segundos, debido a las acciones requeridas para restablecer las condiciones óptimas del cultivo. Los resultados muestran que esta etapa representa una de las actividades críticas para mantener la estabilidad de los parámetros fisicoquímicos del sistema productivo.

Tabla 25.

Ficha de observación de tiempos de Cosecha.

		MARTHILAB S.A.		F. Elaboración:	
		FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS Y SEGUNDOS		F. Revisión:	
				Código:	
Área: Producción		Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual		Página:	
Producto: Larvas de camarón		Revisado por:		Lote:	
COSECHA					
N°		Tiempo observado			

	Descripción de actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
1	Programación de la cosecha	184	182	185	185	169	175	173	182	181	169	1785	178,5
2	Preparación de equipos de recolección	301	304	300	302	302	315	285	299	286	291	2985	298,5
3	Verificación del estado de las postlarvas	246	251	246	251	246	251	246	251	255	259	2502	250,2
4	Concentración de organismos	481	475	476	482	485	491	482	493	472	479	4816	481,6
5	Recolección de postlarvas	605	615	621	618	602	599	604	606	609	602	6081	608,1
6	Conteo de organismos cosechados	421	431	419	415	420	422	425	419	419	423	4214	421,4
7	Evaluación de supervivencia final	304	305	300	301	301	305	299	288	306	307	3016	301,6
8	Registro de producción obtenida	182	169	175	184	182	184	178	178	173	182	1787	178,7
Total Cosecha													2718,6
Observación:													

Nota. Elaborado por los autores.

La cosecha registró el mayor tiempo promedio entre todos los procesos analizados, alcanzando 2718,6 segundos. Las actividades de recolección de postlarvas, concentración de organismos y conteo de organismos cosechados representan la mayor carga operativa del proceso. La duración observada se encuentra asociada al cuidado requerido durante la manipulación de los organismos para evitar pérdidas y garantizar la calidad del producto final como indica la Tabla 25.

Tabla 26.

Ficha de observación de tiempos de Clasificación y empaque.

		MARTHILAB S.A.										F. Elaboración:	
		FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS Y SEGUNDOS										F. Revisión:	
												Código:	
Área: Producción		Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual										Página:	
Producto: Larvas de camarón		Revisado por:										Lote:	
CLASIFICACIÓN Y EMPAQUE													
N°	Descripción de actividad	Tiempo observado										Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Selección de postlarvas aptas	301	309	304	289	295	304	289	305	321	315	3032	303,2
2	Verificación de calidad	241	245	236	234	251	245	246	241	238	239	2416	241,6

3	Conteo por lote	304	289	305	301	306	304	289	304	289	301	2992	299,2
4	Preparación de fundas	234	251	253	238	247	229	234	241	235	238	2400	240
5	Empaque de postlarvas	487	492	482	481	484	472	476	492	495	482	4843	484,3
6	Incorporación de oxígeno	246	234	241	248	246	249	251	253	241	247	2456	245,6
7	Sellado de empaques	184	187	182	174	183	182	185	171	172	191	1811	181,1
8	Etiquetado de lotes	122	125	124	119	108	119	124	117	123	125	1206	120,6
9	Registro de salida	131	109	114	111	113	125	114	124	128	129	1198	119,8
Total Clasificación y Empaque												2235,4	
Observación:													

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 26, el proceso de clasificación y empaque presentó un tiempo promedio total de 2235,4 segundos. La actividad de empaque de postlarvas constituye la operación más demandante, con un promedio de 484,3 segundos, seguida por la selección de organismos aptos para comercialización. Los resultados evidencian la importancia de esta etapa para asegurar que las postlarvas cumplan con los requisitos de calidad establecidos antes de su despacho.

Tabla 27.

Ficha de observación de tiempos de Distribución.

		MARTHILAB S.A.										F. Elaboración:	
		FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS Y SEGUNDOS										F. Revisión:	
												Código:	
Área: Producción		Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual										Página:	
Producto: Larvas de camarón		Revisado por:										Lote:	
DISTRIBUCIÓN													
N°	Descripción de actividad	Tiempo observado										Tiempo total observado	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Preparación de documentación de despacho	241	245	235	261	259	229	234	231	237	248	2420	242
2	Carga de fundas en vehículos	419	425	413	416	425	418	429	417	426	421	4209	420,9
3	Verificación de condiciones de transporte	182	187	178	177	172	196	182	185	173	175	1807	180,7
4	Entrega al cliente o transportista	304	305	301	289	299	304	308	315	304	305	3034	303,4
5	Registro de despacho	123	119	114	125	127	126	127	119	118	113	1211	121,1
6	Confirmación de recepción	185	173	178	186	174	172	187	178	172	176	1781	178,1
7	Archivo de documentación	112	128	124	126	118	124	121	118	119	114	1204	120,4
Total Distribución													1566,6

Nota. Elaborado por los autores.

La distribución registró un tiempo promedio total de 1566,6 segundos distribuidos en siete actividades. La carga de fundas en vehículos fue la actividad con mayor duración, alcanzando un promedio de 420,9 segundos, debido a las condiciones de manipulación y transporte requeridas para preservar la calidad del producto. Los tiempos observados muestran una ejecución relativamente uniforme, permitiendo garantizar una adecuada entrega de las postlarvas al cliente final como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 28.

Resumen de tiempos promedio por etapa.

Nº	Etapas del proceso	Tiempo promedio total (s)	Tiempo promedio total (min)
1	Recepción de nauplios	1380,5	23,01
2	Aclimatación	2213,8	36,90
3	Apertura de fundas y liberación	1359,6	22,66
4	Siembra	1941,1	32,35
5	Desarrollo larvario	2315,7	38,60
6	Alimentación	1328,0	22,13
7	Monitoreo y control	1805,3	30,09
8	Cosecha	2718,6	45,31
9	Clasificación y empaque	2235,4	37,26
10	Distribución	1566,6	26,11
Total general	Proceso completo	18864,6	314,41

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 28 presenta los resultados obtenidos mediante el estudio de tiempos evidencian que la etapa de cosecha constituye la actividad con mayor demanda temporal dentro del proceso productivo de larvas de camarón, registrando un tiempo promedio de 2718,6 segundos (45,31 minutos), debido principalmente a las actividades de recolección, concentración y conteo de organismos. Le siguen las etapas de desarrollo larvario con 2315,7 segundos (38,60 minutos) y clasificación y empaque con 2235,4 segundos (37,26 minutos), las cuales requieren un seguimiento continuo y procedimientos de control de calidad que incrementan el tiempo de ejecución. Por otro lado, las etapas con menor duración corresponden a alimentación con 1328 segundos (22,13 minutos) y apertura de fundas y liberación con 1359,6 segundos (22,66

minutos). El tiempo promedio acumulado para completar todo el proceso productivo es de 18864,6 segundos (314,41 minutos), equivalente a aproximadamente 5,24 horas, lo que permite identificar las fases críticas donde se concentran los mayores consumos de tiempo y que representan oportunidades de mejora para incrementar la eficiencia operativa de la empresa MARTHILAB S.A. mediante la optimización de métodos y la reducción de actividades que no agregan valor.

3.2.3. Diagrama de análisis de procesos

DAP 1. Recepción de nauplios

Tabla 29.

DAP Recepción de nauplios.

Diagrama de flujo de procesos											
Diagrama # 001				Resumen							
Actividad: Recepción de nauplios				Actividad					Actual	Propuesta	
				Operación					○	4	
				Inspección					□	3	
				Transporte					⇒	1	
Producto: Larvas de camarón				Demora					D		
				Almacenamiento					▽		
				Distancia (m)							
Método: Actual X Propuesto				Tiempo (hora-hombre)							
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales							
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones	
Descripción		Distancia (metros)	○		□	⇒	D	▽			
1	Recepción del lote de nauplios		179	X							
2	Verificación de la orden de compra o guía de remisión		120,3		X						
3	Inspección visual de las fundas de transporte		120,5		X						
4	Verificación de la cantidad de nauplios recibidos		179,6		X						
5	Registro de ingreso del lote		121,1	X							
6	Descarga de los recipientes de transporte		239,4	X							
7	Traslado de las fundas hacia el área de aclimatación	20	179,6			X					
8	Preparación de materiales y equipos para la aclimatación		241	X							
TOTAL		20	1380,5								

Nota. Elaborado por los autores.

El Diagrama Analítico de Proceso de la recepción de nauplios permitió identificar las actividades ejecutadas desde el ingreso del lote hasta la preparación para la aclimatación como indica la Tabla 29. El tiempo total promedio registrado fue de 1380,5 segundos, destacándose las actividades de preparación de materiales y equipos para la aclimatación (241 s) y descarga de los recipientes de transporte (239,4 s) como las de mayor duración. Se observa que las actividades administrativas de verificación y registro demandan menores tiempos, lo que evidencia que el proceso se concentra principalmente en operaciones relacionadas con la manipulación y acondicionamiento inicial de los organismos.

DAP 2. Aclimatación

Tabla 30.

DAP Aclimatación.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 002				Resumen						
Actividad: Aclimatación				Actividad					Actual	Propuesta
				Operación					8	
				Inspección					2	
				Transporte						
Producto: Larvas de camarón				Demora						
				Almacenamiento						
				Distancia (m)						
Método: Actual X Propuesto				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:			Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones	
Descripción		Distancia (metros)		○	□	⇒	D	▽		
1	Verificación de las condiciones iniciales del agua			180,2			X			
2	Medición de temperatura de las fundas			178,1	X					
3	Medición de temperatura del tanque			178	X					
4	Medición de salinidad de las fundas			180,4	X					
5	Medición de salinidad del tanque			181,8	X					
6	Ajuste gradual de temperatura			366,6	X					
7	Ajuste gradual de salinidad			296	X					
8	Monitoreo del comportamiento de los nauplios			297	X					
9	Verificación del tiempo de aclimatación			178,3			X			
10	Autorización para la liberación de los organismos			177,4	X					
TOTAL				2213,8						

Nota. Elaborado por los autores.

El análisis del proceso de aclimatación determinó un tiempo promedio total de 2213,8 segundos, siendo una de las etapas más importantes para garantizar la adaptación de los nauplios a las condiciones de cultivo presentado en la Tabla 30. Las actividades con mayor incidencia temporal fueron el ajuste gradual de temperatura (366,6 s) y el ajuste gradual de salinidad (296 s), debido a la necesidad de realizar cambios controlados para evitar estrés en los organismos. La distribución de tiempos refleja la importancia de las operaciones de monitoreo y control durante esta etapa crítica del proceso productivo.

DAP 3. Apertura de fundas y liberación

Tabla 31.

DAP Apertura de fundas y liberación.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 003				Resumen						
Actividad: Apertura de fundas y liberación				Actividad					Actual	Propuesta
				Operación					7	
				Inspección					1	
				Transporte						
Producto: Larvas de camarón				Demora						
				Almacenamiento						
				Distancia (m)						
Método: Actual X Propuesto				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
Descripción			Distancia (metros)		○	□	⇒	D	▽	
1	Preparación del área de liberación			180,5	X					
2	Inspección final de las fundas			181,3		X				
3	Apertura de las fundas de transporte			177,2	X					
4	Liberación controlada de los nauplios			238,8	X					
5	Distribución uniforme en el tanque			174,7	X					
6	Observación del comportamiento inicial			176,2	X					
7	Registro de la actividad realizada			56,2	X					
8	Retiro y disposición de materiales utilizados			174,7	X					
TOTAL				1359,6						

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 31 presenta el DAP correspondiente a la apertura de fundas y liberación registró un tiempo promedio total de 1359,6 segundos. La actividad que demanda mayor tiempo es la liberación controlada de los nauplios (238,8 s), debido a la necesidad de garantizar

una distribución adecuada y minimizar pérdidas. En contraste, el registro de la actividad realizada (56,2 s) representa la menor duración dentro del proceso. Los resultados muestran que la mayor parte del tiempo se concentra en operaciones directamente relacionadas con la manipulación de los organismos.

DAP 4. Siembra

Tabla 32.

DAP Siembra.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 004				Resumen						
Actividad: Siembra				Actividad				Actual	Propuesta	
				Operación 				6		
				Inspección 				2		
				Transporte 						
Producto: Larvas de camarón				Demora 						
				Almacenamiento 						
				Distancia (m)						
Método: Actual X Propuesto				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
Descripción		Distancia (metros)								
1	Preparación y limpieza del tanque de cultivo		295,3	X						
2	Verificación de parámetros de agua		242,8		X					
3	Cálculo de la densidad de siembra		245,5	X						
4	Conteo de nauplios		300,1	X						
5	Distribución de los organismos en los tanques		317,1	X						
6	Verificación de la densidad final		180,5		X					
7	Registro de la cantidad sembrada		178,8	X						
8	Confirmación de las condiciones de cultivo		181	X						
TOTAL			1941,1							

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 32 indica la etapa de siembra, la cual presentó un tiempo promedio total de 1941,1 segundos. Las actividades de distribución de los organismos en los tanques (317,1 s), conteo de nauplios (300,1 s) y preparación y limpieza del tanque de cultivo (295,3 s) representan las mayores demandas de tiempo. Esto evidencia que la correcta distribución y control de densidad constituyen aspectos fundamentales para asegurar el adecuado desarrollo de las larvas durante las etapas posteriores.

DAP 5. Desarrollo larvario

Tabla 33.

DAP Desarrollo larvario.

Diagrama de flujo de procesos											
Diagrama # 005				Resumen							
Actividad: Desarrollo larvario				Actividad				Actual	Propuesta		
				Operación 				7			
				Inspección 				1			
				Transporte 							
Producto: Larvas de camarón				Demora 							
				Almacenamiento 							
				Distancia (m)							
Método:		Actual	X	Propuesto	Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por:				Carol González-Keneth Yagual				Totales			
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones	
Descripción		Distancia (metros)									
1	Observación diaria de las larvas			299	X						
2	Verificación del crecimiento larvario			361,3		X					
3	Identificación de cambios de estadio biológico			294,9	X						
4	Evaluación de supervivencia			297,9	X						
5	Revisión del comportamiento de las larvas			243,6	X						
6	Control de mortalidad			247,1	X						
7	Registro de información técnica			244,9	X						
8	Elaboración de reportes de seguimiento			327	X						
TOTAL				2315,7							

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 33 se presentó el proceso de desarrollo larvario, el cual alcanzó un tiempo promedio total de 2315,7 segundos, posicionándose entre las etapas de mayor duración dentro del sistema productivo. La actividad más representativa corresponde a la verificación del crecimiento larvario, con un tiempo promedio de 361,3 segundos, seguida de la elaboración de reportes de seguimiento, que registró 327 segundos. Estos resultados evidencian que una parte importante del tiempo empleado en esta etapa está relacionada con las actividades de observación, control biológico y registro técnico, las cuales requieren una supervisión constante para asegurar el adecuado desarrollo de las larvas. Asimismo, la duración de estas actividades refleja la necesidad de realizar controles periódicos sobre las condiciones del cultivo y documentar los resultados obtenidos.

DAP 6. Alimentación

Tabla 34.

DAP Alimentación.

Diagrama de flujo de procesos									
Diagrama # 005				Resumen					
Actividad: Alimentación				Actividad				Actual	Propuesta
				Operación				7	
				Inspección				1	
				Transporte					
Producto: Larvas de camarón				Demora					
				Almacenamiento					
				Distancia (m)					
Método: Actual X Propuesto				Tiempo (hora-hombre)					
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales					
Fecha:			Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
Descripción		Distancia (metros)		○	□	⇒	D	▽	
1	Preparación del alimento			243,5	X				
2	Dosificación según etapa larvaria			180,3	X				
3	Distribución del alimento en los tanques			245,3	X				
4	Verificación del consumo			122,2		X			
5	Ajuste de cantidades suministradas			119,7	X				
6	Limpieza de recipientes y utensilios			171,9	X				
7	Registro de alimentación			123,3	X				
8	Programación de la siguiente alimentación			121,8	X				
TOTAL				1328					

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 34 se presentó el DAP de alimentación, registrando un tiempo promedio total de 1328 segundos, siendo una de las etapas más rápidas dentro del proceso productivo. Las actividades de distribución del alimento en los tanques (245,3 s) y preparación del alimento (243,5 s) concentran la mayor parte del tiempo empleado. Esto demuestra que la preparación y suministro adecuado del alimento son las tareas más relevantes para asegurar el crecimiento y supervivencia de las larvas. Además, el control durante estas actividades permite garantizar una distribución uniforme y acorde con los requerimientos del cultivo, contribuyendo al adecuado desarrollo de las larvas y al mantenimiento de las condiciones productivas de la empresa.

DAP 7. Monitoreo y control

Tabla 35.

DAP Monitoreo y control.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 005				Resumen						
Actividad: Monitoreo y control				Actividad					Actual	Propuesta
				Operación					8	
				Inspección					1	
				Transporte						
Producto: Larvas de camarón				Demora						
				Almacenamiento						
				Distancia (m)						
Método: Actual X Propuesto				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:			Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones	
Descripción		Distancia (metros)		○	□	⇒	D	▽		
1	Medición de temperatura			120,5	X					
2	Medición de salinidad			119,8	X					
3	Medición de oxígeno disuelto			177,7	X					
4	Medición de pH			123,4	X					
5	Medición de amonio y otros parámetros			176,2	X					
6	Verificación de aireadores			171,3		X				
7	Corrección de parámetros fuera de rango			489,6	X					
8	Registro de resultados			179,8	X					
9	Elaboración de reportes diarios			247	X					
TOTAL				1805,3						

Nota. Elaborado por los autores.

El análisis del proceso de monitoreo y control determinó un tiempo promedio total de 1805,3 segundos. La actividad de corrección de parámetros fuera de rango (489,6 s) constituye el elemento más significativo en términos de tiempo, debido a las acciones correctivas necesarias para restablecer las condiciones óptimas de cultivo, como lo indica la Tabla 35. Las mediciones de temperatura, salinidad, pH y oxígeno presentan tiempos relativamente homogéneos, reflejando la importancia de la supervisión constante de los parámetros ambientales. Asimismo, estos controles permiten identificar oportunamente cualquier variación que pueda afectar el desarrollo larvario, contribuyendo a mantener condiciones adecuadas durante el proceso productivo.

DAP 8. Cosecha

Tabla 36.

DAP Cosecha.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 005				Resumen						
Actividad: Cosecha				Actividad		Actual		Propuesta		
				Operación		7				
				Inspección		1				
				Transporte						
Producto: Larvas de camarón				Demora						
				Almacenamiento						
				Distancia (m)						
Método: Actual X Propuesto				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:			Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones	
Descripción		Distancia (metros)		○	□	⇒	D	▽		
1	Programación de la cosecha			178,5	X					
2	Preparación de equipos de recolección			298,5	X					
3	Verificación del estado de las postlarvas			250,2		X				
4	Concentración de organismos			481,6	X					
5	Recolección de postlarvas			608,1	X					
6	Conteo de organismos cosechados			421,4	X					
7	Evaluación de supervivencia final			301,6	X					
8	Registro de producción obtenida			178,7	X					
TOTAL				2718,6						

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 36, el proceso de cosecha representa la etapa con mayor tiempo promedio total del proceso, alcanzando 2718,6 segundos. Las actividades de recolección de postlarvas (608,1 s), concentración de organismos (481,6 s) y conteo de organismos cosechados (421,4 s) son las que generan la mayor carga de trabajo. Estos resultados evidencian que la cosecha constituye una fase crítica debido a la necesidad de manipular grandes volúmenes de organismos manteniendo su calidad y supervivencia. Además, el tiempo requerido en estas actividades demuestra la importancia de mantener una adecuada coordinación y control durante la manipulación, con el fin de evitar pérdidas y asegurar que las postlarvas cumplan con las condiciones requeridas para las etapas posteriores.

DAP 9. Clasificación y empaque

Tabla 37.

DAP Clasificación y empaque.

Diagrama de flujo de procesos											
Diagrama # 005				Resumen							
Actividad: Clasificación y empaque				Actividad					Actual	Propuesta	
				Operación					○	8	
				Inspección					□	1	
				Transporte					⇒		
Producto: Larvas de camarón				Demora					D		
				Almacenamiento					▽		
				Distancia (m)							
Método: Actual X Propuesto				Tiempo (hora-hombre)							
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales							
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones	
Descripción		Distancia (metros)	○		□	⇒	D	▽			
1	Selección de postlarvas aptas			303,2	X						
2	Verificación de calidad			241,6		X					
3	Conteo por lote			299,2	X						
4	Preparación de fundas			240	X						
5	Empaque de postlarvas			484,3	X						
6	Incorporación de oxígeno			245,6	X						
7	Sellado de empaques			181,1	X						
8	Etiquetado de lotes			120,6	X						
9	Registro de salida			119,8	X						
TOTAL				2235,4							

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 37 presenta el proceso de clasificación y empaque, el cual registró un tiempo promedio total de 2235,4 segundos. La actividad más demandante fue el empaque de postlarvas (484,3 s), seguida de la selección de postlarvas aptas (303,2 s) y el conteo por lote (299,2 s). La distribución de tiempos demuestra la importancia de las actividades de control de calidad y acondicionamiento final antes de la entrega del producto al cliente. Asimismo, estos resultados evidencian que una adecuada clasificación y empaque permiten mantener la calidad de las postlarvas y garantizar que los lotes cumplan con las condiciones establecidas para su comercialización. De igual manera, el tiempo destinado a estas actividades refleja la necesidad de realizar una manipulación cuidadosa y ordenada, evitando daños en los organismos y asegurando que el producto final sea entregado en condiciones óptimas.

DAP 10. Distribución

Tabla 38.

DAP Distribución.

Diagrama de flujo de procesos											
Diagrama # 005				Resumen							
Actividad: Distribución				Actividad					Actual	Propuesta	
				Operación					○	6	
				Inspección					□	1	
				Transporte					➡		
Producto: Larvas de camarón				Demora					D		
				Almacenamiento					▽		
				Distancia (m)							
Método:		Actual X	Propuesto	Tiempo (hora-hombre)							
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales							
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones	
Descripción		Distancia (metros)	○		□	➡	D	▽			
1	Preparación de documentación de despacho			242	X						
2	Carga de fundas en vehículos			420,9	X						
3	Verificación de condiciones de transporte			180,7				X			
4	Entrega al cliente o transportista			303,4	X						
5	Registro de despacho			121,1	X						
6	Confirmación de recepción			178,1	X						
7	Archivo de documentación			120,4	X						
TOTAL				1566,6							

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 38, el DAP de distribución presentó un tiempo promedio total de 1566,6 segundos. La actividad de carga de fundas en vehículos (420,9 s) registró el mayor tiempo de ejecución, seguida de la entrega al cliente o transportista (303,4 s). Las actividades documentales, como el registro y archivo de documentación, requieren menores tiempos, evidenciando que la mayor parte del esfuerzo se concentra en las operaciones logísticas de despacho y transporte.

Tabla 39.

Resumen de DAP.

Proceso	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenamiento	Total actividades	Tiempo (s)
Recepción de nauplios	4	3	1	-	-	8	1380,5

Aclimatación	8	2	-	-	-	10	2213,8
Apertura y liberación	7	1	-	-	-	8	1359,6
Siembra	6	2	-	-	-	8	1941,1
Desarrollo larvario	7	1	-	-	-	8	2315,7
Alimentación	7	1	-	-	-	8	1328,0
Monitoreo y control	8	1	-	-	-	9	1805,3
Cosecha	7	1	-	-	-	8	2718,6
Clasificación y empaque	8	1	-	-	-	9	2235,4
Distribución	6	1	-	-	-	7	1566,6

Nota. Elaborado por los autores.

Los Diagramas Analíticos de Proceso (DAP) permitieron identificar y clasificar las actividades que conforman el proceso de producción de larvas de camarón en MARTHILAB S.A., evidenciando el predominio de operaciones e inspecciones orientadas al cumplimiento de los parámetros técnicos y de calidad, como se presenta en la Tabla 38. La cosecha registró el mayor tiempo promedio con 2718,6 segundos, seguida del desarrollo larvario (2315,7 s) y clasificación y empaque (2235,4 s), mientras que alimentación (1328 s) y apertura de fundas y liberación (1359,6 s) presentaron los menores tiempos. En total, el proceso alcanzó 18864,6 segundos, equivalentes a 314,41 minutos. Estos resultados permiten identificar oportunidades de mejora para reducir tiempos y fortalecer la eficiencia operativa.

A partir de los resultados obtenidos en los DAP, el estudio de tiempos no solo permitió determinar la duración de las actividades, sino también identificar las etapas en las que se concentra una mayor proporción del tiempo total del proceso productivo. Como se muestra en la Tabla 40, la cosecha constituye la etapa de mayor duración con 2718,6 segundos, representando el 14,41 % del tiempo total, por lo que se identifica como el principal punto crítico del proceso. Le siguen desarrollo larvario, clasificación y empaque y aclimatación, cuyos tiempos también representan una demanda importante de recursos y esfuerzo operativo. Esta concentración de tiempo permite establecer que dichas etapas requieren mayor atención, debido a que cualquier retraso generado en ellas puede afectar la continuidad y el ritmo de las operaciones posteriores. Por tanto, el estudio de tiempos permitió determinar no solo cuánto tarda cada etapa, sino también dónde se concentra la mayor demanda de tiempo y dónde existen oportunidades para reducir actividades innecesarias y mejorar el flujo del proceso.

Tabla 40.*Identificación de etapas críticas según tiempo de proceso.*

Proceso	Tiempo (s)	Participación del tiempo total (%)	Prioridad
Cosecha	2718,6	14,41	Cuello de botella principal
Desarrollo larvario	2315,7	12,28	Alta
Clasificación y empaque	2235,4	11,85	Alta
Aclimatación	2213,8	11,74	Alta
Siembra	1941,1	10,29	Media
Monitoreo y control	1805,3	9,57	Media
Distribución	1566,6	8,31	Media
Recepción de nauplios	1380,5	7,32	Baja
Apertura y liberación	1359,6	7,21	Baja
Alimentación	1328,0	7,04	Baja
Total	18864,6	100,00	—

Nota. Elaborado por los autores.**3.2.4. Diagnóstico del problema**

Los problemas identificados evidencian que las principales deficiencias del proceso productivo se concentran en la falta de estandarización de actividades, los registros manuales y las correcciones frecuentes de parámetros de agua, los cuales representan una parte significativa de las incidencias registradas como se establece en la Tabla 40. Asimismo, se observa una importante variabilidad en los tiempos de ejecución entre operadores y un exceso de inspecciones repetitivas, lo que incrementa el tiempo total del proceso y reduce la eficiencia.

Tabla 41.*Problemas encontrados.*

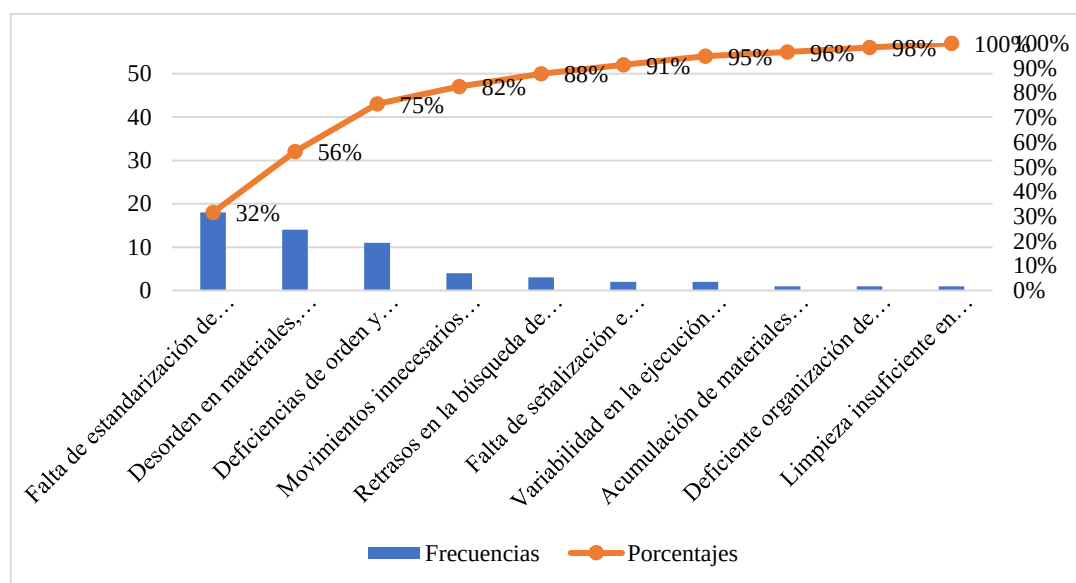
N°	Problema identificado	Frecuencia
1	Falta de estandarización de las actividades operativas	18
2	Desorden en materiales, herramientas y documentos de trabajo	14
3	Deficiencias de orden y limpieza	11
4	Movimientos innecesarios durante la ejecución de actividades	4
5	Retrasos en la búsqueda de materiales y equipos	3
6	Falta de señalización e identificación de áreas de trabajo	2
7	Variabilidad en la ejecución de tareas entre operadores	2
8	Acumulación de materiales sin uso inmediato	1
9	Deficiente organización de documentos y registros	1
10	Limpieza insuficiente en algunas áreas operativas	1

Nota. Elaborado por los autores.

El diagrama de Pareto presentado en la Figura 14 permitió identificar los problemas que generan la mayor cantidad de incidencias en el proceso productivo de larvas de camarón en MARTHILAB S.A. Los resultados evidenciaron que la falta de estandarización de las actividades, el desorden de materiales, herramientas y documentos, y los registros manuales con duplicidad de información concentran el 75,44 % de las incidencias. Esto confirma que la mayor parte de los problemas se concentra en un número reducido de causas, de acuerdo con el principio de Pareto. Estas situaciones generan variabilidad en las tareas, pérdidas de tiempo y retrasos en la gestión de información, por lo que fueron seleccionadas como prioritarias para el análisis de causas y el planteamiento de acciones de mejora orientadas a incrementar la eficiencia operativa.

Figura 14.

Diagrama de Pareto de los problemas encontrados.



Nota. Elaborado por los autores.

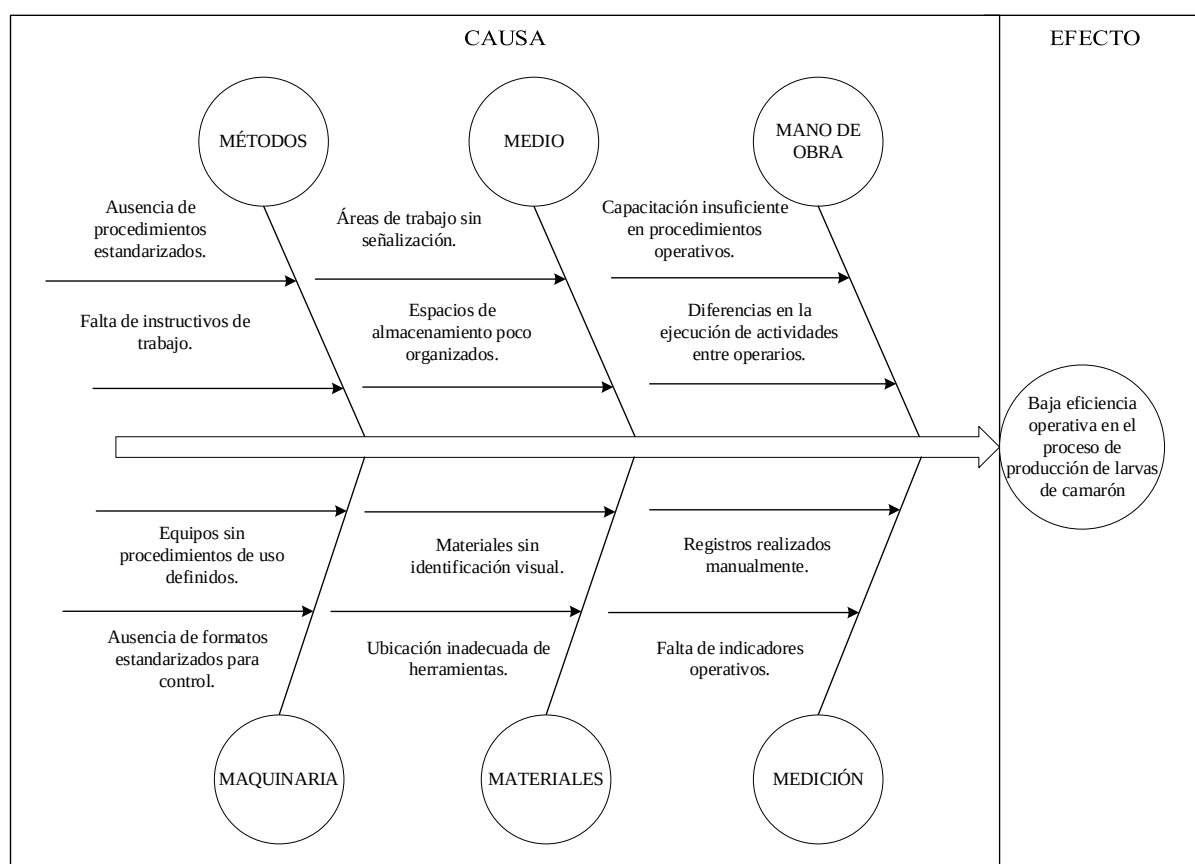
3.2.5. Diagrama de Ishikawa

La Figura 15 presenta el diagrama de Ishikawa, el cual permitió identificar las principales causas que afectan la eficiencia operativa del proceso de producción de larvas de camarón en MARTHILAB S.A. Los resultados evidenciaron que las causas más relevantes se encuentran asociadas a la ausencia de procedimientos estandarizados, la organización

deficiente de materiales y herramientas, y la utilización de registros manuales que generan duplicidad de información. Asimismo, se identificaron factores relacionados con la capacitación del personal, la distribución de recursos y la falta de mecanismos de control e indicadores de desempeño. Estas causas influyen directamente en la ejecución de las actividades operativas, provocando variabilidad en los tiempos de trabajo y limitando el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles.

Figura 15.

Diagrama de Ishikawa.



Nota. Elaborado por los autores.

3.2.6. Análisis de los 5 por qué

El análisis de los 5 Porqués permitió determinar que la falta de estandarización de las actividades operativas se origina principalmente en la ausencia de procedimientos documentados y lineamientos formales para la ejecución de las tareas. Esta situación provoca que cada colaborador desarrolle las actividades de acuerdo con su experiencia o criterio personal, generando variaciones en la forma de trabajo y en los tiempos de ejecución. Por lo

tanto, la causa raíz identificada corresponde a la inexistencia de procedimientos operativos estandarizados que permitan uniformar las actividades del proceso productivo como se muestra en la Tabla 41.

Tabla 42.

Problema 1: Falta de estandarización de actividades operativas.

¿Por qué?	Respuesta
1	Las actividades se realizan de forma diferente.
2	No existen procedimientos documentados.
3	No se han definido estándares operativos.
4	No existe una gestión formal de procesos.
5	No se han implementado herramientas de mejora continua.

Nota. Elaborado por los autores.

Mediante la aplicación de la técnica de los 5 Porqués se identificó que el desorden existente en materiales, herramientas y documentos se debe principalmente a la falta de una metodología formal de organización dentro de las áreas de trabajo. La inexistencia de criterios de clasificación, identificación y ubicación de recursos dificulta su localización y genera pérdidas de tiempo durante la ejecución de las actividades. En consecuencia, la causa raíz se relaciona con la ausencia de la metodología 5S para la gestión del orden y la limpieza en el entorno laboral se presenta en la Tabla 42.

Tabla 43.

Problema 2: Desorden de materiales y herramientas.

¿Por qué?	Respuesta
1	Las actividades se realizan de forma diferente.
2	No existen procedimientos documentados.
3	No se han definido estándares operativos.
4	No existe una gestión formal de procesos.
5	No se han implementado herramientas de mejora continua.

Nota. Elaborado por los autores.

En la Tabla 43 se presentó el análisis efectuado permitió determinar que las deficiencias de orden y limpieza se originan por la inexistencia de ubicaciones definidas para materiales, herramientas y equipos de trabajo, así como por la falta de procedimientos estandarizados que regulen las actividades de organización y limpieza. Esta situación genera pérdidas de tiempo durante la búsqueda de recursos, dificulta la ejecución eficiente de las operaciones y afecta las

condiciones generales del área de trabajo. Por consiguiente, se concluye que la causa raíz del problema corresponde a la ausencia de una metodología formal de orden y limpieza que garantice la organización sistemática de los espacios de trabajo, como la metodología 5S.

Tabla 44.

Problema 3: Deficiencias de orden y limpieza.

¿Por qué?	Respuesta
1	Las áreas de trabajo presentan materiales y herramientas fuera de su ubicación.
2	No existen lugares definidos para la ubicación de materiales y equipos.
3	No se han establecido criterios estandarizados de orden y limpieza.
4	No se realizan inspecciones periódicas para verificar las condiciones del área.
5	No se ha implementado una metodología formal de organización y limpieza, como las 5S.

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados obtenidos mediante la técnica de los 5 Porqués permitieron identificar las causas raíz asociadas a los principales problemas detectados en el análisis de Pareto. Se determinó que la ausencia de procedimientos estandarizados, la falta de aplicación de metodologías de organización del puesto de trabajo y la inexistencia de un sistema de gestión documental constituyen los factores fundamentales que afectan la eficiencia operativa del proceso productivo. Estas causas servirán como base para el diseño de la propuesta de mejora orientada a la implementación de herramientas de gestión por procesos y Lean Manufacturing en MARTHILAB S.A.

3.2.7. Eficiencia operativa actual

Con la finalidad de determinar el desempeño actual del proceso productivo de larvas de camarón en MARTHILAB S.A., se procedió al cálculo de la eficiencia operativa. Este indicador permite evaluar el grado de aprovechamiento de las actividades que aportan valor al proceso en relación con el total de actividades ejecutadas durante la operación. La eficiencia operativa constituye una herramienta de diagnóstico que facilita la identificación de oportunidades de mejora y sirve como línea base para comparar los resultados obtenidos después de la implementación de la propuesta.

Para su determinación se utilizó la información obtenida mediante los Diagramas de Análisis de Procesos (DAP), en los cuales se identificaron y clasificaron las actividades de acuerdo con su naturaleza. Las operaciones fueron consideradas actividades que agregan valor (VA), debido a que contribuyen directamente al desarrollo del proceso productivo. Por otro

lado, las inspecciones y actividades de transporte fueron clasificadas como actividades que no agregan valor, pero son necesarias (NVAN), ya que permiten controlar y verificar el cumplimiento de los requisitos operativos y de calidad como lo establece la Tabla 44.

Tabla 45.

Clasificación de actividades según generación de valor.

Tipo de actividad	Cantidad
Actividades que agregan valor (VA)	68
Actividades que no agregan valor pero son necesarias (NVAN)	15
Total de actividades	83

Nota. Elaborado por los autores.

Fórmula de eficiencia operativa

La eficiencia operativa se calculó mediante la siguiente expresión:

$$EO = \frac{VA}{TA} * 100$$

Donde:

- EO: Eficiencia operativa (%)
- VA: Actividades que agregan valor
- TA: Total de actividades del proceso

Sustituyendo los valores obtenidos:

$$EO = \frac{68}{83} * 100$$

$$EO = 81,93\%$$

Tabla 46.

Resultado de la eficiencia operativa actual.

Indicador	Resultado
Actividades que agregan valor	68
Total de actividades	83
Eficiencia operativa actual	81,93 %

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados obtenidos evidencian que el 81,93 % de las actividades identificadas dentro del proceso productivo corresponden a operaciones que agregan valor, mientras que el 18,07 % restante está conformado por actividades de inspección y transporte que, aunque no generan valor directo al producto, son necesarias para garantizar el control y la continuidad de las operaciones establecidos en la Tabla 44.

Si bien el porcentaje obtenido refleja una participación considerable de actividades productivas dentro del proceso, durante el diagnóstico se identificaron problemas relacionados con la falta de estandarización de actividades, el desorden de materiales y herramientas, así como la duplicidad de registros manuales. Estas situaciones generan variabilidad en la ejecución de las tareas y afectan el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles.

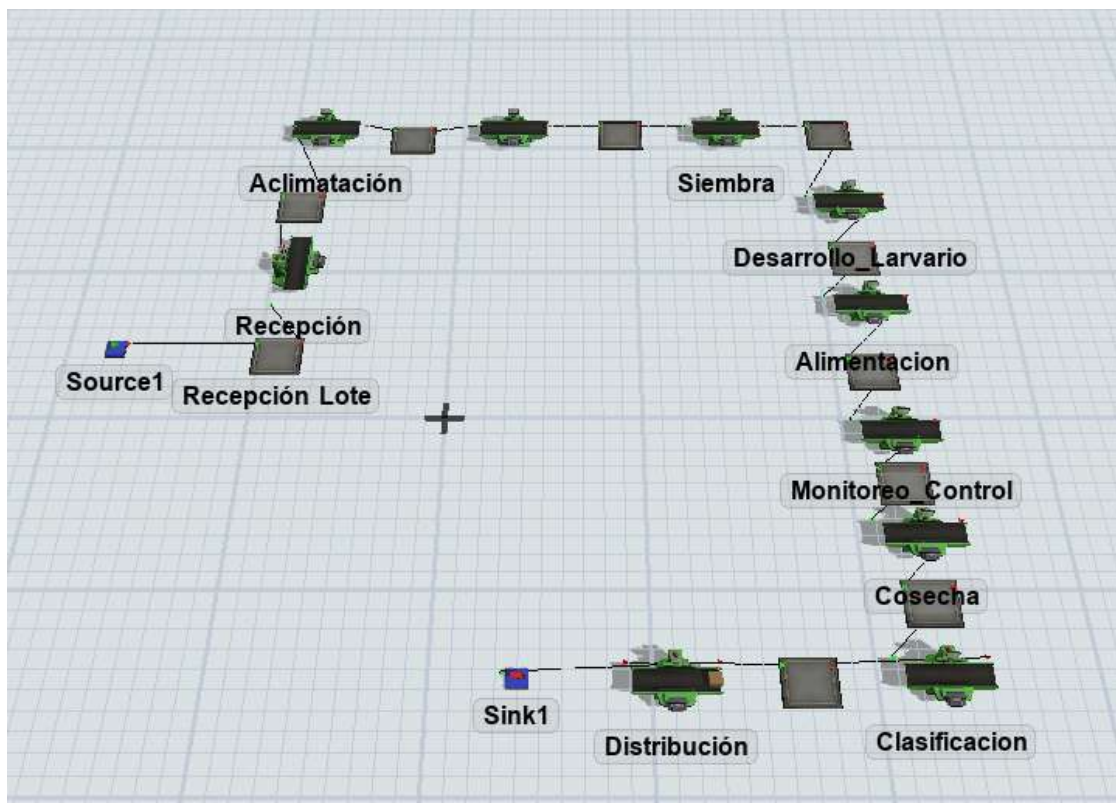
En este contexto, la eficiencia operativa actual de 81,93 % constituye la línea base para el desarrollo de la propuesta de mejora. Mediante la implementación de herramientas de gestión por procesos y Lean Manufacturing se espera optimizar la ejecución de las actividades, reducir las causas de ineficiencia identificadas y mejorar el desempeño global del proceso productivo de larvas de camarón en MARTHILAB S.A.

3.2.8. Simulación de la situación actual

En la Figura 16 se presenta la simulación del proceso productivo en su estado actual, la cual evidencia que las estaciones de trabajo presentan bajos niveles de utilización, reflejando un importante porcentaje de tiempo ocioso durante la ejecución de las operaciones. La estación de Desarrollo Larvario registra la mayor utilización con un 11,0%, seguida por Aclimatación con 10,6%, Siembra con 9,3% y Monitoreo y Control con 8,6%, mientras que las actividades de Recepción (6,6%), Apertura y Liberación (6,5%) y Alimentación (6,3%) muestran una menor carga operativa. Estos resultados indican que el proceso presenta oportunidades para optimizar la distribución de las actividades, reducir tiempos improductivos y mejorar el aprovechamiento de los recursos disponibles, aspectos que justifican la implementación de la propuesta basada en el estudio de tiempos y la metodología 5S con el fin de incrementar la eficiencia operativa de la empresa MARTHILAB S.A.

Figura 16.

Simulación de la situación actual del proceso productivo.



Nota. Elaborado por los autores mediante el Software Flexsim.

3.3. Propuesta de mejora

Luego de la recolección y análisis de la información obtenida mediante la observación directa, el estudio de tiempos, los diagramas de análisis de procesos (DAP), el diagrama de Pareto, el diagrama de Ishikawa y la técnica de los 5 Por Qué, la siguiente fase de la investigación, establecida en la metodología propuesta, se enfocó en el diseño de acciones de mejora orientadas a incrementar la eficiencia operativa de Marthilab S.A.

Con base en los resultados obtenidos durante el diagnóstico situacional, se elaboró una propuesta de mejora sustentada en herramientas de la Ingeniería de Métodos y Lean Manufacturing, considerando las necesidades identificadas en las diferentes etapas del proceso productivo de larvas de camarón. Asimismo, la información recopilada mediante visitas técnicas, entrevistas al personal y análisis de las operaciones permitió establecer oportunidades de mejora relacionadas con la organización del trabajo, la estandarización de actividades y las condiciones de orden y limpieza dentro de las áreas productivas.

En función de lo expuesto, se plantea la siguiente propuesta:

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS Y LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA OPERATIVA EN MARTHILAB S.A.

Como respuesta a los problemas identificados durante el diagnóstico, se coordinó con el personal operativo y los responsables de producción para definir las herramientas de mejora más adecuadas. Como resultado, se seleccionaron herramientas de Ingeniería de Métodos y Lean Manufacturing que permitan atacar directamente las causas raíz detectadas y fortalecer el desempeño operativo de la empresa. La Tabla 45 presenta la relación entre los problemas identificados y las herramientas propuestas para su solución.

Tabla 47.

Herramientas de mejora propuestas para cada problema identificado.

N.º	Problema identificado	Herramienta propuesta
1	Falta de estandarización de actividades operativas	Estandarización del trabajo mediante procedimientos operativos estandarizados
2	Desorden de materiales y herramientas	Metodología 5S (Clasificar y Ordenar)
3	Deficiencias de orden y limpieza	Metodología 5S (Limpiar, Estandarizar y Mantener)

Nota. Elaborado por los autores.

3.3.1. Objetivo de la propuesta

Diseñar e implementar acciones de mejora basadas en Lean Manufacturing e Ingeniería de Métodos para reducir las causas que afectan la eficiencia operativa de Marthilab S.A., mediante la estandarización de actividades, la organización de materiales y herramientas y el fortalecimiento de las condiciones de orden y limpieza.

3.3.2. Estandarización de actividades mediante la Ingeniería de Métodos

El diagnóstico realizado en la empresa MARTHILAB S.A. permitió identificar que uno de los principales problemas que afectan la eficiencia operativa corresponde a la falta de estandarización de las actividades ejecutadas durante el proceso de producción de larvas de camarón. Esta situación genera diferencias en la forma de ejecutar las tareas, variaciones en los tiempos de operación, duplicidad de actividades de verificación y una utilización ineficiente de los recursos disponibles.

Con la finalidad de reducir estas variaciones y establecer una metodología uniforme de trabajo, se propone la aplicación de herramientas de Ingeniería de Métodos orientadas al análisis, simplificación y estandarización de los procedimientos operativos. La propuesta contempla la revisión integral de los diez procesos que conforman el sistema productivo, eliminando actividades que no agregan valor, reduciendo inspecciones repetitivas y estableciendo secuencias operativas más eficientes.

La metodología aplicada se fundamenta en los principios de simplificación del trabajo, mejora de métodos y estandarización operativa, permitiendo obtener procedimientos más eficientes y fáciles de controlar.

Procesos considerados para la mejora

La Tabla 46 presenta la propuesta que comprende a los siguientes procesos operativos:

Tabla 48.

Procesos incluidos en la estandarización.

N°	Proceso
1	Recepción de nauplios
2	Aclimatación
3	Apertura de fundas y liberación
4	Siembra
5	Desarrollo larvario
6	Alimentación
7	Monitoreo y control
8	Cosecha
9	Clasificación y empaque
10	Distribución

Nota. Elaborado por los autores.

Criterios de mejora aplicados

Para la optimización de los procesos se utilizaron los principios clásicos de la Ingeniería de Métodos como se presenta en la Tabla 47:

- Eliminar: Actividades repetitivas, registros innecesarios, verificaciones duplicadas y tareas que no generan valor dentro del proceso productivo.
- Combinar: Actividades similares que pueden ejecutarse simultáneamente por el mismo operador sin afectar la calidad del proceso.

- Reordenar: Modificar la secuencia de trabajo para reducir tiempos improductivos y facilitar el flujo operacional.
- Simplificar: Estandarizar procedimientos y definir instrucciones claras para disminuir la variabilidad en la ejecución de las tareas.

Tabla 49.

Propuesta de mejora mediante Ingeniería de Métodos.

Proceso	Situación actual	Acción de mejora propuesta
Recepción de nauplios	Verificaciones realizadas de forma independiente	Integrar las verificaciones documentales y físicas en una sola actividad de control
Aclimatación	Mediciones efectuadas por separado	Consolidar el registro de parámetros en un único formato estandarizado
Apertura y liberación	Registro posterior a la operación	Realizar registro simultáneo mediante formato simplificado
Siembra	Verificaciones repetidas de densidad	Unificar el cálculo y validación de densidad en una sola actividad
Desarrollo larvario	Registros dispersos durante el monitoreo	Implementar hoja única de seguimiento larvario
Alimentación	Registros independientes para cada actividad	Consolidar registros en formato único de alimentación
Monitoreo y control	Mediciones registradas en diferentes formatos	Estandarizar formatos de monitoreo
Cosecha	Registros manuales múltiples	Integrar información en un único documento operativo
Clasificación y empaque	Controles ejecutados en diferentes etapas	Agrupar actividades de verificación y registro
Distribución	Documentación elaborada en diferentes momentos	Estandarizar procedimiento de despacho

Nota. Elaborado por los autores.

Propuesta de diagrama de análisis de procesos

Proceso 1. Recepción de nauplios

Situación actual, 8 actividades, 1380,5 segundos

Mejoras propuestas

- Integrar la verificación documental con el registro de ingreso.
- Utilizar un formato único de recepción.

- Estandarizar la secuencia de inspección.
- Preparar previamente materiales de aclimatación antes de la llegada del lote.

DAP 1. Recepción de nauplios

En la Tabla 50 se presenta el DAP propuesto para la recepción de nauplios, el cual comprende siete actividades: tres operaciones, tres inspecciones y un transporte. La propuesta mantiene una distancia de traslado de 20 metros y establece un tiempo total de 1.259,4 segundos, evidenciando la reducción de una operación respecto al método actual y una secuencia de trabajo más organizada para el inicio del proceso productivo.

Tabla 50.

DAP Propuesta Recepción de nauplios.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 001				Resumen						
Actividad: Recepción de nauplios				Actividad			Actual	Propuesta		
				Operación 			4	3		
				Inspección 			3	3		
				Transporte 			1	1		
Producto: Larvas de camarón				Demora 						
				Almacenamiento 						
				Distancia (m)						
Método:		Actual	Propuesto X	Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:			Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones	
Descripción		Distancia (metros)								
1	Recepción del lote de nauplios			179	X					
2	Verificación de la orden de compra o guía de remisión			120,3		X				
3	Inspección visual de las fundas de transporte			120,5		X				
4	Verificación de la cantidad de nauplios recibidos			179,6		X				
5	Descarga de los recipientes de transporte			239,4	X					
6	Traslado de las fundas hacia el área de aclimatación		20	179,6			X			
7	Preparación de materiales y equipos para la aclimatación			241	X					
TOTAL			20	1259,4						

Nota. Elaborado por los autores.

Actividades propuestas

- Recepción del lote de nauplios.

- Verificación documental y registro de ingreso.
- Inspección visual de fundas.
- Verificación de cantidad recibida.
- Descarga de recipientes.
- Traslado al área de aclimatación.
- Preparación final de materiales para aclimatación.

Resultado esperado

- Eliminación de 1 actividad.
- Reducción estimada del tiempo: 1259,4

Proceso 2. Aclimatación

Situación actual, 10 actividades, 2213,8 s

Mejoras propuestas

- Realizar medición conjunta de temperatura y salinidad.
- Incorporar checklist de control.
- Estandarizar criterios de autorización.

Actividades propuestas

- Verificación inicial del agua.
- Medición conjunta de temperatura.
- Medición conjunta de salinidad.
- Ajuste gradual de temperatura.
- Ajuste gradual de salinidad.
- Monitoreo de comportamiento.
- Verificación del tiempo de aclimatación.
- Autorización de liberación.

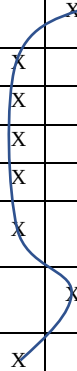
DAP 2. Aclimatación

En la Tabla 51 se presenta el DAP propuesto para la etapa de aclimatación, el cual comprende ocho actividades: seis operaciones y dos inspecciones. La propuesta establece un tiempo total de 1.854,65 segundos y reduce dos operaciones respecto al método actual,

permitiendo simplificar las actividades de control y ajuste de los parámetros de temperatura y salinidad antes de la liberación de los nauplios.

Tabla 51.

DAP Aclimatación.

Diagrama de flujo de procesos											
Diagrama # 002				Resumen							
Actividad: Aclimatación				Actividad					Actual	Propuesta	
				Operación					○	8	6
				Inspección					□	2	2
				Transporte					⇒		
Producto: Larvas de camarón				Demora					D		
				Almacenamiento					▽		
				Distancia (m)							
Método: Actual Propuesto X				Tiempo (hora-hombre)							
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales							
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones	
Descripción		Distancia (metros)	○		□	⇒	D	▽			
1	Verificación de las condiciones iniciales del agua			180,2		X					
2	Medición conjunta de temperatura			178,05		X					
3	Medición conjunta de salinidad			181,1		X					
4	Ajuste gradual de temperatura			366,6		X					
5	Ajuste gradual de salinidad			296		X					
6	Monitoreo del comportamiento de los nauplios			297		X					
7	Verificación del tiempo de aclimatación			178,3		X					
8	Autorización para la liberación de los organismos			177,4	X						
TOTAL				1854,65							

Nota. Elaborado por los autores.

Resultado esperado

Reducción estimada: Combinación de 2 actividades

Tiempo propuesto: 1854,65 s

Proceso 3. Apertura de fundas y liberación

Situación actual, 8 actividades, 1359,6 s

Mejoras propuestas

- Integrar observación inicial y distribución uniforme.

- Estandarizar secuencia de liberación.

Actividades propuestas

- Preparación del área.
- Inspección final.
- Apertura de fundas.
- Liberación controlada.

DAP 3. Apertura de fundas y liberación

En la Tabla 52 se presenta el DAP propuesto para la apertura de fundas y liberación de nauplios, el cual comprende siete actividades: seis operaciones y una inspección. La propuesta establece un tiempo total de 1.184,15 segundos y reduce una operación respecto al método actual, permitiendo una secuencia más organizada para la liberación controlada de los organismos y la disposición de los materiales utilizados.

Tabla 52.

DAP Propuesta Apertura de fundas y liberación.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 003				Resumen						
Actividad: Apertura de fundas y liberación				Actividad					Actual	Propuesta
				Operación					7	6
				Inspección					1	1
				Transporte						
Producto: Larvas de camarón				Demora						
				Almacenamiento						
				Distancia (m)						
Método: Actual Propuesto X				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
Descripción		Distancia (metros)	○		□	⇒	D	▽		
1	Preparación del área de liberación		180,5	X						
2	Inspección final		181,3		X					
3	Apertura de las fundas		177,2	X						
4	Liberación controlada		238,8	X						
5	Distribución y observación inicial		175,45	X						
6	Registro de la actividad realizada		56,2	X						
7	Retiro y disposición de materiales utilizados		174,7	X						
TOTAL			1184,15							

Nota. Elaborado por los autores.

Resultado esperado

Reducción: Combinación de 2 actividades

Tiempo propuesto: 1184,15

Proceso 4. Siembra

Situación actual, 8 actividades, 1941,1 s

Mejoras propuestas

- Estandarizar cálculo de densidad.
- Utilizar formato preestablecido.
- Simplificar verificación final.

Actividades propuestas

- Preparación del tanque.
- Verificación de parámetros.
- Cálculo de densidad.
- Conteo de nauplios.
- Distribución en tanques.
- Verificación final.
- Registro y confirmación.

DAP 4. Siembra

En la Tabla 53 se presenta el DAP propuesto para la etapa de siembra, el cual comprende siete actividades: cinco operaciones y dos inspecciones. La propuesta establece un tiempo total de 1.761,2 segundos y reduce una operación respecto al método actual, permitiendo mejorar la secuencia de preparación del tanque, cálculo de densidad, distribución de los organismos y verificación final de la siembra.

Tabla 53.

DAP Propuesta Siembra.

Diagrama de flujo de procesos			
Diagrama # 004	Resumen		
Actividad: Siembra	Actividad	Actual	Propuesta
	Operación	6	5

Producto: Larvas de camarón				Inspección			2	2		
				Transporte						
				Demora						
				Almacenamiento						
				Distancia (m)						
Método: Actual Propuesto X				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
Descripción		Distancia (metros)								
1	Preparación y limpieza del tanque de cultivo			295,3	X					
2	Verificación de parámetros de agua			242,8		X				
3	Cálculo de la densidad de siembra			245,5	X					
4	Conteo de nauplios			300,1	X					
5	Distribución de los organismos en los tanques			317,1	X					
6	Verificación de la densidad final			180,5		X				
7	Registro y confirmación			179,9	X					
TOTAL				1761,2	X					

Nota. Elaborado por los autores.

Resultado esperado

Reducción: Combinación de 2 actividades

Tiempo propuesto: 1761,2

Proceso 5. Desarrollo larvario

Situación actual, 8 actividades, 2315,7 s

Mejoras propuestas

- Unificar registros técnicos.

Actividades propuestas

- Observación diaria.

DAP 5. Desarrollo larvario

En la Tabla 54 se presenta el DAP propuesto para la etapa de desarrollo larvario, el cual comprende siete actividades: seis operaciones y una inspección. La propuesta establece un tiempo total de 2.030,85 segundos y reduce una operación respecto al método actual, permitiendo organizar las actividades de observación, control del crecimiento, evaluación de supervivencia y registro de información durante el desarrollo de las larvas.

Tabla 54.

DAP Propuesta Desarrollo larvario.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 005				Resumen						
Actividad: Desarrollo larvario				Actividad					Actual	Propuesta
				Operación					7	6
				Inspección					1	1
				Transporte						
Producto: Larvas de camarón				Demora						
				Almacenamiento						
				Distancia (m)						
Método: Actual Propuesto X				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
Descripción			Distancia (metros)		○	□	⇒	D	▽	
1	Observación diaria de las larvas			299	X					
2	Verificación del crecimiento larvario			361,3		X				
3	Identificación de cambios de estado biológico			294,9	X					
4	Evaluación de supervivencia			297,9	X					
5	Revisión del comportamiento de las larvas			243,6	X					
6	Control de mortalidad			247,1	X					
7	Registro y reporte consolidado			287,05	X					
TOTAL				2030,85						

Nota. Elaborado por los autores.

Resultado esperado

Reducción: Combinación de actividades

Tiempo propuesto: 2030,85

Proceso 6. Alimentación

Situación actual, 8 actividades, 1328 s

Mejoras propuestas

- Estandarizar programación.

DAP 6. Alimentación

En la Tabla 55 se presenta el DAP propuesto para la etapa de alimentación, el cual comprende ocho actividades: siete operaciones y una inspección. La propuesta establece un

tiempo total de 1.195,2 segundos y mantiene la misma cantidad de actividades del método actual; sin embargo, organiza la secuencia de preparación, dosificación, distribución, control y registro de la alimentación de las larvas.

Tabla 55.

DAP Propuesta Alimentación.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 006				Resumen						
Actividad: Alimentación				Actividad					Actual	Propuesta
				Operación 					7	7
				Inspección 					1	1
				Transporte 						
Producto: Larvas de camarón				Demora 						
				Almacenamiento 						
				Distancia (m)						
Método: Actual Propuesto X				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
Descripción		Distancia (metros)								
1	Preparación del alimento			219,15						
2	Dosificación según etapa larvaria			162,27						
3	Distribución del alimento en los tanques			220,77						
4	Verificación del consumo			109,98						
5	Ajuste de cantidades suministradas			107,73						
6	Limpieza de recipientes y utensilios			154,71						
7	Registro de alimentación			110,97						
8	Programación de la siguiente alimentación			109,62						
TOTAL				1195,2						

Nota. Elaborado por los autores.

Resultado esperado

Reducción: 10%

Tiempo propuesto: 1195,2

Proceso 7. Monitoreo y control

Situación actual, 9 actividades, 1805,3 s

Mejoras propuestas

- Medición simultánea de parámetros.
- Checklist de control.

DAP 7. Monitoreo y control

En la Tabla 56 se presenta el DAP propuesto para la etapa de monitoreo y control, el cual comprende nueve actividades: ocho operaciones y una inspección. La propuesta establece un tiempo total de 1.588,7 segundos y mantiene la misma cantidad de actividades del método actual; no obstante, organiza la secuencia de medición, verificación, corrección y registro de los parámetros de calidad del agua, contribuyendo a un mayor control de las condiciones requeridas para el desarrollo larvario.

Tabla 56.

DAP Propuesta Monitoreo y control.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 007				Resumen						
Actividad: Monitoreo y control				Actividad					Actual	Propuesta
				Operación 					8	8
				Inspección 					1	1
				Transporte 						
Producto: Larvas de camarón				Demora 						
				Almacenamiento 						
				Distancia (m)						
Método: Actual Propuesto X				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
Descripción		Distancia (metros)								
1	Medición de temperatura			106,04	X					
2	Medición de salinidad			105,424	X					
3	Medición de oxígeno disuelto			156,376	X					
4	Medición de pH			108,592	X					
5	Medición de amonio y otros parámetros			155,056	X					
6	Verificación de aireadores			150,744		X				
7	Corrección de parámetros fuera de rango			430,848	X					
8	Registro de resultados			158,224	X					
9	Elaboración de reportes diarios			217,36	X					
TOTAL				1588,7						

Nota. Elaborado por los autores.

Resultado esperado

Reducción: 12%

Tiempo propuesto: 1588,664

Proceso 8. Cosecha

Situación actual, 8 actividades, 2718,6 s

Mejoras propuestas

- Estandarizar secuencia de cosecha.
- Optimizar conteo.
- Simplificar registros.
- Inspeccionar procesos

DAP 8. Cosecha

En la Tabla 57 se presenta el DAP propuesto para la etapa de cosecha, el cual comprende ocho actividades: siete operaciones y una inspección. La propuesta establece un tiempo total de 2.446,74 segundos y mantiene la misma cantidad de actividades del método actual; sin embargo, permite estandarizar la programación, preparación de equipos, recolección, conteo y registro de las postlarvas cosechadas, contribuyendo a una reducción esperada del 10% en el tiempo de ejecución.

Tabla 57.

DAP Propuesta Cosecha.

Diagrama de flujo de procesos								
Diagrama # 008			Resumen					
Actividad: Cosecha			Actividad		Actual	Propuesta		
			Operación	○	7	7		
			Inspección	□	1	1		
			Transporte	➡				
Producto: Larvas de camarón			Demora	D				
			Almacenamiento	▽				
			Distancia (m)					
Método:	Actual	Propuesto X	Tiempo (hora-hombre)					
Elaborado por:			Carol González-Keneth Yagual			Totales		
Fecha:			Tiempo (seg)	Símbolo			Observaciones	
Descripción	Distancia (metros)			○	□	➡		D

1	Programación de la cosecha		160,65	X					
2	Preparación de equipos de recolección		268,65	X					
3	Verificación del estado de las postlarvas		225,18		X				
4	Concentración de organismos		433,44	X					
5	Recolección de postlarvas		547,29	X					
6	Conteo de organismos cosechados		379,26	X					
7	Evaluación de supervivencia final		271,44	X					
8	Registro de producción obtenida		160,83	X					
TOTAL			2446,74						

Nota. Elaborado por los autores.

Resultado esperado

Reducción: 10%

Tiempo propuesto: 2446,7 s

Proceso 9. Clasificación y empaque

Situación actual, 9 actividades, 2235,4 s

Mejoras propuestas

- Integrar inspección y conteo.
- Estandarizar preparación de fundas.
- Formato único de salida.

DAP 9. Clasificación y empaque

En la Tabla 58 se presenta el DAP propuesto para la etapa de clasificación y empaque, el cual comprende nueve actividades: ocho operaciones y una inspección. La propuesta establece un tiempo total de 2.011,86 segundos, frente a los 2.235,4 segundos de la situación actual, lo que representa una reducción aproximada del 10%, lograda mediante la integración de actividades de inspección y conteo, la estandarización de la preparación de fundas y el uso de un formato único para el registro de salida.

Tabla 58.

DAP Propuesta Clasificación y empaque.

Diagrama de flujo de procesos	
Diagrama # 009	Resumen

Actividad: Clasificación y empaque			Actividad					Actual	Propuesta	
			Operación		○			8	8	
			Inspección		□			1	1	
			Transporte		⇒					
Producto: Larvas de camarón			Demora		D					
			Almacenamiento		▽					
			Distancia (m)							
Método:	Actual	Propuesto X	Tiempo (hora-hombre)							
Elaborado por:			Carol González-Keneth Yagual					Totales		
Fecha:			Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones	
Descripción		Distancia (metros)		○	□	⇒	D	▽		
1	Selección de postlarvas aptas		272,88	X						
2	Verificación de calidad		217,44		X					
3	Conteo por lote		269,28	X						
4	Preparación de fundas		216	X						
5	Empaque de postlarvas		435,87	X						
6	Incorporación de oxígeno		221,04	X						
7	Sellado de empaques		162,99	X						
8	Etiquetado de lotes		108,54	X						
9	Registro de salida		107,82	X						
TOTAL			2011,86							

Nota. Elaborado por los autores.

Resultado esperado

Reducción: 10%

Tiempo propuesto: 2011,9 s

Proceso 10. Distribución

Situación actual, 7 actividades, 1566,6 s

Mejoras propuestas

- Estandarizar documentación.
- Checklist de despacho.
- Registro único.

DAP 10. Distribución

En la Tabla 59 se presenta el DAP propuesto para la etapa de distribución, el cual comprende siete actividades: seis operaciones y una inspección. La propuesta establece un

tiempo total de 1.409,94 segundos, frente a los 1.566,6 segundos de la situación actual, lo que representa una reducción aproximada del 10%, obtenida mediante la estandarización de la documentación, la aplicación de un checklist de despacho y el uso de un registro único para el control de la entrega.

Tabla 59.

DAP Propuesta Distribución.

Diagrama de flujo de procesos										
Diagrama # 0010				Resumen						
Actividad: Distribución				Actividad				Actual	Propuesta	
				Operación ○				6	6	
				Inspección □				1	1	
				Transporte ➡						
Producto: Larvas de camarón				Demora D						
				Almacenamiento ▽						
				Distancia (m)						
Método: Actual Propuesto X				Tiempo (hora-hombre)						
Elaborado por: Carol González-Keneth Yagual				Totales						
Fecha:				Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
Descripción		Distancia (metros)	○		□	➡	D	▽		
1	Preparación de documentación de despacho			217,8	X					
2	Carga de fundas en vehículos			378,81	X					
3	Verificación de condiciones de transporte			162,63			X			
4	Entrega al cliente o transportista			273,06	X					
5	Registro de despacho			108,99	X					
6	Confirmación de recepción			160,29	X					
7	Archivo de documentación			108,36	X					
TOTAL				1409,94						

Nota. Elaborado por los autores.

Resultado esperado

Reducción: 10%

Tiempo propuesto: 1409,9 s

En la Tabla 60 se presenta el resumen de los tiempos obtenidos en los DAP propuestos para las diez etapas del proceso de producción de larvas. Los resultados evidencian una reducción del tiempo total de 18.864,6 segundos a 16.742,69 segundos, equivalente a 2121,91 segundos, lo que representa una disminución aproximada del 11,25% respecto a la situación

actual, demostrando que las mejoras planteadas contribuyen a optimizar la secuencia de actividades y la eficiencia operativa del proceso.

Tabla 60.

Resumen Propuesta DAP.

Proceso	Tiempo actual (s)	Tiempo propuesto (s)	Reducción (s)
Recepción de nauplios	1380,5	1259,4	121,1
Aclimatación	2213,8	1854,65	359,15
Apertura y liberación	1359,6	1184,15	175,45
Siembra	1941,1	1761,2	179,9
Desarrollo larvario	2315,7	2030,85	284,85
Alimentación	1328	1195,2	132,8
Monitoreo y control	1805,3	1588,7	216,6
Cosecha	2718,6	2446,74	271,86
Clasificación y empaque	2235,4	2011,86	223,54
Distribución	1566,6	1409,94	156,66
Total	18864,6	16742,69	2121,91

Nota. Elaborado por los autores.

Como parte de la propuesta de mejora orientada a solucionar la falta de estandarización de las actividades operativas, se plantea el diseño e implementación de Procedimientos Operativos Estandarizados (POE) para cada uno de los procesos que intervienen en la producción de larvas de camarón en MARTHILAB S.A. La estandarización se desarrollará para los siguientes procesos: recepción de nauplios, aclimatación, apertura de fundas y liberación, siembra, desarrollo larvario, alimentación, monitoreo y control, cosecha, clasificación y empaque, y distribución. Para cada proceso se definirá la secuencia óptima de actividades obtenida mediante el análisis de los Diagramas Analíticos de Proceso (DAP) y la aplicación de la Ingeniería de Métodos como indica la Tabla 61.

Tabla 61.

Estructura de los procedimientos operativos estandarizados.

Elemento	Descripción
Objetivo	Define la finalidad del procedimiento y el resultado esperado.
Alcance	Determina las áreas, actividades y personal involucrado.
Responsable	Identifica al encargado de ejecutar y supervisar el procedimiento.
Recursos necesarios	Especifica materiales, equipos, herramientas e insumos requeridos.

Secuencia de actividades	Describe paso a paso la ejecución correcta de las tareas.
Tiempo estándar	Establece el tiempo de ejecución definido para cada actividad y para el proceso completo.
Registros asociados	Determina los formatos o documentos utilizados para evidenciar la ejecución del proceso.
Indicadores de control	Permite evaluar el desempeño y cumplimiento del procedimiento.

Nota. Elaborado por los autores.

La implementación de estos procedimientos permitirá reducir la variabilidad en la ejecución de las actividades, minimizar errores operativos y facilitar la capacitación del personal. Asimismo, contribuirá a mejorar la coordinación entre las diferentes etapas del proceso productivo, optimizar el uso de los recursos disponibles y establecer parámetros claros para el seguimiento y control de las operaciones. Adicionalmente, los tiempos estándar definidos en cada procedimiento servirán como referencia para evaluar el desempeño de los operarios y medir futuras mejoras en la eficiencia operativa de la empresa. De esta manera, la organización dispondrá de una base técnica para fortalecer la gestión de sus procesos y promover una cultura de mejora continua dentro del sistema productivo.

Eficiencia operativa propuesta

$$Tiempo\ actual = 18864,6\ s$$

$$Tiempo\ propuesto = 16742,69\ s$$

$$Reducción = 2121,91\ s$$

Ahora calculamos el porcentaje de mejora:

$$Mejora\ (\%) = \frac{2121,91}{18864,6} * 100$$

$$Mejora\ (\%) = 11,25\%$$

Por lo tanto, el tiempo del proceso disminuye en un 11,25 %.

Cálculo de la eficiencia operativa propuesta

$$EO = \frac{68}{74} * 100$$

$$EO = 91,89\ \%$$

La aplicación de la Ingeniería de Métodos permitió optimizar las actividades desarrolladas en los procesos productivos de MARTHILAB S.A. mediante la estandarización de procedimientos operativos. Como resultado, se logró reducir el número total de actividades de 83 a 74, eliminando e integrando 9 actividades que presentaban redundancia en los registros, verificaciones y controles operativos. En consecuencia, la eficiencia operativa se incrementó de 81,93% a 91,89%, reflejando una mejora de 9,96 puntos porcentuales. Este resultado evidencia que la propuesta contribuye a incrementar la proporción de actividades que generan valor dentro del proceso productivo, favoreciendo una operación más eficiente, organizada y controlada, conforme se presenta en la Tabla 62.

Tabla 62.

Reducción de actividades mediante la estandarización de procedimientos operativos.

Proceso	Actividades actuales	Actividades propuestas	Actividades reducidas	Justificación
Recepción de nauplios	8	7	1	Se integra la verificación documental y el registro de ingreso en una sola actividad estandarizada.
Aclimatación	10	9	1	Las mediciones de temperatura y salinidad se realizan mediante una hoja de control única.
Apertura y liberación	8	7	1	El registro de actividad se incorpora dentro del formato de liberación.
Siembra	8	7	1	La verificación de densidad final se integra con la confirmación de condiciones de cultivo.
Desarrollo larvario	8	7	1	El registro técnico y la elaboración de reportes se consolidan en un único formato estandarizado.
Alimentación	8	7	1	El registro de alimentación y la programación de la siguiente alimentación se ejecutan simultáneamente.
Monitoreo y control	9	8	1	El registro de resultados se integra directamente al reporte diario.
Cosecha	8	8	0	Las actividades son necesarias y no presentan posibilidad de eliminación.
Clasificación y empaque	9	8	1	El registro de salida se incorpora al formato de etiquetado y control de lotes.

Distribución	7	6	1	La confirmación de recepción se incorpora al registro digital de despacho.
Total	83	74	9	—

Nota. Elaborado por los autores.

3.3.3. Balanceo de cargas de trabajo

Una vez determinados los nuevos tiempos estándar de las etapas que conforman el proceso productivo, se realizó un análisis de balanceo de cargas de trabajo con el propósito de distribuir de manera más uniforme las actividades y evitar diferencias excesivas en la utilización del tiempo operativo. Este análisis permitió comparar la duración de cada etapa en el escenario propuesto e identificar aquellas que concentran una mayor carga temporal, particularmente Cosecha, Aclimatación, Clasificación y empaque y Desarrollo larvario. En contraste, Alimentación, Apertura y liberación, Recepción de nauplios y Distribución presentan menores requerimientos temporales. A partir de esta identificación, se plantea la redistribución de actividades auxiliares, registros y verificaciones entre los responsables de las operaciones, procurando que las tareas puedan ejecutarse de forma secuencial o paralela según las condiciones del proceso, sin afectar las variables biológicas ni la continuidad de la producción.

El balanceo se orientó principalmente a disminuir tiempos de espera y periodos de inactividad, evitando que determinados responsables concentren actividades mientras otros permanezcan sin carga operativa. Para ello, las actividades administrativas y de control que fueron integradas durante la estandarización de procedimientos se consideran dentro de una distribución más uniforme del trabajo. De esta manera, el balanceo complementa las acciones de Ingeniería de Métodos y 5S, permitiendo aprovechar de mejor manera la disponibilidad del personal y contribuyendo a la reducción del tiempo global del proceso.

Tabla 63.

Balanceo de cargas de trabajo en el escenario propuesto.

Proceso	Tiempo propuesto (s)	Participación del tiempo total (%)	Nivel de carga
Recepción de nauplios	1.259,40	7,52	Baja
Aclimatación	1.854,65	11,08	Alta
Apertura y liberación	1.184,15	7,07	Baja
Siembra	1.761,20	10,52	Media
Desarrollo larvario	2.030,85	12,13	Alta
Alimentación	1.195,20	7,14	Baja

Monitoreo y control	1.588,70	9,49	Media
Cosecha	2.446,74	14,62	Alta
Clasificación y empaque	2.011,86	12,02	Alta
Distribución	1.409,94	8,42	Baja
Total	16.742,69	100,00	—

Nota. Elaborado por los autores.

La Tabla 63 evidencia que la mayor carga temporal del escenario propuesto se concentra en Cosecha, con 2.446,74 segundos (14,62 %), seguida de Desarrollo larvario con 2.030,85 segundos (12,13 %), Clasificación y empaque con 2.011,86 segundos (12,02 %) y Aclimatación con 1.854,65 segundos (11,08 %). Estas etapas requieren una mayor disponibilidad de tiempo operativo, por lo que constituyen los principales puntos de atención para la distribución de las cargas de trabajo. Por otra parte, Apertura y liberación, Alimentación, Recepción de nauplios y Distribución presentan participaciones inferiores al 9 %, permitiendo identificar actividades auxiliares que pueden ser coordinadas o redistribuidas durante los periodos disponibles.

3.3.4. Incremento de la capacidad operativa mediante la reducción de tiempos

Después del balanceo y la estandarización de las actividades, se determinó que el tiempo total del proceso disminuye de 18.864,60 segundos (314,41 minutos) a 16.742,69 segundos (279,04 minutos). Esta reducción permite demostrar matemáticamente el efecto de la propuesta sobre la velocidad de ejecución y la capacidad operativa equivalente del proceso.

Incremento de la velocidad de ejecución

La velocidad relativa de ejecución puede determinarse comparando el tiempo requerido en la situación actual con el tiempo correspondiente al escenario propuesto:

$$IV = \frac{T_{actual}}{T_{propuesto}}$$

$$IV = \frac{18864,60}{16742,69}$$

Esto significa que el proceso propuesto puede ejecutarse a una velocidad equivalente al 112,68 % de la situación actual, es decir, presenta un incremento relativo de:

$$(1,1268 - 1) * 100 = 12,68\%$$

Por tanto, la velocidad de ejecución del proceso se incrementa en 12,68 % como consecuencia de la reducción de tiempos, la eliminación de actividades redundantes, la estandarización de procedimientos y la mejora en la organización del trabajo.

Incremento de la capacidad operativa equivalente

Para demostrar el efecto de esta reducción sobre la capacidad, se puede utilizar la relación entre el tiempo disponible y el tiempo requerido para completar el proceso:

$$C = \frac{T_d}{T_c}$$

Tomando como referencia una jornada teórica de 24 horas (86.400 segundos), únicamente para establecer una comparación matemática del aprovechamiento del tiempo:

Situación actual:

$$C_a = \frac{86400}{18864,60}$$

$$C_a = 4,58 \text{ ciclos equivalentes/día}$$

Situación propuesta:

$$C_p = \frac{86400}{16742,69}$$

$$C_p = 5,16 \text{ ciclos equivalentes/día}$$

Por lo tanto:

$$\frac{5,16 - 4,58}{4,58} * 100 = 12,66\%$$

La capacidad operativa equivalente presenta un incremento aproximado del 12,68 %, consistente con el aumento relativo de la velocidad de ejecución.

Tabla 64.

Efecto de la reducción de tiempos sobre la capacidad operativa equivalente.

Indicador	Situación actual	Situación propuesta	Mejora
Tiempo total del proceso (s)	18.864,60	16.742,69	-11,25 %
Tiempo total del proceso (min)	314,41	279,04	-11,25 %
Velocidad relativa	100 %	112,68 %	+12,68 %

Capacidad equivalente (ciclos/día)*	4,58	5,16	+12,68 %
-------------------------------------	------	------	----------

Nota. Elaborado por los autores.

Los resultados de la Tabla 64 demuestran que la propuesta genera un efecto favorable sobre la capacidad operativa del proceso. La reducción del tiempo total de 18.864,60 a 16.742,69 segundos representa una disminución del 11,25 %, mientras que la relación entre ambos tiempos evidencia que la velocidad relativa de ejecución aumenta en 12,68 %. Bajo un escenario teórico de disponibilidad continua, esta mejora permitiría pasar de 4,58 a 5,16 ciclos equivalentes por día, lo que representa un incremento de aproximadamente 12,68 % en la capacidad operativa equivalente.

3.3.5. Propuesta 5´S

Evaluación inicial 5´S

Con la finalidad de dar solución a los problemas identificados de desorden de materiales y herramientas y deficiencias de orden y limpieza, se propuso la implementación de la metodología 5S como herramienta de mejora continua. Esta metodología permite optimizar las condiciones de trabajo mediante la organización eficiente de los recursos, la eliminación de elementos innecesarios y el establecimiento de hábitos que contribuyan al mantenimiento del orden y la limpieza dentro de las áreas operativas.

Como punto de partida, se realizó una evaluación inicial mediante una auditoría interna basada en la metodología 5S, utilizando un Check List adaptado del estudio desarrollado por Ortiz-Porras (2022). Este instrumento fue adecuado a las características y necesidades operativas de Marthilab S.A., permitiendo evaluar las condiciones existentes en las diferentes áreas involucradas en el proceso de producción de larvas de camarón.

La evaluación consideró los cinco pilares fundamentales de la metodología: clasificación (Seiri), orden (Seiton), limpieza (Seiso), estandarización (Seiketsu) y disciplina (Shitsuke). A través de este diagnóstico fue posible identificar oportunidades de mejora relacionadas con la ubicación de materiales y herramientas, la presencia de elementos innecesarios, las condiciones de limpieza de las áreas de trabajo y el cumplimiento de prácticas organizacionales por parte del personal.

Además, la evaluación inicial permitió establecer una línea base para medir el impacto de las acciones propuestas y determinar el nivel de mejora alcanzado tras la implementación de la metodología 5S. Para la aplicación del checklist se utilizó una escala de valoración de tres

niveles, presentada en la Tabla 65, la cual permitió calificar el cumplimiento de cada criterio evaluado en las áreas operativas de producción de larvas.

Tabla 65.

Escala de valoración de 5'S.

Calificación	Criterio
0	No cumple
1	Cumple parcialmente
2	Sí cumple

Nota. Elaborado por los autores.

Tabla 66.

Evaluación 5'S inicial.

EVALUACIÓN – AUDITORÍA INICIAL		FECHA
PRODUCCIÓN DE LARVAS		01/06/2026
Nº	SELECCIONAR	CALIF.
1	Las herramientas y equipos utilizados en las actividades operativas se encuentran en condiciones adecuadas para su uso.	1
2	Los materiales e insumos necesarios para la producción están disponibles en el área de trabajo.	2
3	No existen materiales innecesarios dentro de las áreas operativas.	1
4	Los pasillos y zonas de circulación se encuentran libres de obstáculos.	0
5	Las áreas de trabajo están libres de objetos sin utilidad para el proceso.	0
6	Se dispone de los implementos requeridos para ejecutar las actividades diarias.	2
7	Los espacios destinados al almacenamiento de herramientas se encuentran ordenados.	1
8	Los materiales y herramientas se encuentran ubicados únicamente en las áreas asignadas.	0
9	La localización de herramientas e insumos se realiza de forma inmediata.	1
10	Las áreas operativas están libres de recipientes, materiales o elementos innecesarios.	0
11	Existe un control para el ingreso y salida de herramientas, materiales e insumos utilizados en producción.	1
Nº	ORDENAR	CALIF.
12	Las áreas de trabajo se encuentran debidamente identificadas.	2
13	Los materiales no se encuentran apilados o ubicados de forma inadecuada.	1
14	Los recipientes para desechos se encuentran ubicados en lugares definidos.	0
15	Existen señales, etiquetas o identificaciones que facilitan la ubicación de materiales y herramientas.	1
16	Todas las herramientas y materiales se encuentran en el lugar asignado.	1

17	Los espacios de almacenamiento contienen únicamente los elementos necesarios para la operación.	1
18	Las identificaciones de materiales e insumos se encuentran actualizadas y son respetadas por el personal.	2
19	Los materiales, herramientas e insumos poseen una identificación acorde a su ubicación y uso.	0
N°	LIMPIAR	CALIF.
20	Los equipos y materiales utilizados en producción se encuentran limpios.	1
21	Las herramientas de trabajo se mantienen limpias después de su uso.	2
22	Los equipos utilizados en el proceso reciben limpieza periódica.	0
23	Las áreas de trabajo se encuentran libres de residuos y desperdicios.	1
24	La iluminación y condiciones generales del área permiten realizar las actividades adecuadamente.	1
25	No existen acumulaciones de residuos, manchas o suciedad en las áreas operativas.	1
26	Se encuentran definidas responsabilidades y rutinas de limpieza para las áreas de trabajo.	0
N°	ESTANDARIZAR	CALIF.
27	Los recipientes y espacios de almacenamiento cumplen con los requerimientos operativos.	1
28	El personal utiliza correctamente los equipos de protección personal durante las actividades.	2
29	Existen procedimientos o instrucciones visibles para la organización y limpieza de las áreas.	0
30	Se dispone de controles visuales que permitan mantener el orden de materiales y herramientas.	0
31	Los procedimientos e instructivos operativos se encuentran disponibles y actualizados.	1
32	Se realizan verificaciones periódicas del cumplimiento de las actividades de orden y limpieza.	0
33	El personal ha recibido capacitación relacionada con organización y limpieza del área.	1
34	El personal demuestra disposición para participar en actividades de mejora continua.	2

Nota. Elaborado por los autores.

Luego de realizar la auditoría inicial mediante la metodología 5S en las áreas de producción de Marthilab S.A., se elaboró un resumen general de los resultados obtenidos, el cual se presenta en la Tabla 66. Esta información permitió evaluar el nivel de cumplimiento de los criterios relacionados con la clasificación, orden, limpieza y estandarización dentro de las actividades operativas de la empresa. Asimismo, los resultados obtenidos proporcionaron una visión clara de la situación actual de las áreas evaluadas, identificando oportunidades de mejora asociadas al control de materiales y herramientas, así como a las condiciones de orden y limpieza existentes. De esta manera, la evaluación constituyó la base para el planteamiento de

acciones correctivas orientadas a fortalecer la organización de los espacios de trabajo y mejorar la eficiencia operativa mediante la implementación de la metodología 5S.

Tabla 67.

Resumen de la evaluación inicial 5S.

Categoría	Porcentaje real	Puntaje real	Puntaje ideal	Porcentaje ideal	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
General	46%	31	68	100%	$x\% \geq 10\%$	$x\% \geq 30\%$	$x\% \geq 50\%$	$x\% \geq 70\%$	$x\% \geq 90\%$
Seleccionar	45%	10	22	100%					
Ordenar	50%	8	16	100%					
Limpiar	43%	6	14	100%					
Estandarizar	44%	7	16	100%					

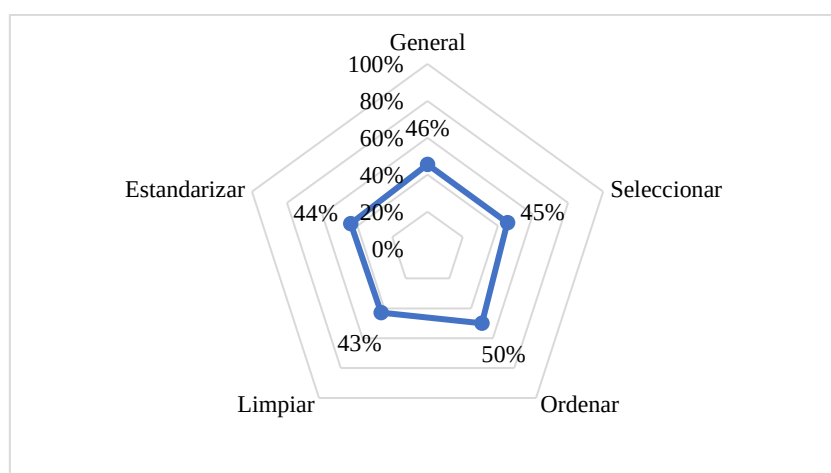
Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 17 se presenta una representación gráfica complementaria a los resultados mostrados en la Tabla 67, mediante un gráfico radial que permite visualizar de forma clara el nivel de cumplimiento de los criterios evaluados dentro de la metodología 5S.

Los resultados evidencian que el estado inicial de la metodología 5S en las áreas de producción de Marthilab S.A. alcanza un cumplimiento general del 46 %, ubicándose en una categoría deficiente, lo que refleja la existencia de oportunidades significativas de mejora relacionadas con la organización de materiales y herramientas, la limpieza de las áreas de trabajo y la estandarización de prácticas operativas. La información presentada tanto en la tabla resumen como en la representación gráfica permitió establecer una línea base para la implementación de las acciones de mejora propuestas.

Figura 17.

Representación visual de la auditoría 5S inicial.



Nota. Elaborado por los autores.

Implementación de la metodología 5'S

Seiri/Clasificar

En esta primera etapa de la metodología 5S, se realizó la clasificación de materiales, herramientas, equipos e insumos presentes en el área de producción de larvas de la empresa MARTHILAB S.A. El propósito principal fue separar los elementos necesarios para la operación diaria de aquellos que no aportan valor al proceso, con el fin de reducir desplazamientos innecesarios, liberar espacio en el área de trabajo y mejorar la eficiencia operativa.

Previo al inicio de la actividad, se llevó a cabo una breve reunión con el personal operativo del área de producción, en la cual se explicaron los lineamientos de la fase de clasificación y el uso de la herramienta de identificación mediante tarjetas rojas. Durante esta socialización se establecieron las siguientes indicaciones:

- Identificar cada herramienta, material o insumo presente en el área de trabajo.
- Determinar si el elemento es necesario para las actividades productivas diarias; en caso afirmativo, se mantiene en su ubicación asignada.
- En caso de que el elemento no sea necesario, se procede a su etiquetado con tarjeta roja, la cual indica su condición de “elemento innecesario” y su traslado al área de cuarentena.
- En situaciones de duda sobre la utilidad del elemento, se consulta al jefe de producción para la toma de decisión correspondiente.

La actividad de clasificación se ejecutó durante los primeros treinta minutos al inicio de la jornada laboral, por un periodo de una semana, con el objetivo de garantizar una evaluación progresiva y real del área operativa. Esta decisión se tomó debido a que, al finalizar la jornada, el personal solía dejar los elementos sin una adecuada organización, generando la acumulación de materiales que no necesariamente correspondían a las necesidades del siguiente día de producción. Como complemento del proceso, se realizó un análisis del área roja en coordinación con el jefe de producción, con el fin de revisar y categorizar los elementos identificados mediante tarjetas rojas. Este procedimiento permitió definir de manera más precisa qué materiales debían ser retirados del área operativa, cuáles debían reubicarse y cuáles requerían una evaluación adicional antes de su disposición final. El formato de registro utilizado para esta actividad se presenta en la Tabla 68.

Tabla 68.*Formato de tarjeta roja.*

TARJETA ROJA – CONTROL DE ELEMENTOS INNECESARIOS	
Datos generales	
Nombre de quien realizó la selección:	
N° de tarjeta:	
Fecha:	
Descripción del elemento identificado:	
CATEGORÍA DEL ELEMENTO	
Accesorios o herramientas de producción	
Baldes, recipientes o contenedores de larvicultura	
Equipos de apoyo operativo o laboratorio	
Instrumentos de medición y control de calidad	
Insumos de laboratorio o reactivos	
Material de limpieza y desinfección	
Materia prima biológica (ej. nauplios, alimento vivo)	
Material de empaque o almacenamiento	
Productos en proceso (larvas en diferentes etapas)	
Productos terminados	
Refacciones o repuestos de equipos	
Otros (especifique)	
RAZÓN DE CLASIFICACIÓN	
Contaminante para el proceso de producción	
Deteriorado o en mal estado	
Descompuesto o vencido	
Genera desperdicio o no agrega valor	
No es necesario para la producción actual	
No se requiere de forma inmediata	
Uso desconocido dentro del proceso	
Otro (especifique)	
DECISIÓN DEL JEFE DE PRODUCCIÓN	
Responsable	
Fecha de decisión	
Destino del elemento (Eliminación / Reubicación / Cuarentena / Mantenimiento / Otro)	

Nota. Elaborado por los autores adaptado de Ortiz-Porras., (2022).

Los objetos identificados mediante el uso de tarjetas rojas, una vez evaluados en el área de producción de larvas de la empresa MARTHILAB S.A., fueron clasificados con el propósito de determinar su permanencia, reubicación o eliminación dentro del proceso operativo. Esta clasificación permitió establecer un control más riguroso de los elementos que interfieren en el flujo normal de trabajo, contribuyendo a la mejora del orden y la eficiencia en el área productiva.

De acuerdo con el procedimiento establecido en la metodología 5S, los elementos registrados en el área de cuarentena pueden ser clasificados en tres estados principales:

- Artículos en área de cuarentena: corresponden a todos aquellos elementos que han sido separados del área de producción debido a que no son necesarios, presentan deterioro, contaminación o no cumplen con los requisitos del proceso de larvicultura. Estos artículos deben permanecer debidamente identificados con su tarjeta roja, especificando su descripción, categoría y motivo de segregación.
- Artículos fuera de cuarentena: son aquellos elementos que, tras su revisión, se determina que pueden regresar al área operativa por ser necesarios para el desarrollo de las actividades productivas. El retiro de estos artículos debe ser registrado por el responsable, quien informa al jefe de producción para actualizar el control de tarjetas rojas y garantizar la trazabilidad del proceso.
- Tarjetas canceladas: se refiere a los elementos que inicialmente fueron clasificados como innecesarios, pero que posteriormente son reincorporados al proceso productivo debido a su utilidad. En estos casos, el estado de la tarjeta es actualizado como “cancelado” por el responsable del control, dejando constancia de la decisión en el registro correspondiente.

De esta manera, los elementos identificados en el área de cuarentena fueron analizados y documentados en la siguiente Tabla 69:

Tabla 69.

Control de tarjetas rojas en el área de producción de larvas – MARTHILAB S.A.

N°	Artículo	Descripción	Cantidad	Categoría	Razón	Estado
1	Baldes contaminados	Contenedores con residuos biológicos	18	Baldes, recipientes	Contaminante	En cuarentena

2	Equipos oxidados	Herramientas de uso operativo deterioradas	7	Accesorios o herramientas	Desperdicio	En cuarentena
3	Recipientes sin uso	Contenedores plásticos en desuso	12	Baldes, recipientes	No se necesita pronto	Fuera de cuarentena
4	Instrumentos de medición defectuosos	Equipos de control de parámetros fuera de calibración	5	Instrumentos de medición	Descompuesto	En cuarentena
5	Insumos vencidos	Material biológico fuera de vida útil	9	Materia prima	Descompuesto	En cuarentena
6	Material de limpieza acumulado	Insumos no utilizados en el área	6	Material de limpieza	No se necesita	Fuera de cuarentena
7	Herramientas sin identificación	Equipos sin registro ni control visual	11	Accesorios o herramientas	Uso desconocido	En cuarentena
8	Material de empaque en exceso	Sacos y envases sin rotación	10	Material de empaque	No se necesita pronto	Tarjeta cancelada
9	Equipos auxiliares fuera de uso	Dispositivos obsoletos del proceso	4	Equipos de apoyo	Desperdicio	En cuarentena
10	Insumos no rotulados	Material sin identificación en el área	8	Insumos de laboratorio	Uso desconocido	Fuera de cuarentena

Nota. Elaborado por los autores.

Seiton / Ordenar

Una vez completada la fase de clasificación (Seiri), en la cual se retiraron los elementos innecesarios del área de producción de larvas de la empresa MARTHILAB S.A., se procedió a la implementación de la segunda “S” correspondiente al ordenamiento de los recursos necesarios para el proceso productivo. El objetivo principal de esta etapa fue establecer ubicaciones definidas, accesibles y funcionales para cada herramienta, insumo y equipo utilizado, con la finalidad de reducir tiempos de búsqueda, evitar desplazamientos innecesarios y garantizar un flujo continuo de las actividades operativas.

Para la correcta distribución de los elementos, se realizó una coordinación conjunta entre el personal operativo y el responsable del área presentada en la Tabla 70, considerando la frecuencia de uso de cada recurso. Este criterio permitió definir la ubicación más adecuada

dentro del área de producción de larvas, asegurando eficiencia en el acceso y retorno de los materiales utilizados.

Tabla 70.

Criterios para ordenar objetos en el área de producción de larvas.

FRECUENCIA DE USO	DESTINO
Una o varias veces por hora	Colocar cerca del operario de forma inmediata
Una o varias veces al día	Colocar en el área de trabajo de uso frecuente
Una o varias veces a la semana	Ubicar en estantes identificados dentro del área productiva
Una o algunas veces al mes	Almacenar en estantes con etiquetado y control visual
Una o algunas veces cada tres meses	Guardar en almacenamiento secundario rotulado
Una o algunas veces al año	Trasladar a bodega o almacén general
Muy raramente se utiliza	Mantener en almacén externo o disposición controlada

Nota. Elaborado por los autores.

Con base en estos criterios, se procedió a la organización de los elementos indispensables para el proceso de producción de larvas, tales como equipos de control, insumos biológicos, herramientas de limpieza, materiales de laboratorio y elementos de apoyo operativo presentados en la Tabla 71. Esta clasificación permitió definir ubicaciones estratégicas dentro del área productiva, facilitando la identificación rápida de los recursos y reduciendo significativamente los tiempos improductivos asociados a la búsqueda de materiales.

Tabla 71.

Destino de objetos necesarios según su frecuencia de uso en la producción de larvas.

Nº	OBJETO	FRECUENCIA DE USO	DESTINO
1	Baldes de cultivo	Varias veces por hora	Cerca del operario
2	Aireadores	Varias veces por hora	Cerca del operario
3	Instrumentos de medición (salinidad, pH, temperatura)	Varias veces por hora	Cerca del operario
4	Tanques de larvicultura	Varias veces por hora	Área operativa principal
5	Insumos de alimentación larvaria	Varias veces por hora	Cerca del operario
6	Redes y coladores	Varias veces al día	Área de uso frecuente
7	Material de limpieza y desinfección	Varias veces al día	Área de uso frecuente
8	Equipos de laboratorio	Varias veces a la semana	Estantes identificados
9	Registros y formatos de control	Varias veces al día	Área visible del puesto de trabajo

10	Insumos biológicos (nauplios, alimento vivo)	Varias veces por hora	Cerca del operario
11	Sistemas de aireación de respaldo	Algunas veces al mes	Estantes con control visual
12	Repuestos de equipos	Algunas veces al año	Almacén general
13	Manuales de procedimiento	Raramente	Almacén general
14	Equipos de mantenimiento	Varias veces al mes	Estantes identificados
15	Contenedores de residuos	Varias veces por hora	Área operativa
16	Elementos de protección personal	Varias veces por hora	Cerca del operario
17	Etiquetas de control	Varias veces por hora	Área de trabajo
18	Herramientas de limpieza	Varias veces al día	Área de uso frecuente
19	Sistemas de oxigenación	Varias veces por hora	Área operativa principal
20	Contenedores de transporte de larvas	Varias veces por hora	Cerca del operario
21	Equipos de desinfección	Varias veces al día	Área de uso frecuente
22	Bolsas y recipientes auxiliares	Varias veces al mes	Estantes identificados
23	Registros de producción	Varias veces por hora	Cerca del operario
24	Herramientas de muestreo	Varias veces por hora	Cerca del operario
25	Equipos de filtración	Varias veces por hora	Área operativa
26	Cepillos y utensilios de limpieza	Varias veces por hora	Cerca del operario

Nota. Elaborado por los autores.

Seiso / Limpiar

Posteriormente a la organización de los elementos según su frecuencia de uso, se procedió a la implementación de la tercera “S”, enfocada en el mantenimiento de un entorno limpio dentro del área de producción de larvas de la empresa MARTHILAB S.A. Esta etapa tuvo como objetivo principal eliminar fuentes de suciedad, prevenir la acumulación de residuos y asegurar condiciones higiénicas óptimas para el desarrollo del proceso biológico, considerando que la calidad del entorno incide directamente en la supervivencia y desarrollo de las larvas.

Entre las principales acciones implementadas se establecieron las siguientes:

- Establecimiento de horarios de limpieza: se definieron rutinas de limpieza diaria, complementadas con una limpieza profunda semanal realizado los días sábados en un horario de 08:30 a 10:30 a.m., abarcando todas las áreas críticas del proceso productivo.
- Identificación de fuentes de suciedad: se realizaron inspecciones en el área de producción, identificando como puntos críticos la acumulación de residuos orgánicos, restos de alimento y sedimentos en los sistemas de cultivo.
- Eliminación de residuos: se ejecutó la limpieza constante de las áreas operativas mediante el uso de herramientas adecuadas, asegurando la eliminación de restos

biológicos, envases y materiales contaminantes que pudieran afectar la calidad del proceso.

- Desinfección del área de trabajo: posteriormente a la limpieza física, se aplicaron procesos de desinfección utilizando productos adecuados para sistemas de acuicultura, garantizando la reducción de microorganismos y el cumplimiento de estándares sanitarios.

Adicionalmente, se promovió la participación activa de los operarios en la cultura de limpieza, estableciendo responsabilidades específicas en cada etapa de la jornada laboral:

- Inicio del turno: verificación del estado limpio del área de trabajo antes del inicio de actividades.
- Durante el proceso: eliminación inmediata de residuos generados durante la operación.
- Final del turno: limpieza general del puesto de trabajo y organización de herramientas utilizadas.
- Estas acciones permitieron no solo mejorar las condiciones de higiene del área, sino también fortalecer el mantenimiento preventivo de equipos, reduciendo la probabilidad de fallas operativas y contribuyendo a la estabilidad del proceso de producción de larvas.

Seiketsu / Estandarizar

La cuarta etapa de la metodología 5S, correspondiente a la estandarización, tuvo como propósito establecer procedimientos claros y sostenibles que permitan mantener el orden y la limpieza alcanzados en las fases anteriores dentro del área de producción de larvas de MARTHILAB S.A.

Para ello, se definieron los siguientes estándares:

- Primer estándar: se realizaron capacitaciones dirigidas al personal operativo con el fin de concientizar sobre la importancia del orden, la limpieza y su impacto en la eficiencia del proceso de larvicultura. Asimismo, se asignaron responsabilidades específicas relacionadas con la limpieza diaria de los puestos de trabajo y el manejo adecuado de residuos.
- Segundo estándar: se estableció la obligación de reportar inmediatamente cualquier falla o anomalía en equipos e instrumentos de producción al área de mantenimiento, garantizando una respuesta oportuna que evite interrupciones en el proceso productivo.

- Tercer estándar: se implementó la inspección visual diaria del área de trabajo, con el objetivo de verificar el cumplimiento de las condiciones de orden, limpieza y clasificación, asegurando la continuidad de los estándares establecidos.

Shitsuke / Disciplina

En este último pilar, la quinta “S”, se vinculó directamente con el cambio cultural de las personas. El propósito de esta etapa final fue asegurar la permanencia de los cambios implementados, buscando que estos perduren y puedan incluso ser mejorados en auditorías futuras. Este enfoque se alineó con la búsqueda constante de mejoras, manteniendo la consistencia con lo planificado en las etapas previas. Con el fin de evidenciar los cambios logrados, se llevó a cabo una auditoría al concluir el plan de mejora. Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 72:

Tabla 72.

Evaluación 5'S final.

EVALUACIÓN – AUDITORÍA INICIAL		FECHA
PRODUCCIÓN DE LARVAS		01/06/2026
Nº	SELECCIONAR	CALIF.
1	Las herramientas y equipos utilizados en las actividades operativas se encuentran en condiciones adecuadas para su uso.	2
2	Los materiales e insumos necesarios para la producción están disponibles en el área de trabajo.	1
3	No existen materiales innecesarios dentro de las áreas operativas.	2
4	Los pasillos y zonas de circulación se encuentran libres de obstáculos.	2
5	Las áreas de trabajo están libres de objetos sin utilidad para el proceso.	2
6	Se dispone de los implementos requeridos para ejecutar las actividades diarias.	1
7	Los espacios destinados al almacenamiento de herramientas se encuentran ordenados.	2
8	Los materiales y herramientas se encuentran ubicados únicamente en las áreas asignadas.	2
9	La localización de herramientas e insumos se realiza de forma inmediata.	2
10	Las áreas operativas están libres de recipientes, materiales o elementos innecesarios.	2
11	Existe un control para el ingreso y salida de herramientas, materiales e insumos utilizados en producción.	1
Nº	ORDENAR	CALIF.
12	Las áreas de trabajo se encuentran debidamente identificadas.	2
13	Los materiales no se encuentran apilados o ubicados de forma inadecuada.	2
14	Los recipientes para desechos se encuentran ubicados en lugares definidos.	2

15	Existen señales, etiquetas o identificaciones que facilitan la ubicación de materiales y herramientas.	2
16	Todas las herramientas y materiales se encuentran en el lugar asignado.	1
17	Los espacios de almacenamiento contienen únicamente los elementos necesarios para la operación.	2
18	Las identificaciones de materiales e insumos se encuentran actualizadas y son respetadas por el personal.	2
19	Los materiales, herramientas e insumos poseen una identificación acorde a su ubicación y uso.	1
N°	LIMPIAR	CALIF.
20	Los equipos y materiales utilizados en producción se encuentran limpios.	2
21	Las herramientas de trabajo se mantienen limpias después de su uso.	1
22	Los equipos utilizados en el proceso reciben limpieza periódica.	2
23	Las áreas de trabajo se encuentran libres de residuos y desperdicios.	2
24	La iluminación y condiciones generales del área permiten realizar las actividades adecuadamente.	2
25	No existen acumulaciones de residuos, manchas o suciedad en las áreas operativas.	2
26	Se encuentran definidas responsabilidades y rutinas de limpieza para las áreas de trabajo.	2
N°	ESTANDARIZAR	CALIF.
27	Los recipientes y espacios de almacenamiento cumplen con los requerimientos operativos.	2
28	El personal utiliza correctamente los equipos de protección personal durante las actividades.	2
29	Existen procedimientos o instrucciones visibles para la organización y limpieza de las áreas.	1
30	Se dispone de controles visuales que permitan mantener el orden de materiales y herramientas.	2
31	Los procedimientos e instructivos operativos se encuentran disponibles y actualizados.	2
32	Se realizan verificaciones periódicas del cumplimiento de las actividades de orden y limpieza.	2
33	El personal ha recibido capacitación relacionada con organización y limpieza del área.	2
34	El personal demuestra disposición para participar en actividades de mejora continua.	2

Nota. Elaborado por los autores.

Luego de realizar la auditoría final en la planta de producción de larvas de la empresa MARTHILAB S.A., se generó un resumen detallado de los resultados obtenidos, los cuales se presentan en la Tabla 69. Esta evaluación permite evidenciar de manera integral las mejoras alcanzadas tras la implementación de la metodología 5S, reflejadas en cada uno de los pilares evaluados, desde la clasificación y el ordenamiento hasta la limpieza y la estandarización de

los procesos. En este sentido, la Tabla 73 proporciona una visión general del estado final de las prácticas 5S dentro del área operativa, permitiendo comparar el desempeño inicial con el resultado posterior a la intervención.

Tabla 73.

Resumen de evaluación final 5'S.

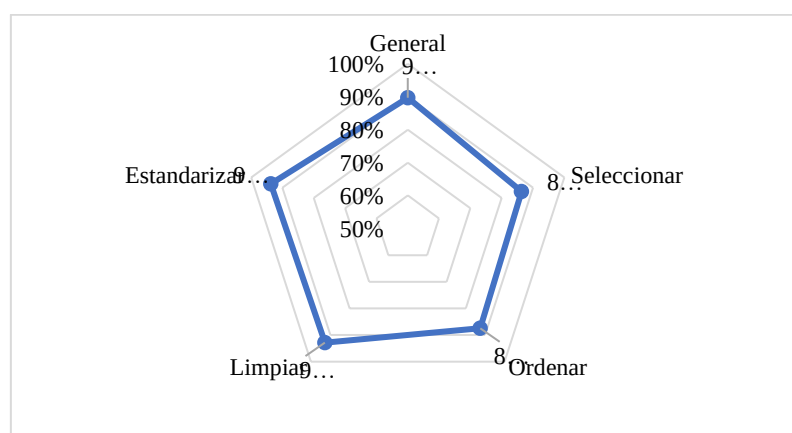
Categoría	Porcentaje real	Puntaje real	Puntaje ideal	Porcentaje ideal	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
General	90%	61	68	100%	$x\% \geq 10\%$	$x\% \geq 30\%$	$x\% \geq 50\%$	$x\% \geq 70\%$	$x\% \geq 90\%$
Seleccionar	86%	19	22	100%					
Ordenar	88%	14	16	100%					
Limpiar	93%	13	14	100%					
Estandarizar	94%	15	16	100%					

Nota. Elaborado por los autores.

En la Figura 18, se muestra una representación visual que complementa la Tabla 69, utilizando un gráfico radial para ilustrar de manera efectiva el nivel final de las 5S en la empresa MARTHILAB S.A. Este enfoque visual ofrece una perspectiva clara y concisa de los resultados obtenidos, permitiendo una fácil interpretación de los indicadores evaluados en cada uno de los pilares de la metodología. El estado final luego de la implementación de las 5S en la empresa se encuentra en una categoría “excelente”, registrando un 90% de cumplimiento, lo cual evidencia una mejora significativa respecto a la situación inicial. Este resultado demuestra que la aplicación de la metodología 5S contribuyó de manera directa a la optimización del orden, la limpieza, la estandarización y la disciplina en el área de producción de larvas, fortaleciendo así la eficiencia operativa del proceso.

Figura 18.

Representación visual de la auditoría 5'S final.



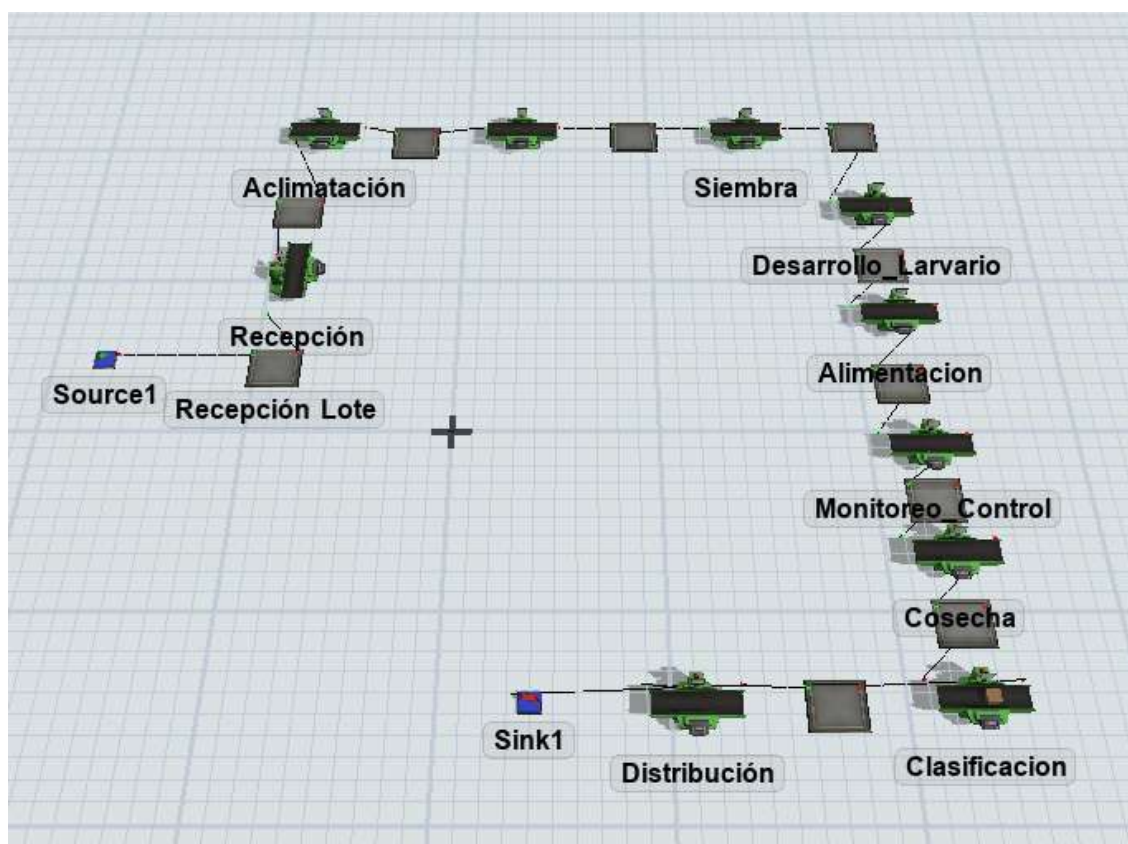
Nota. Elaborado por los autores.

3.3.6. Modelado situación propuesta

En la Figura 19 se presentó la simulación del escenario propuesto, la cual muestra un comportamiento más eficiente del sistema productivo, evidenciado por la reducción del tiempo total de ejecución y la mejora en el aprovechamiento de las actividades estandarizadas. Aunque la distribución relativa de utilización por estación se mantiene similar a la observada en la situación actual, se registra una ligera optimización en las operaciones críticas, destacándose Desarrollo Larvario con 11,1%, Aclimatación con 10,6%, Siembra con 9,3% y Monitoreo y Control con 8,6%. La estabilidad de estos porcentajes confirma que la propuesta no traslada la carga de trabajo de una estación a otra, sino que mejora el desempeño del sistema de manera uniforme mediante la eliminación de actividades innecesarias, la estandarización de procedimientos y la reducción de tiempos improductivos. En consecuencia, la simulación valida que la propuesta contribuye a disminuir el tiempo de ciclo y a fortalecer la eficiencia operativa del proceso de producción de larvas en MARTHILAB S.A.

Figura 19.

Simulación de la situación propuesta del proceso productivo.



Nota. Elaborado por los autores mediante el Software Flexsim.

Con el propósito de sintetizar los resultados obtenidos mediante la implementación de la propuesta de mejora, en la Tabla 74 se presenta una comparación entre la situación actual y la situación propuesta del proceso de producción de larvas en MARTHILAB S.A. El análisis integra los principales indicadores técnicos evaluados durante la investigación, permitiendo evidenciar las mejoras alcanzadas en términos de reducción de actividades, disminución de tiempos de operación, incremento de la eficiencia operativa, fortalecimiento de la metodología 5S y estandarización de los procedimientos, aspectos que fueron validados mediante la simulación del proceso productivo.

Tabla 74.

Comparación de la situación actual y la propuesta de mejora.

Indicador	Situación actual	Situación propuesta	Mejora obtenida
Número de actividades	83	74	Reducción de 9 actividades
Tiempo total del proceso (s)	18.864,6	16.742,69	Reducción de 2.121,91 s (11,25%)
Tiempo total del proceso (min)	314,41	279,04	Reducción de 32,78 min
Eficiencia operativa	81,93%	91,89%	Incremento de 9,96 puntos porcentuales
Cumplimiento de la metodología 5S	45%	90%	Incremento de 45 puntos porcentuales
Procedimientos estandarizados	No estandarizados	Procedimientos estandarizados	Estandarización de las actividades críticas
Organización del área de trabajo	Deficiencias en clasificación, orden y limpieza	Áreas organizadas mediante la metodología 5S	Mejora de las condiciones de trabajo
Control de actividades	Registros independientes y repetitivos	Formatos estandarizados y registros integrados	Reducción de actividades administrativas
Validación del proceso	Sin validación mediante simulación	Proceso validado en FlexSim	Verificación del comportamiento del sistema
Inversión requerida	No aplica	USD 40.906,25	Implementación integral de la propuesta

Nota. Elaborado por los autores.

Con la finalidad de demostrar cuantitativamente el efecto de la reducción de los tiempos de operación sobre la capacidad productiva de MARTHILAB S.A., se realizó una comparación

de la capacidad teórica de procesamiento antes y después de la propuesta de mejora. Para este análisis se consideró una jornada laboral de 8 horas, equivalente a 28.800 segundos, y el tiempo total requerido para completar el proceso productivo. En la situación actual, el proceso requiere 18.864,60 segundos por ciclo, mientras que en el escenario propuesto se reduce a 16.742,69 segundos. Esta disminución permite disponer de una mayor cantidad de tiempo operativo dentro de la misma jornada, evidenciando matemáticamente el incremento de la capacidad de procesamiento.

La capacidad teórica de procesamiento se determinó mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{C_j}{T_c}$$

Situación actual:

$$C_p = \frac{28800}{18864,60}$$

$$C_p = 1,53 \text{ ciclos/jornada}$$

Situación propuesta:

$$C_p = \frac{28800}{16742,69}$$

$$C_p = 1,72 \text{ ciclos/jornada}$$

Por consiguiente, el incremento de la capacidad teórica se obtiene mediante:

$$IC = \frac{C_p - C_a}{C_a} * 100$$

$$IC = \frac{1,72 - 1,53}{1,53} * 100$$

$$IC = 12,42\%$$

Los resultados evidencian que, bajo una jornada teórica de 8 horas y manteniendo las condiciones de operación consideradas en la simulación, la reducción del tiempo de ciclo permite incrementar la capacidad teórica de procesamiento de 1,53 a 1,72 ciclos por jornada, equivalente a un incremento del 12,42 %. Este resultado demuestra que la optimización de los métodos de trabajo y la eliminación de actividades redundantes no solamente disminuyen el

tiempo de ejecución, sino que generan una mayor disponibilidad de tiempo operativo dentro de la jornada laboral.

Ahorro de tiempo operativo

La reducción obtenida entre la situación actual y la propuesta representa un ahorro directo de tiempo por cada ciclo productivo. Este ahorro se determinó mediante la diferencia entre ambos tiempos de operación:

$$A_t = T_a - T_p$$

$$A_t = 18864,60 - 16742,69$$

$$A_t = 2121,91 \text{ s}$$

Transformando el resultado a minutos y horas:

$$A_t = \frac{2121,91}{60} = 35,37$$

$$A_t = \frac{2121,91}{3600} = 0,59 \text{ h}$$

Por lo tanto, la propuesta genera un ahorro de 0,59 horas por ciclo, equivalente a 35,37 minutos de tiempo operativo. Considerando un escenario de una ejecución diaria durante cinco jornadas laborales, el ahorro semanal sería:

$$A_s = 0,59 * 5$$

$$A_s = 2,95 \text{ h/semana}$$

En consecuencia, bajo este escenario, la propuesta permitiría disponer de aproximadamente 2,95 horas adicionales de tiempo operativo por semana, las cuales pueden ser destinadas a actividades productivas, de control o de apoyo al proceso. Este resultado evidencia que la reducción de tiempos obtenida mediante la estandarización de actividades y la metodología 5S tiene un efecto directo sobre el aprovechamiento de la jornada laboral y la capacidad operativa de MARTHILAB S.A.

Incremento de la productividad

Como complemento al análisis comparativo, se determinó el incremento de la productividad alcanzado mediante la implementación de la propuesta de mejora. Este indicador

fue calculado considerando la reducción del tiempo total del proceso productivo, manteniendo constante el nivel de producción, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Incremento de la productividad} = \left(\frac{\text{Tiempo actual}}{\text{Tiempo propuesto}} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Incremento de la productividad} = \left(\frac{18864.6}{16742.69} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Incremento de la productividad} = 12,67 \%$$

En consecuencia, la propuesta permitió incrementar la productividad del proceso de producción de larvas en 12,67 %, resultado obtenido a partir de la reducción del tiempo total de operación de 18.864,6 s a 16.742,69 s, sin modificar el volumen de producción. Este incremento demuestra que la aplicación del estudio de tiempos, la Ingeniería de Métodos y la metodología 5S permitió optimizar la secuencia de las actividades, eliminar operaciones que no agregaban valor y estandarizar los procedimientos operativos, logrando un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles y fortaleciendo la eficiencia del sistema productivo de MARTHILAB S.A.

Estandarización y productos finales de la propuesta

Como etapa final de la propuesta de mejora, se estableció la estandarización de las actividades optimizadas mediante la definición de nuevos estándares de tiempo, hojas de ruta y procedimientos operativos estandarizados. Estos elementos constituyen los productos técnicos que MARTHILAB S.A. podrá implementar de manera permanente para mantener las condiciones de operación obtenidas mediante el estudio de tiempos y reducir la variabilidad en la ejecución de las actividades. La estandarización permitirá establecer una referencia objetiva para la planificación, ejecución y control de las operaciones, evitando que la duración de las tareas dependa exclusivamente de la experiencia de cada operador.

Los estándares de tiempo propuestos se determinaron a partir de la optimización de las actividades identificadas durante el estudio, estableciendo un tiempo total de 16.742,69 segundos (279,04 minutos) para completar el proceso productivo, frente a los 18.864,60 segundos (314,41 minutos) de la situación actual. Estos valores deberán utilizarse como referencia para controlar el tiempo de ejecución de cada etapa y detectar oportunamente desviaciones respecto a los parámetros establecidos.

Asimismo, se establecen las hojas de ruta estandarizadas como instrumentos de apoyo para la ejecución de las operaciones. Estas permitirán especificar la secuencia de actividades, los responsables y los tiempos de referencia correspondientes a cada etapa del proceso, facilitando una ejecución uniforme y ordenada. De manera complementaria, los procedimientos operativos estandarizados (SOP) definirán la forma correcta de realizar las actividades críticas, contribuyendo a disminuir la variabilidad entre operadores y a mantener las condiciones de trabajo establecidas mediante la propuesta.

Tabla 75.

Productos finales para la estandarización del proceso productivo.

Producto final	Contenido	Finalidad
Hojas de ruta estandarizadas	Secuencia de actividades, responsables y tiempos de referencia por etapa	Orientar la ejecución ordenada y uniforme de las operaciones
Estándares de tiempo	Tiempos propuestos para cada etapa y tiempo total del proceso	Controlar la duración de las actividades e identificar desviaciones
Procedimientos operativos estandarizados (SOP)	Método definido para ejecutar las actividades críticas	Reducir la variabilidad entre operadores y mantener el método de trabajo establecido
Formatos de control y seguimiento	Registros para verificar el cumplimiento de tiempos y procedimientos	Facilitar el seguimiento periódico y la identificación de oportunidades de mejora

Nota. Elaborado por los autores.

Finalmente, estos productos deberán mantenerse disponibles para el personal responsable de las operaciones y utilizarse como documentos de referencia durante la ejecución del proceso productivo. Se recomienda realizar su revisión cuando existan cambios en los métodos de trabajo, equipos, distribución de las áreas o condiciones operativas que puedan modificar los tiempos establecidos. De esta manera, la propuesta trasciende la fase de diseño y proporciona a MARTHILAB S.A. herramientas concretas para mantener los resultados alcanzados, controlar el desempeño operativo y establecer una base técnica para futuras acciones de mejora continua.

3.4. Presupuesto

La Tabla 76 presenta el presupuesto estimado para la implementación de la propuesta de mejora orientada a optimizar la eficiencia operativa en la empresa MARTHILAB S.A.

mediante la aplicación del estudio de tiempos y la metodología 5S. El presupuesto contempla los costos asociados a la capacitación del personal, adquisición de materiales para la organización del área de trabajo, señalización, elaboración de procedimientos operativos estandarizados, mantenimiento de equipos, incorporación de instrumentos de medición y control, así como las actividades de seguimiento, auditoría y validación de la propuesta mediante simulación. El costo directo de implementación asciende a USD 32.725,00; al incorporar un 10% correspondiente a imprevistos y un 15% destinado al reajuste de costos, se obtiene una inversión total estimada de USD 40.906,25, valor que garantiza la ejecución integral de las acciones planteadas para fortalecer la eficiencia operativa del proceso de producción de larvas en la empresa.

Tabla 76.

Presupuesto de la propuesta de mejora.

Propuesta	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Implementación de la metodología 5S	Capacitación al personal sobre metodología 5S	2	\$700,00	\$1.400,00
	Material didáctico y manuales	1	\$500,00	\$500,00
	Señalización e identificación visual de áreas	1	\$1.800,00	\$1.800,00
	Adquisición de estanterías, organizadores y contenedores	1	\$4.500,00	\$4.500,00
	Implementación de tarjetas rojas y formatos de control	1	\$600,00	\$600,00
	Elaboración de procedimientos operativos (SOP)	1	\$1.500,00	\$1.500,00
Estudio de tiempos y estandarización	Diseño e impresión de instructivos operativos	25	\$25,00	\$625,00
	Cronómetros, formatos y materiales para estudio de tiempos	1	\$900,00	\$900,00
	Capacitación en tiempos estándar y mejora de procesos	2	\$850,00	\$1.700,00
Mejoramiento de equipos y herramientas	Renovación de herramientas operativas	1	\$3.200,00	\$3.200,00

	Mantenimiento preventivo de equipos del área de producción	1	\$5.500,00	\$5.500,00
	Equipos de medición y control (pH, temperatura, salinidad)	1	\$4.000,00	\$4.000,00
	Auditorías internas de cumplimiento 5S	2	\$700,00	\$1.400,00
Control y seguimiento	Elaboración de formatos e indicadores de seguimiento	1	\$800,00	\$800,00
	Simulación y validación del proceso mediante FlexSim	1	\$1.800,00	\$1.800,00
Gestión del proyecto	Supervisión e implementación de la propuesta	1	\$2.500,00	\$2.500,00
	Subtotal			\$32.725,00
	10% Imprevistos			\$3.272,50
	15% Reajuste			\$4.908,75
	Total de la propuesta			\$40.906,25

Nota. Elaborado por los autores.

Para implementar la propuesta de mejora basada en el estudio de tiempos y la metodología 5S para la optimización de la eficiencia operativa en la empresa MARTHILAB S.A., se estimó una inversión total de \$40.906,25. Considerando que la empresa genera ingresos anuales derivados de su operación y que las mejoras implementadas permiten obtener ahorros económicos mediante la reducción de tiempos improductivos, la eliminación de actividades que no agregan valor, la estandarización de los procedimientos y el incremento de la productividad, se estimó un flujo de efectivo anual de \$25.000, valor utilizado para evaluar la viabilidad financiera de la propuesta. Para ello se empleó una tasa de rendimiento del 10 %, aplicando los indicadores financieros Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación (PR), con el propósito de determinar si los beneficios económicos esperados justifican la inversión requerida.

Por lo tanto, la Tabla 77 presenta el cálculo del flujo de fondos utilizado para la evaluación económica de la propuesta.

$$VAN (\$) = \text{Valor Actual Neto}$$

$$TIR (\%) = \text{Tasa Interna de Retorno}$$

$$PR(t) = \text{Periodo de recuperación}$$

Tabla 77.

Cálculo del flujo de fondo.

	0	1	2	3	4	5
Flujo Fondo	\$-40.906,25	\$25.000	\$25.000	\$25.000	\$25.000	\$25.000
Saldo Actual de 10%	\$-40.906,25	\$22.727,27	\$20.661,16	\$18.782,87	\$17.075,34	\$15.523,03
Saldo Actualizado Acumulado	\$-40.906,25	\$-18.178,98	\$2.482,18	\$21.265,05	\$38.340,39	\$53.863,42

Nota. Elaborado por los autores.

Donde:

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

$$Tasa (\%) = 10 \%$$

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

$$VNA (\$) = \$94.769,67$$

$$VAN (\$) = Beneficio Neto Actualizado (VNA) + Inversión inicial$$

$$VAN (\$) = \$53.863,42$$

TIR (%) = Se resta inicial del valor actual operación menos ventas o retorno de inversión y se multiplica por 100.

$$TIR (\%) = 54\%$$

$$Pr (t) = \frac{Inversión\ inicial}{Flujp\ anual}$$

$$PR = \frac{\$40.906,25}{\$25000} = 1,64 \text{ años}$$

Los resultados obtenidos demuestran que la propuesta de mejora es financieramente viable, ya que presenta un Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$53.863,42, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 54 %, superior a la tasa mínima de rendimiento establecida del 10 %, y un Periodo de Recuperación (PR) de 1,64 años, equivalente aproximadamente a 1 año, 7 meses y 19 días. En consecuencia, la inversión inicial de \$40.906,25 puede recuperarse mediante los ahorros operativos generados por la implementación de la propuesta, derivados de la reducción del tiempo total del proceso en 1.966,9 segundos (10,43 %), la eliminación de nueve

actividades que no agregaban valor, el incremento de la eficiencia operativa de 81,93 % a 88,31 % y el aumento de la productividad en 11,64 %. Estas mejoras contribuyen a optimizar la utilización de los recursos disponibles y fortalecen la rentabilidad del proceso de producción de larvas en MARTHILAB S.A.

3.5. Discusión

Los resultados obtenidos evidenciaron que la aplicación del estudio de tiempos permitió identificar actividades que no agregaban valor al proceso de producción de larvas, posibilitando la estandarización de las operaciones y la optimización de los tiempos de ejecución. A partir del análisis realizado se establecieron tiempos estándar para las principales actividades del proceso productivo, lo que contribuyó a disminuir los tiempos improductivos y mejorar la planificación de las operaciones. Asimismo, la implementación de la metodología 5S permitió incrementar el nivel de cumplimiento de las condiciones de orden, limpieza y organización del 45% obtenido en la auditoría inicial hasta un 90% en la auditoría final, reflejando una mejora de 45 puntos porcentuales.

La validación de la propuesta mediante simulación en FlexSim permitió comprobar el efecto de las mejoras implementadas sobre el desempeño del sistema productivo. En comparación con la situación inicial, el tiempo total del proceso se redujo de 314,41 minutos a 279,04 minutos, lo que representa una disminución aproximada del 10,43% en el tiempo de ciclo. De igual manera, la eficiencia operativa se incrementó de 81,93% a 91,89%, demostrando que la aplicación conjunta del estudio de tiempos, la estandarización de actividades y la metodología 5S contribuye a optimizar el flujo del proceso sin generar sobrecarga en las estaciones de trabajo.

Desde el punto de vista económico, la propuesta también mostró resultados favorables al estimarse una inversión de USD 40.906,25, destinada a la implementación de las mejoras planteadas. La evaluación financiera mediante los indicadores Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación (PR) permitió analizar la factibilidad económica de la propuesta, considerando una tasa de rendimiento del 10%. En conjunto, los resultados técnicos y financieros obtenidos demuestran que la implementación del estudio de tiempos constituye una alternativa viable para mejorar la eficiencia operativa de MARTHILAB S.A., ya que no solo optimiza los tiempos de trabajo y fortalece la organización del área de producción, sino que también genera condiciones favorables para incrementar la productividad y asegurar la sostenibilidad de las mejoras en el tiempo.

CONCLUSIONES

La aplicación del mapeo sistemático de la literatura permitió identificar inicialmente 284 artículos científicos relacionados con el estudio de tiempos y la eficiencia operativa, de los cuales 129 fueron obtenidos de Web of Science, 135 de Scopus y 20 de ScienceDirect. Tras eliminar un registro duplicado y excluir 253 documentos que no cumplían con los criterios de inclusión y calidad establecidos, se seleccionó una muestra final de 30 artículos científicos publicados entre 2020 y 2025. El análisis de esta evidencia permitió establecer que el estudio de tiempos constituye una metodología ampliamente utilizada para identificar actividades que no agregan valor, estandarizar procedimientos y optimizar la utilización de los recursos, contribuyendo al incremento de la eficiencia operativa.

El diagnóstico efectuado permitió identificar oportunidades de mejora en el proceso productivo mediante el estudio de tiempos, los diagramas de análisis de procesos y la auditoría inicial de la metodología 5S. Los resultados evidenciaron un nivel de cumplimiento inicial del 45 % en la auditoría 5S y un proceso conformado por 83 actividades, con un tiempo total de ejecución de 18.864,6 segundos (314,41 minutos) y una eficiencia operativa de 81,93 %, indicadores que confirmaron la existencia de tiempos improductivos, actividades que no agregaban valor y deficiencias en la organización del área de producción.

La implementación de la propuesta de mejora permitió optimizar el proceso de producción de larvas mediante la aplicación conjunta del estudio de tiempos, la Ingeniería de Métodos y la metodología 5S. Como resultado, se redujo el número de actividades de 83 a 74, eliminando tareas que no agregaban valor y estandarizando los procedimientos operativos. Asimismo, el tiempo total del proceso disminuyó de 18.864,6 segundos a 16.742,69 segundos, lo que representa una reducción del 11,25 %, mientras que la eficiencia operativa se incrementó de 81,93 % a 91,89 %, y la productividad aumentó en 9,96 %. De igual manera, la auditoría de la metodología 5S evidenció una mejora significativa al pasar de un cumplimiento inicial del 45 % a un 90 %, fortaleciendo las condiciones de organización, orden, limpieza y estandarización del área de producción. La simulación desarrollada en FlexSim validó el comportamiento del escenario propuesto, demostrando una utilización más eficiente de los recursos y una disminución de los tiempos improductivos. Finalmente, la inversión requerida para implementar la propuesta fue de USD 40.906,25, cuya evaluación financiera arrojó un Valor Actual Neto (VAN) de USD 53.863,42, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 54 % y un Periodo de Recuperación (PR) de 1,64 años, confirmando la viabilidad técnica y económica del proyecto para MARTHILAB S.A.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que la empresa continúe fortaleciendo el conocimiento del personal sobre herramientas de ingeniería industrial, especialmente en temas relacionados con estudio de tiempos, mejora continua y metodologías Lean, con el propósito de mantener una cultura organizacional orientada hacia la optimización permanente de los procesos productivos.

Se recomienda realizar evaluaciones periódicas de los procesos productivos mediante estudios de tiempos, auditorías 5S y análisis de indicadores de desempeño, con el fin de identificar nuevas oportunidades de mejora, reducir actividades que no agreguen valor y garantizar la actualización continua de los procedimientos operativos establecidos.

Se recomienda implementar de forma permanente la propuesta desarrollada, realizando auditorías internas para verificar el cumplimiento de la metodología 5S, actualizar los tiempos estándar cuando existan modificaciones en el proceso y efectuar simulaciones periódicas mediante herramientas como FlexSim para evaluar el comportamiento del sistema productivo. Estas acciones permitirán mantener los niveles de eficiencia alcanzados y favorecer un proceso de mejora continua dentro de MARTHILAB S.A.

REFERENCIAS

- Acosta-Faneite, S. F. (2023). *Criterios para la selección de técnicas e instrumentos de recolección de datos en las investigaciones mixtas* | *Revista Honoris Causa*. <https://revista.uny.edu.ve/ojs/index.php/honoris-causa/article/view/303>
- Al Doghan, M. A., & Sundram, V. P. K. (2023). Organization operational efficiency and Innovativeness: Exploring the role of employees' task-based training, operational task commitment, operational engagement, and supervisor support. *International Journal of Operations and Quantitative Management*, 29(1), 108–127. <https://doi.org/10.46970/2022.29.1.7>
- Alegre-Brítez, M. Á. (2022). Aspectos relevantes en las técnicas e instrumentos de recolección de datos en la investigación cualitativa. Una reflexión conceptual. *Población y Desarrollo*, 28(54), 93–100. <https://doi.org/10.18004/PDFCE/2076-054X/2022.028.54.093>
- Allauca-Gamarra, L. E., Valencia-Castañeda, F. V., & Montoya-Cárdenas, G. A. (2024). Estudio de tiempos para mejorar la productividad en una empresa de producción de calzado, Lima, 2023. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, 5(1), 25–27. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v5i1.129>
- Amorim, I., Pontes, E., Gonçalves, S., Moradbeikie, A., Lopes, S., & Jesus, C. (2025). Impact of adopting industry 4.0 practices and technologies on time and motion study: a pilot study revealing efficiency gains in a multi-operation workstation. *Production & Manufacturing Research*, 13(1). <https://doi.org/10.1080/21693277.2025.2476436>
- Andrade-Chamorro, R. A. (2025). *Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en los procesos operativos de una empresa de mantenimiento automotriz*. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/16749>
- Apaza-Zúñiga, E., Cazorla-Chambi, S., Condori-Carbajal, C., Arpasi-Meléndez, F. R., Tumi-Figueroa, I., Yana-Viveros, W., & Quispe-Coaquira, J. E. (2022). La Correlación de Pearson o de Spearman en caracteres físicos y textiles de la fibra de alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 33(3), e22908–e22908. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V33I3.22908>
- Arias-Gonzáles, J. L. (2021). *Guía para elaborar la operacionalización de variables*. <https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/274>

- Badillo-Ruiz, A., Morales-Cruz, E. U., Martínez-Olvera, K. P., Esparza-Zúñiga, E. M., & Ortiz-Zarco, E. (2025). Quality Improvement in Interlining Manufacturing Through the Six Sigma DMAIC Methodology: A Case Study. *Arandu UTIC*, 12(4), 3659–3675. <https://doi.org/10.69639/ARANDU.V12I4.1895>
- Balseca-Balseca, M. L., & Echeverría-Padilla, M. I. (2025). Análisis de las metodologías 5 S como herramienta de mejora continua en el área de almacenamiento de la empresa Vidtem, Santo Domingo 2025. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E2), 2403–2425. <https://doi.org/10.55813/GAEA/CCRI/V6/NE2/1152>
- Bello-Parra, R. O., Parra-Ferie, C., & Valarezo-Molina, M. J. (2022). *Procedimiento para la estandarización de procesos y la competitividad en empresas agroproductivas de Manabí*. <https://www.redalyc.org/journal/5646/564676368008/html/>
- Bianchi, C., Mingo, S., & Fernandez, V. (2019). Strategic management in Latin America: Challenges in a changing world. *Journal of Business Research*, 105, 306–309. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.022>
- Blanchar-Martínez, T. C., & Martínez-Trujillo, N. E. (2025). ¿Entrevista o encuesta?: Una diferencia necesaria. *Revista Latina de Comunicación Social*, 2025(83). <https://doi.org/10.4185/RLCS-2025-2339>
- Canahua-Apaza, N. M. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 24(1), 49–76. <https://doi.org/10.15381/IDATA.V24I1.18402>
- Chicaiza-Sánchez, O. L. (2022). *PLANIFICACIÓN PROSPECTIVA Y FINANCIERA MEDIANTE EL USO DEL ÁBACO DE RÉGNIER Y LA MATRIZ IGO APLICADOS A LA EMPRESA MEGA ADVENTURE PARK RÍO BLANCO, BAÑOS-ECUADOR*. (108), 1617–1644. https://tambara.org/wp-content/uploads/2022/12/3.-Prospectiva_Mega_Adventures_Chicaiza.pdf
- Cortés, A., Casillas-Hernández, R., Cambeses-Franco, C., Bórquez-López, R., Magallón-Barajas, F., Quadros-Seiffert, W., Feijoo, G., & Moreira, M. T. (2021). Eco-efficiency assessment of shrimp aquaculture production in Mexico. *Aquaculture*, 544, 737145. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2021.737145>

- De la Cruz-Martínez, C., Garza-Hernández, J., Medina-Álvarez, M. Á., & Galván-Rodríguez, D. G. (2024). Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción en una pastelería. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 14070–14083. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14967
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología Segunda edición*.
- Dhlakama, L., & Murairwa, S. (2024). A Literature Survey: Data Gathering Instrument and Method Selection Framework. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, VIII(X), 1078–1091. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2024.8100090>
- Espín, C., Naranjo, C., & Eugenio, C. (2022). Estudio de tiempos para la optimización de la producción en el área de postcosecha de una florícola. *Revista Ingeniería*, 6(15), 162–168. <https://doi.org/10.33996/REVISTAINGENIERIA.V6I15.97>
- Espinoza-Freire, E. E. (2018). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Revista Conrado*, 14(65), 39–49. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/814>
- Fajar-Ramadán, M., Kukreja, R., & Duran, C. (2024). Productivity Improvement through Work Measurement and Time Study Analysis. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, 2(3), 93–99. <https://doi.org/10.70716/RESWARA.V2I3.380>
- Febri, C. A., & Susilawati, A. (2022). Productivity Improvement Based Systematic Layout Planning and 5S (Case Study: CV. Mutya, Indonesia). *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace -Science and Engineering-*, 66(1), 8–13. <https://doi.org/10.36842/JOMASE.V66I1.267>
- Gallegos-Londoño, C. M., Villacrés-Parra, S. R., & Viscaíno-Cuzco, M. A. (2021). Elaboración de formatos para recolección de datos de modos de fallo para el cálculo de fiabilidad en subestaciones y líneas de subtransmisión en la empresa Eléctrica de Riobamba S.A. *ConcienciaDigital*, 4(1.2), 200–219. <https://doi.org/10.33262/CONCIENCIADIGITAL.V4I1.2.1589>
- García-Juárez, H. D., Bustamante-Ochoa, C., del Carpio-Delgado, F., & Bravo-Chávez, Y. M. (2024). PDCA methodology for improving process management in a natural products

- company. *Aibi, Revista de Investigacion Administracion e Ingenierias*, 12(1), 108–120. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3588>
- Gómez, K., & Rodríguez, H. (2023). Responsabilidad social en pymes de cultivo de larvas de camarón. provincia de Santa Elena, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 2864–2886. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I4.7143
- González-Rivera, L. D. (2022). *Analisis de eficiencia y determinacion de tiempos y movimientos de una planta incubadora*.
- Guanotuña-Toaquiza, G. A., Ramos-Guevara, J. E., & Jiménez-Castro, W. F. (2024). La mejora continua en la optimización de procesos en las unidades de producción. *UTC Prospectivas: Revista de Ciencias Administrativas y Económicas*, 7(2), 1–28. <https://doi.org/10.61236/UTCPROSPECTIVAS.V7I2.802>
- Gutierrez-Veliz, L. R. (2022). *Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la empresa Compubordado*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36558>
- Habib, M. A., Rizvan, R., & Ahmed, S. (2023). Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh. *Results in Engineering*, 17, 100818. <https://doi.org/10.1016/J.RINENG.2022.100818>
- Handoyo, S., Suharman, H., Ghani, E. K., & Soedarsono, S. (2023). A business strategy, operational efficiency, ownership structure, and manufacturing performance: The moderating role of market uncertainty and competition intensity and its implication on open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(2), 100039. <https://doi.org/10.1016/J.JOITMC.2023.100039>
- Henriquez-Muñoz, Y. X., Melendez-Guillen, A. S., & Córdova-Acosta, E. A. (2025). *Optimización de la eficiencia operativa mediante herramientas de Lean Manufacturing en una empresa manufacturera*. <https://doi.org/10.1590/SCIELOPREPRINTS.13691>
- Hernández-Caiza, J. M., Zabala-Cáceres, E. S., Arcos-Castillo, R. P., & Arellano-Reyes, M. A. (2024). Ingeniería de métodos, medición del trabajo mediante el estudio de tiempos. *Polo Del Conocimiento*, 9(6), 3–16. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i5.7293>

- Hernández-Mendoza, S. L., & Duana-Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51–53. <https://doi.org/10.29057/ICEA.V9I17.6019>
- Hernández-Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. *Metodología de La Investigación*, 1–634. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008&info=resumen&idioma=SPA>
- Hsieh, Y. K., Hsieh, J. W., Hu, W. C., & Tseng, Y. C. (2024). AIoT-Based Shrimp Larvae Counting System Using Scaled Multilayer Feature Fusion Network. *IEEE Internet of Things Journal*, 11(22), 36438–36451. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2024.3410539>
- Ilbay-Saca, C. J. (2023). *Diseño e implementación de un estudio de tiempos y movimientos enfocado en mejorar la productividad de la Empresa Textil RAM Jeans de la ciudad de Pelileo en el año 2022*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21670>
- Jaime-Muñiz, R. de las M., & Jimber-del Río, J. A. (2025). The Fishing and Aquaculture Production of Latin America with Respect to the Trade Balance and Foreign Investment. *Journal of the Knowledge Economy*, 16(2), 10891–10908. <https://doi.org/10.1007/S13132-024-02240-0>
- Komarudin, K. (2025). Optimizing Operational Efficiency Through Technological Innovation: A Comparative Analysis Across Industries. *Journal of Innovation and Operational System*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.59261/JIOSJOURNAL.V1I1.1>
- Kumar, C. S., Majumder, H., Sharma, A., Fernandes, F., Mabusela, L., Nkosi, M., & Gupta, K. (2025). Application of the 5S Technique of Lean Manufacturing to Organize a Laboratory Space and Enhance Productivity Towards a Green University. *Engineering Proceedings 2025*, Vol. 114, Page 12, 114(1), 12. <https://doi.org/10.3390/ENGPROC2025114012>
- Lino-Moreno, S. E., Navarro-Ayola, B. L., Salas, R., & Nallusamy, S. (2025). Enhancement of Operational Efficiency in a Plastic Manufacturing Industry Through TPM, SMED, and Machine Learning—Case Study. *Sustainability 2025*, Vol. 17, Page 7445, 17(16), 7445. <https://doi.org/10.3390/SU17167445>

- Liu, S., & Cheng, H. (2024). Manufacturing Process Optimization in the Process Industry. *International Journal of Information Technology and Web Engineering*, 19(1). <https://doi.org/10.4018/IJITWE.338998>
- López-Fernández, R., Avello-Martínez, R., Palmero-Urquiza, D. E., Sánchez-Gálvez, S., & Quintana-Álvarez, M. (2020). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48(2(Sup)), 441–450. <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/390/331>
- Malatay-González, K. E., Muñoz-Montiel, E. G., & Rodríguez-Flores, J. L. (2024). Eficiencia Productiva y Financiera a través del uso de Inteligencia artificial en la producción del camarón. *Nuevas Tecnologías Aplicadas a Las Ciencias*, 2024, ISBN 9789942617118, Págs. 94-103, 94–103. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9901307&info=resumen&idioma=SPA>
- Martínez-Haro, P., López-Paredes, A., & Jiménez-Castro, F. (2025). Gestión por procesos y la eficiencia productiva mediante la aplicación de Bizagi. *UTC Prospectivas: Revista de Ciencias Administrativas y Económicas*, 8(2), 33–47. <https://doi.org/10.61236/UTCPROSPECTIVAS.V8I2.1122>
- Memari, A., Panjehfouladgaran, H. R., Abdul Rahim, A. R., & Ahmad, R. (2024). The impact of lean production on operational performance: a case study. *Asia-Pacific Journal of Business Administration*, 16(3), 530–552. <https://doi.org/10.1108/APJBA-04-2022-0190>
- Méndez-Meléndez, L. J., Sandoval-Chávez, D. A., & Terrazas-Mata, L. E. (2022). El tiempo estándar y su importancia en las cotizaciones de proyectos de manufactura. Un enfoque de gestión. *NovaRUA*, 14(24), 110–122. <https://doi.org/10.20983/NOVARUA.2022.24.6>
- Mercado-Seguil, D., & Mamani-Chavez, J. E. (2025). *A lean production model to enhance operational efficiency in textile SMES: a case study.*
- Meza, R. J., & Salamanca, I. C. (2022). Evaluación de la calidad de las aguas estuarinas usando el coeficiente de concordancia de Kendall modificado. *CITECSA*, 14(23), 17–30. <https://unipaz.edu.co/revistas/revcitecsa/article/view/312>
- Molano-De La Roche, M., Valencia-Estupiñán, A. M., & Apraez-Pulido, M. (2021). Características e importancia de la metodología cualitativa en la investigación científica.

Revista Semillas Del Saber, 1(1), 18–27.
<https://revistas.unicatolica.edu.co/revista/index.php/semillas/article/view/314>

Monnanyana, O., & Gupta, K. (2022). A Case Study on Implementation of 5S in a Manufacturing Plant to Improve Operational Effectiveness. *MATEC Web of Conferences*, 346, 03109. <https://doi.org/10.1051/MATECCONF/202134603109>

Moreira-Mendoza, N., & Real-Pérez, G. (2022). *Tiempo estándar en gestión de mantenimiento de matrices de corte*. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/43>

Moreira-Pico, J., & Ramos-Alfonso, Y. (2024). Estudio de tiempos y movimientos en el área de almacenamiento de una comercializadora avícola | Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2697-3693. *Revista Científica INGENIAR*. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/189>

Moyano-Hernández, F. A., & Villamil Sandoval, D. C. (2022). Análisis del ciclo PHVA en la gestión de proyectos, una revisión documental. *Revista Politécnica*, 17(34), 55–69. <https://doi.org/10.33571/RPOLITEC.V17N34A4>

Muñoz Choque, A. M. (2022). Estudio de tiempos y su relación con la productividad. *Revista Enfoques*, 5(17), 40–54. <https://doi.org/10.33996/REVISTAENFOQUES.V5I17.104>

Nurmalasari, N. (2025). Exploring the impact of operational efficiency on performance: Case of basic industry 2023-2024. *DIMENSIA (Diskursus Ilmu Manajemen STIESA)*, 21(02). <https://ojs.stiesa.ac.id/index.php/dimensia/article/view/1607>

Ordoñez-Alcivar, B. I. (2025). *Aplicación de la ingeniería de métodos y tiempos con manufactura ágil para la empresa Man Water, Santa Elena*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/14070>

Pakkala, D., Kääriäinen, J., & Mätäsniemi, T. (2024). Improving efficiency and quality of operational industrial production assets information management in customer–vendor interaction. *Journal of Industrial Information Integration*, 41, 100644. <https://doi.org/10.1016/J.JII.2024.100644>

Palma-Mejía, L. R., Quiroz-Flores, P. A., & Robles-Lora, M. A. (2023). Estudio de métodos para incrementar la productividad en la curtiembre Industrias Herpami EIRL. *Revista Ingeniería*, 7(19), 352-364–352 – 364. <https://doi.org/10.33996/REVISTAINGENIERIA.V7I19.112>

- Pandey, B., Yadav, V., Chauhan, A. S., & Rathore, A. (2022). Process improvement using lean tools: a case from carpet manufacturing industry. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 35(1), 117–142. <https://ideas.repec.org/a/ids/ijpqma/v35y2022i1p117-142.html>
- Pekarcikova, M., Trebuna, P., Kopec, J., & Petrikova, A. (2023). Processes Optimization with Lean Tools Intensification in the Non-Manufacturing Sector. *European Journal of Business and Management Research*, 8(6), 27–34. <https://doi.org/10.24018/EJBMR.2023.8.6.2182>
- Reyes-Blácido, I., Damián-Guerra, E., Ciriaco-Reyes, N., Corimayhua-Luque, O. B., & Urbina-Olortegui, M. L. (2022). Métodos científicos y su aplicación en la investigación pedagógica. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V9I2.3106>
- Rimbaldo-Luzon, C. A., Prado-Carpio, E. C., Valarezo-Macías, C. A., & Carvajal-Romero, H. R. (2024). Análisis de la Producción y Exportación del Sector Camaronero en Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 6682–6695. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I1.10028
- Rodríguez-Balón, J. C. (2023). *Desarrollo de un modelo logístico con transbordo para la distribución de la producción de larvas de camarón proveniente del laboratorio Aquatropical, cantón Salinas, Ecuador*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9179>
- Sánchez-Granda, C. B. (2025). Análisis del sistema de costeo por procesos y la rentabilidad empresarial en las empresas de producción acuícola de la provincia de Santa Elena. *Identidad Bolivariana*, 9(2), 113–129. <https://doi.org/10.37611/IB9OL2113-129>
- Santos, E. ;, Lima, T. M. ;, Gaspar, P. D., Santos, E., Lima, T. M., & Gaspar, P. D. (2023). Optimization of the Production Management of an Upholstery Manufacturing Process Using Lean Tools: A Case Study. *Applied Sciences* 2023, Vol. 13, Page 9974, 13(17), 9974. <https://doi.org/10.3390/APP13179974>
- Shahriar, M. M., Parvez, M. S., Islam, M. A., & Talapatra, S. (2022). Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, 100488. <https://doi.org/10.1016/J.CLET.2022.100488>

- Suroso, E., & Santosa, A. D. (2024). Effects Of Lean Manufacturing Practices On Operational Performance. *Journal of Research in Social Science and Humanities*, 4(2), 174–179. <https://doi.org/10.47679/JRSSH.V4I1.121>
- Swamidass, P. M. (2024). TIME STUDY AND MOTION STUDY. *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*, 791–791. https://doi.org/10.1007/1-4020-0612-8_975
- Terreros-Ponce, F. A. (2025). Eficiencia productiva en la industria camaronera del Ecuador: Influencia de factores tecnológicos y ambientales en su Competitividad. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 1696–1713. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15939
- Valencia-Jarama, J. L., Gutierrez-Canchasto, G. A., & Flores-Marchán, V. M. (2025). Lean Manufacturing en el mejoramiento continuo de la productividad. *Revista InveCom*, 5(2). <https://doi.org/10.5281/ZENODO.14002915>
- Vallejo-Gallardo, F. E., & Estrella-Vargas, E. A. (2025). *Estudio de tiempos y movimientos para proponer mejoras en el proceso de producción de cobijas de la empresa Neymatex s.a. en el cantón Guano*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/14836>
- Varela-Pérez, J., & López-Ortega, A. G. (2024). Estudio de Tiempos como Herramienta para el Incremento de la Productividad en Procesos de Almacén. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 4774–4791. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I6.15197
- Vasques-Morales, N., & Castañeda-Castañeda, C. B. (2023). Metodología Value Stream Mapping (VSM) aplicada a procesos de perforación de pozos petroleros en México. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 8741–8753. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I5.8453
- Vásquez-Cruceta, I. (2023). *MODELO DE METODOLOGIA PARA UNA INVESTIGACION NO EXPERIMENTAL*. https://www.researchgate.net/publication/372572791_MODELO_DE_METODOLOGIA_PARA_UNA_INVESTIGACION_NO_EXPERIMENTAL_DRA_IRENE_VASQUEZ_CRUCETA

Wohin, C., Mendes, E., Felizardo, K., & Kalinowski, M. (2020). *Directrices para la estrategia de búsqueda para actualizar las revisiones sistemáticas de la literatura en ingeniería de software*.

https://www.researchgate.net/publication/342094647_Guidelines_for_the_Search_Strategy_to_Update_Systematic_Literature_Reviews_in_Software_Engineering

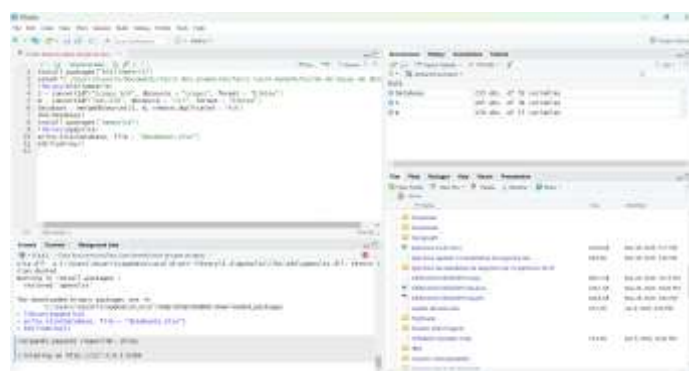
Yagual-Borbor, L. M. (2022). *La Ingeniería de Métodos y su efecto en la cadena de producción de la empresa Fontana, del cantón La Libertad, provincia Santa Elena*.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8344>

Zamora-Rodríguez, J. M., Flores-Paredes, B. I., & Garofalo-Velasco, D. A. (2019). análisis de procesos como medio de estrategia en las empresas comerciales. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3(21), 23–27. <https://doi.org/10.29018/ISSN.2588-1000VOL3ISS21.2019PP23-27>

ANEXOS

Anexo 1.

Fusión de bases de datos.



Anexo 2.

Elaboración de gráficas en Bibliometrix.



Anexo 3.

Criterios de inclusión y exclusión.

Aspecto	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Periodo de publicación	Estudios publicados entre 2022 y 2026, garantizando información actualizada y pertinente	Publicaciones anteriores a 2022, por considerarse desactualizadas respecto al estado del arte
Idioma	Documentos escritos en español o inglés	Estudios publicados en otros idiomas que dificulten el análisis.
Accesibilidad	Investigaciones con texto completo disponible en bases de datos académicas reconocidas	Trabajos sin acceso completo, restringidos a resúmenes o referencias

Enfoque temático	Estudios que aborden la eficiencia operativa mediante la herramienta estudio de tiempos, incluyendo casos de aplicación en el sector industrial	Publicaciones que no estén vinculadas con eficiencia operativa o que utilicen herramientas diferentes a estudio de tiempos
Tipo de fuente	Artículos científicos, tesis de posgrado, revisiones sistemáticas	Fuentes no académicas como blogs, páginas web, notas de prensa, artículos de divulgación sin rigor científico
Aplicabilidad	Investigaciones que presentan resultados, propuestas metodológicas o experiencias prácticas transferibles al contexto empresarial de Marthilab S.A., Palmar	Estudios cuyo enfoque no sea aplicable al sector industrial, estudio de tiempos o de eficiencia operativa

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 4.

Cantidad de documentos encontrados.

Base de datos	Nº de artículos hallados	Porcentaje
Web of Science	129	45,42%
Scopus	135	47,53%
Science Direct	20	7,04%
Total	284	100%

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 5.

Criterios de elegibilidad.

Criterio de elegibilidad	Descripción	Cumple	No cumple
Periodo de publicación	El artículo fue publicado entre 2022 y 2026	✓	
Idioma	El documento está escrito en español o inglés	✓	
Acceso al documento	El estudio cuenta con texto completo disponible en bases de datos académicas	✓	
Relevancia temática	Aborda la eficiencia operativa mediante la aplicación de estudio de tiempos	✓	
Tipo de fuente	Es un artículo científico, revisión, tesos o conferencia académica con rigor metodológico	✓	
Aplicabilidad	Presenta resultados, propuestas o experiencias que pueden adaptarse al contexto de Marthilab S.A., Palmar	✓	

Calidad metodológica	El estudio presenta un diseño investigativo sólido (mapeo sistemático, estudio de caso, revisión)	✓
----------------------	---	---

Nota. Elaborado por los autores.

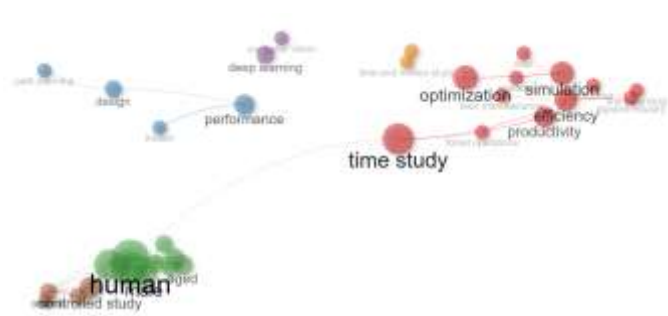
Anexo 6.

Mapa bibliométrico de países con mayor aporte científico.



Anexo 7.

Red bibliométrica de palabras clave.



Anexo 8.

Documentos obtenidos en el mapeo sistemático.

N°	Relación	Autores	Metodología	Técnicas
1	Estudio de tiempos	(Varela-Pérez & López-Ortega, 2024)	Ingeniería de métodos	Observación directa
2	Estudio de tiempos	(Moreira-Pico & Ramos-Alfonso, 2024)	Análisis-síntesis	Análisis de procesos
3	Estudio de tiempos	(Andrade-Chamorro, 2025)	Ingeniería de métodos	Estandarización de procesos
4	Estudio de tiempos	(Gutierrez-Veliz, 2022)	Estudio de tiempos y movimientos	Medición del trabajo
5	Estudio de tiempos	(Hernández-Caiza et al., 2024)	Ingeniería de métodos	Estandarización de tiempos

6	Estudio de tiempos	(Ordoñez-Alcivar, 2025)	Ingeniería de métodos	Mapeo de procesos (VSM)
7	Estudio de tiempos	(Vallejo-Gallardo & Estrella-Vargas, 2025)	Ingeniería de métodos	Estandarización de tiempos
8	Estudio de tiempos	(De la Cruz-Martínez et al., 2024)	Lean manufacturing	Diagrama de procesos
9	Estudio de tiempos	(Espín et al., 2022)	Ingeniería de métodos	Estandarización de procesos
10	Estudio de tiempos	(Guanotuña-Toaquiza et al., 2024)	Mejora continua	Análisis estadístico
11	Estudio de tiempos	(Ilbay-Saca, 2023)	Ingeniería de métodos	5'S
12	Estudio de tiempos	(Allauca-Gamarra et al., 2024)	Ingeniería de métodos	Estandarización de tiempos
13	Estudio de tiempos	(Yagual-Borbor, 2022)	Ingeniería de métodos	Estandarización de procesos
14	Estudio de tiempos	(Moreira-Mendoza & Real-Pérez, 2022)	Ingeniería de métodos	Estandarización de tiempos
15	Estudio de tiempos	(Muñoz Choque, 2022)	Ingeniería de métodos	Identificación de tiempos improductivos
16	Eficiencia operativa	(Suroso & Santosa, 2024)	Lean Manufacturing	Encuesta
17	Eficiencia operativa	(Mercado-Seguil & Mamani-Chavez, 2025)	Lean Manufacturing	Evaluación de indicadores (KPI)
18	Eficiencia operativa	(Habib et al., 2023)	Lean Manufacturing	Evaluación de indicadores (KPI)
19	Eficiencia operativa	(Memari et al., 2024)	Lean Manufacturing	Evaluación de indicadores (KPI)
20	Eficiencia operativa	(Monnanyana & Gupta, 2022)	5'S	Listas de verificación
21	Eficiencia operativa	(Lino-Moreno et al., 2025)	Lean Manufacturing	Mantenimiento productivo total (TPM)
22	Eficiencia operativa	(Santos et al., 2023)	Lean Manufacturing	Evaluación de indicadores (KPI)
23	Eficiencia operativa	(Febri & Susilawati, 2022)	5'S	Listas de verificación
24	Eficiencia operativa	(Moyano-Hernández & Villamil Sandoval, 2022)	Mejora continua	Ciclo Deming
25	Eficiencia operativa	(García-Juárez et al., 2024)	Mejora continua	Ciclo Deming

26	Eficiencia operativa	(Pekarcikova et al., 2023)	Lean Manufacturing	Mantenimiento productivo total (TPM)
27	Eficiencia operativa	(Kumar et al., 2025)	5'S	Listas de verificación
28	Eficiencia operativa	(Badillo-Ruiz et al., 2025)	Mejora continua	Ciclo Deming
29	Eficiencia operativa	(Pandey et al., 2022)	Lean Manufacturing	Evaluación de indicadores (KPI)
30	Eficiencia operativa	(Shahriar et al., 2022)	5'S	Listas de verificación

Nota. Elaborado por los autores.

Anexo 9.

Instrumento de recolección de datos.

 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 					
CUESTIONARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
Nombre y apellidos:					
Instrucciones: El presente cuestionario tiene como objetivo recopilar información sobre la aplicación del estudio de tiempos y su influencia en la eficiencia operativa de la empresa Marbilab S.A. Sus respuestas serán confidenciales y utilizadas exclusivamente con fines académicos en el desarrollo de la tesis titulada "Aplicación del estudio de tiempos para la mejora de la eficiencia operativa en la empresa Marbilab S.A. ".					
Marque solo una puntuación de la escala que cree que cumple por cada ítem					
Ítems	Escala Likert				
	1	2	3	4	5
1. ¿Las actividades del proceso están planificadas con tiempos definidos?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
2. ¿Se cumplen los tiempos establecidos en cada operación?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
3. ¿Se registran los tiempos de cada actividad del proceso?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
4. ¿Se realiza medición de tiempos de manera frecuente?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
5. ¿Se analizan las actividades para identificar mejoras?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
6. ¿Se identifican cuellos de botella en el proceso productivo?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
7. ¿Existen tiempos estándar definidos para cada actividad?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
8. ¿Los procesos están documentados y estandarizados?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
9. ¿Se aplican acciones para reducir tiempos improductivos?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
10. ¿Se implementan mejoras basadas en el análisis de tiempos?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
11. ¿Se cumple con la producción planificada?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
12. ¿En cuánto tiempo se completa normalmente el proceso asignado?	Menos de 2 horas	Entre 2 y 4 horas	Entre 4 y 6 horas	Entre 6 y 8 horas	Más de 8 horas
13. ¿Se aprovechan eficientemente los recursos disponibles?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
14. ¿Cuánto tiempo de su jornada considera que aprovecha efectivamente en su trabajo?	Menos del 20%	Entre 20 y 40%	Entre 40 y 60%	Entre 60 y 80%	Más del 80%
15. ¿Cuánto duran, en promedio, las actividades principales del proceso?	Menos de 1 hora	Entre 1 y 3 horas	Entre 3 y 5 horas	Entre 5 y 7 horas	Más de 7 horas
16. ¿Se presentan tiempos muertos en la operación?	Ninguno	1 vez	2 veces	3 veces	Más de 3 veces
17. ¿Se presentan errores en el proceso productivo?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
18. ¿Con qué frecuencia se realizan reprocesos en el proceso productivo?	Más de 10 reprocesos	8 a 10 reprocesos	5 a 7 reprocesos	2 a 4 reprocesos	0 a 1 reproceso
19. ¿Se cumplen las metas operativas establecidas?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
20. ¿Cuál es el nivel de eficiencia del proceso productivo en su área de trabajo?	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

Anexo 10.

Validación de expertos.

FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL CUESTIONARIO		
Título: ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA MARTILAB S.A., COMUNA PALMAR, SANTA ELENA.		
La libertad, 11 de mayo del 2026	Datos del Experto	Observaciones:
Experto:	Vicky Haldas Pilasaca	 Firma del Experto 1
Grado académico:	Ingeniero Industrial	
Experiencia profesional:	Docente de Ingeniería Industrial	
Tiempo de experiencia:	24 años	
La libertad, 11 de mayo del 2026	Datos del Experto	Observaciones:
Experto:	Darwin Gustavo Torres Paez	 Firma del Experto 2
Grado académico:	Maestría / Ingeniería Industrial	
Experiencia profesional:	Docente Ingeniería Industrial	
Tiempo de experiencia:	48 años	
La libertad, 11 de mayo del 2026	Datos del Experto	Observaciones:
Experto:	Alfonso Benito Pérez Aguayo	 Firma del Experto 3
Grado académico:	M.D.	
Experiencia profesional:	Prof. Hec. Ingeniería Doc. Ing. Teor.	
Tiempo de experiencia:	30 años	
La libertad, 11 de mayo del 2026	Datos del Experto	Observaciones:
Experto:	Marco Domingo García	 Firma del Experto 4
Grado académico:	Maestría	
Experiencia profesional:	Docente de Ingeniería	
Tiempo de experiencia:	20 años	
La libertad, 11 de mayo del 2026	Datos del Experto	Observaciones:
Experto:	Richard Moraz Bravo	 Firma del Experto 5
Grado académico:	Maestría	
Experiencia profesional:	Docente de Ingeniería	
Tiempo de experiencia:	15 años	

Anexo 11.

Formato de validación de instrumento de recolección de datos.

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 		
ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS		
FIRMA:		
TEMA: "Aplicación del estudio de tiempos para la mejora de la eficiencia operativa en la empresa <u>Marbilah S.A.</u> "	METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN: El método ábaco de <u>Régis</u> es un diagnóstico estratégico que se utiliza como método de consultas a expertos en un sector. Con el fin de interrogar a los expertos y tratar sus respuestas por vía postal a partir de una escala de colores.	
INDICACIONES: Realice la validación por escalas de colores de manera que usted considere conveniente		
No.	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR ESCALA DE COLORES
1	¿Las actividades del proceso están planificadas con tiempos definidos?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
2	¿Se cumplen los tiempos establecidos en cada operación?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
3	¿Se registran los tiempos de cada actividad del proceso?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
4	¿Se realiza medición de tiempos de manera frecuente?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
5	¿Se analizan las actividades para identificar mejoras?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
6	¿Se identifican cuellos de botella en el proceso productivo?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
7	¿Existen tiempos estándar definidos para cada actividad?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
8	¿Los procesos están documentados y estandarizados?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
9	¿Se aplican acciones para reducir tiempos improductivos?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
10	¿Se implementan mejoras basadas en el análisis de tiempos?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
11	¿Se cumple con la producción planificada?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
12	¿En cuánto tiempo se completa normalmente el proceso asignado?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
13	¿Se aprovechan eficientemente los recursos disponibles?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
14	¿Cuánto tiempo de su jornada considera que aprovecha efectivamente en su trabajo?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
15	¿Cuánto duran, en promedio, las actividades principales del proceso?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
16	¿Se presentan tiempos muertos en la operación?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
17	¿Se presentan errores en el proceso productivo?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
18	¿Con qué frecuencia se realizan reprocesos en el proceso productivo?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
19	¿Se cumplen las metas operativas establecidas?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
20	¿Cuál es el nivel de eficiencia del proceso productivo en su área de trabajo?	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ESCALA ORDINAL DE COLORES <table style="width: 100%;"> <tr><td>☐</td><td>Muy importante</td></tr> <tr><td>☐</td><td>Importante</td></tr> <tr><td>☐</td><td>Duda</td></tr> <tr><td>☐</td><td>Poco importante</td></tr> <tr><td>☐</td><td>Sin importancia</td></tr> <tr><td>☐</td><td>Sin respuesta</td></tr> </table>	☐	Muy importante	☐	Importante	☐	Duda	☐	Poco importante	☐	Sin importancia	☐	Sin respuesta	DATOS DEL EXPERTO: <table style="width: 100%;"> <tr><td>NOMBRE:</td><td></td></tr> <tr><td>PROFESIÓN:</td><td></td></tr> <tr><td>AÑOS DE EXPERIENCIA:</td><td></td></tr> <tr><td>TELÉFONO:</td><td></td></tr> <tr><td>CORREO:</td><td></td></tr> <tr><td>FECHA DE VALIDACIÓN:</td><td></td></tr> </table>	NOMBRE:		PROFESIÓN:		AÑOS DE EXPERIENCIA:		TELÉFONO:		CORREO:		FECHA DE VALIDACIÓN:	
☐	Muy importante																								
☐	Importante																								
☐	Duda																								
☐	Poco importante																								
☐	Sin importancia																								
☐	Sin respuesta																								
NOMBRE:																									
PROFESIÓN:																									
AÑOS DE EXPERIENCIA:																									
TELÉFONO:																									
CORREO:																									
FECHA DE VALIDACIÓN:																									

Anexo 12.

Tabulación de datos en SPSS Statistics 25.

The screenshot shows the 'Datos de prueba' (Test Data) window in SPSS Statistics 25. It displays a table with 20 rows of data. Each row represents a test item (e.g., F1, F2, F3, etc.) and includes columns for 'Tipo' (Type), 'Atributo' (Attribute), 'Descripción' (Description), 'Escala' (Scale), 'Valor' (Value), 'Puntuación' (Score), 'Categoría' (Category), 'Asociación' (Association), 'Medida' (Measure), and 'Ponderación' (Weight). The data is organized into a structured format for statistical analysis.

Anexo 13.

Cálculo Coeficiente Omega de McDonald.

The screenshot shows the 'Análisis de Componentes' (Component Analysis) dialog box in SPSS Statistics 25. It displays the 'Matriz' (Matrix) section, which includes the 'Matriz de covarianza' (Covariance Matrix) and the 'Matriz de correlación' (Correlation Matrix). The dialog box also shows the 'Extracción' (Extraction) section, where the 'Método de extracción' (Extraction Method) is set to 'Componentes principales' (Principal components). The 'Criterio de parada' (Stopping Criterion) is set to 'Eigenvalue greater than 1'.

Anexo 14.

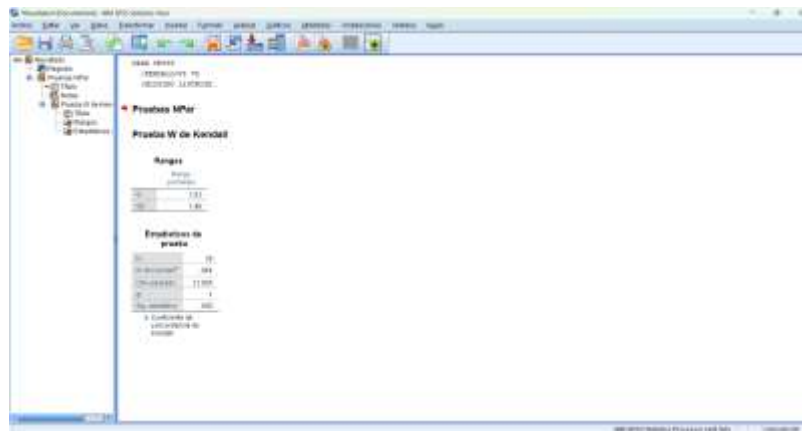
Prueba KMO y Barlett.

The screenshot shows the 'Análisis factorial' (Factor Analysis) output window in SPSS Statistics 25. It displays the 'Prueba de KMO y Bartlett' (KMO and Bartlett's Test) section, which includes the 'Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestras' (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) and the 'Prueba de esfericidad de Bartlett' (Bartlett's Sphericity Test). The output shows the following values:

Prueba de KMO y Bartlett	Valor
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestras	,716
Prueba de esfericidad de Bartlett	30,432
df	3
Sig.	,000

Anexo 15.

Estadísticos de prueba de Kendall.



SPSS Statistics - Pruebas W de Kendall

Pruebas W de Kendall

Rangos

Rango	Prueba W de Kendall
1	7.31
2	1.85

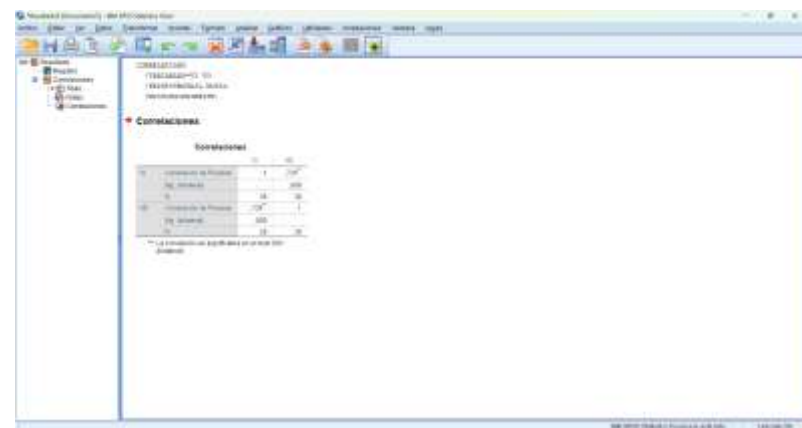
Estadísticos de prueba

Prueba W de Kendall	W	Asintótico	Exacto
Prueba W de Kendall	.731	.731	.731
Prueba W de Kendall	.731	.731	.731

Prueba W de Kendall

Anexo 16.

Verificación de hipótesis.



SPSS Statistics - Verificación de hipótesis

Verificación de hipótesis

Correlaciones

Correlación	W	Asintótico	Exacto
Correlación de Kendall	.731	.731	.731
Correlación de Kendall	.731	.731	.731

Verificación de hipótesis

Anexo 17.

Levantamiento de información.



Anexo 18.

Aplicación de la técnica observación directa.



Anexo 19.

Aplicación de instrumento de recolección de datos.

