



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

TEMA:

“DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LARVAS EN EL
LABORATORIO LARPEN S.A., COMUNA MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA
ELENA”

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

AUTOR:

DE LA CRUZ PANCHANA CÉSAR AUGUSTO

TUTOR:

ING. HERRERA BRUNETT GERARDO, PhD.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2025

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA LA
DISTRIBUCIÓN DE LARVAS EN EL LABORATORIO LARPEN
S.A., COMUNA MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA
ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

DE LA CRUZ PANCHANA CÉSAR AUGUSTO

TUTOR:

ING. HERRERA BRUNETT GERARDO

LA LIBERTAD, ECUADOR

2025

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **De La Cruz Panchana César Augusto**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR

f. _____



Ing. Herrera Brunet Gerardo PhD.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. _____



Ing. Balón Del Rosio Isabel, MSc.

La Libertad, a los 7 días del mes de julio del año 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación/Estudio de caso “DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LARVAS EN EL LABORATORIO LARPEN S.A., COMUNA MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA”, elaborado por el Sr. DE LA CRUZ PANCHANA CÉSAR AUGUSTO, 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. Ing. Herrera Brunet Gerardo PhD.

La Libertad, a los 7 días del mes de julio del año 2025

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **De La Cruz Panchana César Augusto**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño de un modelo logístico para la distribución de larvas en el laboratorio Larpen S.A., comuna Monteverde, provincia de 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 mi total autoría.

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

La Libertad, a los 7 días del mes de julio del año 2025

AUTOR:

f.  _____


De La Cruz Panchana César Augusto

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LARVAS EN EL LABORATORIO LARPEN S.A., COMUNA MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA**” elaborado por el Sr. DE LA CRUZ PANCHANA CÉSAR AUGUSTO, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio Compilatio, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 4% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**
magister

DE LA CRUZ PANCHANA CÉSAR AUGUSTO, TESIS_FINAL_UIC_2025 (1)

4%
Textos sospechosos

2% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
2% Idiomas no reconocidos (ignorado)
2% Textos potencialmente generados por IA

Nombre del documento: DE_LA_CRUZ_PANCHANA_CÉSAR_AUGUSTO_TESIS_FINAL_UIC_2025 (1).docx ID del documento: 3d259dcce8ad4aa84fc6d0126790cb03a524eab5 Tamaño del documento original: 6,51 MB	Depositante: GERARDO ANTONIO HERRERA BRUNETT Fecha de depósito: 4/7/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 4/7/2025	Número de palabras: 12.580 Número de caracteres: 81.404
---	---	--

FIRMA DEL TUTOR



Salinas, 04 de julio de 2025

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Yo, ANA LUISA CUSME ZORRILLA, MGTR. EN GERENCIA Y LIDERAZGO EDUCACIONAL., con registro de la SENESCYT No. 1031-2018-1947602, por medio del presente certifico que:

He leído, revisado y corregido la redacción en la concordancia, la sintaxis y la ortografía del contenido del trabajo de titulación "DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LARVAS EN EL LABORATORIO LARPEN S.A., COMUNA MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA". Elaborado por DE LA CRUZ PANCHANA CÉSAR AUGUSTO previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Debo indicar, además, que es de exclusiva responsabilidad que el autor cumpla con las sugerencias y recomendaciones dadas en la corrección de la tesis Impresa.

Sin otro particular

Atentamente,



ANA LUISA CUSME ZORRILLA

C.I. 0919635961

SENECYT REGISTRO No. 1031-2018-1947602

CORREO: cusmeana453@gmail.com

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios que fue quien me dio la fortaleza de no rendirme ante esta etapa de mi vida, estoy agradecido por mis padres que siempre me apoyaron y de la misma manera agradezco a mi enamorada que siempre estuvo conmigo apoyándome en las noches difíciles cuando ya quería rendirme, estoy agradecidos por las amistades que Dios me puso en el camino y me ayudaron a superarme.

Agradecerles a mis demás familiares por creer en mí, por cada palabra que me dieron de aliento por cada consejo y más que todo agradecerles a mis compañeros de la universidad que siempre nos dimos aliento que si podíamos con esta etapa, gracias por las horas compartidas.

De La Cruz Panchana César

DEDICATORIA

La presente investigación para titularme de ingeniero industrial se la dedico primero a Dios por la sabiduría y la paciencia que me dio en los momentos difíciles, a mis familiares por cada palabra de aliento y consejo que me supo brindar, a mi enamorada por las conversaciones y planes que tenemos, a mis demás familiares que forman parte de mi superación.

De La Cruz Panchana César

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Isabel Balón Ramos, MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

f. 

Ing. Franklin Reyes Soriano, MSc.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Herrera Brunett Gerardo, PhD.

DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Sosa Bueno Graciela Celedonia, PhD

DOCENTE GUÍA UIC

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN	vi
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
DEDICATORIA	x
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	xi
ÍNDICE GENERAL	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	9

MARCO TEÓRICO	9
1.1. Antecedentes de investigación	9
1.2. Estado del arte	10
1.3. Fundamentos teóricos	11
1.3.1. Variable independiente: Modelo logístico	27
1.3.2. Cadena de suministro.....	27
1.3.3. Distribución de larvas de camarón	28
1.3.4. Gestión de la calidad del producto y zona.....	29
CAPITULO II	30
MARCO METODOLÓGICO	30
2.1. Enfoque de la investigación	30
2.1. Diseño de investigación	30
2.2. Procedimiento metodológico	30
2.3. Población y muestra	33
2.3.1. Población	33
2.3.2. Muestra	34
2.3.3. Muestreo	34
2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	35
2.4.1. Técnica de recolección de datos	35
2.4.2. Instrumento y recolección de datos	35

2.4.3.Confiabilidad del instrumento.....	36
2.4.4.Validez del instrumento	36
2.4.5.Análisis de fiabilidad Alpha Cronbach	38
2.4.6.Verificación de hipótesis mediante el análisis de varianza de Pearson...	39
2.5. Operacionalización de variable de estudio	41
2.2. Procedimiento para la recolección de datos	45
2.3. Plan de análisis e interpretación de resultados	45
CAPITULO III	49
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
2.6. Descripción de la empresa	49
2.6.1. Generalidades	49
2.6.2. Organización estructural	50
2.6.3. Descripción del proceso productivo	50
2.7. Marco de resultado	53
2.7.1. Resultado y análisis de la encuesta	53
2.7.2.Diagnostico actual del sistema de distribución en el laboratorio	57
2.7.3.Descripción del sistema de rutas de distribución	57
2.8. propuesta de mejora en el proceso de distribución del laboratorio	60
2.8.1. Modelación matemática de la red de distribución	64
2.8.2.Presupuesto para la implementación de la red de distribución	69

2.9. Marco de discusión	71
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Objetivos propuestos	11
Tabla 2: Preguntas de investigación.....	12
Tabla 3: Cadena de búsqueda	12
Tabla 4: Líneas de investigación propuestas.	16
Tabla 5: Matriz referencial	17
Tabla 6: Población de estudio	33
Tabla 7: Distribución de muestra	34
Tabla 8: Revisión por expertos para su respectiva valoración del instrumento	37
Tabla 9: Análisis de frecuencia de las rondas de validación	37
Tabla 10: Procesamientos de casos	38
Tabla 11: Evaluación de fiabilidad Alfa de Cronbach	39
Tabla 12: Tabla de correlación de las dos variables	40
Tabla 13: Operacionalización de variables (Modelo de logístico y distribución de larvas) ...	41
Tabla 14: Plan de análisis e interpretación de resultados	46

Tabla 15: Clientes o destinos finales donde se distribuyen las larvas de camarón	52
Tabla 17: Incremento de fletes por el aumento del valor de combustible en los últimos años	60
Tabla 18: Tabla de producción y costos de transporte (O – T)	61
Tabla 20: Actividades del vehículo en el laboratorio	63
Tabla 21: Presupuesto para la inversión del proyecto de investigación.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2: Diagrama de flujo sobre problemática de investigación.....	6
Figura 3: Etapas de la revisión sistemática de la literatura	10
Figura 4: Criterios de inclusión	13
Figura 5: Criterios de exclusión	14
Figura 6: Resumen de artículos incluidos y excluidos en el estudio	15
Figura 7: Metodologías empleadas en los artículos científicos	23
Figura 8: Enfoques aplicados por los investigadores	24
Figura 9: Técnicas aplicadas para recolectar datos	25
Figura 10: Instrumentos de recopilación de datos	25
Figura 11: Procedimiento metodológico de la investigación	31
Figura 12: Estructura del método de Delphi	36
Figura 13: Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson	39
Figura 14: Laboratorio de larvas Larpen S.A.	49
Figura 15: Organigrama del laboratorio Larpen S.A.	50

Figura 16: Proceso de producción del laboratorio	51
Figura 17: Rutas largas y cortas para el traslado hacia Esmeralda	57
Figura 18: Ruta larga y corta traslado hasta Manabí	57
Figura 19: Rutas largas y cortas para el traslado a Guayaquil	58
Figura 20: Ruta larga y corta para el traslado de Machala	58
Figura 21: Rutas largas y corta con el traslado hacia Chongón	59
Figura 22: Rutas largas y corta para la distribución hacia General Villamil	59
Tabla 19: Costo de transporte desde nodos de trasbordo (T -D)	62
Figura 23: Los peajes ubicados en las siguientes rutas	62
Figura 25: Solución del modelado en programa computacional Lingo 20.0	66
Figura 26: Solución de propuesta en el programa Lingo 20	67
Figura 27: Capacidad de producción del laboratorio Larpen S.A.	68
Figura 28: Cantidad de demanda requerida por cada cliente	68
Figura 29: Precio de transbordo desde (O1 – T1 a T2) y capacidad de demanda de cada almacén	68
Figura 30: Costo minimizado del modelo propuesto de la red de distribución	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Validación del instrumento	77
Anexo B: Carta de aceptación de empresa	79
Anexo C: Cuestionario	80

Anexo D: Visita a la empresa	80
Anexo E: Alimentación de los nauplios	81
Anexo F: Separación de las larvas hembras y macho	81
Anexo G: Evidencia de recolección de datos.....	82
Anexo H: Confiabilidad del Instrumento.....	94
Anexo I: Tabulación de datos en el software SPSS – 25	95
Anexo J: Distribución de laboratorio periodo 2022-2023	95

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

SC: Cadena de Suministro

PL: Postlarvas

MOMIP: Programación Entera Mixta Multiobjetivo

PIB: Producto Interno Bruto

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

ILP: Modelo de programación lineal entera mixta

MINLP: Modelo con programación no lineal entera mixta

MOLP: Modelos con programación lineal multiobjetivo

DP: Programación dinámica

SM: Modelos de simulación

HYB: Modelos híbridos

AHP: Aplicación del proceso de jerarquía analítica

“DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LARVAS EN EL LABORATORIO LARPEN S.A., COMUNA MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

Autor: Cesar De La Cruz Panchana

Tutor: Ing. Gerardo Herrera Brunett

RESUMEN

Este proyecto de estudio, se basa en el diseño de una red de distribución para fortificar los vínculos más débiles en la producción y distribución de larvas de camarón en el sector de la larvicultura que consentirá mermar el coste de envío y aumentar la rentabilidad en las empresas. La cadena de suministro (SC) percibe varias actividades afines con el flujo e innovación desde el elemento primordial hasta que el producto llega al consumir, consta de tres partes fundamentales: provisión, producción y comercialización, entre dichas actividades se encuentra el transporte, por lo tanto, el diseño de rutas de reparto es una de las funciones operativas más críticas que enfrentan las organizaciones. El propósito de este proyecto es desarrollar un modelo logístico para la producción y distribución de larvas de camarón en el laboratorio Larpen S.A. La metodología utilizada en la investigación es de tipo descriptiva y correlacional, basada en el enfoque cuantitativo, se aplicaron las técnicas de recolección de datos como: encuesta operarios de la empresa, cuyos resultados permitió identificar las variables y restricciones para el modelado matemático. Se empleó la herramienta computacional Lingo 20.0 para analizar los cálculos de la programación lineal, lo que permitió identificar las rutas de distribución más eficientes, logrando la minimización de costos de transporte en la empresa.

Palabras clave: (cadena de distribución, larvicultura, producción, transbordo, modelado matemático)

“Design of a logistics model for the distribution of larvae in the Larpen S.A. laboratory, Monteverde municipality, Santa Elena province”

Autor: Cesar De La Cruz Panchana

Tutor: Ing. Gerardo Herrera

ABSTRACT

This study project is based on the design of a distribution network to strengthen the weakest links in the production and distribution of shrimp larvae in the larviculture sector, which will reduce shipping costs and increase profitability in companies. The supply chain (SC) perceives several activities related to the flow and innovation from the primary element until the product reaches the consumer. It consists of three fundamental parts: supply, production, and marketing. Among these activities is transportation. Therefore, the design of delivery routes is one of the most critical operational functions facing organizations. The purpose of this project is to develop a logistics model for the production and distribution of shrimp larvae in the Larpen S.A. laboratory. The methodology used in the research is descriptive and correlational, based on the quantitative approach, and is applied in data collection techniques such as: surveying company operators, whose results allowed identifying variables and restrictions for mathematical modeling. The Lingo 20.0 software was used to analyze the linear programming calculations, which allowed the company to identify the most efficient distribution routes and minimize transportation costs.

Keywords: (distribution chain, larviculture, production, transshipment, mathematical modeling)

INTRODUCCIÓN

Al nivel mundial, la competencia en el mercado es muy intensa, dado que la logística de distribución de la cadena de suministro (SC) facilita la coordinación eficiente del tráfico de mercancías desde su punto de procedencia hasta el consumidor o cliente, reduciendo costos y lapsos de enrutamiento con la finalidad de cumplir con las exigencias del mercado de manera eficaz (He et al., 2022). Además, genera un aporte a la seguridad alimentaria al consumidor de áreas urbanas y rural, este hecho se produce a través de los canales de distribución, por lo cuales transitan los productos para hacerlos disponibles al consumidor final, generando un valor añadido. Los resultados muestran que, al minimizar el tiempo de distribución, costos ayudan a maximizar la demanda del producto y su puesto en el mercado, mejorando la coordinación entre proveedores y distribuidores de larvas de camarón.

En Latinoamérica la producción y distribución de larvas de camarón en los países de Ecuador, Brasil, Venezuela, Perú y Guatemala, son los más referentes en cuanto a la comercialización de camarón como una de los principales concernientes al momento de generar fuentes de ingresos económicos para llevar a cabo mejores procesos de elaboración en prácticas de modelos de cadenas de suministros (Pulgarín-Sánchez & Mora-Coello et al., 2022). A lo largo de la historia, la gestión logística se ha convertido en una herramienta importante para desarrollar abastecimiento de materia prima y por ende la distribución de productos terminados, la logística ha evolucionado con distintos estudios realizados con base de: producción, distribución, ya que esto nos brinda un aumento de eficiente y mejora la rentabilidad de la empresa. Bajo estos resultados, se concluye que es importante motivar a los laboratorios a tener una visión clara de los puntos de distribución de sus productos.

Asimismo, durante los periodos 2015 y 2020 tuvo un incremento constante, lo que le ayudo a exportar los productos hasta Europa, pero el mundo enfrente una crisis sanitaria en 2019 la pandemia, debido a esta problemática las remesas han aumentado en un 6% en 2020 con 328.628.672 lb de camarón.

En Ecuador, el estudio ejecutado por Muyulema-Allaica & Rodríguez-Balón et al. (2023), titulado “Redes de distribución con transbordo como elemento de resiliencia empresarial” menciona que, al aplicar un sistema o modelo de transbordo para el transporte

de productos dentro de una red de distribución, se obtiene una buena gestión logística, logrando reducir los costos de transporte, fortalecer los centros de distribución y optimizar los flujos de producción para satisfacer la demanda del mercado. Esto incrementa el crecimiento económico ha impulsado la gestión logística para dinamizar las relaciones entre productores y consumidores, en este contexto, la distribución desempeña un papel fundamental al conectar a las empresas con los clientes finales, además de promover el fortalecimiento productivo.

Según Haro-Guanga; Lascano-Mora; Paladines Zurit et al. (2020), la distribución de las larvas diseñara un modelo de distribución, nos permite diferenciar ciertas rutas donde nuestro producto pueda llegar seguro y con menores dificultades y así reducir el costo de transporte.

Planteamiento del Problema

La investigación nos ayudara a transformar la gestión logística, que sea eficiente al realizar la distribución de las respectivas larvas de camarón. En lo anterior, el trasbordo de las larvas, almacenamiento, distribución y servicio al cliente se manejaba de una forma individual basándose principalmente en adquirir un monto mediante la adquisición de productos a un precio razonable.

La provincia de Santa Elena existe varias playas que permiten investigar y avanzar la actividad de la acuicultura correspondiendo a las producciones de larvas de camarón o nauplios, dentro de la provincia existen varios laboratorios en la actualidad que se dedican al criadero de larvas y la respectiva producción y por ende a la venta.

El laboratorio está atravesando un problema de distribución, como es el tiempo, la eficiencia de los productos entregados a los usuarios y su valor de costo de transporte, es decir, estos problemas que están ocurriendo en el laboratorio está ocasionando perdida de recursos, por ende se utilizara un modelo logístico para la distribución y así poder mejorar los flujos de las larvas basándonos en la importancia de minimizar los costos, utilizando la solución de optimizar el punto de vista de la programaciones lineales enfocados en el modelo de transporte.

En caso de la logística de distribución, tenemos que darnos cuenta que clase de marca es el transporte que utilizan para la planificación de tiempos, los operadores desconocen que las entregas realizadas, generando un retraso en el proceso de negocio entre los usuarios y el departamento de ventas del laboratorio, lo que causa una deficiencia de las pérdidas de los clientes vinculados al laboratorio, es decir, que el laboratorio no seguirá desarrollándose de forma interna y externa.

José Antonio Camposano, director ejecutivo de la Cámara Nacional de acuicultura, dijo que la revista científica Panorama Acuícola (2023) generó un aumento del 24% en la producción de larvas del Ecuador, con respecto al costo del 2021. De igual manera, menciona que los costos son afectados por los precios mundiales que se han aumentado en la materia prima, es decir, que se incrementaron los valores aproximadamente un 55,2% en su totalidad donde varios negocios han sido afectados y por ende han paralizado su producción ya que están generando una deficiencia económica. A continuación, sabremos los problemas que existen en la transportación de larvas de camarón ya que esto afecta el incremento de los costos de distribución.

Retrasos de las entregas:

Para transportar las debidas larvas de camarón existen diferentes inconvenientes como los retrasos de entrega por situación que pasan en el transcurso de la entrega que puede ser una falla mecánica del camión o un atascamiento, hora pico, calles en mal estados, por lo tanto, debemos considerar rutas donde podamos acceder fácilmente y no tener ninguna interrupción para así poder entregar eficientemente la producción.

Exceso de capacidad de camiones:

Al momento de empacar los respectivos cartones de larvas de camarones, se presentan diversa capacidad del camión con respecto a la embarcación debido a que los operadores se sobrepasan con el límite de cajas que deben ser exactamente 100 cajas por vehículo, es así donde se genera un incremento excesivo ya que ocasiona daños en los productos y por ende una entrega deficiente hacia los usuarios.

Gestión de la demanda:

La producción de larvas de camarón, observamos diversas anomalías de fluctuaciones lo que implica la flexibilidad de diseñar un sistema de distribución que se adapte al laboratorio, la empresa genera todos los meses diez pedidos de diez usuarios diferentes que se encuentra en varias provincia, sin embargo, se presentan ocasiones cuando un cliente excede los pedidos, es decir, la falta del sistema de distribución genera un desafío, por ende afecta la eficiencia operativa y así genera mayor costo logístico.

Rutas largas y cortas:

El laboratorio tiene diversos puntos de venta como son; Machala, Playas, Esmeraldas, Chongón, Manabí, Guayaquil, esos puntos nos ayuda a planificar correctamente las rutas que debemos tomar para no generar retrasos y el producto sea eficiente al momento de entregarlo, sin embargo, observamos con el análisis que existen rutas largas y cortas que pueden ser deficientes o eficiente.

Gestión de recursos:

Se encuentran diversidades aprovechamientos en el laboratorio Larpen S.A. al momento de la entrega de productos que son retrasados ya que el laboratorio cuenta con una capacidad de almacenamiento, se evidencio retrasos en el transcurso de la distribución por problemas internos.

Tarifa de transporte (peaje):

En la debida distribución de larvas deben evidenciar la respectiva tarifa de los transportes, cuenta con un valor de \$4 dólares para camiones de 4 ejes la cual provoca un aumento en los respectivos fletes, teniendo en cuenta que para los diversos puntos donde se entregara la mercadería tendrán que pasar por peajes, lo que afecta al transporte.

Poca disponibilidad de vehículos para el traslado

El laboratorio Larpen S.A. no existen vehículos necesarios para hacer los debidos transportes de los productos terminados, el cual la empresa se siente obligado a fletar

vehículos para poder repartir las larvas de camarón con una tarifa elevada que excede a los \$200 dólares.

La empresa cuenta con cinco vehículos que son para la movilización de los operarios, alimentos, maquinaria y para transportar la producción a los respectivos almacenes, generando contratiempos en la cadena de distribución.

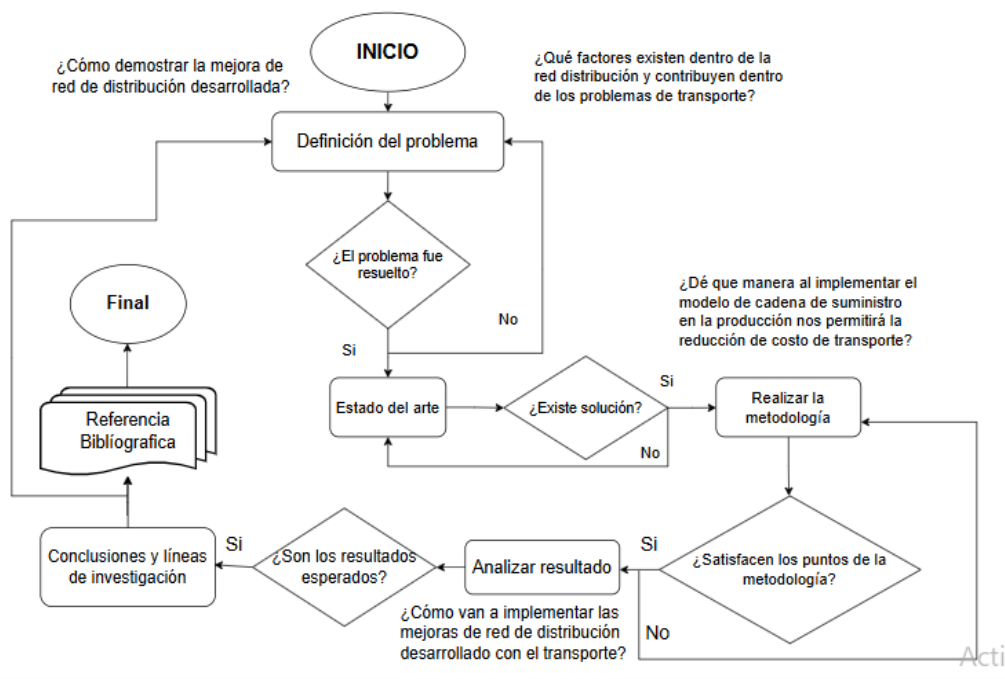
El laboratorio se encuentra con un mal manejo de la cadena de distribución con los productos importantes que son

las larvas de camarón, teniendo en cuenta que no constan con un adecuado manejo, es decir, presentan diversos problemas que afectan a la distribución de los productos con contratiempos que aumenta el costo del transporte.

Elaboración del ámbito de estudio

¿En qué medida la implementación de una red logística permitirá reducir el costo de distribución de larvas de camarón en el Laboratorio Larpen S.A., ubicado en la provincia de Santa Elena, Comuna Monteverde?

Figura 1: Diagrama de flujo sobre problemática de investigación



Nota: Elaborado por el autor.

Alcance de la Investigación

El desarrollo de un modelo de programación lineal en la cadena de suministro permite minimizar costos de transporte, teniendo una disponibilidad idónea de unidades, además logra un mantenimiento equilibrado en la demanda, ya que mejora los procesos de distribución de los productos (Munim et al., 2022). Para tener una mejor visualización de los resultados del estudio se planteó el modelo de red de distribución lineal en el software lingo 20, donde se muestra las rutas óptimas de distribución que permitirán disminuir los costos de transbordo de la empresa Larpen S.A.

Este diseño programación lineal de la cadena de suministro brinda la posibilidad de ejercer relaciones eficientes con los clientes, abarcando la sostenibilidad de las estrategias establecidas, analizando con mayor claridad la eficiencia, los costos y la disponibilidad de toma de decisiones, fortaleciendo la imagen corporativa de la organización.

Justificación de la Investigación

Justificación teórica

El estudio describe un marco teórico preciso basado en modelos de programación lineal de transbordo de productos, enfatizados por ser fundamentales para mejorar la distribución de la cadena de suministro de las organizaciones. El desarrollo de estos modelos para mejorar la distribución de larvas de camarón en la empresa Larpen S.A.

Justificación práctica

La investigación engloba un desarrollo directo que busca crear un modelo de transbordo ajustado para mejorar la distribución de los pedidos de larvas de camarón en Larpen S.A. esto no solo agiliza el manejo de las rutas que emplean los distribuidores dentro del país, dado que, también prioriza la disminución de los costos por envíos del producto.

Justificación metodológica

El enfoque de investigación bajo un procedimiento metodológico contribuye a analizar la información actual de la empresa en base a la cadena de distribución, encontrando puntos estratégicos y áreas optimizadas para el fortalecimiento de nuevas rutas de

distribución seguras y precisas, además, de la ejecución de un plan minucioso alineado a los estándares elevados en internacional permite que los resultados sean medibles y aplicables con relación a la empresa y en otras entidades.

Justificación social

La propuesta demuestra un impacto recíproco, esencial ya sea dentro o fuera de la empresa. A nivel corporativo, los empleados de Larpen S.A. se lucrarán de un entorno de trabajo sin alteraciones o descontentos, lo que reducirá los costos de distribución de la mercancía y optimizará los costos de envíos de los productos.

Objetivos:

Objetivo General

Diseñar la cadena de distribución de larvas de camarón para la reducción de los costos de trasbordo en el laboratorio Larpen S.A. Comuna Monteverde, Provincia de Santa Elena.

Objetivos Específicos

OB1: Revisar las bases teóricas a través de una revisión sistemática de la literatura, para establecer la relación entre la cadena de suministro y la producción de larvas de camarón.

OB2: Establecer la metodología, por medio de la implementación de métodos, técnicas e instrumentos para la determinación del entorno actual de la cadena de distribución de larvas de camarón.

OB3: Proponer un modelo de la cadena de distribución, por medio de la investigación de procesos para minimización de los costos de transportes en el laboratorio Larpen S.A., comuna Monteverde, provincia de Santa Elena.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

En la zona de la acuicultura del Ecuador existen una variedad de cultivos de larvas de camarón, basándonos en los productos principales de la debida exportación y consumo de los clientes, así mismo genera grandes ingresos para el ministerio de acuicultura. Fuentes primaria en la economía representan aproximadamente el 83% de producción total de larvas de camarones cultivados. Asimismo, brinda un aporte a la producción porque se incluye a diferentes países del sureste asiático, y Latinoamérica como Vietnam, Tailandia, China, Indonesia, India y en última instancia Ecuador (Davis & Boyd, 2021).

En el año 2022 el país fue líder en el cultivo de larvas de camarón, al producir más de 1.3 millones de toneladas, generando ingresos económicos de acuicultura, el 48% del peso total. (Shin et al., 2023).

Durante su estudio Rodríguez et al. (2022), presento un modelo eficaz lineal que se basaba en el trasbordo para la empresa fabricante y distribuidora, guiándonos de un objetivo que se debe gestionar la debida cadena de suministro y luego optimizar flujos de los productos utilizado, la programación lineal se define en aumentar y disminuir funciones, teniendo en cuenta variables logrando la disminución de los trasbordos.

En su estudio, realizado por Nanthasamroeng et al., (2022) desarrolló un modelado para una red logística del transporte de mercancías agrarias en la comercialización a nivel mundial. pérdidas de ganancias ya que no constaban con una red de distribución adecuadamente.

Para el reciente año 2021, Nguyen sugirió una red de distribución en el centro de los países (ASEAN), junto con la investigación y cálculos matemáticos se establece la localización de los nodos, así mismo planteo las diversas restricciones para su debido desarrollo logístico, utilizaron el software MATLAB R2014, sirve para ejecutar resoluciones para resolver los problemas dichos anteriormente (Nguyen et al., 2021).

La empresa Larpen S.A., forma parte de la industria de larvas de camarones del Ecuador, consta con tanques donde crían las larvas y por ende las producen hasta que alcance la forma de nauplios o postlarvas.

1.2. Estado del arte

Dentro del estado del arte se trata de indagar, investigar, buscar fuentes de información desde el inicio del estudio hasta el final, es decir, información que busquemos tendrán que ser basados en documentos o artículos científicos que aborden el tema de estudios, es decir, existen variedad de documento que muestran cierta información sobre el tema tratado, el arte debe cumplir puntos específicos como finalidad, coherencia, fidelidad, integración y comprensión de lo desarrollado (Singh et al., 2023).

Las revisiones difieren del concepto y de la metodología de la Revisión Sistemática de Literatura (RSL), que consiste en una revisión profunda y sistematizada de lo publicado sobre un tema, con el propósito de tener el contexto epistemológico, teórico, conceptual y/o metodológico que otros autores han desarrollado sobre el tema (Sandoval-Forero et al., 2024).

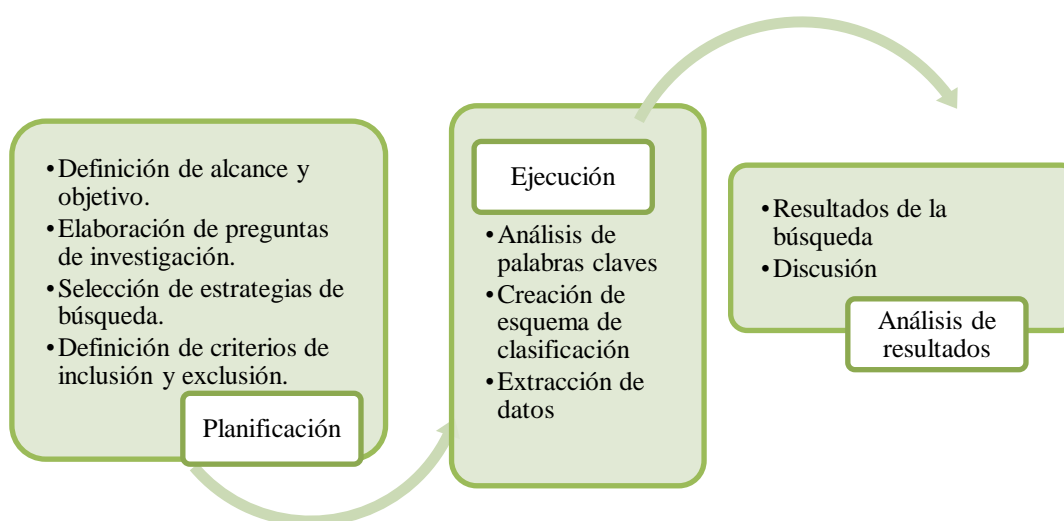


Figura 2: Etapas de la revisión sistemática de la literatura

Nota: Elaborado por el autor.

Etapa 1: Planificación

En esta fase se presentan los puntos críticos inmersos en la revisión sistemática de la literatura existente en relación a las variables de estudios planteadas, lo cual muestra de manera precisa y detallada las siguientes etapas:

- ✓ Definición, alcance y objetivo: este proceso se realizó con el fin de definir los objetivos de la investigación relacionada con los modelos logísticos de distribución de larvas de camarón, a su vez la identificación de varias perspectivas relacionadas a este tema de estudio.
- ✓ Definición de preguntas de investigación: se detallan los objetivos generales del estudio bajo las preguntas que brindarán un aporte beneficioso para recopilar información relacionada al paradigma de investigación que ayudarán a cumplir los objetivos planteados como se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1: Objetivos propuestos

OB	Objetivos
OB1	Establecer el nivel de interés mostrado por varios investigadores recientes con relación a las variables de estudio a través de la clasificación.
OB2	Recopilar la información de las metodologías, propuestas, métodos, enfoques y técnicas para validar el estudio.

Nota: Elaborado por el autor.

A continuación, se presentan las preguntas referentes a la investigación se esgrimen en la siguiente tabla 2 la cuales se formularon en base a los objetivos presentados anteriormente en la tabla 1.

Tabla 2: Preguntas de investigación

Número	Preguntas
P1	¿Cómo se distribuyen los artículos en base a las metodologías empleadas en el modelo logístico para mejorar la distribución de larvas de camarón?

P2	¿Qué enfoques proponen los autores?
P3	¿Cuál fue la técnica e instrumento para la recopilación de datos?

Nota: Elaborado por el autor.

Selección estratégica de búsqueda: Se empleó una estrategia de búsqueda en los motores de investigación destacadas en las bases de datos; Scopus, Web of science y Dimensions, estas se eligieron por su destacado aporte científico del estudio. Consecuentemente, se aplicaron palabras claves para reducir la información proporcionada por las diversas bases de datos. Los resultados de la cadena de búsqueda se presentan en la tabla 3.

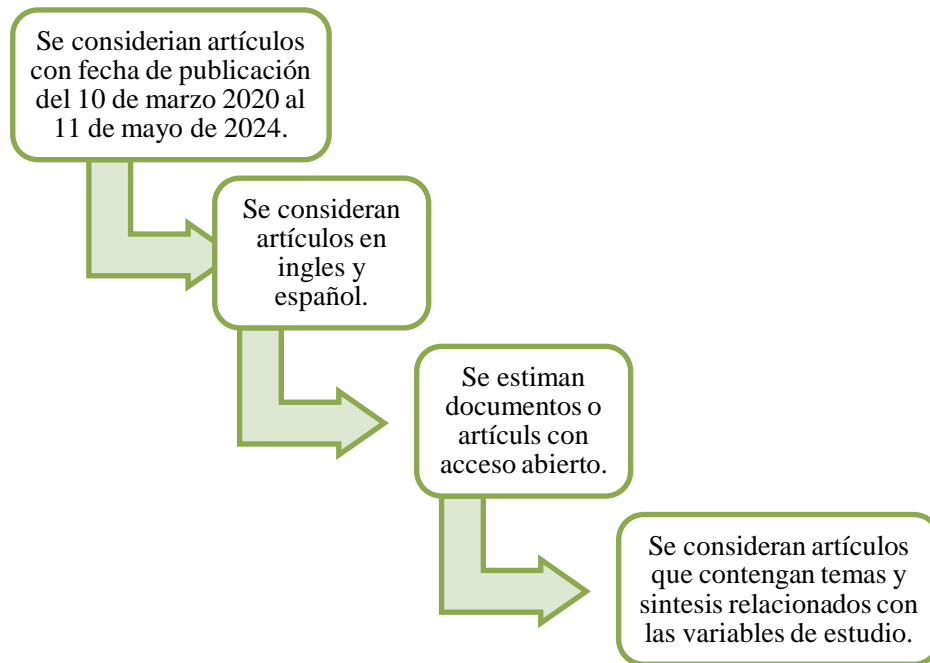
Tabla 3: Cadena de búsqueda

Motores de búsqueda	Cadena de búsqueda
Scopus	"redes de distribución con trasbordo" Y
Dimensions	"larvicultura ecuatoriana", "cadena acuícola", O
Web of science	"cadena productiva del camarón"

Nota: Elaborado por el autor.

- ✓ Definición de criterios de inclusión y exclusión: se determinaron los criterios estipulados durante el tiempo (fecha precisa), el tipo de documento (artículos científicos), el idioma y la preeminencia del apartado, tal como se aprecia en las figuras 4 y 5.
- ✓ Bajo estos fundamentos con el propósito de explorar la perspicacia más a fondo sobre la jerarquía que tolera este campo de estudio como la logística de distribución para la mejora del transbordo de camarón, esta exploración afilia una revisión sistemática de la literatura, en este sentido se crearon criterios de inclusión (Figura 3) y exclusión (Figura 5).

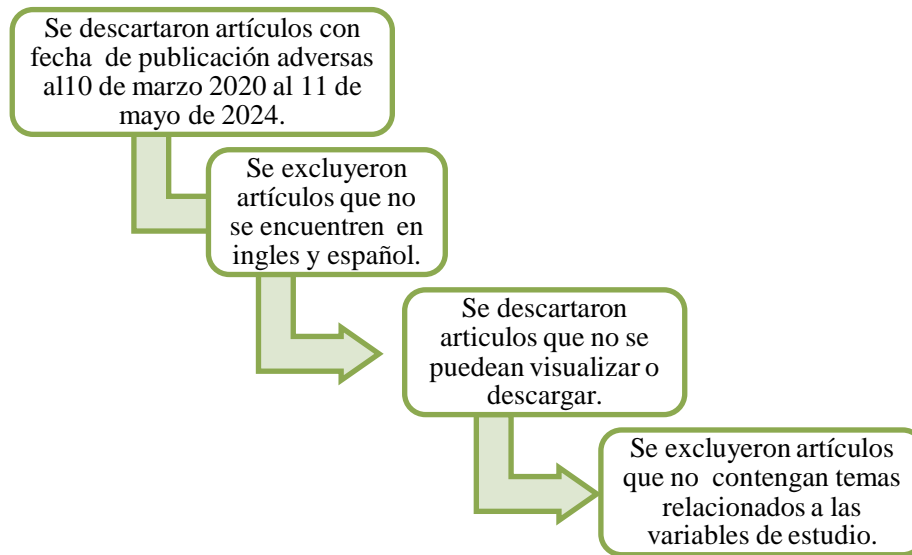
Figura 3: Criterios de inclusión.



Nota: Elaborado por el autor.

Asimismo, se emplean los criterios de inclusión, se tomarán en consideración artículos que fueron publicados el 10 de marzo del 2020 hasta el 11 de mayo del 2024, dado que se seleccionan documentos que expresados o publicados en inglés y español con acceso abierto y que cuenten con los títulos, resúmenes y citas respectivas mediante las variables de investigación.

Figura 4: Criterios de exclusión



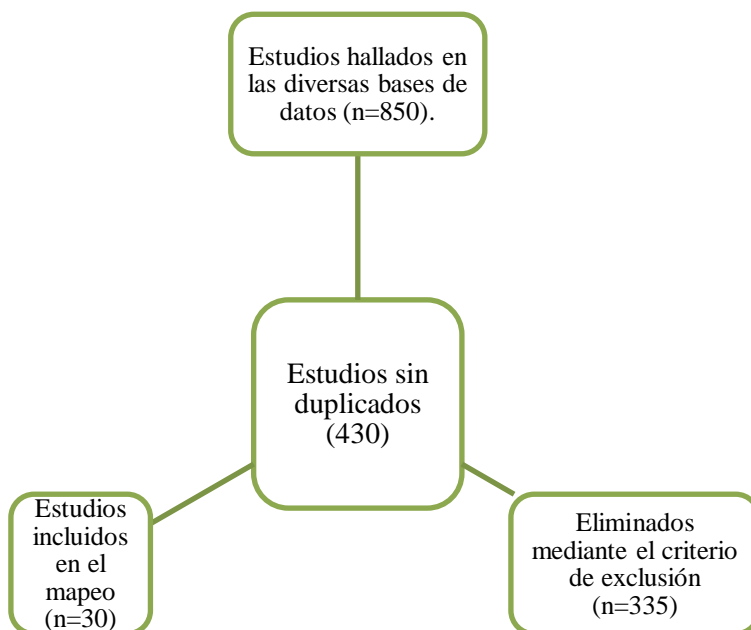
Nota: Elaborado por el autor.

La figura 4 presenta la relación de criterios de exclusión empleados para el estudio donde se hacen aún lado documentos cuya fecha de publicación no constan en los periodos de tiempos establecidos, así como aquellos artículos que no se encuentren relacionados a los lenguajes o idiomas diferentes al español e inglés, excluyendo los documentos que no se pueden acceder y, para concluir, también se esgrimieron aquellos que no estén vinculados a las variables estudiadas.

Etapa 2: Ejecución

Como se aprecia en la figura 5 que detalla cuatro aspectos esenciales durante la ejecución de la revisión sistemática de la literatura, donde se destaca que el total de estudios encontrados en la investigación en las diversas bases de datos dieron el total de 850 documentos. Posteriormente se eliminaron 430 artículos que resultaron están repetidos, consecuentemente se aplicaron criterios de inclusión y exclusión descartando 335 documentos por la falta de claridad de metodología, por ser tesis y libros. Finalmente, solo se incluyeron la revisión 30 artículos, los cuales analizaban los métodos, técnicas e instrumentos para la recopilación de información adyacentes de los resultados.

Figura 5: Resumen de artículos incluidos y excluidos en el estudio



Nota: Elaborado por el autor.

Análisis de palabras claves: la tabla 4 detalla las palabras claves que fueron incluidas dentro del estudio relacionadas con la logística, programación lineal y la optimización de redes de distribución, cadena de suministro. En primera instancia, se empleó el término modelo logístico de distribución, el cual toma de referencia una estrategia de planificación, ejecución y control del proceso de distribución de las mercancías desde el punto de origen hasta su destino final, buscando reducir tiempos, recursos y costos. Por otro lado, están los modelos lineales de transbordo que se crean a través de un análisis matemático, generalmente enfatizadas en softwares analíticos, que optimizan los puntos de distribución por medio de nodos, disminuyendo costos y tiempos de entrega bajo restricciones específicas. Finalmente, el modelo de cadena de suministro representa una visión sistemática e integral que declama procesos productivos, logísticos y de abastecimiento desde proveedores hasta consumidores finales, priorizando la creación de la cadena de valor y sincronizando la eficiencia operativa de la red.

Tabla 4: Líneas de investigación propuestas.

Líneas
Modelo logístico de distribución
Modelos lineales de transbordo
Modelo de cadena de suministro

Nota: Elaborado por el autor.

Procesamiento de datos y elección de estudios: en esta etapa se delimitó la información proporcionada por las tres bases de datos empleadas para la recopilación de información esencial que destacan en el desarrollo de modelos de transbordo para la optimización, reducción de tiempos y mejora de la cadena de suministro del producto. Asimismo, se tabularon los artículos relacionados a los modelos obtenidos mediante la aplicación de las palabras claves que ayudarán a disminuir la información, a continuación, se detallan en la tabla 5 los documento incluidos en el mapeo científico de la investigación.

En esta investigación nos enfocaremos en la revisión sistemática, ya que nos permitirá ingresar diversos modelos de investigación (cualitativos, cuantitativos y mixtos). De los artículos elegidos se generaron resúmenes, análisis, resultados y discusiones por el cual se revisará detalladamente. Estos enfoques presentan diferentes características que se muestran en la tabla siguiente, mostrando el problema que se está investigando en donde el objetivo se basa en la revisión sistemática. se analiza las notaciones donde se describen los modelos de programación lineal mixta (ILP), programación dinámica (DP), Modelos híbridos (HYB), entre otros. Estos resultados tienen como objetivo mejorar la cadena de distribución de la empresa Larpen S.A.

Tabla 5: Matriz referencial.

No.	Autor	Notación	Propuestas
1	(Pérez-Iribarren et al., 2023)	ILP	Modelo de cadena de distribución bajo un enfoque de reducción de costos y aumenta la productividad.
2	(Liu et al., 2022a)	ILP	Modelo de la cadena de suministro adaptada frente a fallos de carga de cascada durante el COVID-19.
3	(Kohar & Jakhar, 2021)	ILP	Diseño de distribución bajo un algoritmo de ramificación y corte de ciclo cerrado para productos perecederos.
4	(Lo et al., 2023)	PSO	Propuso un algoritmo de procedimientos de división óptimo para reducir el problema de enrutamiento de vehículos.

5	(Ashhab et al., 2023)	ILP	Desarrolló un modelo de programación multiobjetivo para optimizar la cadena de suministro y la logística de producción.
6	(Chowdhury et al., 2022)	ILP	Modelar una cadena de suministro de vacunas sostenible para un sistema de salud.
7	(Mogale et al., 2022)	MOLP	Propuso un modelo multiobjetivo para la cadena de suministro de una red cerrada y sostenible para disminuir el precio de transporte hacia al consumidor.
8	(Aghamohamadi-Bosjin et al., 2020)	HYB	Desarrolló un algoritmo metaheurístico híbrido para mejorar la cadena de suministro de ciclo sellado evitando interrupciones.
9	(Chen et al., 2022)	DP	Enfatizo un modelado basado en algoritmos genéticos para mejorar la cadena de distribución.
10	(Long et al., 2019)	ILP	Modelo sistemático de experimentos de redes de

			distribución basado en la programación lineal.
11	(Baghizadeh et al., 2021)	MINLP	Modelado y aplicación de la cadena de suministro de ciclo cerrado basado en la sostenibilidad y la incertidumbre.
12	(Ahmadini et al., 2021)	MOLP	Modelado de optimización multiobjetivo de la cadena de suministro para mejorar la cadena verde.
13	(Cárdenas-Escobar et al., 2021)	MOLP	Modelo de transporte para el reabastecimiento de inventario en una red de tiendas retail.
14	(Vivar-Astudillo et al., 2020)	HYB	Modelo de la cadena de valor bajo programación lineal como instrumento para mejorar las industrias acuícolas.
15	(Ambrosino & Sciomachen, 2021)	MINLP	Modelo cuyo objetivo es evaluar el impacto de las externalidades en la gestión general de la red de distribución, incluidas las decisiones de ubicación, el enrutamiento del flujo y la

			elección del modo de transporte para optimizar rutas.
16	(Govindan et al., 2021)	ILP	Gestión de desechos médicos durante el brote de enfermedad por coronavirus de 2019 (COVID-19): un modelo de programación matemática.
17	(Mawgoud et al., 2023)	ILP	Modelado de una red logística empleando dos enfoques de programación lineal, demostrando el uso óptimo de los recursos de producción.
18	(Flores Tapia & Flores Cevallos, 2021)	ILP	Reducción de costos de trasbordo entre los nodos de origen y centros de distribución de una empresa cementera, aplicando la programación lineal.
19	(Milosevie et al., 2021)	SM	Diseño de selección de rutas para la transportación de materiales mediante un sistema de lógica difusa.
20	(Guimarães et al., 2020)	ILP	Sistema innovador de transporte que implica el traslado de mercancías

			utilizando vehículos de larga distancia diseñados originalmente para el transporte de pasajeros.
21	(Taghikhah et al., 2021)	DP	Modelado matemático en la agricultura orgánica para comprender el impacto colectivo del cambio de comportamiento individual en el desempeño de la cadena de suministro.
22	(Lenort et al., 2021)	ILP	Modelado matemático de la cadena de suministro basado en cadenas de Markov y programación lineal para evaluar el impacto de los recursos asignados a fortalecer la resiliencia de la cadena de suministro.
23	(Javadi Gargari et al., 2021)	MINLP	Optimización multiobjetivo que consta asignar la ubicación del centro de distribución con el fin de mejorar seis funciones objetivas, tales como reducir los costos de rutas, disminuir los retrasos en los bienes, gestionar eficientemente las

			devoluciones y minimizar el costo fijo.
24	(Nourifar et al., 2018)	ILP	Modelado matemático de una red descentralizada de cadena de suministro de múltiples niveles considerando el nivel de servicio bajo incertidumbre.
25	(De et al., 2022)	ILP	Modelo basado en aspectos ambientales con el objetivo de minimizar costos del combustible de varios modos de transbordo.
26	(Ardianto & Mudjahidin, 2021)	DP	Desarrollo de un sistema de estimación integrado para la mejora de cadena de suministro en la acuicultura.
27	(Villegas-Jiménez et al., 2020)	SM	Diseño de simulación de implementación de cadenas de suministros inteligentes.
28	(Maya-Trujillo et al., 2021)	MOLP	Modelado de trazabilidad para la cadena de distribución de alimentos.
29	(Muyulema-Allaica & Rodríguez-Balón, 2023)	ILP	Redes de distribución con transbordo como elemento de resiliencia empresarial.

30 (Fernández et al., 2020)	ILP	Diseño de un modelo optimizado de red de distribución multiplataforma para el análisis de caso.
-----------------------------	-----	---

Nota: Elaborado por el autor.

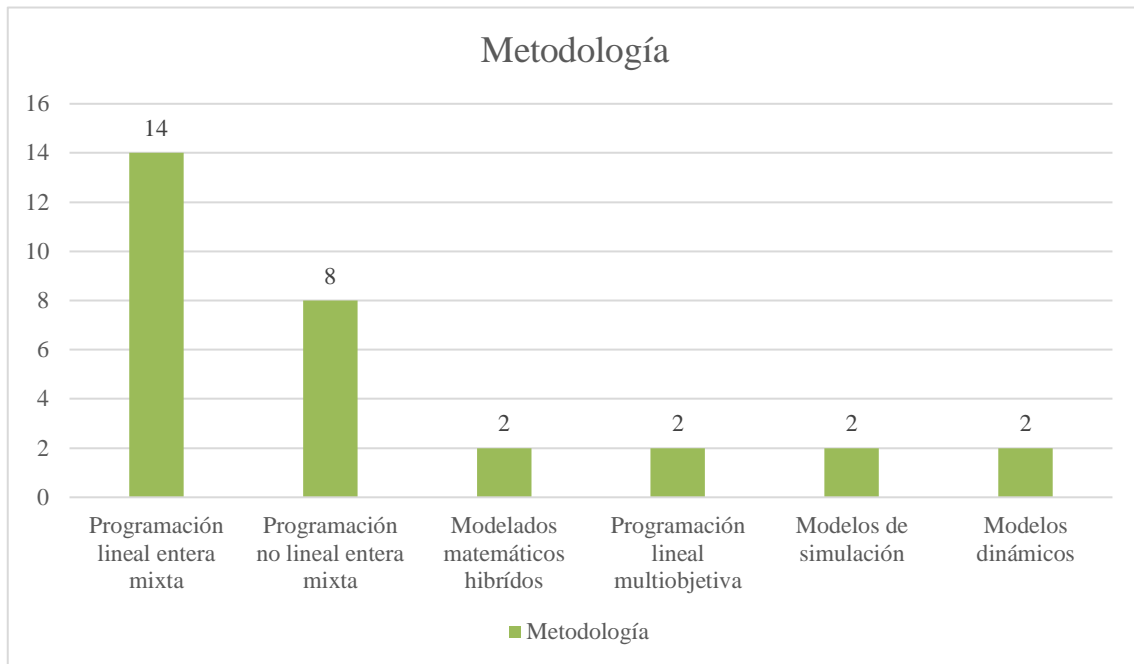
Etapas 3: Análisis de resultados

Para presentar los hallazgos, se utilizó un formulario estándar que incluye una introducción que trata los antecedentes del asunto, la importancia y beneficio de un mapa sistemático, junto con documentos vinculados; el método de investigación; los hallazgos estructurados en función de las preguntas de investigación y su debate. Bajo estos fundamentos se procede a responder las preguntas planteadas en la tabla antes mencionada, la cual se compone de tres interrogantes precisas para darle solución al problema de investigación.

P1 ¿Cómo se distribuyen los artículos relacionados al modelo de distribución de camarón para mejorar el transbordo de estos?

Como se aprecia en la figura 6 las metodologías más relevantes donde sobresale con 14 artículos la programación lineal, seguido de la programación no lineal entera mixta con 8 menciones, posteriormente tenemos a los modelados matemáticos híbridos, la programación lineal multiobjetivo, modelos de simulación y en última instancia los modelos dinámicos con 2 documentos cada uno.

Figura 6: Metodologías empleadas en los artículos científicos.

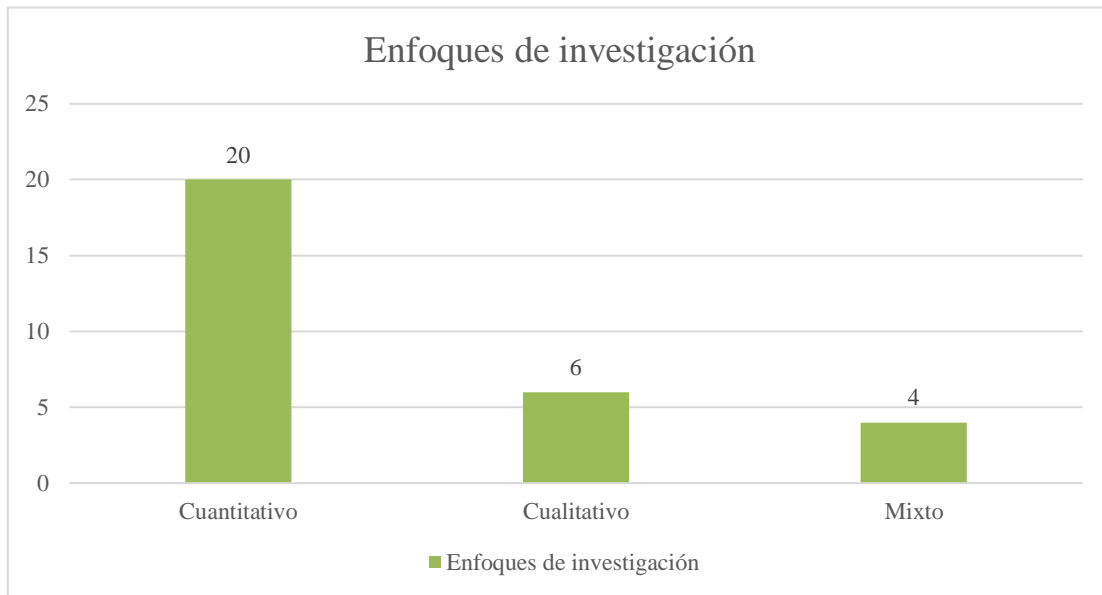


Nota: Elaborado por el autor.

P2 ¿Qué enfoques proponen los autores?

La figura 7 muestra un gráfico de barras donde se visualizan los Enfoques de investigación, el cual representa la frecuencia de uso de tres tipos de enfoques en indagaciones. El enfoque cuantitativo es el más utilizado, con un total de 20 investigaciones. Le sigue el enfoque cualitativo, con 6 investigaciones registradas. Finalmente, el enfoque mixto es el menos frecuente, con solo 4 casos. Las barras están coloreadas en azul y sobre cada una de ellas se indica el valor correspondiente. Este gráfico permite observar claramente la preferencia por el enfoque cuantitativo en los estudios analizados. Además, destaca la baja utilización del enfoque mixto.

Figura 7: Enfoques aplicados por los investigadores.

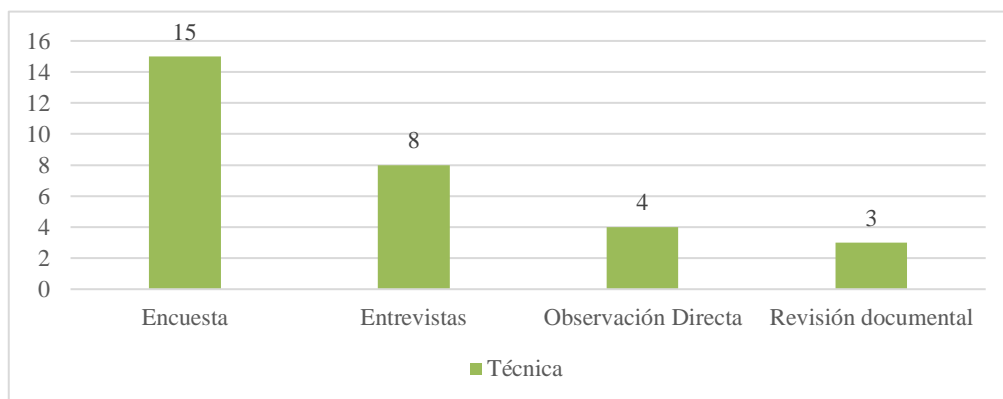


Nota: Elaborado por el autor.

P3 ¿Cuál fue la técnica e instrumento para la recopilación de datos?

La grafica 8 muestra las técnicas aplicadas por los investigadores, lo cual permite la recopilación de datos idóneos referente a la situación que presenta el paradigma investigado. Los resultados obtenidos alegan que la encuesta predomina con 15 artículos, las entrevistas con 8 aportaciones, la observación directa con 4 y, por último, la revisión documental con 3 documentos.

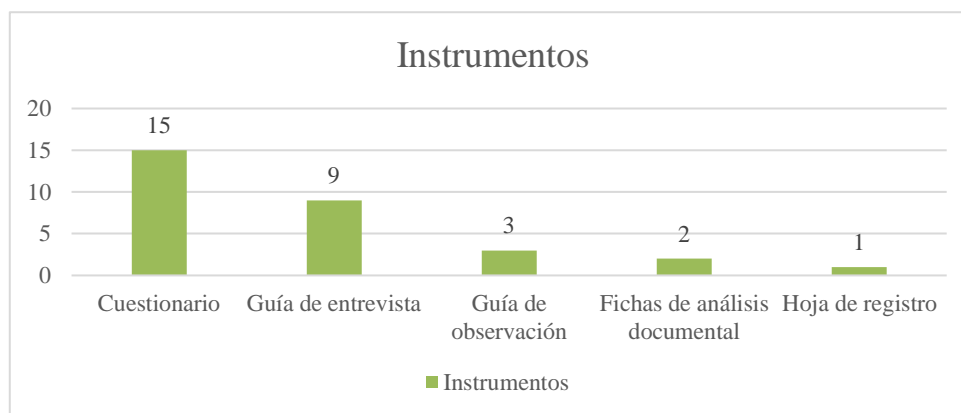
Figura 8: Técnicas aplicadas para recolectar datos



Nota: Elaborado por el autor.

Como se observa en la figura 9 los instrumentos de recopilación de datos, donde enfatiza que el cuestionario es la herramienta más utilizada en la investigación con 15 documentos incluidos, seguido de la guía de entrevista con 9 artículos. Consecuentemente, tenemos la guía de observación que alega 3 documentos, las fichas de análisis documental con 2 y la hoja de registro con solo un aporte para el estudio.

Figura 9: Instrumentos de recopilación de datos.



Nota: Elaborado por el autor.

Discusión

Se ejecutó una revisión sistemática de la literatura con el objetivo de mejorar la relación existente de los modelos de distribución, transbordo y programación lineal analizados en programas o software matemáticos para minimizar los costos, tiempos y cadena de valor de los productos. Los resultados obtenidos bajo la aplicación de tres etapas para reducir la información adyacente a las variables de estudio modelo logístico de distribución y larvas de camarón.

Bajos estos contextos, los hallazgos obtenidos englobaron enfoques, metodologías, técnicas y herramientas para la recopilación de datos que resalten las adversidades en la implementación de estos. En primer lugar, tenemos los enfoques de investigación que se dividieron en tres factores cuantitativos, cualitativos y mixtos, donde el enfoque más relevante para la investigación resultó ser el enfoque cuantitativo, ya que compara los resultados mediante análisis estadísticos que certifican la información obtenida. Posteriormente, se agruparon las metodologías existentes, dado que, muestran a los modelos

de programación lineal como la más idónea para darle seguimiento al proceso de la cadena de suministro de las mercancías, por ende, mejora la relación entre los proveedores y los consumidores finales. Por lo tanto, la encuesta fue la técnica ganadora para recabar la información actual de la empresa acerca de su distribución de larvas de camarón basada en la herramienta del cuestionario para darle mayor amplitud a la información brinda por la empresa.

1.3. Fundamentos teóricos

Modelo logístico

Para el autor Teng et al., (2023) El desarrollo de un modelo híbrido para el diseño de una cadena de suministro resiliente de microalgas permitió optimizar los beneficios globales del sistema. El objetivo principal fue mejorar la ubicación del centro de preprocesamiento, incorporando criterios de resiliencia empresarial. En este sentido, Teng demostró que la localización inicialmente considerada como óptima no resultaba ser la más adecuada al integrar factores de resiliencia.

Cadena de suministro

Para Liu et al., (2022), una cadena de suministro se define como una red interconectada de entidades comerciales que incluye proveedores externos, plantas de producción, centros de distribución, zonas de demanda y medios de transporte. En este contexto, el autor utilizó la programación lineal entera (ILP) combinada con la teoría de redes complejas, representando los puntos de distribución como nodos logísticos y sus relaciones mediante enlaces. Tras aplicar este enfoque de modelado, se logró cumplir con los objetivos planteados, evidenciando una mejora significativa en la resiliencia de la empresa frente a posibles interrupciones.

x_{ij} = número de bienes a transportar del origen i y destino j

c_{ij} = costos por unidad a trasladar del origen i y destino j

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij}$$

Restricciones que existen en el modelado

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i i = 1, 2 \dots m$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j j = 1, 2 \dots n$$

CAPITULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de la investigación

En la presente investigación se aplicó un enfoque cuantitativo, el cual nos ayuda a medir datos cuantificables, estos responden a expresiones para desarrollarlo en base a las variables independientes y dependientes, para obtener información clara de la investigación (Aguilar-Bernal et al., 2023). Este enfoque se fundamenta en la exploración detallada de las perspectivas de los individuos basada en sus experiencias a través de una triangulación que involucra teoría, investigador y testimonio para comprender la situación del estudio.

2.1. Diseño de investigación

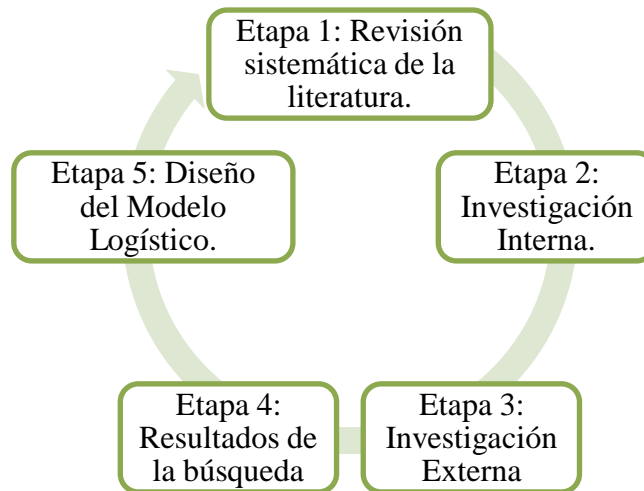
El diseño de la investigación es de carácter no experimental, García Monsalve et-al, (2021), en su artículo recalca que este diseño es sistemático y empírico, ya que no se alteran las variables de estudio; esto con el fin de examinar los fenómenos en su contexto natural para luego proceder a su análisis. Se optó por realizar un estudio con un diseño no experimental debido a la naturaleza del problema de optimizar de procesos evitando la manipulación de las variables, para realizar un estudio de carácter transversal ya que los datos fueron tomados en un único momento temporal en este caso los datos fueron recopilados.

2.2. Procedimiento Metodológico.

El procedimiento metodológico es una serie organizada de pasos que se utilizan para llevar a cabo un proyecto de investigación de forma lógica y sistemática. Este procedimiento implica la elección del diseño de la investigación, la recopilación y el análisis de datos, y la

elaboración de conclusiones. El procedimiento metodológico proporciona el marco necesario para garantizar el rigor científico del estudio.

Figura 11: Procedimiento metodológico de la investigación



Nota: Elaborado por el autor en base a (Orellana-Paz et al., 2023.)

Etapa 1: se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura con el fin de identificar los enfoques de investigación, modelos existentes, métodos y herramientas metodológicas que respalden el apego de los procesos logísticos y la mejora de la cadena de suministro. Por ende, la revisión permitió ejercer el fundamento teórico sólido para orientar al desarrollo de un modelo esencial para solucionar el problema de distribución de la empresa Larpen S.A.

Etapa 2: se procedió con la investigación interna, la cual consistió en el análisis de los procesos logísticos actuales dentro de la empresa, por lo tanto, se ejecutó el diagnóstico y recopilación de información, asimismo, se identificaron las oportunidades de mejora, limitación y requerimientos necesarios que el modelo debe seguir. Este paso fue crucial para contextualizar el diseño basándonos en las necesidades adyacentes de la organización.

Etapa 3: en este apartado se comprendió una indagación externa, enfocada en la recolección de datos acerca de la distribución, cadena de valor, benchmarking y casos de investigaciones similares en diversas entidades. Se analizaron estrategias logísticas

empleadas en otras organizaciones de la misma índole con características similares, lo que permitió enriquecer y ampliar el marco metodológico expuesto con soluciones eficientes para el entorno productivo de larvas de camarón.

Etapa 4: se analizaron y procesaron los hallazgos obtenidos mediante la búsqueda de información tanto interna como externas de las empresas. En esta parte se aplicó una triangulación de datos cuantitativos teniendo como finalidad identificar patrones técnicos, criterios de inclusión y exclusión para la toma de decisiones claves al momento de obtener información semiestructurada acerca de los modelos logísticos basados en el transbordo de productos.

La etapa 5, se desarrolló el modelo logístico considerando los elementos teóricos revisados, los procedimientos, prácticas y requerimientos internos y externos evaluados en la investigación. El modelo resultante abarca la optimización de procesos, reducción de tiempo y mejora la planificación, distribución, ya que está orientado maximizar la eficiencia operativa y sobre todo la competitividad dentro del mercado.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

En el campo investigativo la población está definida por el conjunto de elementos Sampieri & Mendoza Torres et al., (2018), la población está compuesta por trabajadores de la empresa LARPEN S.A. Se realizó una visita de campo donde se recolectó información de cuantas personas laboran en la empresa que forman parte de la población objeto de estudio, la cantidad se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Población de estudio

Departamentos	Número de personas	Porcentaje
Producción	7	38.88%
Despacho	4	22.22%

Administrativo	2	11.11%
Ventas	2	11.11%
Compras	2	11.11%
Bodega	1	5.55%
TOTAL	18	100%

Nota: Elaborado por el autor.

La tabla 6, se visualiza los diferentes departamentos que conforman la empresa donde se muestra el número de trabajadores que pertenece a cada área, dando un total de 18 personas como población, cuya cifra varía en función de la información proporcionada.

2.3.2. Muestra

La muestra es un grupo pequeño de elementos debido que forman parte del conjunto establecido en las participaciones de la población (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). El estudio abarcó la muestra mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, es decir que se seleccionaron los participantes mediante criterios de inclusión y exclusión determinados por los objetivos del estudio, a continuación, se muestran los criterios empleados en la muestra:

Criterios de inclusión: todas las personas de producción, despacho, ventas y bodega de la empresa LARPEN quienes nos proporcionaron con amabilidad los datos requeridos en la investigación.

Criterios de exclusión: las personas que forman parte del departamento administrativo y compras quienes no podían facilitar información por no contar con tiempo por su carga laboral.

Según los criterios, se estableció un total de 14 individuos involucrados para el estudio, describiéndose en cuatro instalaciones de la empresa las cuales son el departamento de producción, despacho, ventas y bodega, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: Distribución de muestra

Número de personas	Número de personas	Porcentaje
Producción	7	50%
Despacho	4	28.57%
Ventas	2	14.29%
Bodega	1	7.15%
TOTAL	14	100%

Nota: Elaborado por el autor.

2.3.3. Muestreo

El objetivo del muestreo es marcar una representación gráfica de la población estableciendo medidas y tipologías que se instituyen (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Se ejecutó el muestreo no probabilístico por conveniencia debido que no se tomará en cuenta a todo el personal de empresa, estableciendo criterios de inclusión y exclusión teniendo como resultado una investigación predeterminada, teniendo un total de 14 trabajadores.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de los datos

Las técnicas e instrumentos de investigación son esenciales para la recolección de datos y así obtener información coherente de la investigación (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Estas herramientas facilitan al investigador obteniendo información acerca de las características que requieren observar. (Ver anexo C: Cuestionario)

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

La encuesta: es una técnica que puede ejecutarse en línea, por medio de correos o personalmente, además permite recopilar información de una manera numérica de un grupo de personas en periodos a corto plazo (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

La observación directa: esta técnica permite documentar de manera sistemática, válida y confiable el comportamiento o conductas observables a través de la vista (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Este método se aplicó para identificar la situación actual de la distribución de larvas de camarón en la empresa LARPEN S.A.

2.4.2. Instrumentos de recolección de los datos

Un cuestionario es una herramienta donde se emplea la encuesta para la recopilación de información y se aplica a personas obteniendo resultados estadísticos (Medina et al., 2023). El instrumento empleado fue el cuestionario el cual constó de 20 preguntas abiertas y cerradas que hacen énfasis a las variables de estudio que van a medir. Asimismo, consta de una escala de valoración en cinco respuestas, teniendo una calificación de 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente. (Ver anexo C: Cuestionario)

La ficha de observación es una herramienta utilizada en la investigación para evaluar la recopilación de información de un fenómeno u objeto de estudio (Medina et al., 2023). Este instrumento permitió documentar el comportamiento de los trabajadores, las instalaciones de la empresa y manera en la que se labora dentro de logística de distribución para el transporte de larvas de camarón.

2.4.3. Confiabilidad del instrumento

Dentro del diagnóstico se usó la técnica del método de Delphi, ya que es una herramienta estructurada en diversas etapas que es ampliamente ejecutada para la recopilación de información bajo la opinión de expertos referentes al paradigma de investigación específico. Esta técnica facilita procesar las diversas opiniones de los expertos empleando métodos estadísticos, bajo el propósito de alcanzar un consenso elocuente del grupo de expertos elegidos.

Figura 12: Estructura del método de Delphi



Nota: Elaborado por autor basado en autor Garcia,2013

2.4.4. Validación del instrumento

Para la validez del instrumento de recolección de información se aplicó la técnica de Delphi, dado que se encarga de tomar decisiones mediante opiniones de expertos (Ver anexo A: validación de instrumento), este método se fundamenta.

En la primera fase se encarga de formular las diversas interrogantes de manera cerrada para que los especialistas validen la información recolectada, dentro de esta fase participan los expertos elegidos por el investigador.

Consulta a la selección de expertos

Se basa en el desarrollo de los puntos que los especialistas formulen y que se desarrollen, tomando una importancia a nivel académico por los conocimientos adquiridos, los expertos deben conocer del tema que se está investigando, por ende, se procede a las preguntas por parte del investigador y así detallar cada criterio de ellos:

Se encarga de llevar a cabo la debida ejecución de los expertos que ayudaran a revisar los cuestionarios que se realizaran a miembros del laboratorio, es decir, que se les busco al momento que hacían sus labores donde se presentó las debidas

Tabla 8: Revisión por expertos para su respectiva valoración del instrumento
Revisión por expertos

Expertos	Validez	
	Ronda I	Ronda II
1	X	
2		X
3	X	
4	X	
Total	3	1

Nota: Elaborado por el autor (Ver anexo A: Validación del instrumento)

En la siguiente tabla 9 se detallan los resultados expresados en valores porcentuales de la validación del instrumento por medio de los expertos en el tema, donde se realizó dos rondas de preguntas debido a que se realizaron modificaciones en tres preguntas que no tenían una buena relación entre las variables de estudio. De la misma manera se visualiza una frecuencia relativa en la ronda I del 75% y en el segunda complementa con un 25%.

Tabla 9: Revisión por expertos y valoración del instrumento

Rondas	Frecuencia	F. Acumulada	F. Relativa	%
I	3	3	0.75	75%
II	1	4	0.25	25%
Total	4		1	100%

Nota: Elaborado por el autor (Ver anexo A: Validación del instrumento)

2.4.5. Análisis de fiabilidad Alpha de Cronbach

Herramientas de fiabilidad y validez del cuestionario

Se seleccionaron los datos de la situación actual de la empresa, tomando en cuenta la implementación de las preguntas. Este cuestionario se aplicó en base a las respuestas obtenidas de los 14 operadores encuestados en la empresa. Por otro lado, la encuesta se

conformó por 20 ítems basado en la calificación por la escala de Likert, que tienen una ponderación de respuesta de 1 a 5 respectivamente. Según Hernández Sampieri et al., (2014), para medir la confiabilidad del instrumento no hay una regla específica que indique la fiabilidad, por ello se basa en los criterios proporcionados por los investigadores.

- Coeficiente $0.8 < k < 0.9$ es excelente
- Coeficiente $0.5 < k < 0.8$ es aceptable
- Coeficiente $k < 0.5$ es deficiente

Como se observa en la tabla 10, los resultados de los análisis basados en la ejecución de los datos recopilados se detectaron por la herramienta de validación del cuestionario utilizando el programa software SPSS (versión 25), ya que nos ayudó a verificar la fiabilidad de las respuestas obtenidas de dicho cuestionario, se presenta una tabla de los 14 operadores que fueron encuestados con un 100 % de validez.

Tabla 10: Procesamientos de casos

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	14	100,0
	Excluido	0	,0
	Total	14	100,0

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

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Así mismo la tabla 11 nos muestra los datos que fueron resultados de las encuestas que se realizaron con efectividad a los operadores del área correspondiente, mediante Alfa de Cronbach, de 0,8836 es el valor de coeficiente que se considera confiable.

Tabla 11: Evaluación de fiabilidad Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,836	20

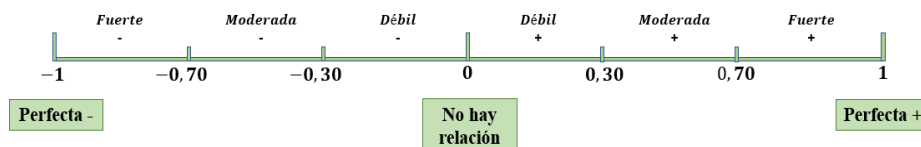
Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

2.4.6. Verificación de hipótesis mediante el análisis de varianza: Pearson

Se utilizó el programa SPSS (Versión 25), se lleva a cabo la evaluación o verificación de las preguntas y respuesta obtenidas mediante hipótesis con una aplicación que se llama Pearson. Se encarga de examinar las variables (dependiente e independiente).

Para el autor Fiallos et al., (2021), la correlación de Pearson es una muestra de la medición normal con la fuerza de la correlación de variables, esto genera variables cuantitativas, en la figura 13 nos enseña la interpretación del coeficiente usando Pearson.

Figura 13: Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson



Nota: Elaborado por el autor basado en (Santabárbara, 2019)

Variable Independiente: Modelado de distribución.

Variable dependiente: Producción de larvas de camarón.

Hipótesis nula (H_0):

El desarrollo de un modelo de distribución no incide en la reducción de costos de transporte en el laboratorio, ubicado en la provincia de Santa Elena.

Hipótesis alternativa (H_a):

El desarrollo de un modelo de distribución incide en la reducción por los costo de distribución en el laboratorio, ubicado en la provincia de Santa Elena.

La tabla 12 nos demuestra la decisión de los expertos con la correlación de las variables que significa p es menor a 5%, la significancia obtenida es 0,008, y la correlación significativa es de 0,05 bilateral.

Con estos resultados afirman que la validación de hipótesis nula (H_0) se respalda por la hipótesis alternativa (H_a), se encarga de la creación de un modelo de distribución para el traslado de la producción, se incide en la reducción de los costos con una correlación moderada entre unos valores obtenidos entre $0.836 \leq r < 1$ como se detalla.

Tabla 12: Tabla de correlación de las dos variables

		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	,836**
	Sig. (bilateral)		,008
	N	14	14
VD	Correlación de Pearson	,836**	1
	Sig. (bilateral)	,008	
	N	14	14

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

2.5. Operacionalización de variables de estudio

La operacionalización de variables que se presenta en la tabla 13, muestra cinco categorías las cuales son las siguientes; variable independiente y dependiente, definición conceptual y operacional relacionadas a modelo logístico y distribución de larvas de camarón, donde se esgrime las dimensiones, indicadores y, por último, las técnicas e instrumentos de recopilación de datos.

Tabla 13: Operacionalización de variables (Modelo de logístico y distribución de larvas)

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
Diseño de un modelo logístico.	Los modelos o diseños de transporte tienen como objetivo reducir los costos de producción en relación a sus procesos operativos de toda entidad (Sadeghi et al., 2019).	La cadena de distribución es un modelo conceptual que ayuda a las empresas a organizar las rutas que genera un valor para sus clientes y a optimizar los movimientos y obtener una ventaja competitiva (Hernández-Marquina et al., 2021).	Planificación de rutas	N.º de rutas optimizadas diseñadas	Revisión documental de planos y reportes de software de optimización - Reporte de rutas exportado por el software
			Gestión de inventarios	Cobertura de puntos críticos	Análisis espacial (GIS) sobre mapas digitales - Capa GIS con puntos críticos.
				Precisión de registros de stock	Auditoría física de inventario (conteo manual vs. sistema) - Formulario de auditoría de inventario.
				Frecuencia de actualización de inventario	Extracción de logs del sistema de gestión de

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
				Programación de envíos	inventario - Reporte de actividad del sistema de inventario. Cumplimiento de cronogramas de despacho
					Análisis de registros de salida (fechas planificadas vs. reales) - Planilla de control de envíos.
Distribución de larvas.	La logística en la producción de las larvas de camarón es fundamental para mejorar la eficiencia del proceso y reducir los costos asociados (Shcherbakov & Silkina, 2021).	Los procesos administrativos de las empresas, y hoy en día representa un factor clave para conseguir el aumento de las ventas, ya que, a través de ella, las organizaciones se centran en conseguir la satisfacción de sus clientes (Villarreal-Meza et al., 2022).	Condiciones de transporte.	Flexibilidad en la reprogramación. Mantenimiento de la temperatura óptima. Nivel de oxigenación durante el traslado.	Entrevistas semiestructuradas al personal de logística - Guía de entrevista semiestructurada. Monitoreo con data-loggers durante el trayecto - Data-logger de temperatura portátil. Registro de sensores portátiles de oxígeno - Sensor portátil de oxígeno con registrador.

Sistemas de información y seguimiento.	de y	Pruebas de estrés al sistema GPS (uptime y latencia) - Informe de monitoreo del sistema GPS.
	Disponibilidad de información en tiempo real.	
	Registro de incidencias y alertas.	Análisis de bitácora de incidencias - Base de datos de incidencias.
Puntualidad de entrega.	de	Cálculo a partir de registros de fecha-hora - Registro de bitácora de envíos.
	% de entregas a tiempo	
	Tiempo promedio de retraso.	Análisis estadístico de desviaciones horarias - Planilla de análisis de retrasos.
	Porcentaje % de larvas vivas al llegar.	Conteo directo en recepción (vivas vs. despachadas) - Formulario de recepción con conteo de larvas.
Tasa de supervivencia.	de	Registro de muertes en tránsito -

	Mortalidad durante el transporte.	Registro de mortalidad durante el transporte.
	Costo promedio por envío (USD).	Revisión de facturas y comprobantes contables.
Costo logístico por envío.	Desviación presupuestaria	Comparación presupuesta vs. gasto real mediante análisis financiero - Informe de variación presupuestaria.
	% de puntos atendidos vs. Planificados.	Revisión de lista de entregas (planificado vs. efectivo) - Lista de verificación de entregas.
Cobertura de destinos.	Amplitud geográfica de la red.	Mapeo de geolocalización de destinos con GIS - Mapa georreferenciado de entregas.
Satisfacción del receptor.	Valoración global del servicio.	Encuesta tipo Likert aplicada tras la entrega - Cuestionario de satisfacción tipo Likert.

Retroalimentación de incidencias.	de	Formulario estructurado de retroalimentación - Formulario de feedback estructurado.
-----------------------------------	----	---

Nota: Elaborado por el autor.

2.2.Procedimiento para la recolección de datos

Para llevar a cabo la recolección de datos en la presente investigación lo primero que se realizó fue la elaboración del cuestionario que por medio de once tipos de preguntas cerradas fueron validadas por especialistas que sepan del tema a solucionar, para luego así realizar el censo a la población de la empresa.

2.3. Plan de análisis e interpretación de resultados

Por otro lado, el software SPSS v25.0 se ha elegido debido a su capacidad para llevar a cabo un análisis estadístico avanzado en cada aspecto de la técnica utilizada para recopilar datos en el estudio.

Se detalla la realización de las tareas solicitadas y se narran los medios esgrimidos para llevar a cabo una interpretación efectiva como son: procedimiento, métodos de apoyo y resultados que se siguió en cada capítulo del presente trabajo.

Tabla 14: Plan de análisis e interpretación de resultados

N°	Objetivos Específicos	Procedimientos	Métodos de apoyo	Resultados esperados
1	Objetivo 1 Revisar las bases teóricas a través de una revisión sistemática de la literatura, para establecer la relación entre la cadena de suministro y la producción de larvas de camarón.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de la literatura. 2. Estudio y análisis de modelos de transporte de distintos autores 3. Elegir el tipo de modelo a emplear en la resolución del problema. 	Revisión sistemática de la literatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretación de temas de investigación en base al estudio. 2. Determinación y aplicación de metodología en las variables de estudio.
2	Objetivo 2 Establecer la metodología, por medio de la implementación de métodos, técnicas e instrumentos para determinar el entorno actual de la cadena de distribución de larvas de camarón	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metodología respectiva al problema de red de distribución en la producción de larvas de camarón. 2. Encuesta empleada al gerente de la empresa para conocer la situación actual del manejo de distribución en la empresa. 3. Recolección de datos mediante la técnica del censo e 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fiabilidad de la recolección de datos recopilados del censo. 2. Modelo de transporte mediante la investigación de operaciones. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo metodológico del modelo utilizado en la red logística. 2. Datos obtenidos mediante los instrumentos de recolección: entrevista y cuestionarios. 3. Operacionalización de las variables de investigación.

		instrumentos como es el cuestionario para la recolección de información.	
3	Objetivo 3: Proponer un modelo de la cadena de distribución, por medio de la investigación de procesos para reducir el costo de transporte en el laboratorio Larpen S.A., comuna Monteverde, provincia de Santa Elena.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecución de técnicas de recopilación de datos por su fiabilidad 2. Empleo de software para la validez de resultados. 3. Resultados y análisis de fiabilidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diagnóstico y tabulación de los datos. 2. Aplicación y modelo de transporte mediante programación lineal. 3. Rutas optimizadas en la cadena de suministro y conclusiones del modelo.

Nota: Elaborador por el autor

CAPITULO III

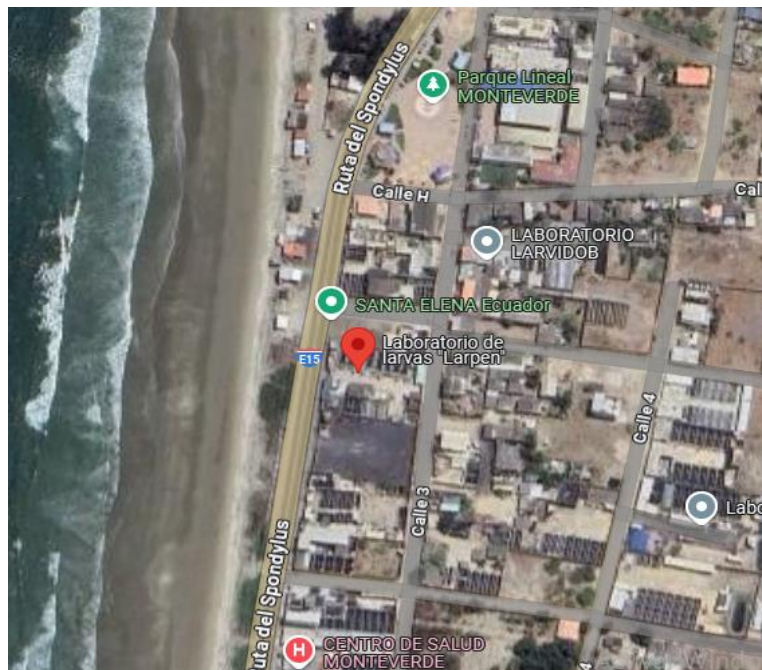
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. Descripción de la empresa

2.1.1. Generalidades

El laboratorio Larpen S.A. se dedica al cultivo y al criadero de la producción de larvas de camarón, existen diversos departamentos importantes como son: Administrativo, Venta, maduración, larvas, bodega, algas, mantenimiento y despacho. Además, presta servicios a diversas empresas dentro de la península de Santa Elena. Empezó sus labores en 1992 pero se adentró en el mercado de larvas de camarón en el 2012 actualmente tiene 13 años implementando su distribución de las larvas, el laboratorio de encuentra registrada como una camaronera eficiente con sus distribuciones.

Figura 14: Ubicación de laboratorio Larpen S.A.

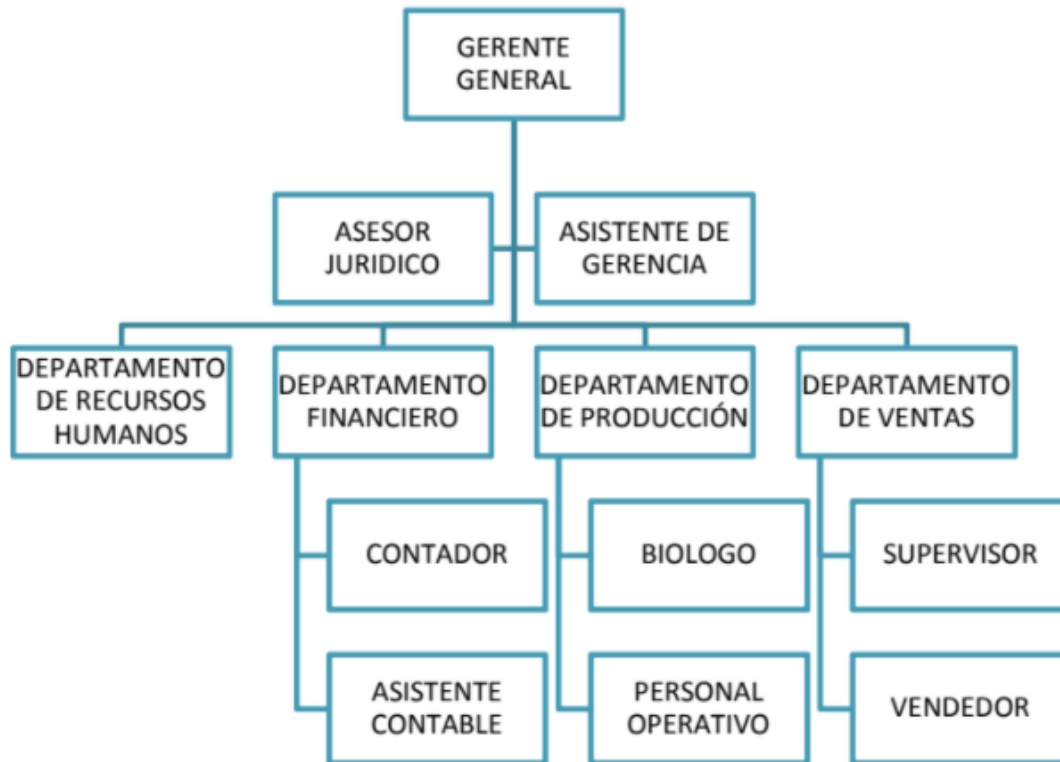


Nota: Proporcionado por Google Maps.

2.1.2. Organización estructural

Como se observa mediante la figura 15 el organigrama estructural de la empresa Larpen S.A. donde se desglosan los diferentes departamentos, consecuentemente tenemos como cabecilla al gerente general, seguido de los asesores jurídicos y asistentes de gerenciales. Posteriormente, se dividen en cuatro departamentos fundamentales para la empresa como son; el departamento de recursos humanos, departamento financiero que tiene una división de personal teniendo un contador y un asistente contable. Por otro lado, tenemos al departamento de producción donde se tiene como alto mando el biólogo y el personal operativo. Finalmente, se encuentra el departamento de ventas que encarga de generar los pedidos y las rutas de distribución de las larvas de camarón.

Figura 15: Organigrama del laboratorio Larpen S.A.

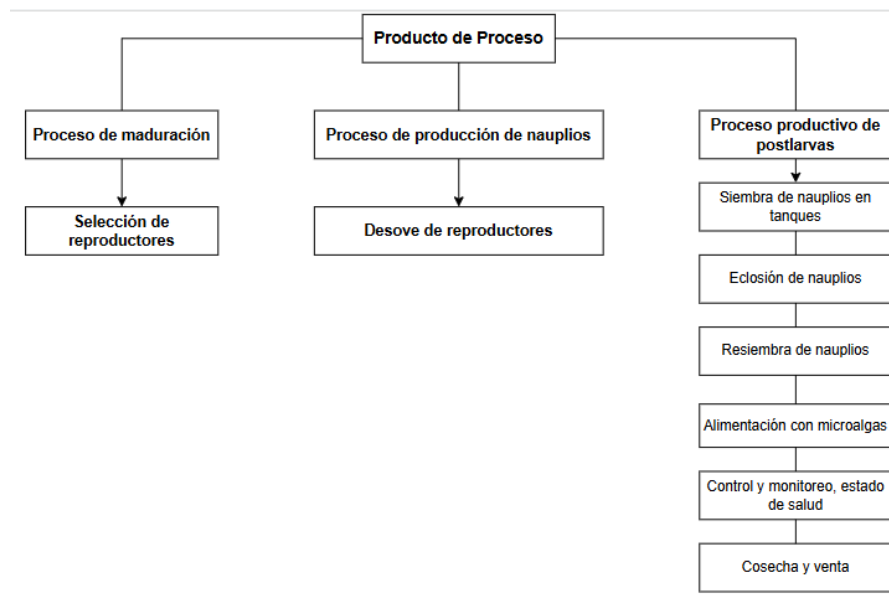


Nota: Proporcionado por la empresa Larpen S.A.

2.1.3. Descripción del proceso productivo

La figura 16 muestra el proceso productivo de la empresa Larpen S.A., donde se observa que inicia desde la reproducción de manera eficiente, luego pasa por una piscina de maduración donde se realiza la producción, asimismo pasa por el área de desove y luego se realiza el proceso de maduración de larvas, donde se siembra la respectiva cantidad de nauplios, por último, pasa por control de alimentos, monitoreo y calidad del producto final.

Figura 16: Proceso de producción del laboratorio.



Nota: Elaborado por el autor.

El diagrama representó el flujo del proceso productivo de larvas de camarón de la empresa Larpen S.A., dedicada a la cría y distribución de larvas de camarón, donde se divide en tres fases esenciales como son; el proceso de maduración, producción de nauplios y desarrollo de postlarvas. En la fase de maduración se ejecutó la selección de reproductores, mientras que en la producción de nauplios se llevó a cabo el desove de estos. Posteriormente, el proceso productivo contuvo la siembra de nauplios en tanques, su eclosión y la siembra correspondiente, por otro lado, se contempló la alimentación con microalgas y el control del estado de salud de estos, por último, se aplica la cosecha y venta del producto.

La capacidad de producción se refiere a la infraestructura disponible para criar camarones en sus primeras etapas de vida. Áreas especializadas para cultivo larvario, donde se incuban y crían hasta 90 millones de nauplios al mes (los nauplios son la fase más temprana del desarrollo del camarón).

Captación de agua de mar: este sistema está diseñado para el abastecimiento de agua de mar confiable y eficiente para las actividades acuícolas. Dado que, cuenta con una tubería de 4 pulgadas de diámetro con una longitud de 300 metros, ubicada detrás del apego de olas lo que refleja una zona libre de turbulencias, evitando el taponamiento por sedimentos. Debido a su estructura empleada estratégicamente permite captar aguas cristalinas y estables.

Infraestructura de tanques: los tanques para el cultivo larvario están compuestos en un 50% de objetos circulares, que derivan en sus especificaciones unos son de pybool y el otro 50% son hechos a base de ladrillos recubiertos de linner negro mejorando su uso y durabilidad.

Infraestructura del campamento: consta de áreas de trabajo, oficinas y dormitorios tanto para el personal administrativo, técnicos profesionales, personal operarios, guardianes y servicio doméstico.

2.2.Marco de resultados

Se permitió a su vez evidenciar la validez y confiabilidad de los instrumentos a través del método Alfa de Cronbach en el software IBM SPSS Statistics 25.

2.2.1. Resultados y análisis de la encuesta

La encuesta fue realizada a 14 trabajadores de la empresa Larpen S.A., el cual contaba de 20 preguntas que nos proporcionó datos valiosos para analizar y crear el modelado matemático de la red de distribución. A continuación, en la tabla 16 se representa un análisis

Tabla 16: Resultados de encuesta a empresa Larpen S.A

Se identifica que un 85,7% de los participantes (12 personas) indicaron que ninguna ruta logística ha sido optimizada durante los últimos meses, mientras que un 14,3% (2 trabajadores) indican “tal vez”, bajo estos resultados se concluye que no existe optimización en las rutas de Larpen S.A, surgiendo la necesidad de proponer un modelo optimizado. (Ver anexo G1: pregunta 1)

Se identifica los resultados de evaluación de la pregunta número 2 que tiene como propósito identificar la frecuencia de actualización de rutas de transporte empleadas por la empresa Larpen S.A, esta interrogante se realizó a los 14 trabajadores que ejecutan las operaciones dentro de la entidad (Ver anexo G2: pregunta 2)

Indican que un 85,7% de los participantes (12 personas) respondieron que la ruta logística ha sido actualizada durante el último periodo, mientras que un 7,1% (1 trabajador) indican “tal vez” y otro 7,1% (1 operador) indica que no se han modificado las rutas de transporte, se concluye que las rutas no se actualizan, es decir se sigue una ruta estándar durante el transporte. En el marco de la pregunta 3 se evalúan los puntos críticos del plan de transporte (Ver anexo G3: pregunta 3)

Los resultados presentados describen que un 78,6% de los encuestados (11 personas) indican que un 90% de puntos críticos en las rutas están considerados dentro del plan presentado, mientras que el 21,4% restante de participantes indico que solo un 50% de puntos críticos se están considerando actualmente, se concluye que el plan presentado no abarca todo el sistema de logístico de Larpen S.A. (Ver anexo G4: pregunta 4)

Los resultados presentados muestran que el 100% de participantes indicaron que la mediada para cubrir los puntos críticos de control de mayo riesgo en el transporte de productos es “buena”, de este modo se valida el uso de un nuevo sistema de transporte que considere los puntos de control.

Los resultados de la pregunta 5 indican que 100% de participantes están de acuerdo que la diferencia entre el registro teórico y conteo real es del “-5%”, esto indica que no existe un control sobre el manejo de existencias en los inventarios ya que existe concordancia nominal entre el stock disponible y el inventario físico (Ver anexo G5: pregunta 5)

Los resultados de la pregunta 6 indicando que el 100% de participantes reportan las discrepancias presentes en el sistema empleando el símbolo o letra “Z”, este proceso se ejecuta con el propósito de

controlar el sistema y mejorarlo constantemente para minimizar la existencia de errores. (Ver anexo G6: pregunta 6)

Los resultados de la pregunta 7, el 100% de participantes indica que el registro de existencias se ejecuta cada producción, por tanto, se concluye que se tiene un control de inventarios actualizado. (Ver anexo G7: pregunta 7)

Los resultados presentados indican que un 85,7% (12 personas) indican que durante los últimos 3 meses apenas se han ejecutado 2 ajustes de stock, mientras que un 14,3% respondieron que el control se ejecuta 3 veces durante el mismo periodo, de esto modo se concluye que el manejo de stock es deficiente (Ver anexo G8: pregunta 8)

Los resultados de encuesta de la pregunta 9 muestran que el 64,3% (9 personas) indican que “2 veces” se han reprogramado envíos por falta de stock, el 14,3% (2 personas) mencionan que esta actividad se ha ejecutado una vez, mientras que otro 14,3% (2 personas) resaltan que esta situación no ha sucedido, finalmente un 7,1% correspondiente a una persona indica que “3 veces” ha existido reprogramación de envío por falta de stock, finalmente se identifica que existen reprogramaciones por falta de producto (Ver anexo G9: pregunta 9)

En el marco de resultados correspondientes a la pregunta 10, indica que el 100% del personal encuestado respondió que la reprogramación de envíos de productos se ejecuta “al instante” concluyendo, que estas actividades se ejecutan rápidamente al existir un evento disruptivo en el sistema. (Ver anexo G10: pregunta 10)

Las fechas de inicio y nuevas fechas de la producción son necesaria porque habitualmente todos los días se realizan entregas de las larvas de camarón a los respectivos puntos, actualmente se realiza un proceso la cual es la suma de la diferencia dividiendo por el número de resultado por los eventos registrados. (Ver anexo G11: pregunta 11)

El laboratorio busca una temperatura óptima para establecer un factor ambiental crítico que no afecte a las larvas de camarón, deben comparar cada medición tomando un rango que establezca la viabilidad de la producción, el resultado se expresa con un porcentaje o grado que proporciona niveles ideales. (Ver anexo G12: pregunta 12)

Para saber los incidentes se realiza una formulación de preguntas para mediante eso den como resultado un índice que satisface la producción de larvas, esto deben incluir fecha, hora, tiempo y el grado de temperatura de cada tanque que esta por ser finalizado e inmediatamente ser distribuido. (Ver anexo G13: pregunta 13)

El 90% de los envíos son realizados efectivamente que mantiene un nivel de oxígeno dentro de un estándar establecido, esto refleja un control de despacho que se recomienda una revisión de los casos que no se cumplió por los puntos críticos en el proceso. (Ver anexo G14: pregunta 14)

Se detectaron 2 envíos con nivel crítico, en esto caso se representaron un 7.5 % del total de despacho del mes, mediante esto se tomaron medidas correctivas inmediatas para ajustar la aireación y reentrenamiento del personal respectivo (Ver anexo G15: pregunta 15)

Un 75 % de las alertas se registra en el sistema fueron atendidas en un tiempo igual o menor a 1 hora, esto nos indica que se observaron turnos diurnos, mientras que los retrasos se muestran mayormente en el horario diurno o fines de semana, es decir, que se debe reforzar horarios críticos. (Ver anexo G16: pregunta 16)

De los 40 envíos realizados la cuales 36 llegan con fecha programa, esto presenta un 90% de puntualidad, el restante se realizó con un retraso por condiciones climáticas y problemas de transporte o ciertos criterios que pasan en el transcurso de los envíos, es decir, que para el laboratorio eso es una deficiencia de entrega de mercadería. (Ver anexo G17: pregunta 17)

De los 6 retrasos fue un aproximadamente son 4 horas, los principales motivos asociados tráfico y fallas en el transporte, ya que se están evaluando los cambios en la distribución de rutas y tiempos de carga para la reducción de costos. (Ver anexo G18: pregunta 18)

En la producción se despacharon las postlarvas, de las cuales el cliente reporto cierto retrasos de la producción para la recepción, lo que representa un 100 % de supervivencia. Este valor se encuentra el rango estándar por el laboratorio. (Ver anexo G19: pregunta 19)

De los envíos se presenta 2 casos de la supervivencia con un 90%. Estos casos están siendo evaluados, por los envíos nocturno con alta densidad de empaque. Esto considera ajuste en la distribución con los protocolos de carga y rutas de entrega. (Ver anexo G20: pregunta 20)

Esto representa una reducción del ciclo de producción para la mejora se atribuye a ajuste en la programación de alimentos y mejorar un control en el centro de distribución y así controlar la temperatura de las larvas de camarón. (Ver anexo G21: pregunta 21)

En el último costo se generó un valor de \$180 dólares, que se desglosa de diversos gastos que son del transporte, empaque, conservación y mano de obra, ya que los valores se encuentran en un rango habitual con los costó de envió. (Ver anexo G22: pregunta 22)

Son 120 puntos de control técnico, de los cuales 115 son atendidos, lo que representa un 90% de cumplimiento. Existen 5 puntos no ejecutados son parte de mediciones de oxígeno en tanques vacíos sin actividad productiva. (Ver anexo G23: pregunta 23)

Si se reducido el costo de la materia prima por millones de larvas producidas con un valor aproximado a \$30 dólares con la reducción de 7% con la distribución ya que se realizó una programación de uso de artemia, con desperdicio de microalgas y una renegación de precios (Ver anexo G24: pregunta 24)

Es la provincia del Guayas que se realizaron 53 entregas en total, ya que las diversas regiones con menor concentración, el Oro es de 22 entregas y así sucesivamente con un 70 % del Guayas (Ver anexo G25: pregunta 25)

Nota: Elaborado por el autor.

2.2.2. Diagnóstico actual del sistema de distribución en el laboratorio

Larpen S.A. contiene 30 salas donde se crían las larvas de camarón, exactamente tiene 10.000 reproductoras, donde la mitad son hembra ya que se las separan en tanques diferentes de agua con marca genética, donde se tienen que permanecer máximo unos 100 días y luego pasa al área de desove. El costo por millar de larvas el laboratorio Larpen S.A. se encuentra entre los \$ 2,20 dólares, también se vende por un millón de larvas a \$ 2,200 dólares, donde nos damos cuenta que es lo mismo, ya que un millón de larvas de camarón son 1000 millares.

Tabla 15: Clientes o destinos finales donde se distribuyen las larvas de camarón

<u>N.º</u>	<u>Clientes</u>
------------	-----------------

1	Guayaquil
2	Machala
3	Manabí
4	Playas
5	Esmeraldas
6	Chongón

Nota: Elaborado por el autor.

2.2.3. Descripción del sistema de rutas de distribución

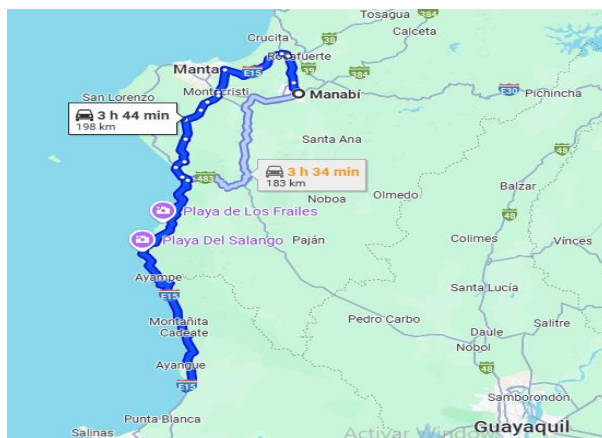
La siguiente figura nos muestra las rutas largas de la distribución de la producción desde los almacenes del laboratorio Larpen S.A., se tomó como ejemplo Esmeralda por obtener el punto más lejano a transportar el producto, la distancia en km que va desde la ruta del spondylus se demora entre 8h:4 min, con una distancia de 453 km, por otra vía se demora 8h: 13 min, con una distancia de 537 km. Se sugiere utilizar la vía corta existen peajes, pero por la otra vía no.

Figura 17: Rutas largas y cortas para el traslado hacia Esmeralda



Nota: Proporcionado por Google Maps.

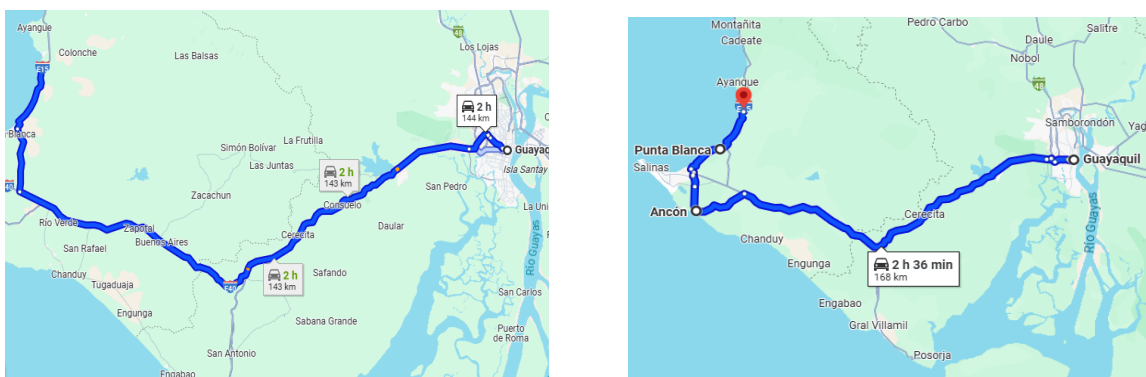
Figura 18: Ruta larga y corta traslado hasta Manabí



Nota: Proporcionado por Google Maps.

La figura 19 nos muestra la distancia en km y el tiempo que se demora en llegar desde el laboratorio hasta el punto de venta que es Guayaquil, se presenta la ruta corta es 2h: 6 min, con una distancia de 143 km y la ruta larga es 2h: 36 min, con una distancia de 168 km, por ende, la empresa debe trasladarse por la ruta corta.

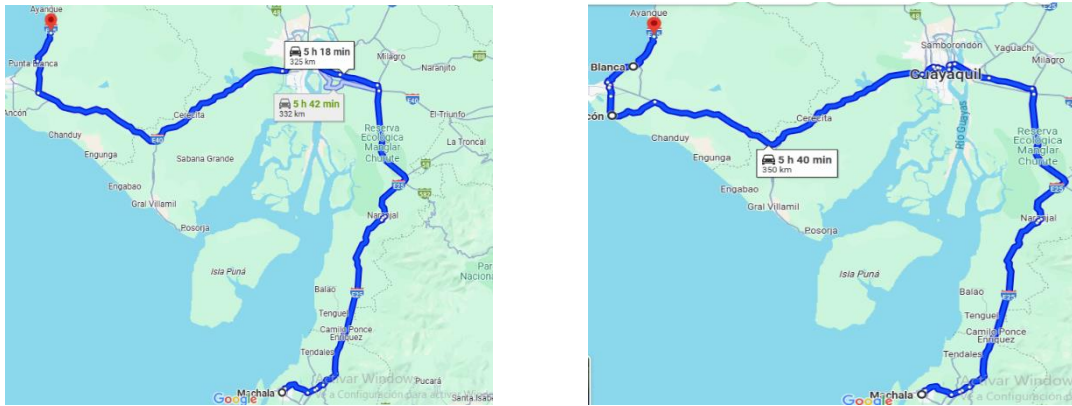
Figura 19: Rutas largas y cortas para el traslado a Guayaquil



Nota: Proporcionado por Google Maps.

La siguiente figura 20 muestra el recorrido que lleva la producción hacia Machala, la ruta corta tiene 5h: 18 min, con la distancia de 325 km, la ruta larga tiene 5h: 40 min, con 350 km, por ende, se debe elegir la ruta corta que beneficia a la empresa.

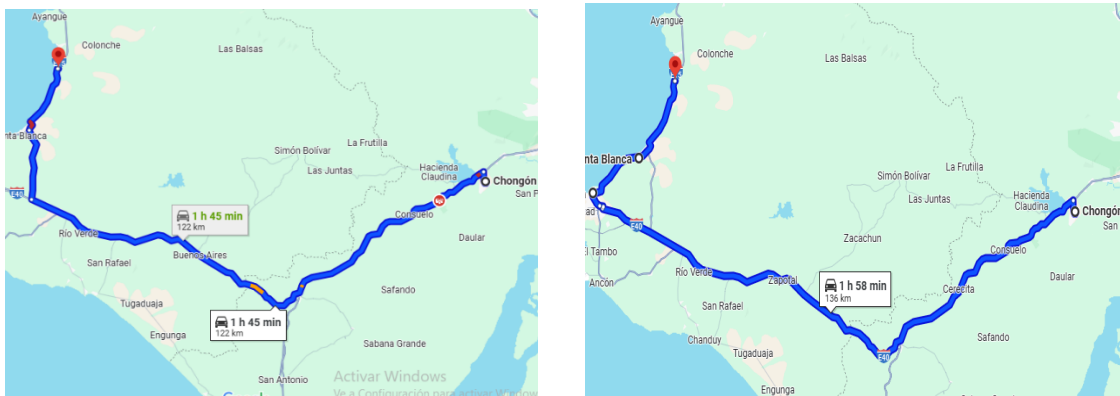
Figura 20: Ruta larga y corta para el traslado de Machala



Nota: Proporcionado por Google Maps.

La vía Chongón presenta dos rutas tanto largas y corta para trasladar la producción de larvas, la corta tiene un tiempo de 1h: 45 min, con 122 km, mientras la larga tiene 1h: 58 min, con 136 km, es decir que debe tomar la ruta corta para que la mercadería llegue a su punto.

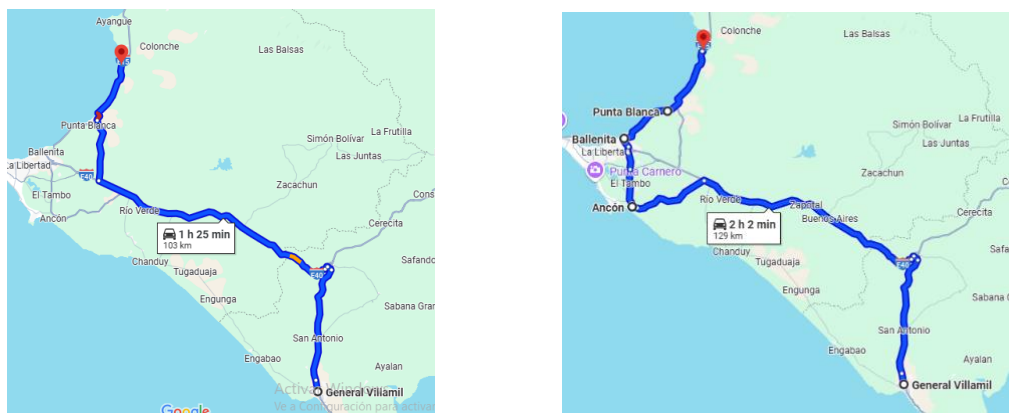
Figura 21: Rutas largas y corta con el traslado hacia Chongón



Nota: muestra la distancia y el tiempo que se demora al llegar al punto

De igual manera en la vía general Villamil existen dos rutas la corta tiene un tiempo de 1h: 30 min, con una distancia de 104 km, la larga tiene 2h: 2 min, con 129 km, es decir que se debe trasladar por la ruta corta para que sea eficaz la producción.

Figura 22: *Rutas largas y corta para la distribución hacia General Villamil*



Nota: Proporcionado por Google Maps.

Observamos que existen diferentes rutas hacia puntos diferentes que se reparte la mercadería, dando a conocer a los transportistas, cuál sería la mejor ruta sin obstáculos o accidentes que ocurran en el momento mientras trasladen la producción, así mismo llevar un control de los peajes, es decir, estos inconveniente van presentar un aumento de costo de transporte por lo que los conductores elijen las rutas largas donde la producción puede llegar en mal estado.

2.3.Propuesta de mejora del proceso de distribución de larvas de camarón.

Etapas 1: Revisión sistemática de la literatura

Durante esta fase se llevó a cabo el desarrollo del estado del arte, lo cual permitió recopilar artículos de conocimiento sólido y minucioso sobre los modelos referentes al ámbito de redes logísticas. A través del análisis de estudios previos, se especificó que le enfoque de investigación fue cuantitativa, utilizando herramientas y soluciones ejecutadas en fundamentos similares, ya que también facilitó la detección de vacíos de conocimientos y oportunidad de mejoras en la incursión de modelos de programación lineal actual. En consecuencia, se establecieron las bases teóricas idóneas para orientar el desarrollo de la investigación propuesta.

Etapas 2: Análisis del procedimiento actual del sistema de distribución

Precios elevados del combustible

El aumento del combustible ha afectado en el laboratorio Larpen S.A en la distribución de larvas de camarón, ya que los camiones subieron sus tarifas de fletes por el aumento de combustible del Diesel que tiene un valor de \$1,75 dólares por galón a lo anterior que costaba \$1,30 el galón.

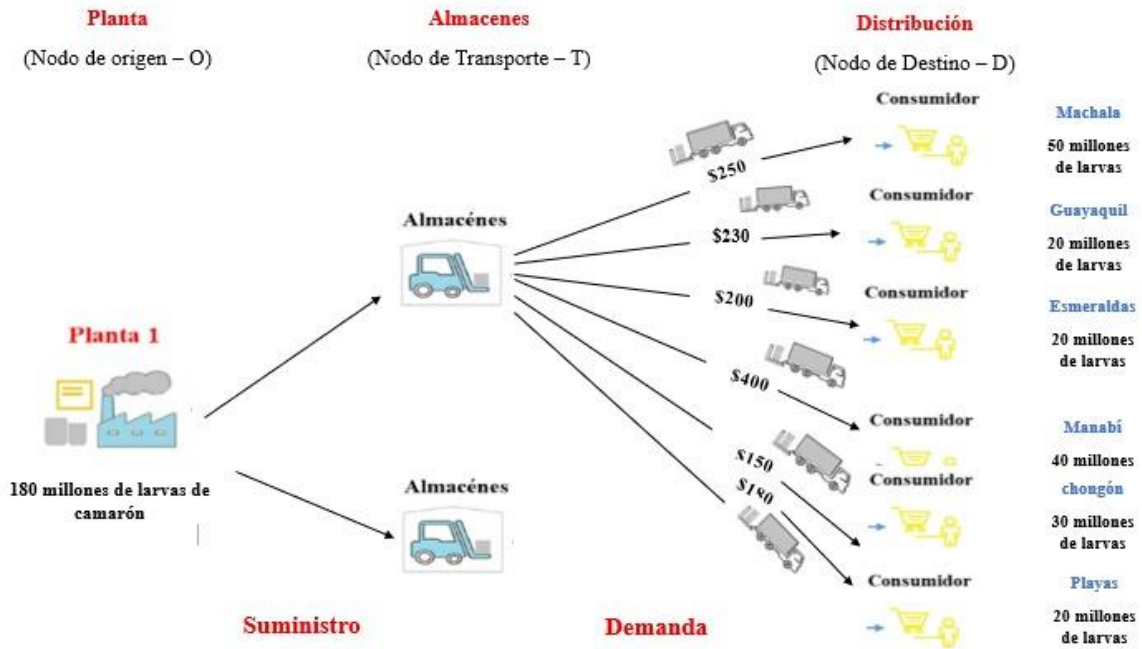
Tabla 17: Incremento de fletes por el aumento del valor de combustible en los últimos años

Distribución año 2022 – 2023			
Distribución	Producción de larvas de camarón (mensual)	Costo de transporte (\$)	N° de camiones
Machala	50 millones	\$250	5
Guayaquil	20 millones	\$230	2
Esmeralda	20 millones	\$200	2
Manabí	40 millones	\$400	4
Chongón	30 millones	\$150	3
Playas	20 millones	\$180	2

Nota: Elaborado por el autor

El laboratorio Larpen S.A., ubicada en la comuna Monteverde en Santa Elena, cuenta con un solo laboratorio productivo llamado nodos de origen O1, por tal motivo, los almacenes transitorios están ubicados por medio de nodos de transbordo: T1 y T2, a través de sus puntos de distribución se consideran sus costos (i, j) dado que, desde estos almacenes intermediarios, el laboratorio distribuye su producto a los puntos de distribución conocidos como nodos de destino: D1, D2, D3. D4, D5. D6, por esta razón se consideran los valores de traslado j, k) partiendo de los nodos de almacenamiento, además conocidos nodos de transbordo, partiendo a sus destinos finales.

Figura : Esquema de ruta de distribución con transbordo actual del laboratorio



Nota: Elaborado por el autor.

Como se aprecia en la tabla 18 los costos individuales expresados en dólares americanos de transbordo que se emplean durante el traslado del camarón desde el punto de origen.

Tabla 18: Nodo de origen y almacenamientos temporales (O – T)

Laboratorio (Nodo de origen)	Almacenes temporales (Nodos de transbordo)	
	Almacén T1 (2)	Almacén T2 (3)
O1	\$ 34	\$ 17

Nota: Elaborado por el autor.

Como se observa en la tabla 19 el modelo de red de distribución de los contenedores basados en nodos de origen conocido como O1, cuya capacidad es de 34 millones de larvas de camarón, los nodos de destinos se presentan en 6 puntos estratégicos, de los cuales pertenecen a clientes a Machala, Guayaquil, Esmeraldas, Manabí, Chongon y Playas. Estos se desglosan de la

siguiente manera para D1 con una capacidad 50 millones, donde para tres puntos se distribuye la misma cantidad para los lugares D2, D3 y D6 con 20 millones, D4 cuenta con 40 millones y finalmente D5 abarca 30 millones.

Tabla 19: Costo de transporte desde nodos de trasbordo (T -D)

Nodos de trasbordo	Distribución a clientes finales (Nodos de destinos)					
	D1	D2	D3	D4	D5	D6
T1	\$250	\$230	\$200	\$400	\$150	\$180
T2	\$250	\$220	\$275	\$360	\$180	\$120

Nota: Elaborado por el autor.

Entrega de la producción deficiente

En el transcurso observamos que los transporte no son eficiente y al momento que embarcan provocan una mala organización y distribución, en ocasiones cuando embarcan se rompen las fundas por un mal amarrado de las ligas y es cuando se sale el oxígeno y afecta la producción, por otro lado, pasa lo mismo con los cartones ya que se riega el agua y los cartones se desestabiliza provocando afectaciones de las larvas de camarón, al instante de alquilar los vehículos no observamos en qué estado llegan los vehículos por lo que en algunas veces fallan y por ese motivo llegan retrasada la entrega y aumenta el costo y los clientes no les resulta.

Tarifa de transporte (Peaje)

En el transcurso de la entrega de mercadería se presentan peajes que afectan en la cadena de distribución, debido que los vehículos pesados tienen una tarifa de \$4 dólares, en base al transporte de las larvas se debe pagar \$4, es cuando aumenta el costo por fletes por el traslado del producto.

Tabla 20: Actividades del vehículo en el laboratorio

Distribución de actividades de transporte de la empresa								
N° e vehículos	Traslado de alimento para operadores	de	Transporte personal (control de plantas)	del	Traslado de larvas camarón	de	Traslado de insumos para alimentar a las larvas	de
1	X						X	
2			X					
3					X			
4					X			
5					X			

Nota: la tabla muestra actividades respectivas para los vehículos

2.3.1. Creación del modelo matemático de la red de distribución

Etapa 3: Elaboración de restricciones para el modelado matemático

Formulación matemática

La formulación del problema se basa en las fuentes de información analizadas en el estado de arte, que evidenció que la programación lineal es la elección más adecuada para solucionar modelados de red logísticas. El modelo sugerido incluirá la ilustración de los nodos de procedencia, los nodos de trasbordo y los nodos de destino. A continuación, se describen las ecuaciones y las formulaciones correspondientes que facilitarán la resolución del problema propuesto.

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Funciones objetivas sujetas a:

$$\sum X_{ij} \leq S_i \quad \text{Nodos de origen}$$

$$\sum X_{ij} \geq 0 \quad \text{Nodos de trasbordo}$$

$$\sum X_{ij} \geq d_i \quad \text{Nodos de demanda}$$

Donde:

m: cantidad de orígenes

n: cantidad de destinos

C_{ij}: costo de transporte de cantidades distribuidas desde el origen i a destino j

X_{ij}: cantidades distribuidas desde el origen i a destino j

S_i: oferta desde el origen i

d_j: demanda del destino j

Datos del modelado:

i = 1 (planta productora)

j = 1, 2 (centros de distribución)

k = 1, 2, 3, 4 ... 6 (clientes finales)

X_{ij} cantidad de larvas a distribuir desde el origen i a destino j

X_{ik}: cantidades de larvas a distribuir desde destinos j a clientes k

Oferta_i: 180 millones de larvas

Capacidad_j: (34, 17) millones de larvas

Demanda_k: (50, 20, 20, 40, 30, 20) millones de larvas

C_{ij} costo de larvas a distribuir desde el origen i a destino j

C_{ik}: costo de larvas a distribuir desde destinos j a clientes k

Función objetivo incluida los costos de los nodos (O – T – D)

$$Z_{Min} = \sum_{i=1}^1 \sum_{j=1}^2 X_{ij} * C_{ij} + \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^{10} X_{jk} * C_{jk}$$

$$\begin{aligned} \text{Minimizar } Z = & C_{1,2} * X_{1,2} + C_{1,3} * X_{1,3} + C_{2,4} * X_{2,4} + C_{2,5} * X_{2,5} + C_{2,6} * X_{2,6} + C_{2,7} * X_{2,7} + C_{2,8} * X_{2,8} \\ & + C_{2,9} * X_{2,9} + C_{2,10} * X_{2,10} + C_{2,11} * X_{2,11} + C_{2,12} * X_{2,12} + C_{2,13} * X_{2,13} + C_{3,4} * X_{3,4} \\ & + C_{3,5} * X_{3,5} + C_{3,6} * X_{3,6} \end{aligned}$$

Restricciones de la oferta

$$\sum_{i=1}^{10} X_{ij} \leq \text{Oferta } i$$

$$X_{1,2} + X_{1,3} \leq 180$$

$$X_{2,4} + X_{3,4} = 50$$

$$X_{2,5} + X_{3,5} = 20$$

$$X_{2,6} + X_{3,6} = 20$$

$$X_{2,7} + X_{3,7} = 40$$

$$X_{2,8} + X_{3,8} = 30$$

$$X_{2,9} + X_{3,9} = 20$$

Restricciones de nodos balanceados para nodos transistores

$$X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} + X_{2,9} = X_{1,2}$$

$$X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} + X_{2,9} = 0$$

$$X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} = X_{1,3}$$

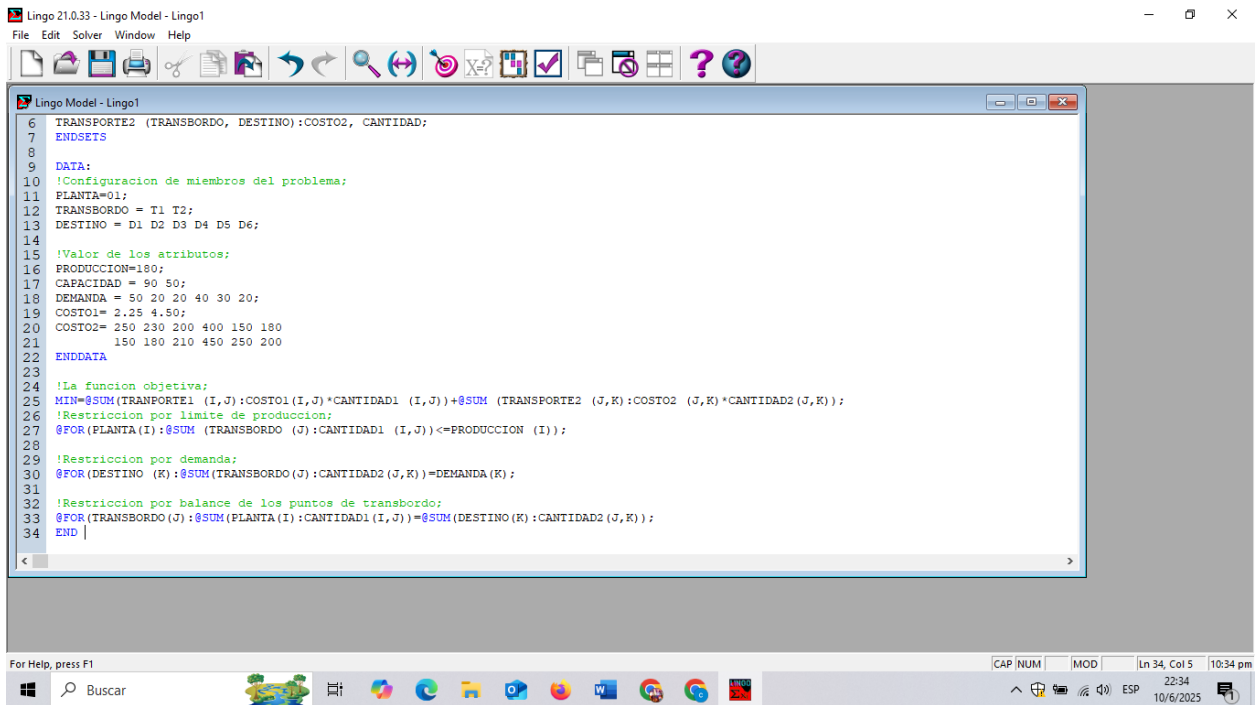
$$X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} = 0$$

Etapa 4: Modelado matemático del diseño de la red

Solución del modelado aplicando el software Lingo 20.0

En la figura 25 se detalla la programación lineal en el software computacional Lingo 20.0, que permitirá diferenciar las mejores opciones de rutas para el traslado de larvas de camarón en el laboratorio y así permitir cumplir el último objetivo planteado en la presente investigación.

Figura 25: Solución del modelado en programa computacional Lingo 20.0



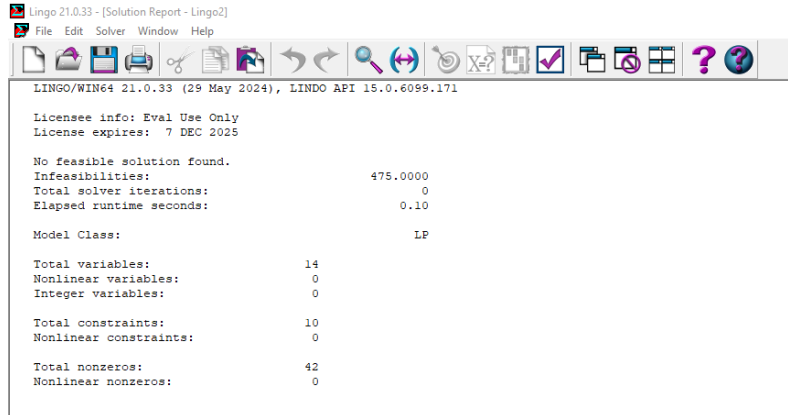
```
6 TRANSPORTE2 (TRANSBORDO, DESTINO):COSTO2, CANTIDAD;
7 ENDSSETS
8
9 DATA:
10 !Configuración de miembros del problema;
11 PLANTA=01;
12 TRANSBORDO = T1 T2;
13 DESTINO = D1 D2 D3 D4 D5 D6;
14
15 !Valor de los atributos;
16 PRODUCCION=180;
17 CAPACIDAD = 90 50;
18 DEMANDA = 50 20 20 40 30 20;
19 COSTO1= 2.25 4.50;
20 COSTO2= 250 230 200 400 150 180
21      150 180 210 450 250 200
22 ENDDATA
23
24 !La función objetivo;
25 MIN=@SUM(TRANSPORTE1 (I,J):COSTO1(I,J)*CANTIDAD1 (I,J))+@SUM (TRANSPORTE2 (J,K):COSTO2 (J,K)*CANTIDAD2 (J,K));
26 !Restricción por límite de producción;
27 @FOR(PLANTA(I):@SUM (TRANSBORDO (J):CANTIDAD1 (I,J))<=PRODUCCION (I));
28
29 !Restricción por demanda;
30 @FOR(DESTINO (K) :@SUM (TRANSBORDO (J) :CANTIDAD2 (J,K))=DEMANDA (K) ;
31
32 !Restricción por balance de los puntos de transbordo;
33 @FOR(TRANSBORDO (J) :@SUM (PLANTA (I) :CANTIDAD1 (I,J))=@SUM (DESTINO (K) :CANTIDAD2 (J,K) );
34 END
```

Nota: Elaborado por el autor.

Etapa 5: Aplicación y análisis de resultados

La Figura 26 describe la resolución de la función objetivo del modelo computacional, que estipula un costo de transporte propuesto de \$475.00. Esta figura ilustra simultáneamente el tipo de modelado empleado, que incorpora 14 variables y 10 constantes.

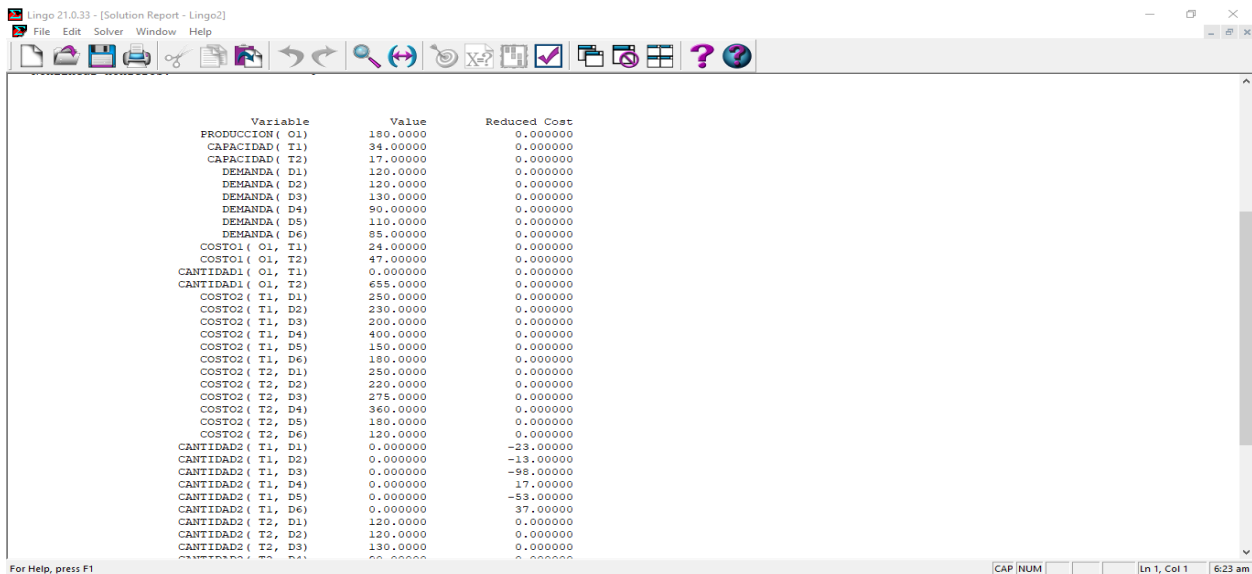
Figura 26: Solución de propuesta en el programa Lingo 20



Nota: Elaborado por el autor.

La ilustración 27 ilustra una capacidad de producción de 180 millones de larvas de camarón, junto con el volumen designado para cada uno de los centros de distribución T1 y T2.

Figura 27: Capacidad de producción del laboratorio Larpen S.A.



Nota: Elaborado por el autor.

Como se aprecia en la figura 28 la demanda estimada por destino donde se evidencia una distribución heterogénea entre los 6 clientes evaluados, por lo cual el mayor requerimiento se centra en el cliente D3, con una demanda de 130 millares de larvas, luego tenemos los D1 y D2, ambos representan una petición constante de 120 unidades. También se encuentra en una posición intermedia a D5, abarcando una demanda de 110 unidades. Finalmente, los destinos D4 y D6 son los que tienen una demanda moderada con un requerimiento de 90 y 85 unidades respectivamente. Estos resultados permiten analizar la demanda por envíos relevantes para optimizar la asignación de recursos y la planificación logística de la empresa.

Figura 28: Cantidad de demanda requerida por cada cliente

DEMANDA (D1)	120.0000	0.000000
DEMANDA (D2)	120.0000	0.000000
DEMANDA (D3)	130.0000	0.000000
DEMANDA (D4)	90.00000	0.000000
DEMANDA (D5)	110.0000	0.000000
DEMANDA (D6)	85.00000	0.000000

Nota: Elaborado por el autor.

Con base en la figura 29 se aprecia a detalle el costo de transbordo que existe entre la planta principal O1 hacia los nodos de transbordo T1 y T2, lo cual muestra la capacidad necesaria con la que se debe abastecer a cada almacén temporal.

Figura 29: Precio de transbordo desde (O1 – T1 a T2) y capacidad de demanda de cada almacén

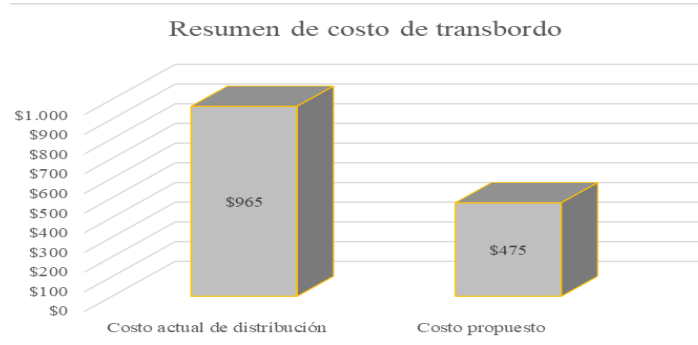
COSTO1 (O1, T1)	24.00000	0.000000
COSTO1 (O1, T2)	47.00000	0.000000
CANTIDAD1 (O1, T1)	0.000000	0.000000
CANTIDAD1 (O1, T2)	655.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D1)	250.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D2)	230.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D3)	200.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D4)	400.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D5)	150.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D6)	180.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D1)	250.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D2)	220.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D3)	275.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D4)	360.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D5)	180.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D6)	120.0000	0.000000

Nota: Elaborado por el autor.

Como se observa en la figura 30 el costo que se disminuyó bajo la implementación del modelo de transbordo basado en la red de distribución en el software de análisis matemático Lingo 20. Los resultados obtenidos durante su análisis son de \$475 dólares empleando nuevas rutas de la cadena de distribución.

La figura muestra el resumen de los costos de distribución antes y después de ejecutar el modelo propuesto, lo cual permitió una reducción del 49.2%.

Figura : Costo actual y propuesto de la red de distribución



Nota: Elaborado por el autor.

2.3.2. Presupuesto para la implementación de la red de distribución

El presupuesto total se elevó a \$3.546,45 dólares americanos, incluyendo la suma de imprevistos y ajustes. Los componentes específicos se detallan a continuación: para la asignación de recursos humanos, con un gasto de \$350,00 para el trabajo de investigación, seguido de otros elementos fundamentales como la tecnología que comprende el acceso a internet, software, computador y un curso de formación con un valor de \$1.873,00. Para los dispositivos de oficina, se contemplan los siguientes componentes: materiales de oficina, impresora y hojas A4, con una inversión de \$470,00. Finalmente, se contemplan otros costos con una inversión de \$26,50 que comprende, anillado, comida y transporte para la visita a la compañía.

Tabla 21: Presupuesto para la inversión del proyecto de investigación

Rubro	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Recurso humano	Investigador	1	\$350,00	\$350,00
	Internet	1	\$23,00	\$23,00
	Software	2	\$500,00	\$1.000,00
Tecnológico	Computador	1	\$1.000,00	\$1.000,00
	Curso de capacitación	1	\$350,00	\$350,00
Oficina	Materiales de oficina	1	\$15,00	\$15,00
	Impresora	1	\$450,00	\$450,00
	Resmas A4	2	\$5,00	\$10,00
Otros	Anillado	1	\$2,50	\$2,50
	Alimentación	3	\$3,00	\$9,00
	Transporte	1	\$15,00	\$15,00
Subtotal				\$3.224,50
10% de imprevistos				\$322,45
TOTAL			\$3.546,95	
VAN			\$3.157,36	
TIR			49%	
PR			1,77	
CB			3,1	

Nota: Elaborado por el autor.

Para implementar la organización del diseño de la red de distribución, es necesario efectuar una inversión total en activos fijos de \$3.546,95 dólares americanos. Esta inversión producirá ingresos anuales de \$2.000 dólares americanos durante un lapso de cinco años, con una tasa del 15%. Para calcular esto, se utilizaron indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación (PR).

2.4.Marco de discusión

Para Mawgoud et al., (2023), la programación lineal se considera una estrategia fundamental en las investigaciones dado que se emplea para encontrar la solución óptima al momento de mejorar la organización y distribución del producto de toda entidad, tiene una finalidad eficiente al instante de mejorar los recursos productivos en cualquier compañía. Este método también es utilizado en negocios a nivel interno como una herramienta poderosa en la identificación de recursos óptimos para la todas las entidades.

El autor Villamarín -Padilla et al., (2019), planteó un reto en la logística de distribución en una compañía dedicada a la comercialización de combustible. Se empleó un método de optimización fundamentado en la programación lineal, logrando identificar la solución de transporte para una mejora considerable en la eficiencia de la cadena de suministro entre los puntos de origen y destino. A través del método de la esquina noroeste, el plan establecido por las rutas óptimas presentó un costo de transporte de \$ 223.074,00, seguido del método del costo menor que resultó en \$ 206.354,00; utilizando el método mutuamente preferente se alcanzó una solución de costos de las rutas de \$ 231.091,00 y mediante el método de Vogel y Russel se obtuvo un valor de \$206.354,00, concluyendo que el método de la esquina noroeste y el método mutuamente preferente son los menos viables, dado que el costo de transporte es más elevado, mientras que los métodos costo menor, Vogel y Russel representan las mejores opciones a elegir, ya que los costos de transporte se reducen significativamente a \$ 206.354,00.

CONCLUSIONES

Se ejecuto una revisión sistemática de la literatura la cual proporciono un estudio detallada del estado de arte que se enfatizó para reducir el índice de información encontrada en los diversos motores de búsqueda, aplicando criterios de inclusión y exclusión se delimito el estudio reduciendo la información y documentos empleados dejando un total de 30 artículos incluidos dentro del mapeo de la literatura el cual nos permitió encontrar el enfoque, método, técnica e instrumentos para la recolección de datos.

Se empleo un enfoque cuantitativo para recabar información de manera estadística para la verificación de las hipótesis donde se ejecutó el método del Delphi para la validación del instrumento por expertos los cuales daban relevancia al instrumento de recopilación de datos, asimismo se enfatizó un diseño no experimental con un alcance descriptivo y correlacional, por último, se aplicó una encuesta a los empleados de la empresa para conocer la situación actual de la organización.

Se empleo un modelo matemático basado en la distribución de larvas de camarón con el objetivo de minimizar los costos, el costo de transporte ascendía a \$965 al mes para trasladar la producción de larvas a los diferentes puntos de distribución. Sin embargo, con la implementación del modelo de transbordo, este costo se redujo a \$475, logrando una disminución de \$14.725 en los costos de transbordo mensuales.

Se demostró que con el modelo empleado la reducción disminuyo por los valores encontrados mediante los programas utilizados, es decir que el laboratorio debe investigar nuevos modelos relacionados a la producción ya que ayuda a encontrar mejores de los problemas que existen dentro de la empresa.

Se encontraron fortalezas que la empresa puede emplear para encontrar soluciones con el problema de distribución, es decir, la empresa puede llegar a tener un espacio importante dentro de los mercados internacionales.

RECOMENDACIONES

Realizar un análisis detallado de información para respaldar el estado del arte, utilizando motores de búsqueda que faciliten la búsqueda de artículos científicos que aborden las variables de estudio, con el propósito de recopilar la información adecuada que contribuya a la ampliación del conocimiento sobre modelos de redes de distribución.

Se recomienda aprovechar culturas sólidas en software de análisis matemático, con el objetivo de diagnosticar, plantear, tabular y proporcionar soluciones de los problemas que abarcan dentro del laboratorio.

La empresa tiene destrezas en su producción y se recomienda que sean mas eficiente en la distribución, existen diferentes métodos para solventar con las soluciones que se presentan en la investigación realizada.

Se realizo un estudio y el laboratorio puede implementar diversos procesos para encontrar una óptima solución, es decir, que el estudio presentado se detalló específicamente para que el laboratorio puede incrementar su ingreso y reduciendo los costos de los transportes.

Se ejecutaron soluciones optima mediante los programas, es decir, que se solucionó el problema de la distribución, por ende, se recomienda a usar los programas de una mejor manera y ser eficiente al momento de producir y distribuir, así mismo se encontraron soluciones en los ingresos de forma efectiva.

Se recomienda al laboratorio seguir reduciendo los cosos porque actualmente se puede por los puntos de distribución ya que los transporte generan una disminución en los valores de la tarifa y de los costos de transporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aghamohamadi-Bosjin, S., Rabbani, M., & Manavizadeh, N. (2020). A hybrid metaheuristic algorithm for a data driven leagile sustainable closed-loop supply chain model under disruption risks. *Scientia Iranica*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.24200/sci.2020.53949.3506>
- Aguilar Bernal, L. A. (2023). Investigación cualitativa y cuantitativa: complementos brillantes. *Paradigmas Socio-Humanísticos*, 5(1). <https://doi.org/10.26752/revistaparadigmash.v5i1.691>
- Ahmadini, A. A. H., Modibbo, U. M., Shaikh, A. A., & Ali, I. (2021). Multi-objective optimization modelling of sustainable green supply chain in inventory and production management. *Alexandria Engineering Journal*, 60(6), 5129–5146. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.03.075>
- Al-Ashhab, M. S. (2023). A multi-objective optimization modelling for design and planning a robust closed-loop supply chain network under supplying disruption due to crises. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(3). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101909>
- Ambrosino, D., & Sciomachen, A. (2021). Impact of Externalities on the Design and Management of Multimodal Logistic Networks. *Sustainability*, 13(9), 5080. <https://doi.org/10.3390/su13095080>
- Ardianto, M. A. D., & Mudjahidin. (2021). Development of conceptual model integrated estimation system for fish growth and feed requirement in aquaculture supply chain management. *Procedia Computer Science*, 197, 461–468. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.162>
- Ashhab et al., M. S. (2023). A multi-objective optimization modelling for design and planning a robust closed-loop supply chain network under supplying disruption due to crises. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(3), 101909. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101909>
- Baghizadeh, K., Pahl, J., & Hu, G. (2021). Closed-Loop Supply Chain Design with Sustainability Aspects and Network Resilience under Uncertainty: Modelling and Application. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1–23. <https://doi.org/10.1155/2021/9951220>

- Cárdenas-Escobar, N., Moreira-Gómez, E., & García-Bustos, S. (2021). Modelo de transporte para el reabastecimiento de inventario en una red de tiendas retail. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2021-July*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.257>
- Castellanos-Pallerols et al. (2022). *Modelo de distribución minorista con un enfoque integrado de logística y marketing. The Distribution Model with an Integrated Logistics and Marketing Approach*. <https://orcid.org/0000-0002-4537-3033>
- Čech, M., & Lenort, R. (2021). MODELLING OF FINANCIAL RESOURCE ALLOCATION FOR INCREASING THE SUPPLY CHAIN RESILIENCE USING MARKOV CHAINS. *Acta Logistica*, 8(2), 141–151. <https://doi.org/10.22306/al.v8i2.213>
- Chen, Y., & Chen, H. (2022). Analysis and modeling of supply chain management of fresh products based on genetic algorithm. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 13(S1), 405–414. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01447-7>
- Chowdhury, N. R., Ahmed, M., Mahmud, P., Paul, S. K., & Liza, S. A. (2022). Modeling a sustainable vaccine supply chain for a healthcare system. *Journal of Cleaner Production*, 370, 133423. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133423>
- Davis., & Boyd, Claude. (2021). A comparison of the technical efficiency of Aquaculture Stewardship Council certified shrimp farms to non-certified farms. *Current Research in Environmental Sustainability*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2021.100069>
- De, A., Gorton, M., Hubbard, C., & Aditjandra, P. (2022). Optimization model for sustainable food supply chains: An application to Norwegian salmon. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 161, 102723. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102723>
- Dwi-Ardianto, M. Arda., & Mudjahidin. (2022). Development of conceptual model integrated estimation system for fish growth and feed requirement in aquaculture supply chain management. *Procedia Computer Science*, 197, 461–468. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.162>

- Fernández, A. J., Mariana, R., & Peña, S. (2020). *Diseño de un modelo optimizado de red de distribución multiplataforma para el análisis de caso.*
- Fiallos et al., Germán. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2491–2509. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.466
- Flores Tapia, C. E., & Flores Cevallos, K. L. (2021). Modelo de transporte aplicado a una empresa distribuidora de cemento. Caso de estudio en Ecuador. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 40, 81–95. <https://doi.org/10.5377/farem.v10i40.13046>
- Gao, C., Yang, J., Hao, T., Li, J., & Sun, J. (2021). Reconstruction of *Litopenaeus vannamei* Genome-Scale Metabolic Network Model and Nutritional Requirements Analysis of Different Shrimp Commercial Varieties. *Frontiers in Genetics*, 12. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.658109>
- García, M. M., Suárez, M., & Ii, M. (2013). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica Delphi method for the expert consultation in the scientific research. In *Revista Cubana de Salud Pública* (Vol. 39, Issue 2). <http://scielo.sld.cu>
- García Monsalve, J. J., Tumbajulca Ramírez, I. A., & Cruz Tarrillo, J. J. (2021). Innovación organizacional como factor de competitividad empresarial en mypes durante el Covid-19. *Comuni@cción: Revista de Investigación En Comunicación y Desarrollo*, 12(2). <https://doi.org/10.33595/2226-1478.12.2.500>
- Gonzabay-Crespín et al. (2021). *Dialnet-AnalisisDeLaProduccionDeCamaronEnElEcuadorParaSuEx-8094522.*
- Govindan, K., Nasr, A. K., Mostafazadeh, P., & Mina, H. (2021). Medical waste management during coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak: A mathematical programming model. *Computers & Industrial Engineering*, 162, 107668. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107668>
- Guimarães, L. R., Athayde Prata, B. De, & De Sousa, J. P. (2020). Models and algorithms for network design in urban freight distribution systems. *Transportation Research Procedia*, 47, 291–298. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.101>

- Haro-Guanga; Lascano-Mora; Paladines Zurit et al. (2020). *Dialnet- AnalisisDeLosProcesosLogisticosEnElModeloDeGestion-8955443*.
- He et al. (2022). Intelligent Selection Algorithm of Optimal Logistics Distribution Path Based on Supply Chain Technology. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9955726>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa ,cualitativa y mixta*. <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>
- Hernández Sampieri et al., R. (2014). *Metodologia_de_la_Investigacion_Sampieri. Sexta Edición*. https://www.academia.edu/24753853/Metodologia_de_la_Investigacion_Sampieri_6ta_edicion_
- Javadi Gargari, F., Sayad, M., Posht Mashhadi, S. A., Sadrnia, A., Nedjati, A., & Yousefi Golafshani, T. (2021). Five-Echelon Multiobjective Health Services Supply Chain Modeling under Disruption. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2021/5587392>
- Kohar, A., & Jakhar, S. K. (2021). A capacitated multi pickup online food delivery problem with time windows: a branch-and-cut algorithm. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04145-6>
- Liu, H., Han, Y., & Zhu, A. (2022a). Modeling supply chain viability and adaptation against underload cascading failure during the COVID-19 pandemic. *Nonlinear Dynamics*, 110(3), 2931–2947. <https://doi.org/10.1007/s11071-022-07741-8>
- Liu, H., Han, Y., & Zhu, A. (2022b). Modeling supply chain viability and adaptation against underload cascading failure during the COVID-19 pandemic. *Nonlinear Dynamics*, 110(3), 2931–2947. <https://doi.org/10.1007/s11071-022-07741-8>
- Lo, S. L. Y., How, B. S., Teng, S. Y., Lim, J. Y., Loy, A. C. M., Lam, H. L., & Sunarso, J. (2023). A novel hybrid method for constructing resilient microalgae supply chain: Integration of n-1 contingency analysis with stochastic modelling. *Journal of Cleaner Production*, 417, 137939. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137939>

- Long, Q., Song, K., & Yang, S. (2019). Semantic Modeling for the Knowledge Framework of Computational Experiments and Decision Making for Supply Chain Networks. *IEEE Access*, 7, 46363–46375. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2908979>
- Mawgoud, A. A., Taha, M. H. N., & Khalifa, N. E. (2023). A Linear Programming Methodology to Optimize Decision-Making for Ready-Mixed Cement Products: a Case Study on Egypt's New Administrative Capital. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 7(1–2), 177–190. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00282-y>
- Maya-Trujillo, T., Orjuela Castro, J. A., & Herrera, M. M. (2021). Challenges in the Modeling of Traceability in Food Supply Chains. In *Ingenieria (Colombia)* (Vol. 26, Issue 2, pp. 143–172). Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. <https://doi.org/10.14483/23448393.15975>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. In *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Mogale, D. G., De, A., Ghadge, A., & Aktas, E. (2022). Multi-objective modelling of sustainable closed-loop supply chain network with price-sensitive demand and consumer's incentives. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108105. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108105>
- Munim, Z. H., Duru, O., & Ng, A. K. Y. (2022). Transshipment port's competitiveness forecasting using analytic network process modelling. *Transport Policy*, 124, 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.07.015>
- Muyulema-Allaica, J.-C., & Rodríguez-Balón, J.-C. (2023). Redes de distribución con transbordo como elemento de resiliencia empresarial: una revisión sistemática. *Revista Científica*, 47(2), 39–54. <https://doi.org/10.14483/23448350.20430>
- Nanthasamroeng, N., Khonjun, S., Srichok, T., Pitakaso, R., Akkararungroengkul, R., Jirasirilerd, G., & Sirisan, S. (2022). Transborder logistics network design for agricultural product transportation in the Greater Mekong Subregion. *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 38(4), 245–262. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2022.10.001>

- Nguyen, T. Y., Nguyen, T. A., & Zhang, J. (2021). ASEAN logistics network model and algorithm. *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 37(3), 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2021.06.004>
- Nourifar, R., Mahdavi, I., Mahdavi-Amiri, N., & Paydar, M. M. (2018). Mathematical modelling of a decentralized multi-echelon supply chain network considering service level uncertainties. *Scientia Iranica*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.24200/sci.2018.50733.1842>
- Pérez-Iribarren, E., González-Pino, I., Azkorra-Larrinaga, Z., Odriozola-Maritorena, M., & Gómez-Arriarán, I. (2023). A mixed integer linear programming-based simple method for optimizing the design and operation of space heating and domestic hot water hybrid systems in residential buildings. *Energy Conversion and Management*, 292. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117326>
- Pulgarín-Sánchez & Mora-Coello et al. (2022). *Dialnet-ComportamientoDeLasExportacionesDeCamaronYSuIncidencia-8354931*.
- Ramírez, M., Debut, A., Alexis, F., & Rodríguez, J. (2022). Control of vibriosis in shrimp through the management of the microbiota and the immune system. In *Bionatura* (Vol. 7, Issue 2). Centro de Biotecnología y Biomedicina, Clinical Biotec. Universidad Católica del Oriente (UCO), Univesidad Yachay Tech. <https://doi.org/10.21931/RB/2022.07.02.1>
- Rodríguez, J. V., Cómbita Niño, J. P., Parra Negrete, K. A., Mercado, D. C., & Fontalvo, L. A. (2022). Optimization of the distribution logistics network: a case study of the metalworking industry in Colombia. *Procedia Computer Science*, 198, 524–529. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.280>
- Sandoval Forero, E. A. (2024). Metodología para la Revisión Sistemática de Literatura Crítica sobre los Desarrollos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 1007–1025. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10546
- Santabárbara, et al, Javier. (2019). Cálculo del intervalo de confianza para los coeficientes de correlación mediante sintaxis en SPSS. *REIRE Revista D´Innovación i Recerca En Educació*, 12 (2). <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.228245>

- Shin, H. S., Montachana Chimborazo, M. E., Escobar Rivas, J. M., Lorenzo-Felipe, Á., Martínez Soler, M., Zamorano Serrano, M. J., Fernández Martín, J., Ramírez Artiles, J. S., Peñate Sánchez, A., Lorenzo Navarro, J., Intriago Díaz, W., Torres, R., Reyes Abad, E., & Afonso López, J. M. (2023). Genetic parameters for growth and morphological traits of the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* from a selective breeding programme in the industrial sector of Ecuador. *Aquaculture Reports*, 31, 101649. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101649>
- Singh, A., Lim, W. M., Jha, S., Kumar, S., & Ciasullo, M. V. (2023). The state of the art of strategic leadership. *Journal of Business Research*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113676>
ssrn-4342914. (n.d.).
- Taghikhah, F., Voinov, A., Shukla, N., Filatova, T., & Anufriev, M. (2021). Integrated modeling of extended agro-food supply chains: A systems approach. *European Journal of Operational Research*, 288(3), 852–868. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.06.036>
- Villamarín Padilla, J. Margoth., Aguilar Miranda, G. Javier., Llamuca Llamuca, J. Luis., & Villacrés Suárez, W. Humberto. (2019). Modelo matemático de transporte para una empresa comercializadora de combustibles, usando programación lineal. *Visionario Digital*, 3(2), 63–81. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v3i2.394>
- Villegas Jiménez, E., Madrigal Sánchez, J., & Dirnberger, J. (2020). Producción inteligente: Diseño de un modelo para el proceso de implementación de Cadenas de Suministros Inteligentes. *Revista Tecnología En Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i7.5480>
- Vivar-Astudillo, A. Y., Erazo-Álvarez, J. C., & Narváez-Zurita, C. I. (2020). La cadena de valor como herramienta generadora de ventajas competitivas para la Industria Acuícola. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(10), 4. <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i10.686>
- Ye, Y., Zhu, B., Zhang, J., Yang, Y., Tian, J., Xu, W., Du, X., Huang, Y., Li, Y., & Zhao, Y. (2023). Comparison of Growth Performance and Biochemical Components between Low-Salinity-Tolerant Hybrid and Normal Variety of Pacific White Shrimp (*Penaeus vannamei*). *Animals*, 13(18), 2837. <https://doi.org/10.3390/ani13182837>

ANEXOS

Anexo A: Validación del instrumento

Validación de Instrumento por Experto 4

Nombre de instrumento: Cuestionario para la mejora de la logística de distribución de larvas de camarón

Objetivo: Conocer la percepción de los operadores de las herramientas para la mejora de la logística de distribución de la producción de larvas de camarón

Dirigido a: Trabajadores del laboratorio Larpen S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD

Grado académico del experto evaluador: Doctor en Ciencia Ambiental

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)


Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
✓		

La Libertad, 29 de Mayo del 2025


Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD
C.I. 0909254260
Experto 4

Validación de Instrumento por Experto 1

Nombre de instrumento: Cuestionario para la mejora de la logística de distribución de larvas de camarón

Objetivo: Conocer la percepción de los operadores de las herramientas para la mejora de la logística de distribución de la producción de larvas de camarón

Dirigido a: Trabajadores del laboratorio Larpen S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: Ing. Alejandro Cossentino Veliz Aguayo, PhD

Grado académica del experto evaluador: Doctor de Ciencia Técnicas

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)


Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: 63 años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
X		

La Libertad, Mayo del 2025

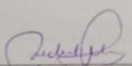

Ing. Alejandro Veliz Aguayo
C.I. 0708182280
Experto 1

Validación de instrumento por Experto 2

Nombre de instrumento: Cuestionario para la mejora de la logística de distribución de larvas de camarón
Objetivo: Conocer la percepción de los operadores de las herramientas para la mejora de la logística de distribución de la producción de larvas de camarón
Dirigido a: Trabajadores del laboratorio Larpen S.A.
Apellidos y nombres del evaluador: Ing. Richard Muñoz Bravo, MGTR.
Grado académico del experto evaluador: Magister en Sistema Integrado de Gestión
Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)
Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena
Tiempo de experiencia profesional en el área: años
Valoración:

Bueno	Regular	Malo
✓		

La Libertad, 29 de Mayo del 2025

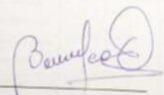

Ing. Richard Muñoz Bravo, MGTR.
C.I. 092258731
Experto 2

Validación de instrumento por Experto 5

Nombre de instrumento: Cuestionario para la mejora de la logística de distribución de larvas de camarón
Objetivo: Conocer la percepción de los operadores de las herramientas para la mejora de la logística de distribución de la producción de larvas de camarón
Dirigido a: Trabajadores del laboratorio Larpen S.A.
Apellidos y nombres del evaluador: ING. MARCO BERMEO GARCIA, MSC.
Grado académico del experto evaluador: Doctor en Ciencia Ambiental, Doctor de ingeniería
Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)
Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena
Tiempo de experiencia profesional en el área: años
Valoración:

Bueno	Regular	Malo
✓		

La Libertad, 29 de Mayo del 2025


ING. MARCO BERMEO GARCIA, MSC.
C.I. 1207326813
Experto 5

Anexo B: Carta de aceptación de empresa



La Libertad, 18 de diciembre del 2024

Ing. Moreno Alcívar Lucrecia Cristina

DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Presente. –

De mis consideraciones:

La Empresa Larpen S.A., por medio de la presente, damos respuesta a la solicitud emitida el día 17 de diciembre del presente año, es muy grato informarle que aceptamos al estudiante: DE LA CRUZ PANCHANA CÉSAR AUGUSTO con C.I. 2400364598, para que realice su trabajo de Titulación Integrado Curricular denominado "DISEÑO DE UN MODELO LOGÍSTICO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LARVAS EN EL LABORATORIO LARPEN S.A., COMUNA MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA", de igual forma indicamos que participara de actividades internas para enriquecer sus conocimientos en el ámbito empresarial.

KEVIN POZO

Anexo C: Cuestionario

ANEXO 2. CUESTIONARIO DE RECOLECCIONES DE DATOS

Nombre: Ing. Gerardo Antonio Herrera Bernal, PhD Área de distribución: Cédula: 0909224260
 Sexo: Masculino Edad: 42 Fecha: 2018

Instrucciones: (Entrevista) Indicar, según corresponda, la mejor del proceso logístico mediante la metodología de programación lineal

Marcar solo una puntuación de la escala que corresponda por cada ítem

Variable / Dimensiones / Indicadores / Ítems	ESCALA			
	1 (SI)	2 (ALGUNA VEZ)	3 (NUNCA)	4 (NO)
Variable Independiente: Diseño de un modelo logístico				
Indicador: Nº de rutas optimizadas (planificadas)				
Dimensión 1: Planificación de rutas				
1. ¿Cuántas rutas optimizadas diseñó el último mes?				
2. ¿Con qué frecuencia actualizó esas rutas durante ese periodo?	1	2	3	
Indicador: Cobertura de puntos críticos				
3. ¿Qué porcentaje de puntos críticos cubren en su plan?	1	2	3	
4. ¿En qué medida considera que cubren los puntos de mayor riesgo?	1	2	3	
Dimensión 2: Gestión de inventarios				
Indicador: Proceso de registro de stock				
5. ¿Cuál fue la diferencia porcentual entre registro teórico y común real?	1	2	3	
6. ¿Con qué frecuencia detectó discrepancias?	1	2	3	
Indicador: Frecuencia de actualización del inventario				
7. ¿Cada cuánto actualiza el registro de existencias?	1	2	3	
8. ¿Cuántas veces en 3 meses realizó ajustes de stock?	1	2	3	
Dimensión 3: Programación de envíos				
Indicador: Cumplimiento de cronogramas de despacho				
9. ¿Cuántas veces reprogramó envíos por falta de stock?	1	2	3	
Indicador: Flexibilidad en la reprogramación				
10. ¿Con qué rapidez puede reprogramar un envío (horas)?	1	2	3	
11. ¿Cuál es la variación promedio en días entre fechas inicial y nueva?	1	2	3	
Dimensión 4: Condiciones de transporte				
Indicador: Mantenimiento de la temperatura óptima				
12. ¿Con qué frecuencia se registra temperatura recomendada?	1	2	3	
13. ¿Cuántas incidencias de temperatura fuera de rango hubo en 6 meses?	1	2	3	
Indicador: Nivel de oxigenación durante el traslado				
14. ¿Qué % de envíos mantiene el nivel de oxígeno estándar?	1	2	3	
15. ¿En cuántos envíos se detectaron niveles críticos de oxígeno?	1	2	3	
Variable Dependiente: Distribución de larvas				
Dimensión 1: Puntualidad de entrega				
Indicador: Registro de incidencias y alertas				
16. ¿Qué % de alertas recibió respuesta en 3 horas?	1	2	3	
Indicador: % de entregas a tiempo				
17. ¿Qué % de envíos llegó en la fecha programada el último mes?	1	2	3	
Indicador: Tiempo promedio de retraso				
18. ¿Cuál fue el retraso medio (horas) de envíos atrasados?	1	2	3	
Dimensión 2: Tasa de supervivencia				
Indicador: % de larvas vivas al llegar				
19. ¿Cuál fue el % de larvas vivas en el último envío?	1	2	3	
20. ¿Cuántas veces la supervivencia cayó <math>< 90</math> % en el último mes?	1	2	3	
Indicador: Mortalidad durante el transporte				
21. ¿Se ha reducido el tiempo total para completar un producto?	1	2	3	
Dimensión 3: Costo logístico por envío				
Indicador: Costo promedio por envío (USD)				
22. ¿Cuál fue el costo total del último envío?	1	2	3	
23. ¿Cómo varió el costo promedio en 3 meses?	1	2	3	
Indicador: Desviación presupuestaria				
24. ¿En qué % se excedió o redujo el costo real vs. presupuesto?	1	2	3	
25. ¿Cuántas veces hubo desviaciones > 5 %?	1	2	3	
Dimensión 4: Cobertura de destinos				
Indicador: % de puntos atendidos vs. Planificados				
26. ¿Qué proporción de puntos programados se atendió?	1	2	3	
27. ¿Se ha reducido el costo de materia prima en su proceso?	1	2	3	
Indicador: Amplitud geográfica de la red				
28. ¿Cuántas localidades nuevas se incorporaron en 6 meses?	1	2	3	
29. ¿En qué regiones se concentró el mayor número de entregas?	1	2	3	

Anexo D: Visita a la empresa



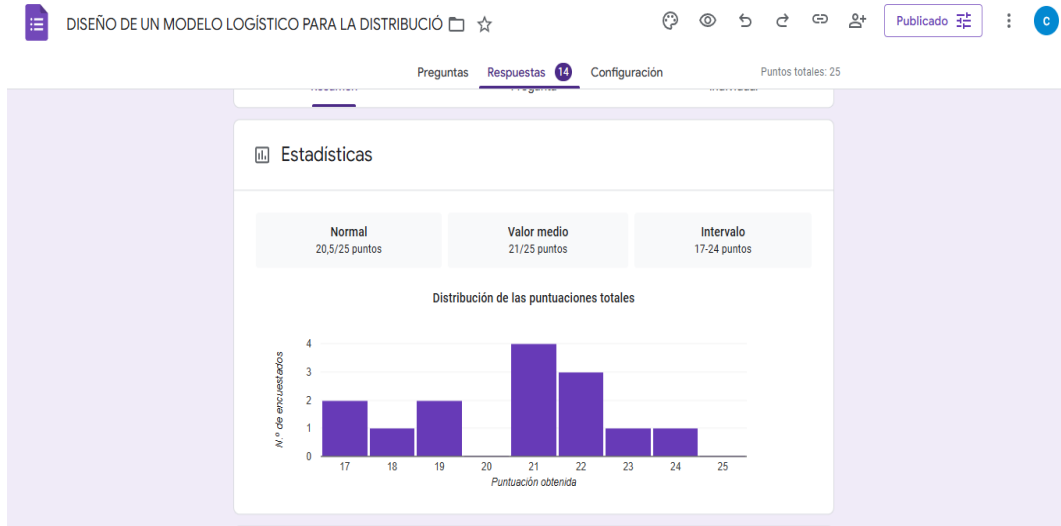
Anexo E: Alimentación de los nauplios



Anexo F: Separación de las larvas hembras y macho



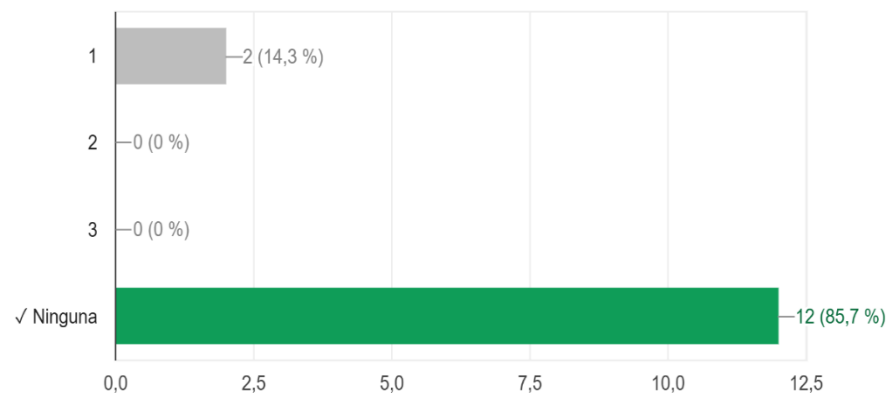
Anexo G: Evidencia de la recolección de datos



G1: Pregunta 1

Variable Independiente: Diseño de un modelo logístico 1 ¿Cuántas rutas optimizadas se diseñaron los últimos meses?

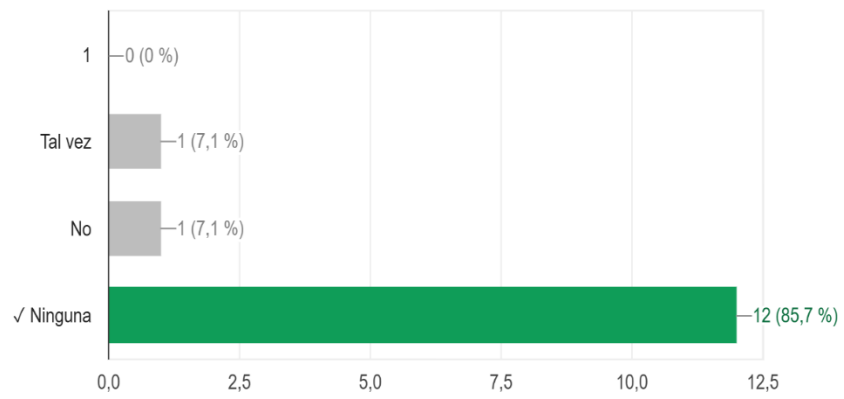
12 de 14 respuestas correctas



G2: Pregunta 2

2 ¿Con qué frecuencia actualizo esas rutas durante ese periodo?

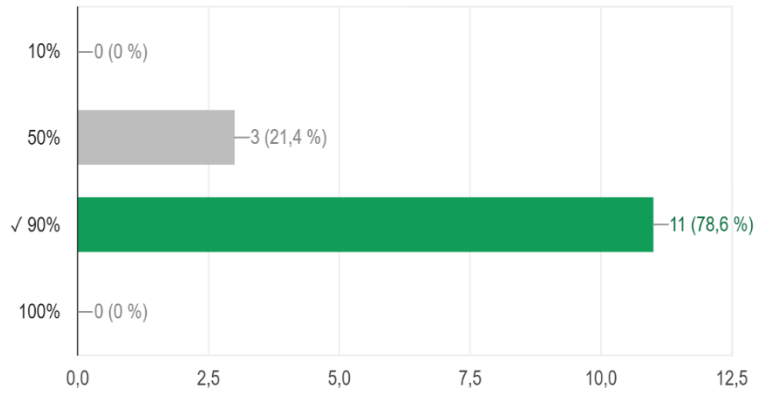
12 de 14 respuestas correctas



G3: Pregunta 3

3 ¿Qué porcentaje de puntos críticos incluyó en su plan?

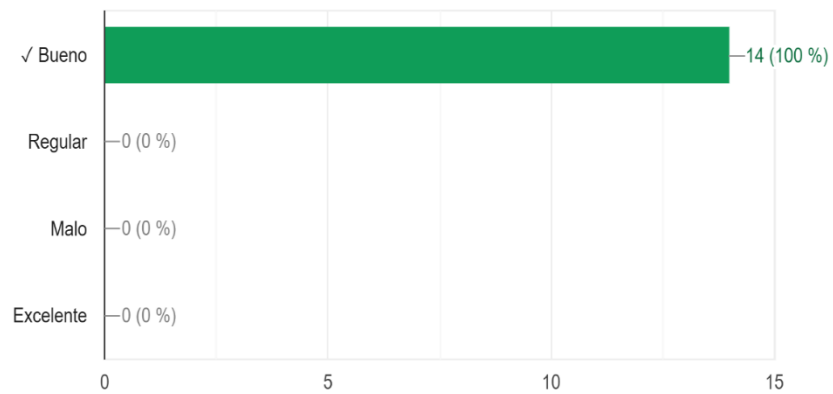
11 de 14 respuestas correctas



G4: Pregunta 4

4 ¿En qué medida considera que cubrió los puntos de mayor riesgo?

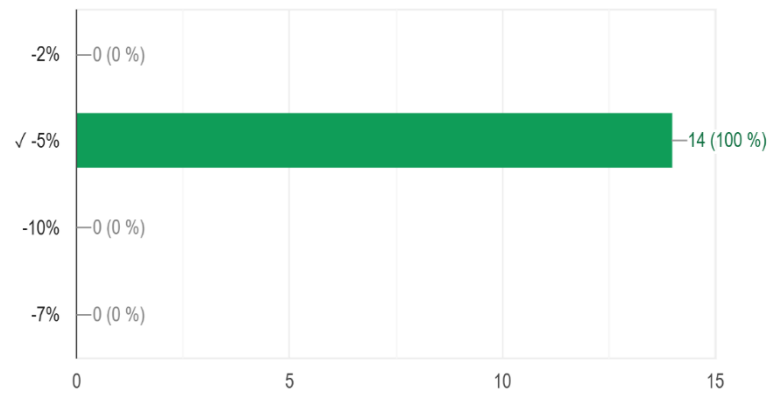
14 de 14 respuestas correctas



G5: Pregunta 5

5 ¿Cuál fue la diferencia porcentual entre registro teórico y conteo real?

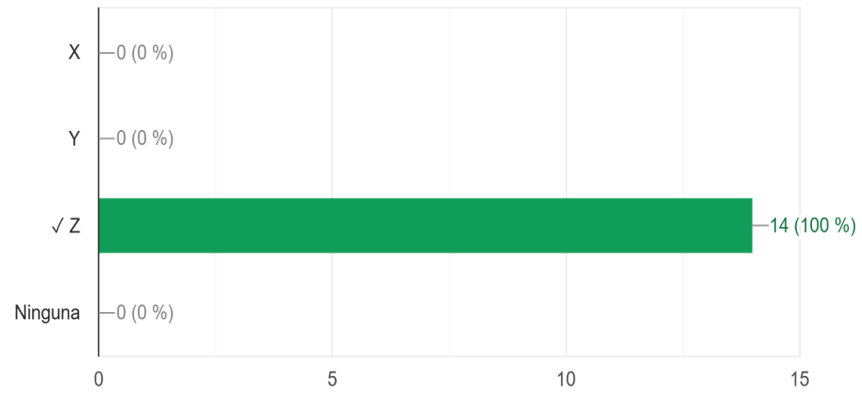
14 de 14 respuestas correctas



G6: Pregunta 6

6 ¿Con qué frecuencia o símbolo se la conoce la discrepancias?

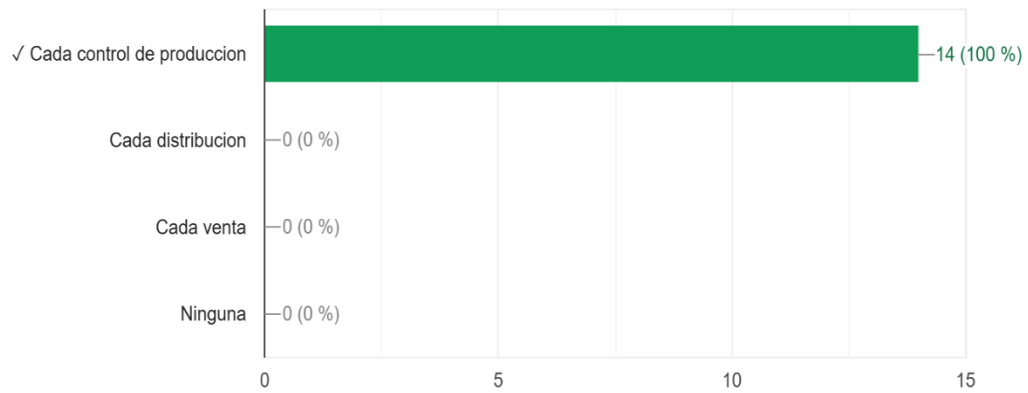
14 de 14 respuestas correctas



G7: Pregunta 7

7 ¿Cada cuánto actualiza el registro de existencias?

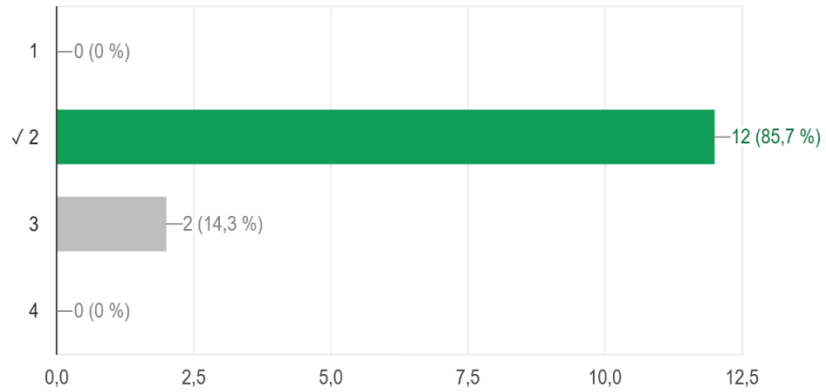
14 de 14 respuestas correctas



G8: Pregunta 8

8 ¿Cuántas veces en 3 meses realizó ajustes de stock?

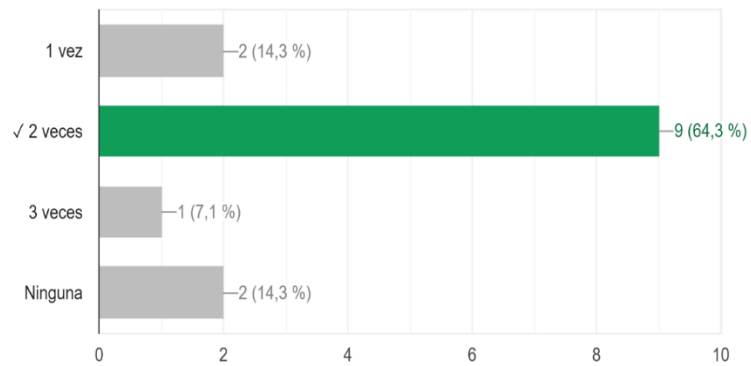
12 de 14 respuestas correctas



G9: Pregunta 9

9 ¿Cuántas veces reprogramó envíos por falta de stock?

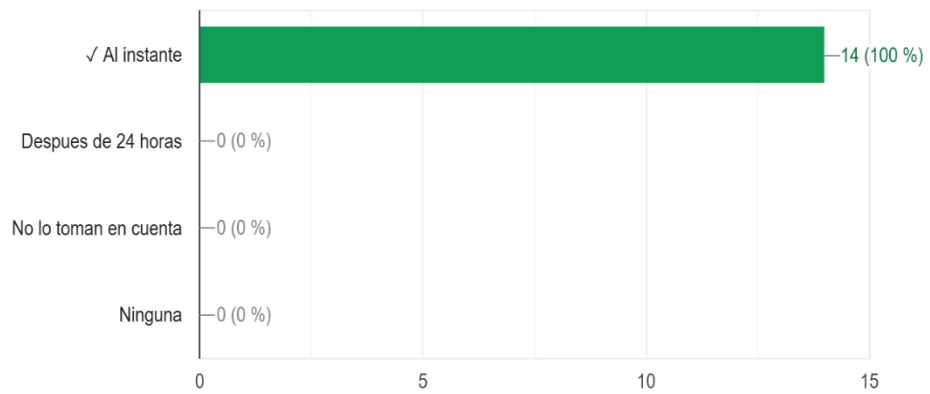
9 de 14 respuestas correctas



G10: Pregunta 10

10 ¿Con qué rapidez puede reprogramar un envío (horas)?

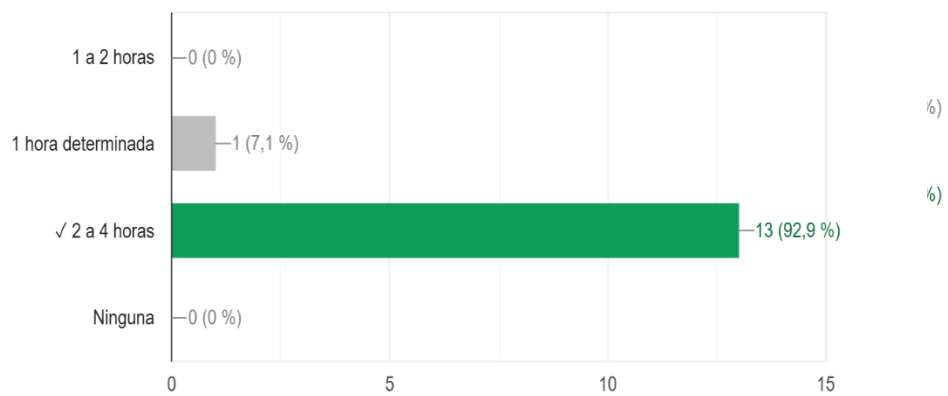
14 de 14 respuestas correctas



G11: Pregunta 11

12 ¿Con qué frecuencia se registró temperatura recomendada?

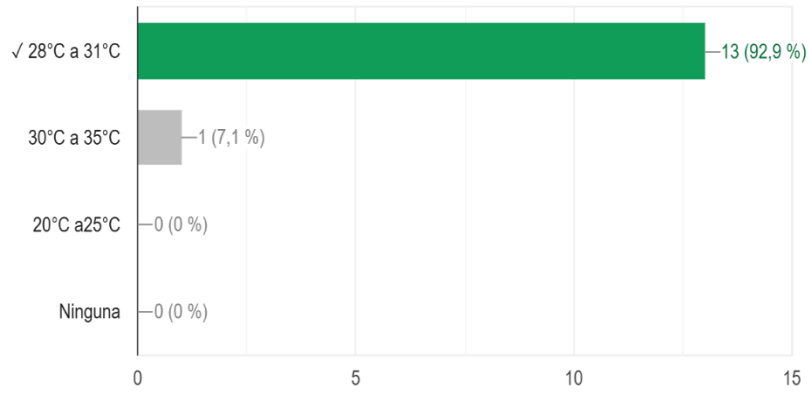
13 de 14 respuestas correctas



G12: Pregunta 12

13 ¿Cuántos incidentes de temperatura fuera de rango hubo en 6 meses?

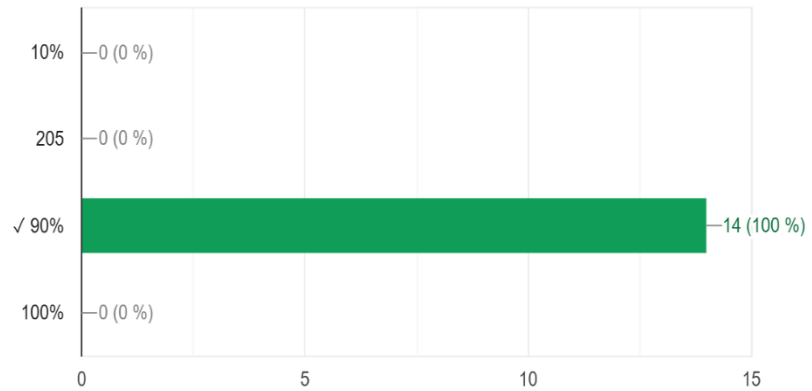
13 de 14 respuestas correctas



G14: Pregunta 14

14 ¿Qué % de envíos mantuvo el nivel de oxígeno estándar?

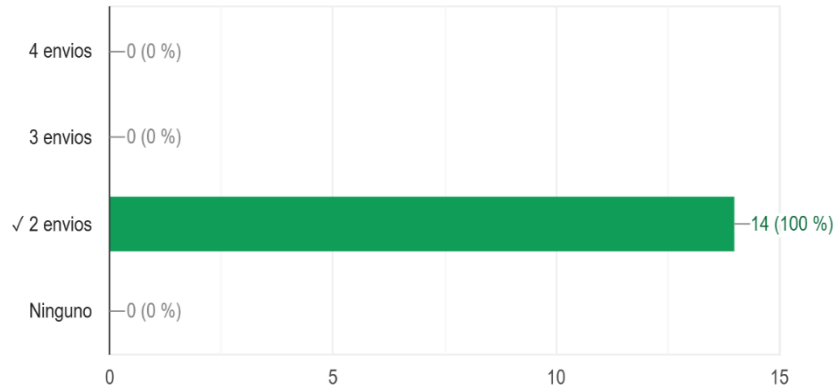
14 de 14 respuestas correctas



G15: Pregunta 15

15 ¿En cuántos envíos se detectaron niveles críticos de oxígeno?

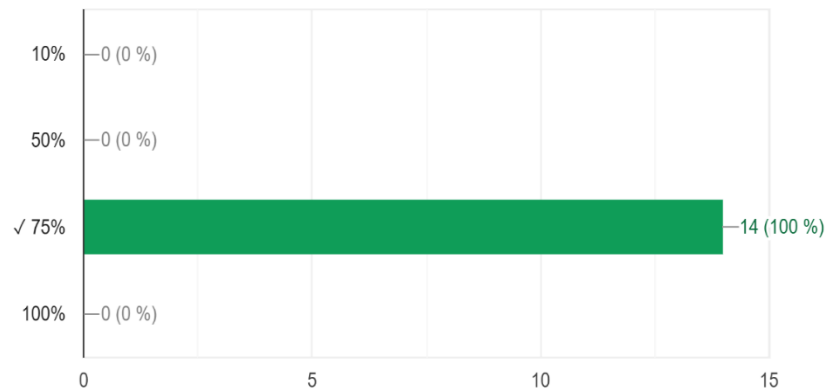
14 de 14 respuestas correctas



G16: Pregunta 16

Variable Dependiente: Distribución de larvas 16 ¿Qué % de alertas recibió respuesta en ≤ 1 hora?

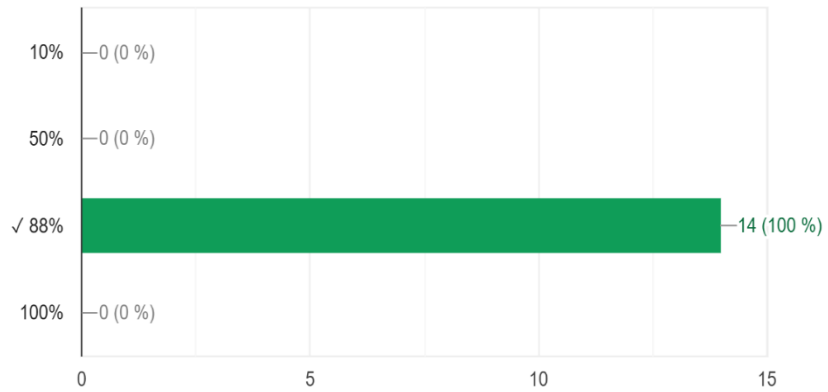
14 de 14 respuestas correctas



G17: Pregunta 17

17 ¿Qué % de envíos llegó en la fecha programada el último mes?

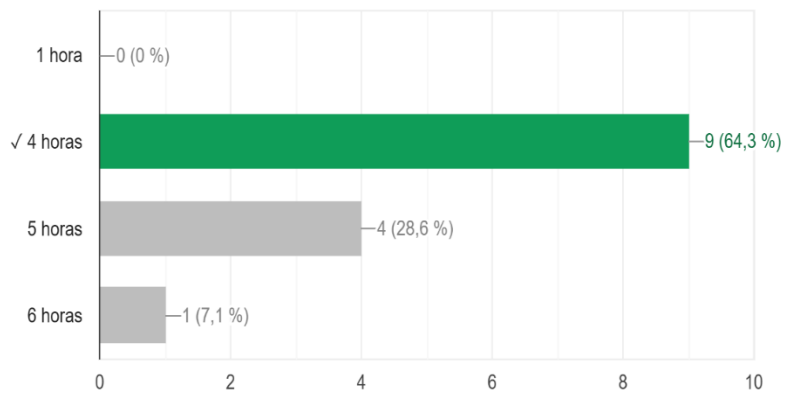
14 de 14 respuestas correctas



G18: Pregunta 18

18 ¿Cuál fue el retraso medio (horas) de envíos atrasados?

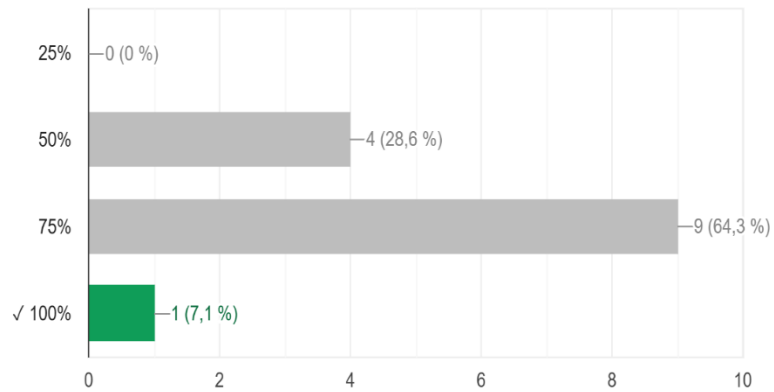
9 de 14 respuestas correctas



G19: Pregunta 19

19 ¿Cuál fue el % de larvas vivas en el último envío?

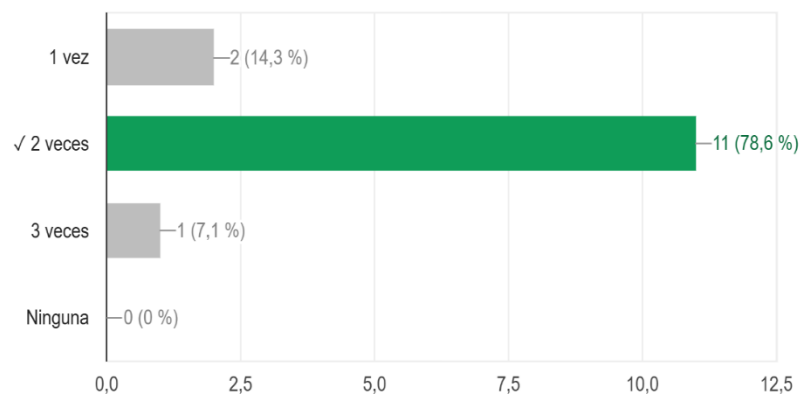
1 de 14 respuestas correctas



G20: Pregunta 20

20 ¿Cuántas veces la supervivencia cayó <90 % en el último mes?

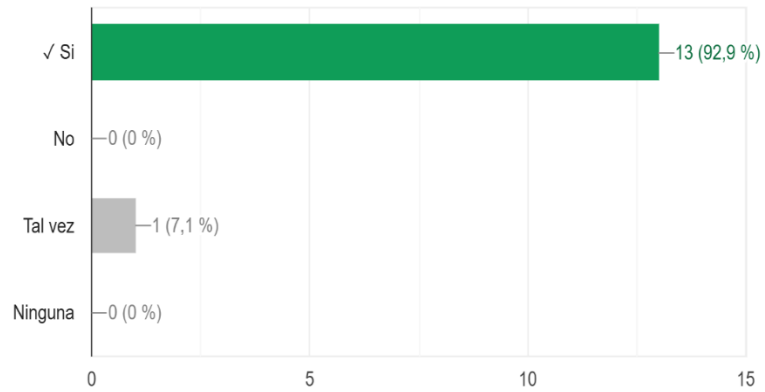
11 de 14 respuestas correctas



G21: Pregunta 21

21 ¿Se ha reducido el tiempo total para completar un producto?

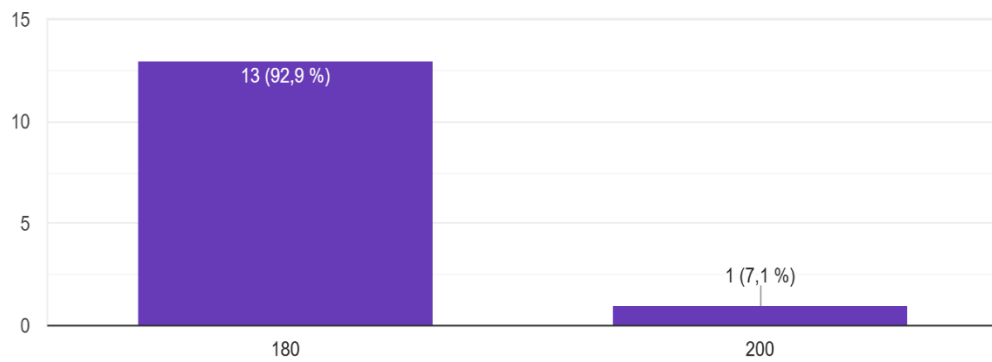
13 de 14 respuestas correctas



G22: Pregunta 22

22 ¿Cuál fue el costo total del último envío?

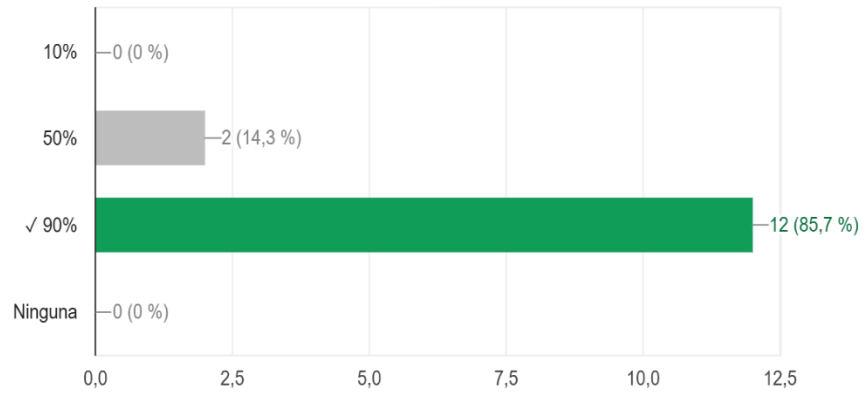
14 respuestas



G23: Pregunta 23

23 ¿Qué proporción de puntos programados se atendió?

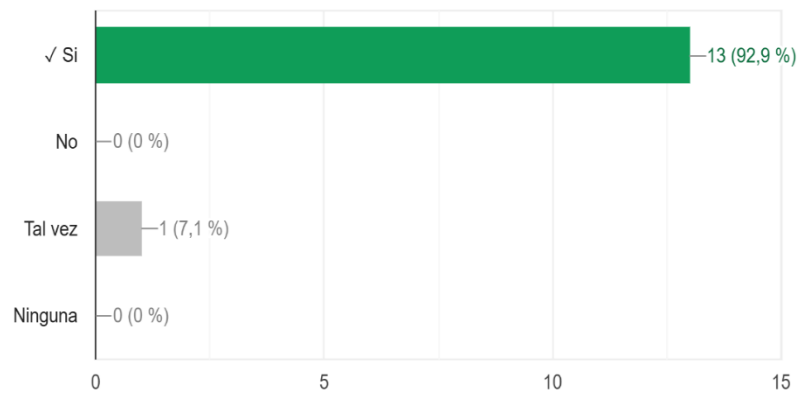
12 de 14 respuestas correctas



G24: Pregunta 24

24 ¿Se ha reducido el costo de materia prima en su proceso?

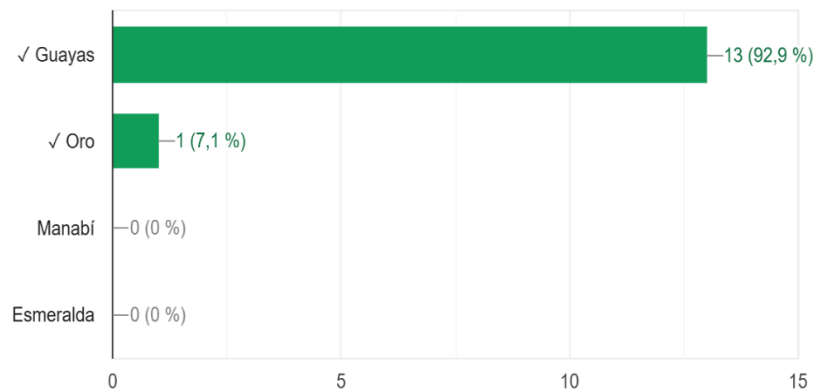
13 de 14 respuestas correctas



G25: Pregunta 25

25 ¿En qué regiones se concentró el mayor número de entregas?

14 de 14 respuestas correctas



Anexo H: Confiabilidad del instrumento

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

Fiabilidad

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

Casos	Válido	N	%
		14	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	14	100,0

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

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,836	20

Anexo I: Tabulación de datos en el software SPSS – 25

Encuesta Cesar De La Cruz.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	P1	Númérico	8	0	¿cuántas rutas ...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
2	P2	Númérico	8	0	Con que frecue...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
3	P3	Númérico	8	0	¿Qué porcentaj...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
4	P4	Númérico	8	0	¿En qué medid...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
5	P5	Númérico	8	0	¿Cuál fue la dif...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
6	P6	Númérico	8	0	¿Con qué frequ...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7	P7	Númérico	8	0	¿Cada cuánto ...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
8	P8	Númérico	8	0	¿Cuántas vece...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
9	P9	Númérico	8	0	¿Qué % de env...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	P10	Númérico	8	0	¿Cuántas vece...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
11	P11	Númérico	8	0	¿Con qué rapid...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
12	P12	Númérico	8	0	¿Cuál es la vari...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
13	P13	Númérico	8	0	¿Qué proporció...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
14	P14	Númérico	8	0	¿Cuántos punt...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
15	P15	Númérico	8	0	¿Cuántas locali...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
16	P16	Númérico	8	0	¿En qué region...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
17	P17	Númérico	8	0	En escala 1-5, ...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
18	P18	Númérico	8	0	¿Con qué prob...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
19	P19	Númérico	8	0	¿Ha reportado ...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
20	P20	Númérico	8	0	"sí", ¿quedó sat...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
21	VI	Númérico	8	2		Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Nominal	Entrada
22	VD	Númérico	8	2		Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Nominal	Entrada
23											
24											

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON 23:37 10/6/2025

Anexo J: Distribución de laboratorio periodo 2022-2023

DISTRIBUCIÓN AÑO 2022-2023

