



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

TEMA:

“MODELADO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN
DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN, EMPRESA
CULTIVO MARINO CULMARINSA S.A., CANTÓN SALINAS,
ECUADOR”

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

AUTOR:

RICARDO POZO KEVIN PAUL

TUTOR:

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE MGTR.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“MODELADO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA
DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE
CAMARÓN, EMPRESA CULTIVO MARINO
CULMARINSA S.A, CANTÓN SALINAS, ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

RICARDO POZO KEVIN PAUL

TUTOR:

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE MGTR.

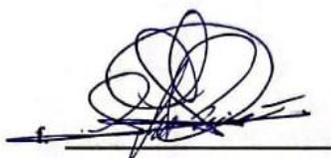
LA LIBERTAD, ECUADOR

2023

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Ricardo Pozo Kevin Paul**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR



Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe Mgtr.

DIRECTOR DE LA CARRERA



Ing. Reyes Soriano Franklin Enrique Mgtr.

La Libertad, a los 13 días del mes de diciembre del año 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR



APROBACIÓN DEL TUTOR



Ing.

Edison Buenaño Buenaño, Mgtr.

TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Trabajo de Integración Curricular "MODELADO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN, EMPRESA CULTIVO MARINO CULMARINSA S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR", elaborado por el Sr. Ricardo Pozo Kevin Paul, con cedula de identidad 2450489972, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Edison Noe Buenaño Buenaño".

f. _____
Ing. Edison Noe Buenaño Buenaño Mgtr.

La Libertad, a los 13 días del mes de diciembre del año 2023

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Ricardo Pozo Kevin Paul**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Modelado de una red logística para la distribución de la producción de larvas de camarón, Empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., Cantón Salinas, Ecuador**, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi/nuestra total autoría.

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

La Libertad, a los 13 días del mes de diciembre del año 2023

AUTOR

f. 

Ricardo Pozo Kevin Paul

AUTORIZACIÓN

Yo, Ricardo Pozo Kevin Paul

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena la publicación en la biblioteca de la Institución del trabajo de Titulación, **Modelado de una red logística para la distribución de la producción de larvas de camarón, empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., cantón Salinas, Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/muestra exclusiva responsabilidad autoría.

La Libertad, a los 13 días del mes de diciembre del año 2023

AUTOR

f. 

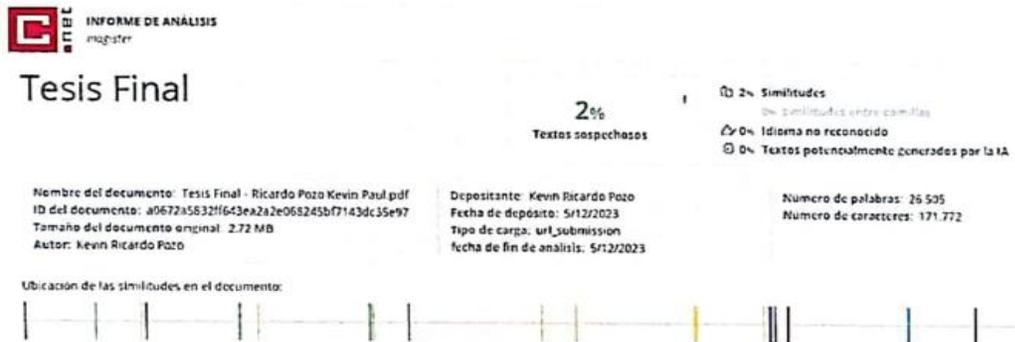
Ricardo Pozo Kevin Paul

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**MODELADO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN, EMPRESA CULTIVO MARINO CULMARINSA S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR**” elaborado por el estudiante **RICARDO POZO KEVIN PAUL**, egresado de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permitió declarar que una vez analizando en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requisitos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 2% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud



Atentamente,

TUTOR

Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe Mgtr.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Salinas, 11 de diciembre del 2023

CERTIFICADO GRAMATOLÓGICO

Yo, NANCY TERESA MUÑOZ VERA, MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN DE LA EDUCACIÓN, con registro de la SENESCYT No. 6043147062, 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 **“MODELADO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN, EMPRESA CULTIVO MARINO CULMARINSA S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR”**. Elaborado por RICARDO POZO KEVIN PAUL 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,



NANCY TERESA MUÑOZ VERA, MSc.

C.I.: 0907260897

SENECYT REGISTRO No. 6043147062

CORREO: teremunoz_123@hotmail.com

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi guía y conducirme siempre al camino del bien, por la bendición de gozar buena salud y ser mi fortaleza para vencer cualquier obstáculo de mi vida.

Agradezco a mis padres Alfonso Ricardo y Alexandra Pozo por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi etapa universitaria, así como a mis hermanos Wellington, Vanessa y Melanie por alentarme en los momentos más difíciles durante mi carrera profesional.

Reconozco la labor de los profesores por las enseñanzas y conocimientos fundamentales para mi desarrollo profesional.

Agradezco a mis amigos Jean, Orly, Jordán, Henry y a todos aquellos con quienes compartí experiencias tanto dentro como fuera de las aulas. Su apoyo, amabilidad y compañía fue fundamental en los momentos de estrés, alegría y sacrificio para poder culminar esta meta.

A la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., por su valiosa colaboración para hacer posible este trabajo de investigación.

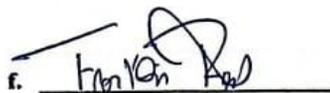
Kevin Paul Ricardo Pozo

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico en primer lugar a Dios por la fortaleza, sabiduría y guía en mi etapa profesional, a mis padres por ser siempre ese apoyo incondicional y haberme alentado a perseguir mis sueños. A los amigos que conocí durante la etapa universitaria por ayudarnos en los momentos de dificultades. A mis demás familiares porque también son parte de esta travesía.

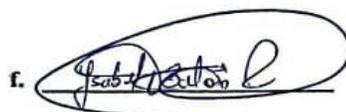
Kevin Paul Ricardo Pozo

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Reyes Soriano Franklin Enrique, Mgtr.

DIRECTOR DE CARRERA

f. 

Ing. Balón Ramos Isabel Del Rocio, Mgtr.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, Mgtr.

DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Muyulema Alca Juan Carlos, MEng.

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.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS.....	xxi
RESUMEN.....	xxii
ABSTRACT	xxiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	9
MARCO TEÓRICO	9
1.1. Antecedentes investigativos.....	9
1.2. Estado del arte	11
1.2.1. Variable independiente: revisión de modelos logísticos.....	26

1.2.2. Variable dependiente: producción de larvas de camarón.....	29
1.3. Fundamentos teóricos	35
1.4. Recapitulación del capítulo I.....	36
CAPITULO II	37
MARCO METODOLÓGICO	37
2.1. Enfoque de la investigación	37
2.2. Diseño de investigación	37
2.3. Marco metodológico	39
2.4. Procedimiento metodológico	43
2.5. Método, técnica e instrumentos de recolección de datos	44
2.5.1. Entrevista.....	46
2.5.2. Censo.....	46
2.5.3. Técnica de recopilación de información	47
2.5.4. Instrumentos para la recolección de datos	48
2.6. Operacionalización de las variables.....	50
2.7. Procedimiento para la recolección de datos	52
2.8. Plan de análisis e interpretación de resultados.....	52
2.9. Recapitulación del capítulo II	55
CAPITULO III.....	56
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
3.1. Descripción de la empresa	56
3.1.1. Generalidades	56
3.1.2. Organización estructural	58

3.1.3. Descripción del proceso productivo.....	59
3.2. Marco de resultados	61
3.2.1. Resultados de la entrevista	61
3.2.2. Validez del instrumento	63
3.2.3. Resultados y análisis del censo	65
3.2.4. Análisis de fiabilidad Alpha de Cronbach	66
3.2.5. Verificación de hipótesis mediante el análisis de varianza: Pearson	68
3.2.6. Diagnóstico actual del sistema de distribución en el laboratorio	70
3.2.7. Descripción del sistema de rutas de distribución	71
3.3. Propuesta de mejora en el proceso de distribución del laboratorio.....	78
3.3.1. Modelación matemática de la red de distribución	82
3.3.2. Presupuesto para la implementación de la red de distribución	92
3.4. Marco de discusión	94
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Palabras claves más relevantes durante 2019-2023	15
Tabla 2: Países con mayores publicaciones de artículos durante 2019-2023	17
Tabla 3: Instituciones con mayores publicaciones de artículos durante 2019-2023.....	18
Tabla 4: Matriz referencial de artículos que detallan los modelados (variable independiente)	20
Tabla 5: Matriz proceso jerárquico método AHP	26
Tabla 6: Países con mayores publicaciones de artículos durante 2019-2023	30
Tabla 7: Instituciones con mayores publicaciones de artículos durante 2019-2023.....	31
Tabla 8: Matriz referencial de artículos que detallan (variable dependiente).....	32
Tabla 9: Censo realizado al personal de distintos departamentos.....	47
Tabla 10: Operacionalización de las variables.....	50
Tabla 11: Plan de análisis e interpretación de resultados	53
Tabla 12: Clientes o destinos finales donde se distribuyen las larvas de camarón	60
Tabla 13: Capacidad de producción del laboratorio	62
Tabla 14: Resultados obtenidos mediante la técnica de recopilación	62
Tabla 15: Revisión por expertos para su respectiva valoración del instrumento.....	64
Tabla 16: Análisis de frecuencia de las rondas de validación	64
Tabla 17: Matriz de resultados.....	65
Tabla 18: Procesamientos de casos	67
Tabla 19: Evaluación de fiabilidad Alfa de Cronbach.....	67
Tabla 20: Tabla de correlación de las dos variables	70

Tabla 21: Tabla de producción y costos de transporte.....	79
Tabla 22: Tabla de producción y costos de transporte (O – T).....	81
Tabla 23: Costo de transporte desde nodos de trasbordo a destinatarios (T – D).....	81
Tabla 24: Cantidad optimizada de unidades de larvas de camarón desde el nodo (O – T)	88
Tabla 25: Cantidad y costo ideal de unidades de larvas de camarón desde el nodo (T - D)	89
Tabla 26: Costo minimizado del modelo propuesto de la red de distribución.....	90
Tabla 27: Presupuesto para la implementación del proyecto de investigación.....	92
Tabla 28: Cálculos del tiempo de recuperación de la inversión (VAN, TIR, PR).....	93
Tabla 29: Tipo de transporte para la distribución de larvas.....	121
Tabla 30: Implementación de la red logística	122
Tabla 31: Precio del millar de larvas de camarón.....	123
Tabla 32: Costo de transporte de larvas de camarón desde la empresa a los centros de distribución.....	124
Tabla 33: Costo de transporte de larvas de camarón desde los centros de distribución hasta los clientes.....	126
Tabla 34: Cantidad de millares que venden a cada cliente	127
Tabla 35: Tipo de vehículo que utiliza la empresa en la distribución de las larvas.....	128
Tabla 36: Optimización en la distribución logística	129
Tabla 37: Abastecimiento de producción.....	130
Tabla 38: Disponibilidad de stock	131
Tabla 39: Principal problema que existe en la empresa.....	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Ishikawa mediante estratificación.....	5
Figura 2: Diagrama de flujo de la problemática investigativa.....	6
Figura 3: Línea de acción metodológica (Análisis Bibliométrico).....	13
Figura 4: Red correlación entre palabras claves	14
Figura 5: Red correlación entre países con más publicaciones	16
Figura 6: Red correlación entre organizaciones con más publicaciones	18
Figura 7: Metodologías empleadas en los artículos científicos	24
Figura 8: Herramientas que se utilizan en la modelación de redes logísticas.....	25
Figura 9: Red correlación entre países con más publicaciones (variable dependiente)..	29
Figura 10: Red correlación entre organizaciones con más publicaciones	31
Figura 11: Porcentajes de provincias dedicadas a la acuicultura en Ecuador.....	35
Figura 12: Diseño de la investigación.....	38
Figura 13: Modelo de trasbordo	40
Figura 14: Modelo de un problema de transporte.....	41
Figura 15: Metodología del proceso metodológico de la red de distribución	43
Figura 16: Organización para la recolección de datos.....	45
Figura 17: Estructura del método de Delphi.....	48
Figura 18: Laboratorio de larvas Cultivo Marino Culmarinsa S.A.	56
Figura 19: Ubicación geográfica del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.....	57
Figura 20: Organigrama del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.....	58

Figura 21: Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.....	68
Figura 22: Problemas detectados en el diagnóstico actual	71
Figura 23: Ruta de distribución cliente número uno.....	72
Figura 24: Ruta de distribución cliente número dos	73
Figura 25: Ruta de distribución cliente número tres.....	73
Figura 26: Ruta de distribución cliente número cuatro.....	74
Figura 27: Ruta de distribución cliente número cinco.....	74
Figura 28: Ruta de distribución cliente número seis	75
Figura 29: Ruta de distribución cliente número siete	75
Figura 30: Ruta de distribución cliente número ocho.....	76
Figura 31: Ruta de distribución cliente número nueve.....	76
Figura 32: Ruta de distribución cliente número diez.....	77
Figura 33: Esquema de ruta de distribución con trasbordo en la empresa	80
Figura 34: Solución del modelado en programa computacional Lingo 20.0.....	85
Figura 35: Solución del modelado en programa computacional Lingo 20.0.....	85
Figura 36: Capacidad del laboratorio	86
Figura 37: Cantidad de demanda requeridas por cada cliente final.....	86
Figura 38: Precio de transbordo desde (O1 - T1 a T2) y capacidad de demanda de cada almacén	87
Figura 39: Precio desde el trasbordo desde los nodos de trasbordo hasta los nodos de origen.....	87
Figura 40: Cantidad de propuesta de demandas a enviar desde (T – D)	88

Figura 41: Modelo propuesto de la red de distribución de larvas de camarón	91
Figura 42: Costo actual y propuesto de la red de distribución.....	91
Figura 43: Tipo de transporte para la distribución de larvas	121
Figura 44: Tipo de transporte para la distribución de larvas	123
Figura 45: Precio del millar de larvas de camarón	124
Figura 46: Costo de transporte de larvas de camarón desde la empresa a los centros de distribución.....	125
Figura 47: Costo de transporte de larvas de camarón desde los centros de distribución hasta los clientes finales	126
Figura 48: Cantidad de millares que venden a cada cliente.....	127
Figura 49: Tipo de vehículo que utiliza la empresa en la distribución de las larvas	128
Figura 50: Optimización en la distribución logística.....	130
Figura 51: Abastecimiento de producción	131
Figura 52: Disponibilidad de stock	132
Figura 53: Principal problema que existe en la empresa	133

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Análisis de bibliometría en el software Vosviewer	109
Anexo B: Proceso analítico de jerarquía (AHP).....	110
Anexo C: Cuestionario de entrevista.....	111
Anexo D: Cuestionario de censo	112
Anexo E: Formato de validación del instrumento por expertos (censo)	115
Anexo F: Solicitud para realizar el estudio en la empresa	117
Anexo G: Evidencia de la recolección de datos	118
Anexo H: Visita a la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A.....	118
Anexo I: Tabulación de datos en el software SPSS – 25	120
Anexo J: Resultados y análisis del censo	121
Anexo K: Cálculo de Fiabilidad y comprobación de hipótesis en SPSS – 25	134

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

MT: Toneladas métricas

CR: Razón de consistencia

PCM: Pares de comparación de matrices

“MODELADO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN, EMPRESA CULTIVO MARINO CULMARINSA S.A, CANTÓN SALINAS, ECUADOR”

Autor: Ricardo Pozo Kevin Paul

Tutor: Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe

RESUMEN

Este proyecto de investigación, se fundamenta en el diseño de una red de distribución para fortalecer los nexos más débiles en la producción y distribución de larvas de camarón en el sector de la larvicultura que permitirá minimizar los costos de transporte e incrementar la rentabilidad en las empresas. La cadena de suministro (SC) comprende todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación desde la materia prima hasta que el producto llega al usuario final, consta de tres partes fundamentales: suministro, fabricación y distribución, 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 Cultivo Marino Culmarinsa S.A., emplazado en el cantón Salinas, Provincia de Santa Elena. 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: entrevista al gerente general y el censo a los jefes y operarios de cada departamento 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)

MODELING OF A LOGISTICS NETWORK FOR THE DISTRIBUTION OF SHRIMP LARVAE PRODUCTION, EMPRESA CULTIVO MARINO CULMARINSA S.A, CANTON SALINAS, ECUADOR"

Autor: Ricardo Pozo Kevin Paul

Tutor: Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe

ABSTRACT

This research 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 minimize transportation costs and increase the profitability of companies. The supply chain (SC) comprises all activities related to the flow and transformation from the raw material until the product reaches the end user, it consists of three fundamental parts: supply, manufacturing and distribution, among these activities is transportation, therefore, the design of delivery routes is one of the most critical operational functions faced by organizations. The purpose of this project is to develop a logistics model for the production and distribution of shrimp larvae in the Culmarinsa S.A. Marine Cultivation Laboratory, located in Salinas, Santa Elena Province. The methodology used in the research is descriptive and correlational, based on the quantitative approach, data collection techniques were applied, such as: interviewing the general manager and the census of the heads and operators of each department of the company, whose results allowed identifying the variables and restrictions for the mathematical modeling. The Lingo 20.0 computational tool was used to analyze the linear programming calculations, which made it possible to identify the most efficient distribution routes, thus minimizing the company's transportation costs.

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

INTRODUCCIÓN

La logística a nivel global es un proceso estratégico que permite aumentar la competitividad en el mercado, desempeña un papel fundamental en la cadena de suministro ya que se encarga de planificar, implementar y controlar de manera eficiente el flujo de bienes, servicios y recursos desde el punto de origen hasta el punto de consumo garantizando una gestión fluida y coordinada de los elementos clave en la distribución, contribuye directamente en aumentar la eficiencia y rentabilidad de las operaciones comerciales, al mismo tiempo que impulsa el progreso en diversos países alrededor del mundo (Aboul-Atta & Yara-Lebody, 2023).

En Latinoamérica la producción y distribución del camarón en Ecuador, Brasil, Venezuela, Perú, Honduras, Guatemala, la distribución del camarón es una de las principales fuentes de ingresos económicos es por eso que se hace énfasis de llevar a cabo mejores prácticas de modelos de cadenas de suministros (Ramón-Sánchez et al., 2023). Ecuador emplea la logística y distribución de productos de diferentes sectores económicos como son: el sector petrolero, seguido en segundo lugar las industrias camaroneras con un aporte del 24% en la economía del país, y por último el sector bananero con el 18% (Freitas et al., 2021).

En la provincia de Santa Elena, los laboratorios utilizan un método de transporte con trasbordo que influye directamente en el manejo de abastecimiento y distribución del producto final, se consideran factores que influyen en el incremento de la rentabilidad en la empresa los cuáles son: la temperatura, el tiempo de transporte y la manipulación del producto, sin embargo, el uso de rutas transitadas para el transporte genera un mayor tiempo de distribución a las camaroneras es por eso que diseñar un modelo de distribución nos permitirá diferenciar las rutas óptimas para la distribución y así reducir costos de transporte (Dávila-López et al., 2019).

En el desarrollo de la investigación, se emplearán diversas técnicas de análisis que permitirán optimizar la cadena de suministro como: entrevista y censo que por medio del instrumento (cuestionario) nos servirá de gran ayuda para recopilar información y conocer la situación actual de la empresa y así abordar las problemáticas que existan en ella. Dichas

herramientas también nos permitirán conocer aspectos relevantes como la población o personal que labora en el laboratorio Cultivo Marino S.A.

El laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A, ubicado en el cantón Salinas, se especializa en la producción y venta de larvas de camarón. Actualmente, siembra aproximadamente 37 millones de nauplios al mes, generando una cosecha mensual de 34 millones de postlarvas de *Penaeus Vannamei*. La empresa solo distribuye a nivel nacional a empresas camaroneras del Guayas y El Oro, siendo Guayas con mayor cantidad de clientes. El precio por millar de larvas de camarón varía según la demanda de los clientes y se establece en \$2,15. La empresa cuenta con dos almacenes temporales cerca de sus instalaciones, con capacidades de 16 y 18 tinajas de postlarvas respectivamente. El envío del producto final se realiza en tanques tipo tina, cada uno con capacidad para 1 millón de larvas.

En el Capítulo I, se analizaron las fuentes más relevantes a través de la revisión de artículos y revistas científicas para sustentar el estado del arte mediante un análisis bibliométrico. El Capítulo II aborda la metodología utilizada en el alcance de investigación siendo de tipo descriptiva y correlacional, basada en el enfoque cuantitativo. Para la recopilación de datos se incluyó una entrevista al gerente y el censo a los jefes y operarios de cada departamento de la empresa. En el Capítulo III, se presentan los resultados del trabajo, que incluyen el análisis de la propuesta de la cadena de suministro y el modelado de la red logística. Estos resultados buscan beneficiar a la empresa al reducir los costos de transbordo y así cumplir los objetivos establecidos en el trabajo de titulación.

Planteamiento del Problema

A nivel mundial las organizaciones se encuentran en constante cambio, donde los clientes exigen niveles cada vez más dinámicos es por eso que las cadenas de suministros (SC) juega un papel muy importante en el abordaje de los desafíos empresariales, ya que están en búsqueda constante de estrategias innovadoras para optimizar sus operaciones logísticas y mantener su competitividad en el mercado actual (Abideen et al., 2023).

En Latinoamérica la logística de las organizaciones desempeña un papel esencial en la economía de cualquier nación, especialmente en la actualidad, donde los efectos de la globalización han conectado los mercados de diversos modelos económicos, contribuyendo al crecimiento de cada región, la logística se vislumbra como la columna vertebral del desarrollo de cada país convirtiéndose en un impulsor clave para la creación de nuevas infraestructuras logrando aumentar la competitividad y reducción de tiempos y costos (Capurro Tapia et al., 2020).

Lange & Daduna, (2023) plantean una solución óptima para resolver el método de Weber en redes logísticas y de servicios, todo esto surge a partir de las problemáticas que surgen en las rutas de transporte, este modelo se plantea en dos situaciones, aspectos estratégicos que vienen hacer la ubicación de las instalaciones y aspecto tácticos/operativos que es la asignación de la programación en la toma de decisiones, este método se también es utilizado para la maximización de ingresos económicos y la minimización del número de camiones que generan costos.

La acuicultura en Ecuador pertenece a uno de los sectores estratégicos que mayor grado de importancia y crecimiento tiene para la economía ecuatoriana con un PIB total de 2,08% en el año 2022, siendo el camarón el producto principal que se deriva de este sector económico, en la provincia de Santa Elena este sector representa el 0,87% de la cartera bruta en la banca privada y el 1,70% en la banca pública (SuperIntendencia de Bancos, 2022).

El problema radica en diseñar una cadena robusta de distribución que optimice los recursos disponibles y minimice los costos, al mismo tiempo que asegure la distribución hacia los puntos finales, mejorando la eficiencia de las empresas. En la provincia de Santa Elena, se encuentran diversas playas que han propiciado el desarrollo de la acuicultura, especialmente en la producción de nauplios y larvas de camarón. Sin embargo, se enfrentan a un problema de distribución, lo que resulta pérdida de recursos para las empresas (Paredes Floril et al., 2022).

A continuación, se detallan los principales problemas que enfrenta la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., en la distribución de larvas de camarón, dichos problemas fueron detectados mediante las visitas realizadas a la empresa.

Gestión de la demanda

En la producción de larvas de camarón, se observan variaciones estacionales y fluctuaciones significativas, lo que implica diseñar un sistema de distribución flexible y adaptable a dichas variaciones. La carencia de una gestión adecuada de la demanda podría traducirse en un uso ineficiente de los recursos de transporte, generando costos superiores a los necesarios. La empresa emite mensualmente diez pedidos para atender a diez clientes distribuidos en cantones de dos provincias. Sin embargo, se presentan ocasiones en las que los clientes demandan un número mayor de pedidos. En este contexto, la falta de flexibilidad en el sistema de distribución podría representar un desafío, afectando la eficiencia operativa y generando mayores costos logísticos.

Retrasos en la entrega al no contar con rutas de distribución eficientes

Los retrasos en la entrega en logística pueden tener varias consecuencias negativas tanto para la empresa como para los clientes. Los retrasos en la entrega pueden generar frustración y malestar en los clientes, especialmente si depende de los productos o servicios para sus propias operaciones o necesidades. La empresa al no contar con rutas óptimas de distribución genera desafíos en la programación de entregas, debido a que existen rutas de acceso con menor y mayor distancia, o también vías en condiciones deficientes lo que ocasiona los retrasos de entrega.

Exceso de capacidad al trasladar

Si una empresa mantiene constantemente una capacidad logística que supera sus necesidades, se verá obligada a asumir costos adicionales para gestionar y distribuir esa capacidad excedente. En el laboratorio el producto final se traslada en tanques tipos tinas cuya capacidad es de 1000000 de larvas, pero existen varios casos que se trasladan hasta 1300000 excediendo su capacidad a los camiones.

Costos de transporte elevados ya que la empresa no cuenta con vehículos propios

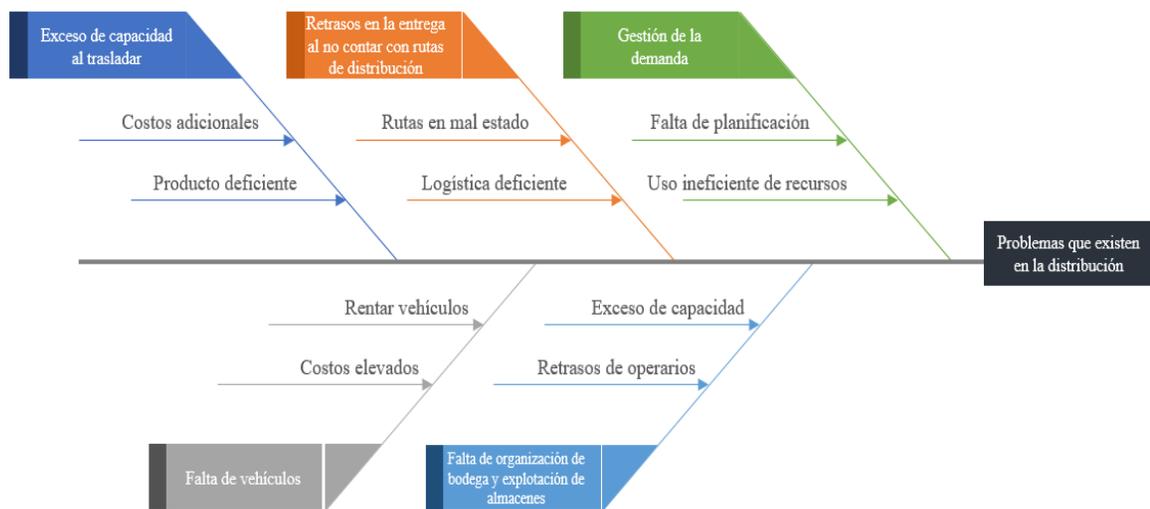
La empresa al no contar con vehículos propio tiene que recurrir a servicios de transporte externos o vehículos de alquiler, generando costos adicionales del 2% más del precio actual reduciendo los márgenes de beneficio en el laboratorio.

Falta de organización en la bodega de insumos y almacenes

Esto ocurre cuando un trabajador se dirige al área de bodega a buscar cualquier tipo de insumo y al no contar con una buena organización del área existen pérdidas de tiempo. Así mismo en las bodegas de almacenamientos temporales existen ocasiones donde los almacenes exceden su capacidad.

A continuación, en la Figura 1 se muestra de manera detallada y resumida las problemáticas que existen en el laboratorio

Figura 1: Diagrama de Ishikawa mediante estratificación



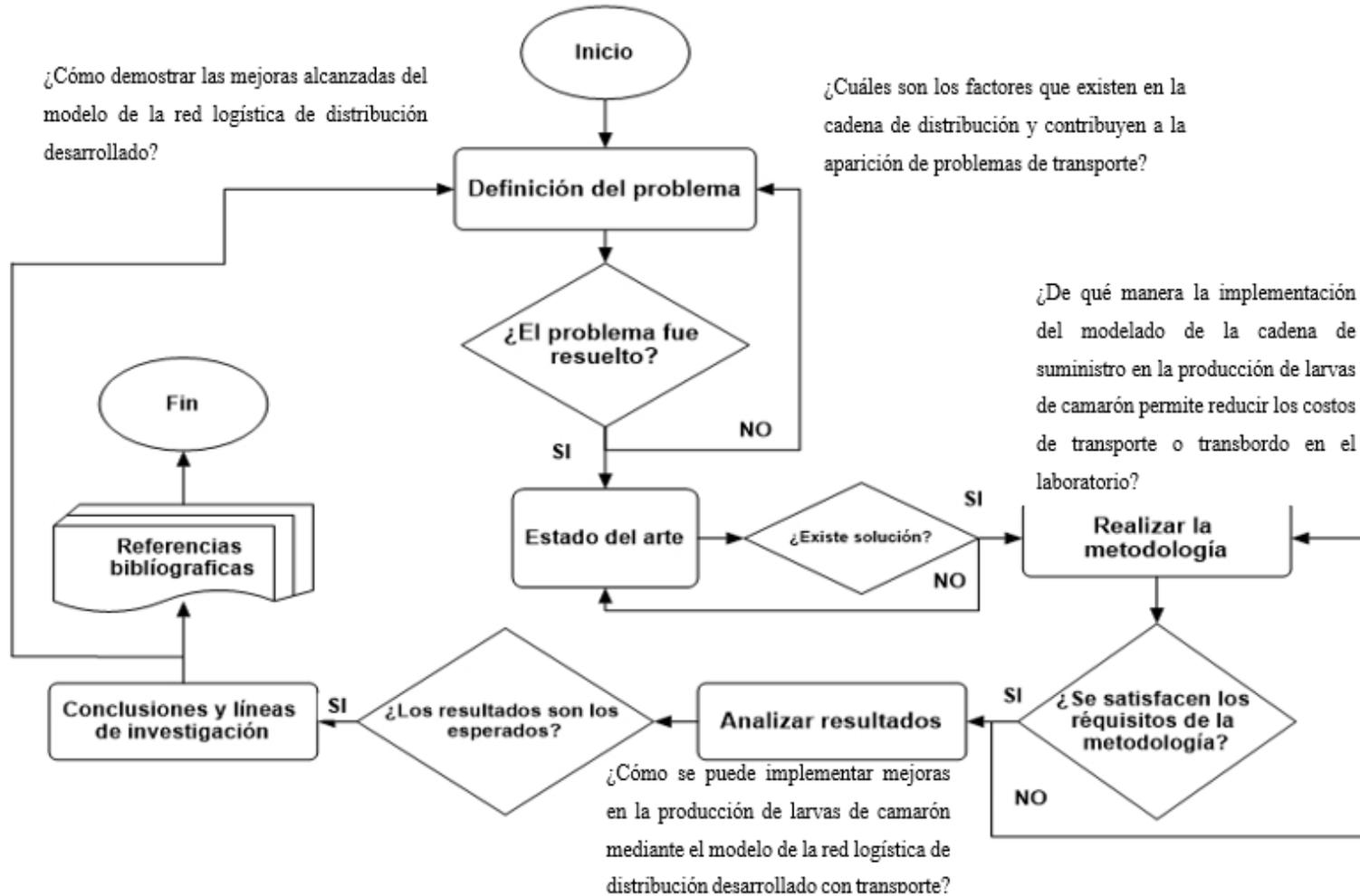
Nota: Elaborado por el autor

Formulación del problema de investigación

¿El diseño de una red logística para la distribución de larvas de camarón permite reducir los costos de transbordo en el Laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., ubicado en el Cantón Salinas, provincia de Santa Elena?

En la siguiente figura 2, se detalla el diagrama de flujo de la problemática que surge en la presente investigación.

Figura 2: Diagrama de flujo de la problemática investigativa



Nota: Elaborado por el autor

Alcance de la Investigación

El diseño de un modelado de transporte en la cadena de distribución permite optimizar o minimizar los costos de distribución, asegurando la disponibilidad de unidades, logrando un equilibrio satisfactorio a la demanda real y así mejorar la cadena de distribución (Munim et al., 2022). Para evidenciar los resultados de la investigación se planteó el modelado de la red de distribución en el software lingo 20 el cual nos permite diferenciar las rutas óptimas que permitirán reducir los costos de transbordo en la empresa.

La investigación tiene como propósito principal modelar la red logística de distribución de larvas de camarón (*Penaeus Vannamei*) producidas en el laboratorio Cultivo Marino S.A., un adecuado diseño de red logística permite a la empresa establecer relaciones efectivas y eficientes con sus clientes y no solo aborda el problema sino también constituye la sostenibilidad aplicando estrategias capaces de mejorar la eficiencia, disminuir costos y fortalecer la imagen corporativa de la empresa.

Los beneficiarios directos mediante la implementación de la red de distribución involucran a varios departamentos y equipos de la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., principalmente a la alta gerencia ya que ayuda a la toma de decisiones estratégicas para incrementar la rentabilidad y eficiencia en la empresa.

Justificación de la Investigación

La presente investigación determino la relevancia de la creación del modelado de la cadena de suministro en el laboratorio de larvas Cultivo Marino Culmarinsa S.A. Para lograrlo, fue necesario determinar la situación actual para luego proponer mejoras mediante un modelo de optimización que pueda ser utilizado en futuras investigaciones.

Desarrollar un modelo de distribución en el laboratorio es esencial para garantizar condiciones óptimas de distribución, mejorar la eficiencia operativa y promover el éxito empresarial. Para abordar el tema de estudio en la presente investigación se ajustaron a las necesidades que presenta el laboratorio, el cual permitirá desarrollar un modelo logístico específico con trasbordo para la distribución de las larvas de camarón, dicho modelo

permitirá analizar y comprender mejor los diferentes componentes y etapas del proceso, siendo posible identificar las mejores rutas para la distribución.

Objetivos:

Objetivo General

Modelar una red logística para la distribución de la producción de larvas de camarón, empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., cantón Salinas, Ecuador.

Objetivos Específicos

- Revisar las bases teóricas, basadas en una metodología de análisis bibliométrico, estableciendo el sustento del estado del arte entre la cadena de distribución en la producción de larvas de camarón.
- Establecer la metodología, mediante el uso de técnicas e instrumentos para el diagnóstico de la situación actual de la red de distribución en el laboratorio de larvas de camarón.
- Demostrar un modelo de red de distribución, basado en la investigación de operaciones, para disminuir los costos de transbordo en el laboratorio Cultivo Marino S.A, cantón Salinas, Ecuador.

El objetivo de este estudio es generar nuevas perspectivas y conocimientos que puedan beneficiar a las empresas. Esto se lograría mediante el desarrollo del modelo logístico de distribución propuesto, que buscan mejorar la gestión de la cadena de suministro en el Laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

La acuicultura es considerada a nivel mundial como fuente primaria en la economía, representa aproximadamente el 83% de toda la producción de camarones cultivados. La mayor parte de la producción se concentra en algunos países de América Latina y el sudeste asiático, como Ecuador, Tailandia, Vietnam, India, Indonesia y China. Aunque China es el principal productor mundial de camarones patiblancos, la mayoría de su producción se destina al consumo interno y el resto de la producción se utiliza principalmente para abastecer los mercados globales, especialmente en la Unión Europea, Estados Unidos y Japón (Davis & Boyd, 2021).

La especie acuícola más cultivada a nivel global es el camarón blanco (*Penaeus vannamei*) con una producción anual de 5,8 millones de toneladas, en el año 2022 Ecuador fue líder mundial en el cultivo de larvas de camarón, produciendo más de 1,2 millones de toneladas, generando grandes ingresos económicos para el ministerio de acuicultura, el 48% del peso total del animal corresponde a la carne de *P. Vannamei*, seguido por el cefalotórax con un 39%, el exoesqueleto con un 11%, y la cola representa solamente el 2%. (Shin et al., 2023).

Ecuador inicia sus actividades acuícolas a partir del año 1968, en donde pequeños acuicultores descubren estanques de las larvas de camarón, en la década del año 2000, el país se convierte en el mayor exportador del cetáceo, las principales provincias con mayor producción son las siguientes: El Oro con un 40,7%, Guayas 40,1% y Manabí con el 8,5% esto es debido a las condiciones climáticas como un factor importante en la producción del camarón. Hoy en día el país es considerado como uno de las más importantes productores y exportadores de camarón (Novillo et al., 2021).

Una cadena de suministro precisa la existencia de nexos entre todos sus participantes para asegurar el suministro eficiente y efectivo de bienes y servicios al consumidor final., involucra actividades como el transporte, almacenamiento, gestión de

inventarios y coordinación de diferentes centros de distribución, con el objetivo de maximizar la eficiencia y la satisfacción del cliente (Agarwal et al., 2022).

En los modelos matemáticos de logística, se toman en cuenta decisiones estratégicas y tácticas con el objetivo de determinar la mejor ubicación para instalar centros de distribución y asignar minoristas a dichos centros. Además, se establece la frecuencia de las órdenes en cada centro de distribución y se definen los niveles de inventario para minimizar el costo total de la operación (Cuervo Cruz et al., 2022).

Actualmente, Ecuador ha experimentado muchos cambios, lo que ha llevado a las empresas a buscar mejoras e innovaciones en sus procesos, maquinaria, productos y transporte. Además, se espera un alto nivel de exigencia a los proveedores en términos de recepción de materia prima y entrega de productos terminados. Toda empresa, independientemente de su tamaño, necesita planificar un flujo de trabajo continuo para evitar consecuencias negativas para el negocio (Rodríguez et al., 2022).

Nanthasamroeng et al., (2022) desarrolló un modelado de una red logística para el transporte de productos agrícolas en el comercio internacional. En este estudio los productos finales se transportaban desde una cooperativa agrícola hasta un mercado extranjero final donde había pérdidas de ganancias ya que no constaban con una red de distribución adecuadamente. Se aplicó la metodología utilizando el método VaNSAS que consta de cuatro pasos para la realización del modelado de la red, la problemática en este estudio fueron los sitios de ubicaciones de transbordo ya que afectaban a la logística, lo cual tuvieron que realizar una reorganización y un nuevo modelado de la cadena de suministro.

Para el año (2021) Nguyen planteó una red logística de los centros de distribución en los países de la (ASEAN), utilizando algoritmos matemáticos para establecer la localización de nodos de la red logística, planteó las respectivas restricciones para el desarrollo logístico encontrando la resolución del problema de transporte, utilizaron el software MATLAB R2014 que ejecuta la resolución para resolver problemas de transporte (Nguyen et al., 2021).

La empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., forma parte de la industria camaronera del Ecuador, consta de criaderos de camarones, donde se reproducen y crían camarones jóvenes hasta que alcanzan la etapa de nauplios o postlarvas, atiende a múltiples empresas camaroneras y asociaciones en las provincias costeras.

1.2. Estado del arte

El estado de arte en investigaciones es indagar, buscar e ir tras las fuentes de información desde donde parte el tema de estudio, permite al investigador realizar la búsqueda de documentos, artículos que permitirán abordar el tema de estudio, es decir dar veracidad a dicho tema de estudio. El estado del arte cumple varios principios en una investigación: finalidad, coherencia, fidelidad, integración y comprensión (Singh et al., 2023).

El análisis bibliométrico es una técnica ampliamente reconocida y precisa para evaluar grandes conjuntos de datos científicos. Este enfoque permite comprender detalladamente la evolución de un campo de investigación y al mismo tiempo identificar fuentes de información, empleando el análisis bibliométrico en las investigaciones permite analizar las fuentes de información de países, autores que más publican y proporcionar una visión general de la metodología bibliométrica, se centra especialmente en sus diversas técnicas, presentando una guía detallada y confiable para llevar a cabo análisis bibliométricos de manera rigurosa y segura (Donthu et al., 2021).

En la revisión de la literatura se expone la metodología del análisis bibliométrico en el estado de arte sobre la cadena de suministro optimizada, se realizó una búsqueda de publicaciones con un intervalo entre los años 2019 al 2023, la información recopilada para la presente investigación fueron artículos científicos donde se realizó la búsqueda en Scopus y Dimensions ya que estas plataformas permite la facilidad al investigador de poder recopilar la información necesaria de las variables de estudio.

Para una búsqueda detallada se aplicaron varios filtros para reducir la cantidad de la información: primero se escogió la opción a los artículos como tipos de documentos a elegir, para el segundo filtro se seleccionó la opción de títulos y resúmenes, luego la opción de los artículos publicados en los últimos años con un intervalo del 2019 a 2023,

seguido del filtro de acceso abierto el cual nos permite encontrar artículos científicos completamente gratis e incluso poderlos descargar y por último filtro elegir la opción de área temática de ingeniería.

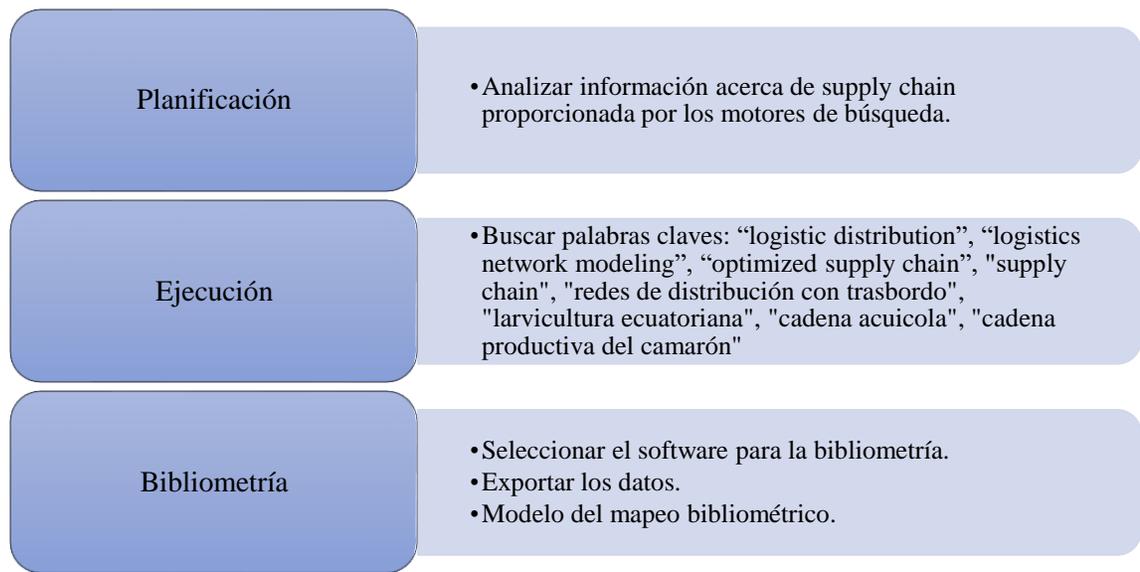
La metodología empleada en el análisis bibliométrico en la presente investigación se llevó a cabo aplicando criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los artículos que contengan el tema de estudio los cuales se basan en las siguientes fases: (I) planificación, donde se incluyó la revisión de temas relacionados en el caso de estudio supply chain modeling y larvicultura ecuatoriana; (II) la revisión en los buscadores mediante las palabras claves “supply chain”, “optimized supply chain”, “logistic distribution”, “logistics network modeling”, “redes de distribución con trasbordo”, “larvicultura ecuatoriana” “cadena productiva del camarón” y para la conexión de palabras se emplearon los operadores and y or; (III) análisis bibliométrico en el software Vosviewer en donde se analizó la bibliometría de palabras claves, la bibliometría de las organizaciones más importantes y los países con mayores publicaciones.

Para llevar a cabo el análisis bibliométrico en la presente investigación, se empleó el software Vosviewer. Este programa brinda a los investigadores la capacidad de construir redes bibliométricas que facilitan el análisis detallado de información entre diferentes tipos de autores, documentos y fuentes, así como explorar las citas asociadas a los documentos. Esta herramienta permitió realizar un exhaustivo análisis del estado del arte en nuestra área de investigación (Fernandes et al., 2023).

Al emplear la metodología se procedió seguir los siguientes pasos para poder emplear el análisis bibliométrico:

- Identificación de bases bibliográficas para la variable independiente (modelado de red logística) y para la variable dependiente (producción de larvas de camarón).
- Selección de criterios de búsqueda
- Realizar búsqueda bibliográfica (utilización de filtros)
- Selección de artículos relevantes
- Interpretar los resultados

Figura 3: Línea de acción metodológica (Análisis Bibliométrico)

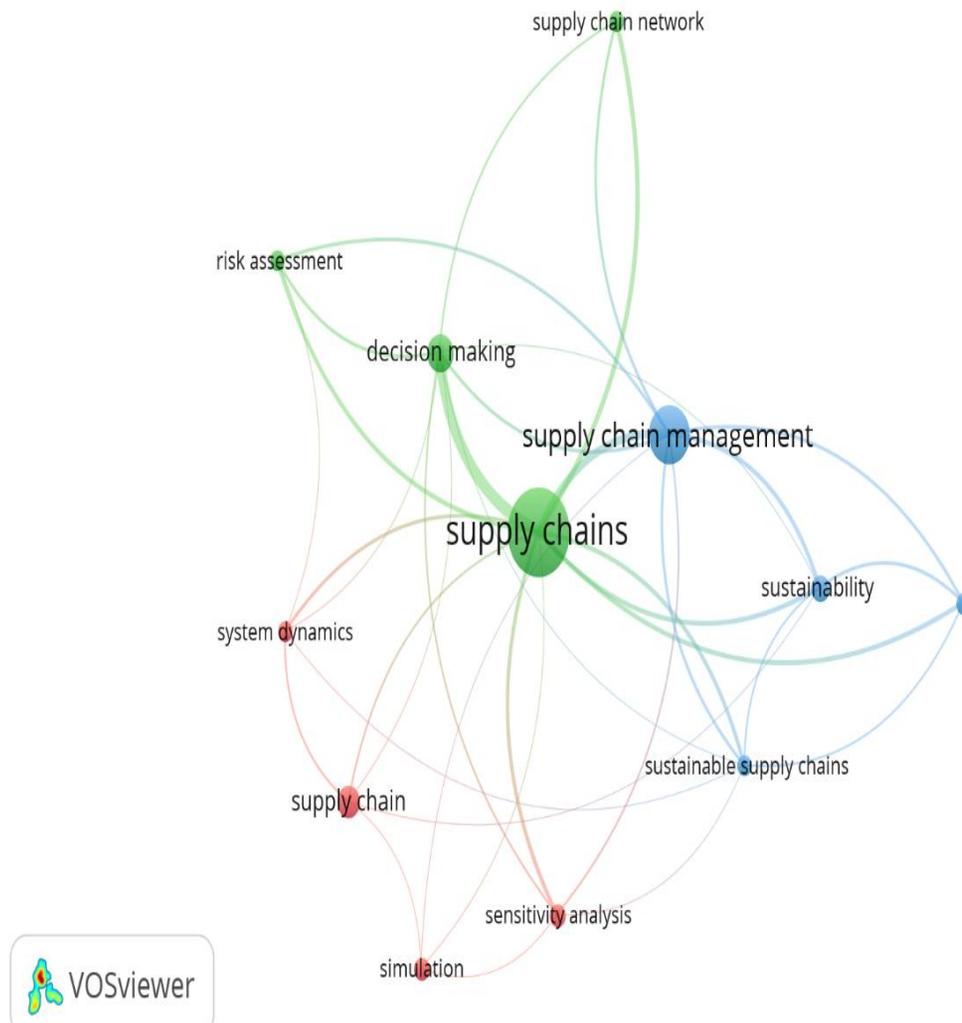


Nota: Elaborado por el autor, basado en (Arji et al., 2023)

Como resultado de las fuentes de información ya aplicados los filtros de búsqueda se obtuvieron como resultado 60 artículos en Scopus basándose en la variable independiente, seguido de esto se procedió a extraer los documentos que no tenían relevancia con el tema de investigación excluyendo 39 artículos ya que al analizarlos individualmente no contaban con información referente a la investigación, dando como resultado 21 documentos incluidos para la revisión en esta base de datos, seguido en el buscador Dimensions se obtuvieron 20 artículos pero se excluyeron 15, quedando con 5 bases de datos más para esta variable. Y para la variable dependiente también se procedió a la búsqueda en Dimensions, obteniendo como resultado 105 artículos, de los cuales se excluyen 97, quedando con 8 fuentes de información para detallar esta variable. Como resultado 26 artículos se emplearon para detallar la variable independiente y 8 artículos para la variable dependiente.

En la Figura 4, se puede observar el mapeo bibliométrico de las principales palabras claves en la base de datos de Scopus, mediante el software VOSviewer, al ejecutar en el programa se da como resultado la obtención de tres clústeres cuyas palabras más importantes son las siguientes: supply chains, supply chain management y decisión making, cuyo gráfico nos permite observar la fuerza y relación que existen entre ellas.

Figura 4: Red correlación entre palabras claves



Nota: Elaborado por el autor

En la tabla 1, se puede observar las apariciones de las palabras clave que existen en las fuentes de investigación, en primer lugar, está la palabra “supply chains” cuenta con 42 apariciones y 74 fuerzas enlazadas, en segundo lugar, esta “supply chain management” con 24 apariciones y 74 fuerzas enlazadas y en tercer lugar “decisión making” con 13 apariciones y 29 fuerzas enlazadas. Todas estas bases de datos fueron desarrolladas en el software Vosviewer para su respectivo análisis.

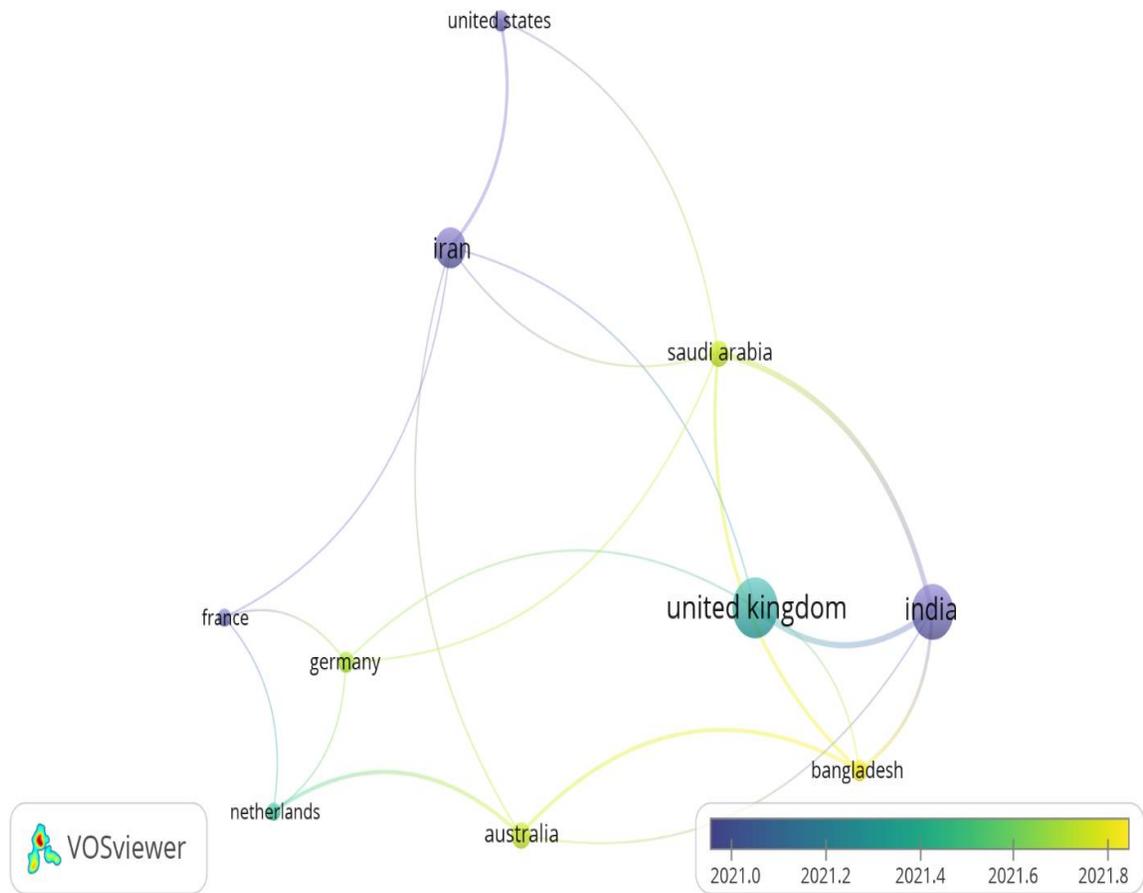
Tabla 1: Palabras claves más relevantes durante 2019-2023

Número	Palabra clave	Apariciones	Fuerza de enlace
1	Supply chains	42	74
2	Supply chain management	24	39
3	Decision making	13	29
4	Sustainability	8	25
5	Multiobjective optimization	7	24
6	Sustainable supply chains	6	23
7	Sensitivity análisis	7	17
8	Risk assessment	6	11
9	Supply chain network	6	10
10	System dynamics	6	8
11	Supply chain	11	7
12	Simulation	7	4

Nota: Elaborado por el autor

En la Figura 5, se detalla el mapeo bibliométrico que exhibe la influencia de diferentes países a través de las fuentes publicadas durante el período comprendido entre 2019 y 2023. Según los resultados obtenidos, se identifica que diez naciones se destacan por su significativa contribución a la divulgación científica. Entre estos, se encuentran India, Irán y United Kingdom como los principales actores. En primer lugar, se encuentra United Kingdom representado por el clúster de color celeste, estableciendo una fuerte correlación entre los países como India, Arabia Saudita e Irán.

Figura 5: Red correlación entre países con más publicaciones



Nota: Elaborado por el autor

En la Tabla 2, se puede observar a los países con el mayor número de publicaciones de artículos científicos. Se puede constatar que los 2 primeros países con el mayor número de documentos son: United Kingdom con 16 publicaciones, 265 citaciones y 6 fuerzas de enlace, seguido de India con 15 publicaciones, 265 citaciones y 9 fuerzas de enlaces.

Tabla 2: Países con mayores publicaciones de artículos durante 2019-2023

Número	Países	Documentos	Citaciones	Fuerza de enlace
1	India	15	265	9
2	Saudi Arabia	7	188	8
3	Bangladesh	6	22	7
4	Australia	7	138	6
5	Irán	11	243	6
6	United Kingdom	16	265	6
7	Germany	6	24	4
8	Netherlands	5	96	4
9	France	5	157	3
10	United States	6	274	3
11	China	14	53	-

Nota: Elaborado por el autor

En la Figura 6, en el análisis bibliométrico se puede observar el mapeo bibliométrico de las principales organizaciones o instituciones con mayor divulgación científica con respecto a supply chain, consta de 2 clúster en los que se pueden observar la fuerza y la relación que existe entre revistas. En el primer clúster se encuentra la Universidad Geneva School que es aquella que tiene el mayor nivel de enlace de correlación con el resto de la red. El segundo clúster se encuentra representado por el color verde, que corresponde al Centro Logistics and Supply Chains, entre estas dos organizaciones existen la mayor fuerza de correlación.

Figura 6: Red correlación entre organizaciones con más publicaciones



Nota: Elaborado por el autor

En la Tabla 3 se detallan las 27 instituciones que se han comprometido a difundir información científica sobre cadena de suministro optimizada. Como resultado, se destacan las universidades con el mayor número de publicaciones, siendo la Universidad Bournemouth con 9 publicaciones y 205 citaciones, seguido de la Universidad For Logistics con 8 tipos de publicaciones y 108 citaciones, siendo estas dos instituciones las más relevantes en publicar artículos referentes a la investigación desarrollada.

Tabla 3: Instituciones con mayores publicaciones de artículos durante 2019-2023

Número	Organizaciones	Publicaciones	Citaciones	Fuerza de enlaces
1	Bournemouth University	9	205	4
2	Centro for Logistics	8	198	4
3	Department of Mechanical	1	95	4
4	Geneva School of Business	5	107	4

5	School of Management, Swansea	1	95	4
6	School of Management, University	1	95	4
7	Art et Métiers Paristech	1	43	3
8	Center for Engineering	1	142	3
9	Department of Industrial	1	142	3
10	Department of Marketing	1	142	3
11	Department of Mathematics	1	33	3
12	Department of Mathematics, University	1	33	3
13	Department of Quantitative	1	142	3
14	Department of Statistics	1	33	3
15	Department of Statics Operation	1	33	3
16	Igym, Lorraine University	1	43	3
17	School of Industrial	5	43	3
18	Center on Persuasive	1	51	2
19	Department of Industrial and System	2	93	2
20	Economics Discipline	1	51	2
21	Faculty of Process	1	42	2
22	School of Engineering	1	42	2
23	School of Engineering, Department	1	42	2
24	University of Twente	1	51	2

25	Centre for Logistics	2	44	1
26	Department of Management	1	39	1
27	Department of Marketing	1	39	1

Nota: Elaborado por el autor

Como resultado se detallaron los artículos que van a hacer utilizados en la metodología de la investigación, se clasificaron los artículos que tenían mayor relevancia y se estructuraron en su respectiva tabla, mediante el análisis de estos documentos, se categorizaron los distintos tipos de modelado desarrollados por cada autor, resaltando el uso de herramientas destinadas a la reducción de costos en el transporte. Los 26 artículos seleccionados fueron organizados de acuerdo con la información del autor, el tipo de modelado, la propuesta presentada y la base de datos utilizada, permitiendo así realizar una revisión detallada y completa.

En la siguiente tabla 4, se presenta el estudio detallado del estado de arte, empleando una matriz referencial de los artículos seleccionado en el caso de investigación. Para interpretar los resultados se describen los tipos de modelos que los autores emplean en sus investigaciones los cuales son los siguientes: Modelo de programación lineal entera mixta (ILP), Modelo con programación no lineal entera mixta (MINLP), Modelos con programación lineal multiobjetivo (MOLP), programación dinámica (DP), Modelos de simulación (SM), Modelos híbridos (HYB), la finalidad de esta investigación es identificar similitudes entre las variables del estudio, enfatizando la relevancia de la cadena de distribución.

Tabla 4: Matriz referencial de artículos que detallan los modelados (variable independiente)

No.	Autor	Tipo de modelado	Propuesta	Base de datos
1	(Lo et al., 2023)	HYB	Propuso un modelo híbrido diseñado para analizar la resiliencia de la cadena de suministro de biomasa reveló que la ubicación inicial del depósito no resultó favorable al considerar la resiliencia.	Scopus

2	(Ashhab et al., 2023)	ILP	Un modelo de optimización multiobjetivo para el diseño y la planificación de una red robusta de cadena de suministro de circuito cerrado en situaciones de interrupción del suministro debido a crisis.	Scopus
3	(Liu et al., 2022)	ILP	Modelado de la viabilidad y adaptación de la cadena de suministro contra fallas en cascada por sobrecarga durante la pandemia de COVID-19.	Scopus
4	(Chowdhury et al., 2022)	ILP	Modelar una cadena de suministro de vacunas sostenible para un sistema de salud	Scopus
5	(Mogale et al., 2022)	MOLP	Modelado multiobjetivo de una red de cadena de suministro sostenible de circuito cerrado con demanda sensible al precio e incentivos para el consumidor.	Scopus
6	(Aghamohamadi-Bosjin et al., 2020)	HYB	Un algoritmo metaheurístico híbrido para un modelo de cadena de suministro de circuito cerrado, ágil y sostenible impulsado por datos bajo riesgos de disrupción.	Scopus
7	(Chen et al., 2022)	DP	Análisis y modelado de la gestión de la cadena de suministro de productos frescos basado en algoritmo genético.	Scopus
8	(Ahmadini et al., 2021)	MOLP	Modelado de optimización multiobjetivo de una cadena de suministro verde sostenible en la gestión de inventarios y producción.	Scopus
9	(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.	Scopus
10	(Taghikhah et al., 2021)	DP	Modelado matemático en la agricultura orgánica para comprender el impacto	Dimensions

			colectivo del cambio de comportamiento individual en el desempeño de la cadena de suministro.	
11	(Villamarín Padilla et al., 2019)	ILP	Modelo matemático de transporte para una empresa comercializadora de combustibles, usando programación lineal.	Dimensions
12	(Baghizadeh et al., 2021)	MINLP	Diseño de cadena de suministro de circuito cerrado con aspectos de sostenibilidad y resiliencia de la red en condiciones de incertidumbre: modelado y aplicación.	Scopus
13	(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.	Scopus
14	(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.	Scopus
15	(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.	Scopus
16	(De et al., 2022)	ILP	Modelo basado en aspectos ambientales con el objetivo de minimizar costos del combustible de varios modos de transbordo.	Scopus
17	(Abrahamet al., 2019)	SM	Modelo SM que permite identificar las prácticas influyentes de manufactura a través de modelado de cadena de suministro.	Scopus

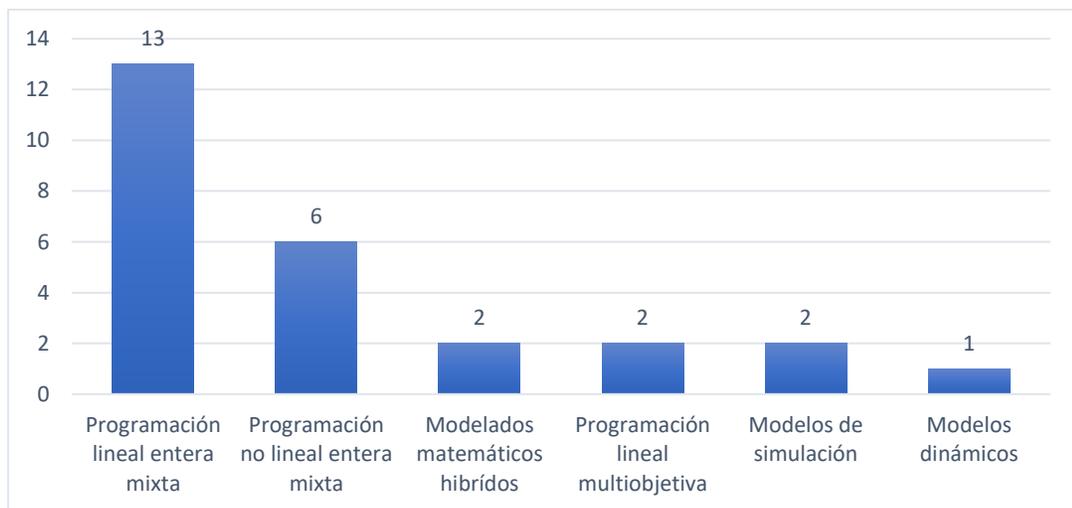
18	(Pérez-Iribarren et al., 2023)	ILP	Modelo basado en la Programación Lineal Mixta Entera (MILP) para optimizar aspectos como la disposición, las dimensiones y el rendimiento de sistemas híbridos en viviendas, considerando criterios económicos, ambientales y diversos.	Scopus
19	(Kohar & Jakhar, 2021)	ILP	Modelo de programación entera mixta (MIP), gestionando un árbol de búsqueda que contiene múltiples nodos asociados a límites de variables. Cada nodo en el árbol representa un subproblema de programación lineal (LP) que el solucionador debe abordar y evaluar en términos de su integralidad.	Scopus
20	(Jiang & Liu, 2019)	MINLP	Sistema complejo y no lineal para todo el sistema SC, cuya finalidad fue demostrar la minimización de costos de transportes desde un lugar a otro.	Scopus
21	(Long et al., 2019)	ILP	Modelo de sistema complejo de tres fases que utiliza un experimento computacional para analizar los factores que afectan la evolución de la red y anticipar la eficacia del sistema de soporte de servicios.	Scopus
22	(Hajmirfattahtabrizi & Song, 2019)	MINLP	Programación no lineal entera mixta a través de una función multiobjetivo con el fin de obtener resultados confiables en la resolución de problemas relacionados con sistemas de distribución.	Dimenions
23	(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.	Scopus

24	(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.	Scopus
25	(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.	Dimensions
26	(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.	Dimensions

Nota: Elaborado por el autor

Luego de realizar la matriz referencial de los artículos seleccionados, en la siguiente figura 7, nos muestra las metodologías utilizadas por diversos autores en sus investigaciones, se demostró mediante la revisión de la literatura que la mayoría de autores emplean la programación lineal entera mixta para la resolución de problemas. Es por eso que en la solución de la investigación se empleó el modelado matemático con programación lineal, ya que permitirá abordar las debidas acciones o estrategias a emplear.

Figura 7: Metodologías empleadas en los artículos científicos

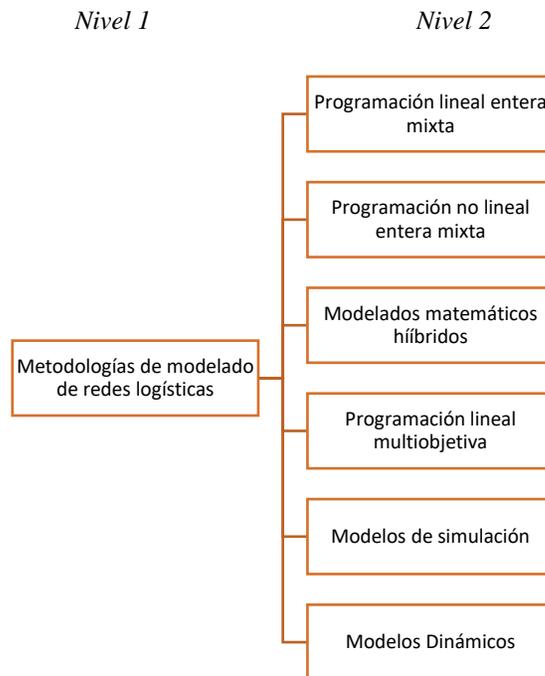


Nota: Elaborado por el autor

De los 26 artículos seleccionados en la revisión del estado del arte, trece detallan el uso de la programación lineal en la modelación de redes de distribución. Les siguientes seis emplean el uso de la programación no lineal, dos artículos más utilizan la modelación híbrida, otros dos emplean la programación lineal multiobjetivo, seguido de dos artículos que emplean modelos de simulación. Por último, un solo autor optó por el modelado de red de distribución mediante la modelación dinámica.

En la Figura 8, se describen las herramientas y modelos utilizados por los autores mencionados en la revisión bibliométrica. Además, se ilustra mediante el proceso jerárquico AHP el tipo de modelado que se aplicará en la investigación.

Figura 8: Herramientas que se utilizan en la modelación de redes logísticas



Nota: Elaborado por el autor

La jerarquía analítica (AHP) es uno de los métodos de toma de decisiones multicriterio (MCDM), en este proceso, los individuos encargados de tomar decisiones expresan sus preferencias sobre las opciones o criterios a través de matrices de comparación por pares (PCM). Estas matrices suelen emplear la relación de preferencia recíproca multiplicativa (RPR), mediante este método se demuestra la herramienta a elegir y utilizar para la resolución de la investigación (Lin & Kou, 2021).

En la Tabla 5, se presentan las herramientas o modelados para la implementación de redes de distribución. Al analizar las ponderaciones, se destaca que la modelación matemática mediante la programación lineal entera mixta lidera con un valor de 0,361, seguida por la modelación no lineal entera mixta con un valor de 0,294. Demostrando que la herramienta más idónea para la implementación de redes de distribución es la programación lineal entera mixta. La validez de la evaluación se confirma con un CR de 0,09 que es inferior a 0.1 demostrando consistencia por este método (Anexo B).

Tabla 5: Matriz proceso jerárquico método AHP

Herramientas	Matriz Normalizada						Ponderación	CR
ILP	0,33	0,50	0,12	0,38	0,36	0,45	0,361	
MINLP	0,17	0,25	0,35	0,38	0,36	0,27	0,294	
HYB	0,33	0,08	0,12	0,08	0,07	0,05	0,121	0,09
MOLP	0,04	0,03	0,06	0,04	0,07	0,05	0,04	
SM	0,07	0,05	0,12	0,04	0,07	0,09	0,07	
DP	0,07	0,08	0,24	0,08	0,07	0,09	0,10	

Nota: Elaborado por el autor

1.2.1. Variable independiente: revisión de modelos logísticos

Varios autores han creado modelados con la finalidad de reducir costos de trasbordo y así aumentar la rentabilidad en las empresas los cuáles se detallan a continuación:

Para el autor Teng et al., (2023) crear un modelo híbrido para el diseño de una cadena de suministro resiliente de microalgas, le permitió maximizar los beneficios totales, el objetivo fue mejorar la ubicación del depósito de preprocesamiento, teniendo en cuenta la resiliencia empresarial. Teng reveló que la ubicación inicial del depósito, asumida como ideal, no resultaba ventajosa cuando se tenía en cuenta la resiliencia a pesar de que se valora el mérito de estos trabajos.

Para Liu et al., (2022), una cadena de suministro es una red de entidades comerciales interrelacionadas que abarca proveedores externos, instalaciones de producción, centros de distribución, áreas de demanda y medios de transporte. Este autor se basó en el modelado ILP mediante la teoría de redes complejas representando puntos de distribución como nodos logísticos y sus conexiones mediante enlaces, luego de analizar dicho modelado se cumplió lo planteado mejorando la resiliencia empresarial.

Ashhab et al., (2023) desarrollo un modelo complejo que abarca múltiples objetivos, productos y períodos con el fin de optimizar tanto el costo total como el suministro en la logística de los productos, emplearon un modelo de programación lineal entera mixta (MILP) con múltiples objetivos difusos para maximizar tanto las ganancias como la satisfacción del cliente. El modelo involucra los siguientes índices, conjuntos, parámetros y variables de decisión que permitirán plantear el modelado para su respectiva solución.

Según Taghikhah et al., (2021) presentó una estrategia para abordar el Sistema de Cadena de Suministro (ESSC) y su puesta en práctica. Su investigación se centra en una red de cadena de suministro en una industria agroalimentaria, con la finalidad de reducir costos logísticos, la creación de esta cadena de suministro está conformada por: agricultores, procesadores, distribuidores, minoristas, consumidores involucrados en la producción y consumo de alimentos.

De acuerdo con Guimarães et al., (2020) plantea un novedoso sistema de transporte que implica la distribución de mercancías utilizando vehículos de pasajeros de largo recorrido. Se desarrollaron dos modelos de programación matemática entera mixta: uno orientado a minimizar el costo total y otro enfocado en reducir el tiempo de viaje. El problema en cuestión se ha abordado como un problema de flujo de red de múltiples productos con ventanas de tiempo, múltiples líneas de transporte y varios vehículos involucrados.

Para (Villamarín Padilla et al., 2019), la programación lineal se reconoce como una estrategia efectiva dentro de la investigación operativa, empleada para asignar las soluciones más eficientes a los desafíos de una organización, buscando optimizar el uso

de los recursos de producción. El objetivo es lograr una distribución de manera óptima, minimizando los costos o maximizando la utilidad. Los puntos de origen corresponden a los centros de suministro u ofertas, mientras que los destinos son los centros de consumo o demandantes.

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

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

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

Para el autor Chen et al., (2022) emplear un modelo de red logística utilizando el algoritmo genético, permite abordar múltiples objetivos en la resolución simultánea de diversos problemas de cadena de suministro. Para Chen los factores o cuellos de botellas que afectan en las empresas manufactureras son los siguientes: averías de maquinaria, entregas tardías, aumento de inventario, tiempo de inactividad de operadores, entre otros. Al crear una red de distribución se mejorarán los procesos y se maximizarían los costos.

Ambrosino & Sciomachen, (2021) desarrollo un modelo de programación lineal entera mixta (MILP) con el objetivo de minimizar tanto el coste de localización como el de transporte a un problema de localización de instalaciones en una red de sistemas portuarios que atienden a flujos de contenedores entrantes que llegan por mar y viajan por carretera, cuyo objetivo de estos autores fue evaluar el impacto de las externalidades en la gestión global de la red de distribución, incluidas las decisiones de localización, el encaminamiento de los flujos y la elección del modo de transporte.

Para el autor Govindan et al., (2021) la programación lineal es reconocida como una estrategia eficaz en el ámbito de la investigación operativa, empleada para optimizar el uso de los recursos de producción, se aplica extensamente en ámbitos empresariales

En la Tabla 6, se puede observar a los países con el mayor número de publicaciones de artículos científicos. Se puede constatar que los 2 primeros países con el mayor número de documentos son: China con 106 publicaciones y 29 fuerzas de enlace, seguido de India con 21 publicaciones y 11 fuerzas de enlaces.

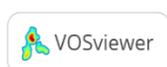
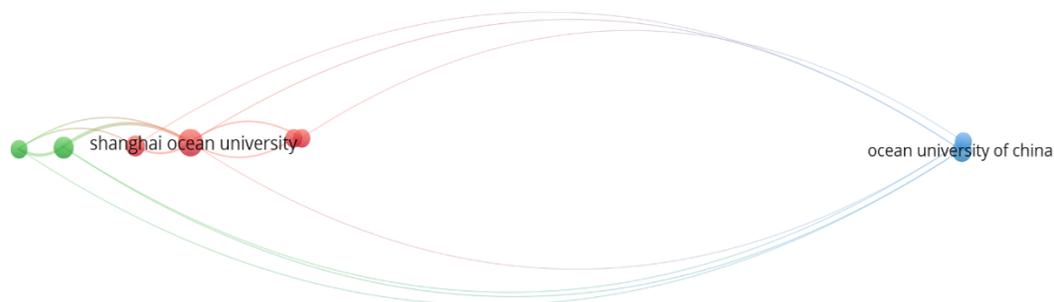
Tabla 6: Países con mayores publicaciones de artículos durante 2019-2023

Número	Países	Documentos	Fuerza de enlace
1	China	106	29
2	Germany	8	14
3	United Kingdom	9	14
4	Spain	14	13
5	United States	12	13
6	Iran	9	12
7	India	21	11
8	Irrelad	7	11
9	Brazil	9	10
10	Egypt	11	10
11	Italy	10	9

Nota: Elaborado por el autor

En la Figura 10, en el análisis bibliométrico se puede observar el mapeo bibliométrico de las principales organizaciones o instituciones con mayor divulgación científica con respecto a cadena productiva de larvas de camarón, consta de 2 clúster en los que se pueden observar la fuerza de correlación que existe entre ellas. En el primer clúster de color rojo se encuentra la Universidad Shanhai Ocean University que es aquella que tiene el mayor nivel de enlace de correlación con el clúster de color azul perteneciendo a la Universidad Ocean of China.

Figura 10: Red correlación entre organizaciones con más publicaciones



Nota: Elaborado por el autor

En la Tabla 7, se puede observar las diferentes instituciones que se han comprometido a la divulgación científica acerca de cadena productiva de larvas de camarón, dando como resultado a las siguientes universidades con el mayor número de publicaciones: Ahanghai Ocean University con 13 publicaciones y Chinese Academy con 7 artículos de divulgación científica.

Tabla 7: Instituciones con mayores publicaciones de artículos durante 2019-2023

Número	Organization	Documentos	Citaciones	Fuerza de enlace
1	Chinese Academy	7	55	297
2	Ahanghai Ocean University	13	51	238
3	Ocean University of China	7	91	139
4	University of Chinese	5	373	135
5	Nanjing Agricultural	5	52	130
6	Northeast Agricultural	6	220	42

Nota: Elaborado por el autor

En la Tabla 8 se detalla los artículos que abordan la información referente a la variable dependiente (producción de larvas de camarón).

Tabla 8: Matriz referencial de artículos que detallan (variable dependiente)

No.	AUTOR	PROPUESTA	BASE DE DATOS
1	(Dávila-López et al., 2019)	Dicho autor demostró un estudio financiero con el fin de evaluar la rentabilidad de la actividad de cultivo de camarón en la provincia del Guayas, como resultado obtuvo un flujo de caja de \$ 495.511,32.	Dimensions
2	(Dwi-Ardianto & Mudjahidin., 2022)	Sistema de estimación integrado para el crecimiento de los peces y las necesidades de alimento en la gestión de la cadena de suministro de la acuicultura.	Dimensions
3	(Gao et al., 2021)	Dicho autor propuso una red metabólica genómica esencial para la investigación sistemática del metabolismo de diversos microorganismos y organismos genómica de <i>L. Vannamei</i> , con la finalidad de facilitar el crecimiento de larvas.	Dimensions
4	(Ye et al., 2023)	Este autor realizó una comparación entre un híbrido con tolerancia a bajos niveles de salinidad en la cual se destacó la calidad nutricional superior en comparación con la variedad convencional de camarón en un entorno de cultivo con bajos niveles de sal.	Dimensions
5	(Sotomayor et al., 2019)	Evaluación de la eficacia de productos naturales y antibióticos disponibles comercialmente, comúnmente utilizados para la mitigación de brotes patógenos de <i>Vibrio</i> en criaderos de <i>Penaeus (Litopenaeus) vannamei</i> ecuatorianos.	Dimensions
6	(Ramírez & Debut, 2022)	Realizó un estudio entre las afecciones virales más devastadoras que han afectado al camarón cultivado se destacan el síndrome de la mancha blanca (WSSV) y el síndrome de Taura (TSV), demostrando que la mayor solución de dichas enfermedades son los probióticos.	Dimensions

7	(Hurtado et al., 2020)	El propósito de dicho autor en la investigación fue analizar la función de los organismos vivos como portadores de bacterias resistentes a antibióticos en un criadero comercial de <i>G. chilensis</i> . Se tomaron muestras de poblaciones de rotíferos y <i>Artemia</i> .	Dimensions
8	(Gonzabay-Crespin & Vite-Cevallos, 2021)	Dichos autores demostraron que durante el período 2015-2020, hubo un incremento del PIB en las exportaciones del cetáceo exportados desde Ecuador.	Dimensions

Nota: Elaborado por el autor

El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) representa un valioso recurso alimentario con beneficios económicos significativos, gracias a su elevado valor en el mercado, su resistencia a enfermedades y su popularidad entre los consumidores lo que ha motivado a numerosos cultivadores acuícolas a dedicarse a la producción de camarones *vannamei*. Se están implementando iniciativas para mejorar el rendimiento en la acuicultura de esta especie, entre las cuales se incluye el uso de probióticos, organismos bacterianos no perjudiciales que favorecen la digestión y contribuyen a la prevención de enfermedades (Gao et al., 2021).

En la acuicultura el 70% de los costes de producción influyen mucho en la rentabilidad de las empresas, es por eso que acuicultores han optado por crear un sistema estratégico en las cadenas de suministro principalmente para poder satisfacer las necesidades de los clientes, al emplear modelos matemáticos damos con la solución de las problemáticas que existen en las cadenas de distribución (Ardianto & Mudjahidin, 2022).

La acuicultura del camarón *Penaeus Vannamei* es uno de los sectores de la acuicultura más importantes en todo el mundo. En América Latina, se destacan las producciones de Ecuador, México, Honduras y Brasil. Sin embargo, el desarrollo industrial de la cría de camarones se ve limitado por brotes de enfermedades infecciosas provocadas por agentes patógenos como virus y bacterias (Ramírez & Debut, 2022).

Penaeus vannamei, un camarón de alto rendimiento económico, enfrenta la degradación del germoplasma en los entornos de cultivo en China, lo que resulta en una

significativa disminución en la producción. Para abordar este problema, se propone el mejoramiento genético a través de la hibridación. En este estudio, se seleccionaron especies híbridas adaptadas al cultivo en ambientes de baja salinidad mediante cruzamientos intraespecíficos como grupo experimental (Ye et al., 2023).

La actividad económica en la producción de cultivos acuícolas

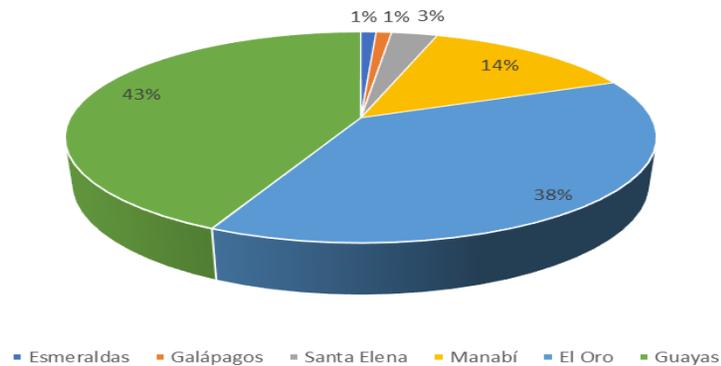
La producción global de camarones ha experimentado un constante incremento en la producción mundial de camarones superando los 5 millones de toneladas métricas (MT) para el año 2022. Ecuador como uno de los principales productores en las América Latina, experimentó un notorio aumento en su producción de camarón en 2021, alcanzando la notable cifra de más de un millón de toneladas, siendo la primera vez en más de diez años que el país logra este hito, logrando un crecimiento anual del 16% en la producción camaronera (Chase, 2022).

Este aumento en la producción ha permitido que Ecuador exporte camarones a más de 40 países, generando exportaciones por un total de USD 5.323 millones en 2021, lo que representa un incremento del 39% en comparación con el año anterior, según datos del Banco Central. Además, en los primeros cuatro meses de 2022, las exportaciones de camarones alcanzaron los USD 2.387 millones, marcando un aumento del 79% en valor con respecto al mismo período en 2021 (Primicias, 2023).

La industria camaronera implica la participación de numerosos profesionales y, en consecuencia, contribuye al mercado laboral, incluyendo a investigadores que trabajan en laboratorios enfocados en la mejora genética de los camarones o en la búsqueda de soluciones para enfermedades, fabricantes de equipamiento y empresas de transporte que ofrecen servicios a este amplio sector. Además, esta actividad ha desempeñado un papel significativo en la creación de fábricas especializadas en la producción de alimentos para camarones, como el balanceado. Por lo tanto, en la región costera, la acuicultura se erige como un motor fundamental de la economía (Gonzabay-Crespin & Vite-Cevallos, 2021).

En la siguiente figura 11 se muestra los porcentajes por provincias que se dedican a la acuicultura, demostrando que en la Provincias del Guayas es la mayor reproductora en el sector de la acuicultura con 43%, seguido de la provincia del Oro con el 38%.

Figura 11: Porcentajes de provincias dedicadas a la acuicultura en Ecuador



Nota: Elaborado por el autor basado en (Gonzabay-Crespin & Vite-Cevallos, 2021)

1.3. Fundamentos teóricos

Modelado matemático: un modelado matemático es una herramienta esencial utilizada en varias ramas de estudio, pero más sobresale en la ingeniería, ayuda simplificar y comprender situaciones complejas del mundo real a través de la formulación de ecuaciones y representaciones matemáticas que permiten analizar y tomar decisiones basadas en datos y evidencia reales (Molla et al., 2023).

Programación lineal: la programación lineal es una técnica basada en un modelado matemático, empleada en diferentes ramas de estudio, con la finalidad de encontrar la óptima solución a las restricciones y recursos limitados, permite minimizar costos de transporte (Vilén & Ahlgren, 2023).

Cadena de suministro: también llamada cadena de abastecimiento o red logística es un sistema enlazado de organizaciones, actividades, información y recursos. Consta de tres pilares fundamentales los cuales son: insumos de materia prima, fabricación y distribución del producto final, en otras palabras, es el proceso desde que se encuentra la materia prima hasta que el producto terminado este en los clientes (Diniz & Moreira, 2023).

Trasbordo: el trasbordo pertenece a la rama de logística o distribución en cadena de suministro, es un componente muy importante que garantiza que a los productos terminados desplazarse desde un lugar a otro (Bassey & Zelibe, 2022)

1.4. Recapitulación del capítulo I

En el primer capítulo, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los dos tipos de variables que conforman la investigación: modelado de red logística y producción de larvas de camarón, a través de un análisis de revisión bibliométrica que implicó un estudio detallado de citas. El proceso comenzó con la selección de artículos de investigación de una base de datos específica, que posteriormente fueron sometidos a un análisis detallado para establecer su relación con el tema de estudio.

Se pudo observar que existe una amplia variedad de modelos de red logística que se aplican en diversos sectores, como la industria, la agricultura, puertos marítimos y la farmacéutica, con el propósito principal de reducir costos de distribución o trasbordo satisfaciendo las necesidades de los clientes.

Varios autores han propuesto métodos que incorporan redes de distribución, pero el más utilizado es el método de programación lineal, con el fin de reducir los gastos relacionados con el transporte y la disminución de costos operativos. Esto, en su mayoría, se debe a la adaptación de modelos propuestos a situaciones específicas que se analizan en el contexto de este estudio. A través de esta investigación, se busca responder a la pregunta central: ¿Cuáles son los métodos propuestos que han recibido mayor atención en el ámbito de los modelos de red de distribución y producción de larvas de camarón? Esta investigación demuestra la relevancia y la viabilidad del tema de estudio.

CAPITULO II

MARCO METODOLÓGICO

Para Baena Paz et al, (2017) el marco metodológico es el núcleo esencial del plan de la investigación, permite al investigador identificar, analizar, resolver y dar solución al problema, esto se lleva a cabo mediante la utilización de técnicas de observación e instrumentos que permitirán recopilar la información necesaria de la situación.

2.1. Enfoque de la investigación

En el presente trabajo para desarrollar la metodología de la investigación se realizó el desarrollo el estado del arte (capítulo I), con la finalidad de recolectar la información necesaria para poder desarrollar el tipo de modelado de la red de distribución con trasbordo en la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., lo cual nos permitió minimizar costos a través de la programación lineal, este modelo matemático hará que la empresa aumente su rentabilidad y eficiencia. En el alcance del tema de investigación la metodología utilizada es de tipo descriptiva y correlacional, basada en el enfoque cuantitativo.

Para Hernández-Sampieri et al., (2014) el método cuantitativo en la investigación busca recolectar y evaluar la información con precisión a las variables de estudio, acoge el estudio de las mediciones recopiladas utilizando métodos estadísticos para sus respectivas conclusiones. Se utilizó como técnica de investigación la entrevista y el censo e instrumentos de recolección de datos como el cuestionario que permitieron recopilar la información, cuyos resultados nos permitirá identificar las variables y restricciones para el modelado matemático y así optimizar la red de distribución.

2.2. Diseño de investigación

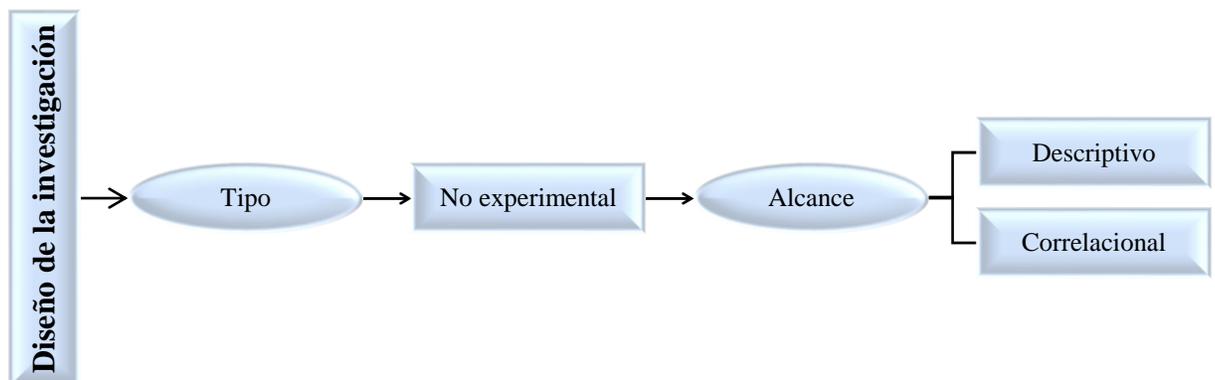
En el diseño de la investigación tiene como prioridad al enfoque cuantitativo, ya que respalda suposiciones mediante el análisis estadístico con el propósito de identificar las tendencias de conducta y validar teorías, es por eso que se eligió al más compatible de

los tres tipos de investigación que existen (cuantitativo, cualitativo y mixto). Para Hernández Sampieri et al., (2014) la investigación cuantitativa se divide en dos tipos de diseños: experimental y no experimental. El diseño no experimental es el que abarca el tipo de estudio en la investigación a partir de la recolección de datos y la determinación en la relación de las variables el cual se divide en dos partes:

- **Investigación descriptiva:** su objetivo es identificar y detallar las propiedades y atributos fundamentales de cualquier fenómeno bajo estudio, indaga la conexión entre las variables independiente y dependiente los cuales son: (modelo de red logística y producción de larvas de camarón), para ofrecer una explicación de las actividades, procedimientos o recursos que forman parte del ámbito de la investigación.
- **Investigación correlacional:** su función en la investigación es asociar las variables independiente y dependiente mediante un patrón predecible para un grupo o población.

En la figura 12 se observa el diseño de investigación utilizada en el presente caso de estudio.

Figura 12: Diseño de la investigación



Nota: Elaborado por el autor basado en (Hernández Sampieri et al., 2014)

En la recolección de datos se empleó el uso de técnicas o instrumentos: como es el censo a la población que conforma el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., lo cual nos permitirá conocer información relevante para poder realizar el levantamiento de

datos y conocer la cadena de distribución dentro de la empresa. Es por eso que utilizaremos el enfoque cuantitativo en la investigación ya que analizaremos datos estadísticos para el diagnóstico, y así validar la información.

2.3. Marco metodológico

El propósito del trabajo de investigación es el modelado de una red logística en la producción de larvas de camarón del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., es por eso que optimizando la distribución en su cadena de suministro reduciremos los cuellos de botella que surgen en la empresa.

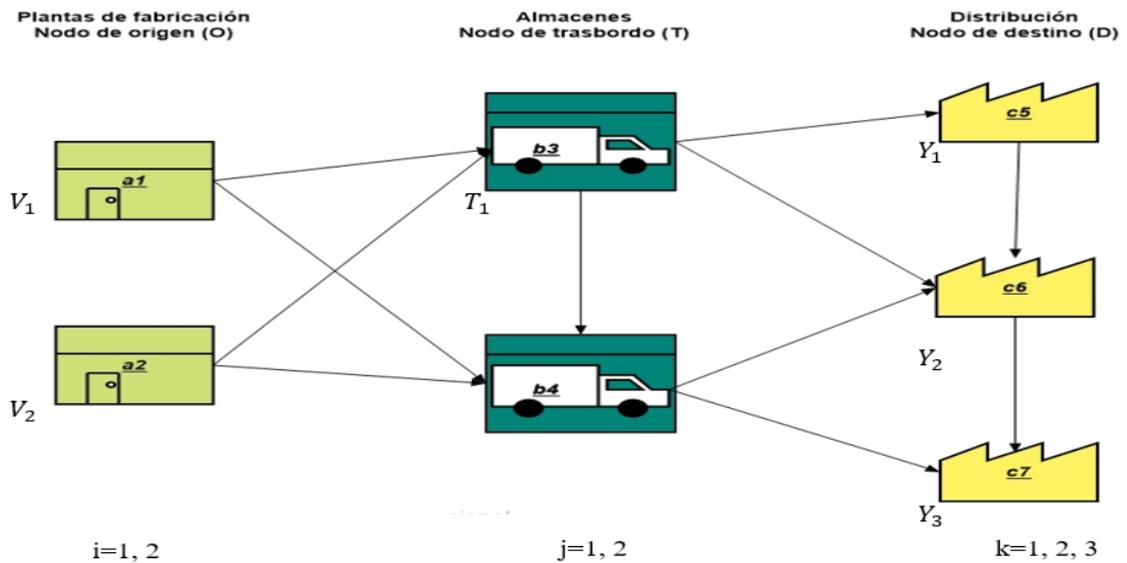
La metodología en el presente trabajo de investigación se desarrolló a partir de la revisión de artículos científicos, abarcando principalmente el tema de modelado de redes de distribución con transbordo para la minimización de costos. Primero se llevó a cabo la identificación de la metodología a emplear para el modelado de la red de distribución comprendiendo la magnitud del problema y como diseñar una solución, que incluyó desde un análisis inicial hasta la implementación de un método de resolución. Posteriormente, teniendo la metodología y los fundamentos necesarios a aplicar en el modelado de la cadena de distribución se empleó la programación lineal para encontrar una solución, después se procedió a utilizar las técnicas y herramientas para la recolección de datos con una entrevista al gerente y censo que involucró a toda la población relevante de la empresa. Finalmente, se llevó a cabo la operacionalización de las variables identificadas.

Modelo de transporte y su variación

Un modelo de transbordo consiste en establecer un plan que permita cubrir la demanda procedente de diversas fuentes hacia múltiples destinos, procurando minimizar los costos involucrados. En la siguiente figura 13 se muestra un modelo de transporte habiendo solución cuando la cantidad de oferta (O) es igual a la demanda (D) (Cárdenas Escobar et al., 2021).

En los problemas de trasbordo existen variaciones del problema, en la que se incluyen nodos intermedios, además de los nodos de origen y destino. Es por eso que estos tipos de problema tienen mayor relevancia en empresas que gestionan la fabricación, almacenes y puntos de venta. En la siguiente figura 14 se muestra lo descrito anteriormente.

Figura 14: Modelo de un problema de transporte



Nota: Elaborador por el autor basado en la revisión bibliométrica

A continuación, se presenta las variables que presenta el modelado de transporte:

x_{ij} = cantidad a distribuir desde el nodo de origen a_i hasta el nodo de trasbordo b_j

x_{jk} = cantidad a distribuir desde el nodo de trasbordo b_j hasta el nodo de destino v_k

En la figura 12 nos representa las variables de la siguiente manera:

$x_{1,3}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde O_1 a T_1

$x_{1,4}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde O_1 a T_2

$x_{2,3}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde O_2 a T_1

$x_{2,4}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde O_2 a T_2

$x_{3,4}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde T_1 a T_2

$x_{3,5}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde T_1 a D_1

$x_{3,6}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde T_1 a D_2

$x_{4,6}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde T_2 a D_2

$x_{4,7}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde T_2 a D_3

$x_{5,6}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde D_1 a D_2

$x_{6,7}$ = Cantidades de unidades distribuidas desde D_2 a D_3

Representación de los costos asociados

c_1 = Costo de enviar una unidad desde el nodo de origen a_1 hasta el nodo de trasbordo b_j

c_2 = Costo de enviar una unidad desde el nodo de trasbordo b_j hasta el nodo de destino c_k

Función objetivo:

$$Z = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 c_{1ij} X_{ij} + \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 c_{2jk} Y_{jk}$$

Restricción de la oferta:

$$\sum_{j=1}^2 X_{ij} \leq a_i; i = 1, \dots, 2$$

$$v_1 = X_{1,3} + X_{1,4}$$

$$v_2 = X_{2,3} + X_{2,4}$$

Restricción de la capacidad

$$\sum_{i=1}^2 X_{ij} \leq b_j; j = 1, \dots, 2$$

Restricción de la demanda

$$\sum_{j=1}^2 Y_{jk} \leq c_k; k = 1, \dots, 3$$

$$Y_3 = X_{4,7} + X_{6,7}$$

Restricción de la no negatividad

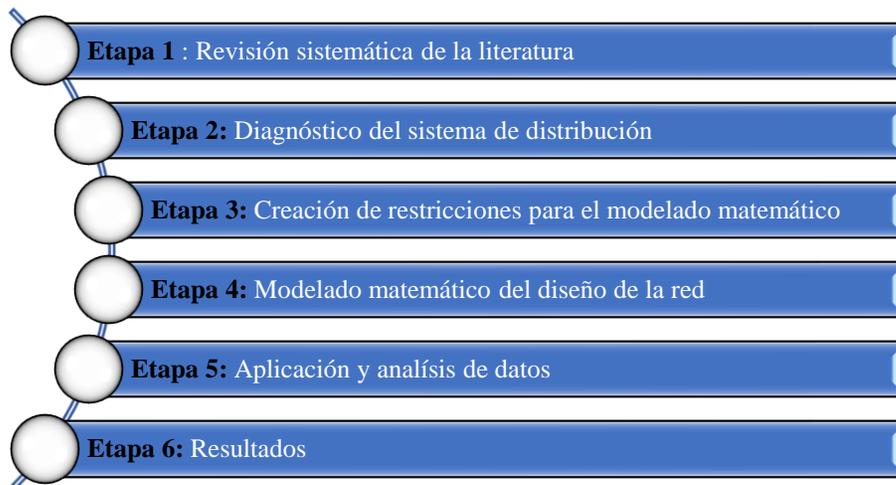
$$X_{ij} \geq 0, Y_{jk} \geq 0; \forall_{ijk}$$

2.4. Procedimiento metodológico

La metodología utilizada en la presente investigación se basa en un análisis de estudios que permiten la creación de un modelo y consta de las siguientes etapas: 1) Revisión sistemática de la literatura, 2) Diagnóstico del sistema de distribución, 3) Creación de restricciones para el modelado matemático, 4) Modelado matemático del diseño de la red, 5) Aplicación y análisis de datos y 6) Resultados.

En la siguiente figura 15 se muestra de forma secuencial las etapas que se seguirán en el procedimiento metodológico. Las siguientes etapas ilustran el proceso a seguir con el fin de crear herramientas que se ajusten de manera óptima a los requerimientos de la empresa.

Figura 15: Metodología del proceso metodológico de la red de distribución



Nota: Elaborado por el autor basado en (Govindan et al., 2021) y (Mawgoud et al., 2023)

Etapa 1: En esta etapa, se realizó una búsqueda sistemática, selección, evaluación e interpretación de estudios científicos vinculados a la creación o modelado de la red logística. Se emplearon motores de búsqueda como Scopus y Dimensions con el propósito de adquirir una comprensión detallada de qué es el modelado matemático y cómo opera. Esto se llevó a cabo en el capítulo 1 (Sección 1.2).

Etapa 2: En la etapa inicial se identificaron los problemas que existen al momento de transportar o distribuir las larvas de camarón hacia los destinos finales, esto se llevó a cabo mediante las visitas técnicas que realice en la empresa, lo cual permitió identificar las fallas o cuellos de botella que surgen en ella.

- Se realizó el estudio de la situación actual en la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A.
- Se averiguaron las rutas y costos de transporte, desde la empresa hacia los centros de distribución y centros de distribución hasta los clientes finales.

Etapa 3: En el diseño de la red logística se tomaron en cuenta las variables y parámetros, estableciendo las restricciones y función objetiva que permiten desarrollar el modelado.

Etapa 4: Se procedió a realizar el modelado matemático de la red de distribución

Etapa 5: Para completar esta etapa después de resolver el modelado matemático propuestos se procederá analizar los resultados realizaron comparaciones correspondientes para conocer las nuevas rutas de distribución para la nueva red propuesta.

Etapa 6: Mediante los resultados obtenidos en la creación de la red, nos permite reducir los costos de trasbordo en las empresas.

2.5. Método, técnica e instrumentos de recolección de datos

Para Hernández-Sampieri et al., (2014) recopilar información en la investigación es desarrollar un plan minucioso a seguir: primero escoger entre diversos métodos o herramientas la metodología que se va a utilizar en la investigación, segundo llevar a cabo

la aplicación de estas herramientas y tercero preparar los datos reunidos o las mediciones obtenidas para su análisis adecuado. Para llevar a cabo en lo anterior mencionado en la recolección de datos donde se debe medir: confiabilidad, validez y objetividad cumpliendo con los requisitos en la presente investigación.

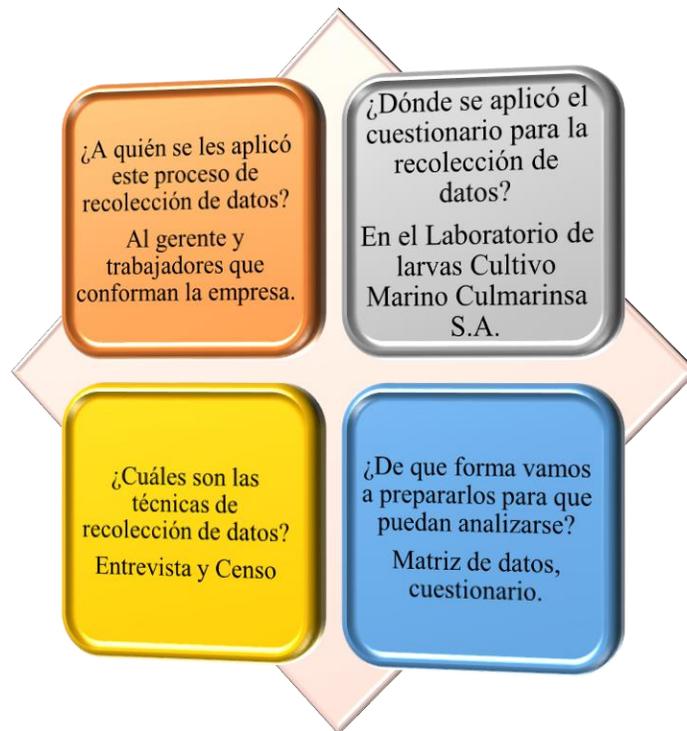
Confiabilidad: grado en el que el instrumento produce resultados coherentes.

Validez: grado en el que un instrumento evalúa con precisión la variable que busca medir.

Objetividad: grado en el que el instrumento puede ser o no permeable.

A continuación, en la figura 16, se presenta un diseño de plan de procedimiento para la recolección de datos.

Figura 16: Organización para la recolección de datos



Nota: Elaborado por autor basado en (Hernández Sampieri et al., 2014)

2.5.1. Entrevista

Para Ñaupas Paitán et al., (2014) define a la entrevista como un diálogo formal que se establece entre el investigador y la persona investigada, o entre el entrevistador y el entrevistado o informante, es una técnica de información cuantitativa. Se trata de una variante de la encuesta en la que se hacen preguntas de forma oral con el propósito de obtener respuestas e información que nos ayudaran a realizar el caso de estudio.

La entrevista fue realizada al gerente general del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., las preguntas realizadas fueron de manera abierta cuya principal información requerida era sobre los costos de distribución, lugares de envío del producto con la finalidad de crear una cadena de suministro actual (Anexo C).

2.5.2. Censo

Para (Baena Paz et al, 2017) el censo es un proceso de muestreo que implica la selección de ciertos individuos o elementos de una población, ya sean personas u objetos, con el propósito de que sean una muestra representativa de toda la población.

El censo es dirigido a los jefes y operarios de las distintas áreas del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., emplazado en el cantón Salinas de la provincia de Santa Elena. Se utilizaron preguntas de respuesta limitada para evaluar la cadena de distribución de la empresa y así obtener información sobre los desafíos que enfrenta en la actualidad. Los departamentos incluidos que fueron censados fueron: administración, bodega, despacho, producción, compras y ventas (Anexo D).

En la presente investigación se utilizó el criterio estadístico de conveniencia que es la selección de la muestra realizada de acuerdo con la discreción del investigador, lo que le permite decidir de manera libre la cantidad de participantes que formarán parte del estudio. (Hernández González, 2021).

En la tabla 9 se detalla los departamentos que cuenta la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., contando con 17 trabajadores censados que nos permitirá recopilar la información a través del censo tipo encuesta.

Tabla 9: Censo realizado al personal de distintos departamentos

Áreas de la empresa	Personal de áreas	Porcentaje de contribución
Administrativo	2	11,765 %
Bodega	2	11,765 %
Despacho	3	17,647 %
Producción	8	47,059 %
Compras	1	5,882 %
Ventas	1	5,882 %
Total	17	100 %

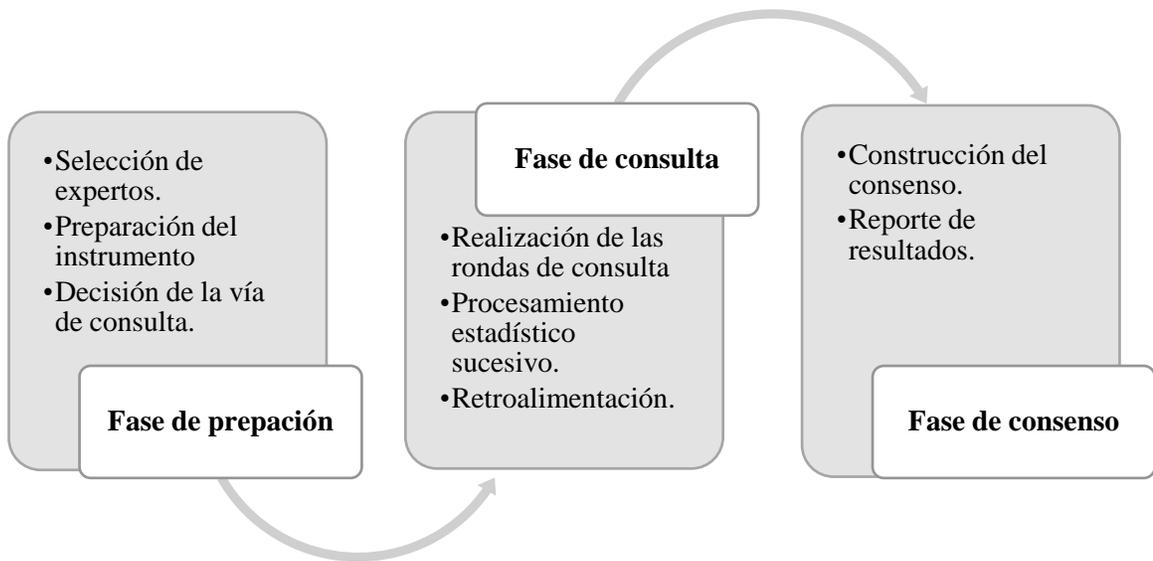
Nota: Elaborador por el autor

2.5.3. Técnica de recopilación de información

Mediante la recolección de los datos en la investigación cuantitativa, las técnicas empleadas en el estudio son la entrevista y el censo, en donde se plantearon preguntas claras y concisas que permitieron recopilar la información requerida en la empresa. Para el diagnóstico se empleó la técnica por el método de Delphi que es utilizada para recopilar de manera sistemática las opiniones de expertos acerca de un problema, procesar esa información mediante herramientas estadísticas y así llegar a un consenso general del grupo (García et al., 2013).

A continuación, en la figura 17, se detallan las fases que se van a emplear en la utilización de este método.

Figura 17: Estructura del método de Delphi



Nota: Elaborado por autor basado en (García et al., 2013)

2.5.4. Instrumentos para la recolección de datos

Los instrumentos de medición en las investigaciones son las herramientas utilizadas para asegurar que las técnicas alcancen su objetivo, permitiendo al investigador registrar e interpretar datos sobre las variables de investigación (Hernández Sampieri et al., 2014).

- **Cuestionario:** es el instrumento más utilizado para recolectar datos, compuesto por un conjunto de preguntas en relación con las dos variables a evaluar. Se emplearon once preguntas cerradas con opciones de respuestas limitadas ya que son más factible de codificar y probar su previo análisis para el respectivo censo (Anexo D). Y seis preguntas abiertas para la respectiva entrevista al gerente del laboratorio y así poder recopilar la respectiva información de la cadena de suministro (Anexo C). En el proceso estadístico se empleó la utilización del software SPSS V25.0 y para la medición de la confiabilidad se empleó la utilización del método Alpha de Cronbach (Anexo K).

Herramientas tecnológicas utilizadas en la investigación.

- Lingo 20.0
- SPSS V25.0

Variable (s) del estudio (Adaptada al tipo y diseño de la investigación)

- Variable independiente: Modelo de red logística
- Variable dependiente: Producción de larvas de camarón

2.6. Operacionalización de las variables

Tabla 10: Operacionalización de las variables

Variable Independiente	Concepto	Categoría	Indicadores	Preguntas	Técnica e instrumento
Modelado de una red logística	Los modelados o diseño de transporte tienen como objetivo poder maximizar las ganancias netas totales de las empresas (Sadeghi et al., 2019).	Estratégica	Transporte	¿Cuál es la cantidad de vehículos disponible que tiene la empresa para la distribución de las larvas?	Censo, Cuestionario
				¿Para la distribución de las larvas de camarón que tipo de vehículo utilizan?	Censo, Cuestionario
			Beneficio	¿Para usted es necesario diseñar un modelo de red logística para la distribución de larvas de camarón?	Censo, Cuestionario
				¿El laboratorio actualmente cuenta con un modelo de distribución?	Entrevista, Cuestionario
			Despacho	¿Cantidad de millares de larvas de camarón que venden a cada cliente?	Censo, Cuestionario
			Distribución	¿Cree usted que optimizando el proceso de distribución logístico permite a la empresa mejorar su cadena de suministro?	Censo, Cuestionario
				¿Actualmente cómo se maneja el ruteo en la distribución?	Entrevista, Cuestionario
			Almacenaje	¿Cuáles son los lugares de distribución en donde se venden las larvas de camarón producidas del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.?	Entrevista, Cuestionario

Variable Dependiente	Concepto	Categoría	Indicadores	Preguntas	Técnica e instrumento
Producción de larvas de camarón	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).	Producción	Precio	¿Precio por millar de las larvas?	Censo, Cuestionario
			Costos de transporte	¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde el laboratorio hasta sus puntos de distribución?	Censo, Cuestionario
				¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde sus puntos de distribución hasta los clientes?	Censo, Cuestionario
				¿Costos de transporte de las larvas de camarón hacia los destinatarios?	Entrevista, Cuestionario
			Producto	¿Cuánto es la capacidad de producción de larvas que puede almacenar el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.?	Entrevista, Cuestionario
			Gestión de la demanda	¿El stock de los productos larvarios abastece los pedidos de los clientes?	Censo, Cuestionario
				¿Disponibilidad de stock que cuenta el laboratorio mensualmente?	Censo, Cuestionario
			Retrasos de entrega	¿Cuál es el principal problema que existe en la empresa al momento de transportar el producto?	Censo, Cuestionario

Nota: Elaborador por el autor, esta tabla indica la operacionalización de las variables

2.7. Procedimiento para la recolección de datos

Se elabora el MARCO METODOLÓGICO el cual permite la utilización de métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y así poder conocer la situación actual de la cadena de distribución en la empresa y reconocer los problemas que existen en ella. 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. Por último, el MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN que permitirá dar la resolución del modelado matemático identificando las rutas óptimas proporcionando la solución de los problemas de distribución con la finalidad de reducir los costos de transbordo en la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., Cantón Salinas, Ecuador.

2.8. Plan de análisis e interpretación de resultados

Para el respectivo análisis en la investigación se utilizaron los siguientes softwares: LINGO 20.0 Y SPSS V.25.0. La elección de Lingo se basa en su capacidad para abordar tantos problemas lineales, el cual permitirá reconocer las respectivas rutas optimizadas de la cadena de distribución del laboratorio y así demostrar la aplicación del modelo matemático en esta herramienta profesional. 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.

A continuación, en la siguiente tabla 11 se muestra una explicación de los métodos y recursos que se emplearon en la investigación con el fin de lograr los objetivos planteados. Se detalla la ejecución de las tareas requeridas y se describen los medios utilizados 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 11: Plan de análisis e interpretación de resultados

N°	Objetivos Específicos	Procedimientos	Métodos de apoyo	Resultados esperados
1	Objetivo 1: Revisar las bases teóricas, basadas en una metodología de análisis bibliométrico, estableciendo el sustento del estado del arte entre la cadena de distribución en 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 mediante el uso de técnicas e instrumentos para el diagnóstico de la situación actual de la red de distribución en el laboratorio 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. Entrevista 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 instrumentos como es el cuestionario para la recolección de información. 	<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.
3	Objetivo 3: Demostrar un modelo de red de distribución, basado en la investigación de operaciones, para disminuir los costos	1. Ejecución de técnicas de recopilación de datos por su fiabilidad	1. Programas software.	1. Diagnóstico y tabulación de los datos.

de trasbordo en el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., Cantón Salinas, Ecuador.	2. Empleo de software para la validez de resultados.	2. Lingo 20.0.	2. Aplicación y modelo de transporte mediante programación lineal.
	3. Resultados y análisis de fiabilidad.	3. Software estadístico SPSS V.25.0	3. Rutas optimizadas en la cadena de suministro y conclusiones del modelo.

Nota: Elaborador por el autor

2.9. Recapitulación del capítulo II

La metodología llevada a cabo en la presente investigación para abordar la problemática de transbordo en donde se empleó la utilización de la programación lineal basada en la investigación de operaciones permitió a la empresa encontrar y modelar un diseño de transporte que permitirá la reducción de costos. Mediante el enfoque metodológico se determinó que el tipo de investigación a desarrollar es cuantitativo en donde para la recopilación de datos se emplearon las técnicas como es entrevista y censo, e instrumentos que vendrían hacer los cuestionarios. Se empleó el uso de preguntas abiertas y cerradas para la recopilación de datos referente a la cadena de suministro.

Para validar la información recopilada se utilizó el método de Delphi en donde primero validamos las preguntas mediante expertos para luego de ahí proceder a recolectar la información. Para comprobar la viabilidad y confiabilidad de los datos a través de Alpha de Cronbach en el software estadístico SPSS V.25.0.

CAPITULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Descripción de la empresa

3.1.1. Generalidades

Laboratorio de larvas Cultivos Marinos Culmarinsa S.A., es una empresa ecuatoriana, con sede principal en Salinas. Fundada el 16 de septiembre de 2016, forma parte de la creciente e influyente industria camaronera de Ecuador. Dedicada a la cría de camarones jóvenes hasta que alcanzan la etapa de postlarvas, presta sus servicios a numerosas empresas y asociaciones de granjas de camarones en las provincias costeras desde Santa Elena hasta hacia el Guayas y El Oro. Dado que Ecuador es el tercer mayor productor mundial de *Litopenaeus Vannamei* (camarón patiblanco) y el más grande de Sudamérica, dicha empresa se enorgullece y se siente comprometida con la producción de larvas de alta calidad que cumplan e incluso superen los estándares exigidos por los clientes.

Razón Social: Cultivos Marinos Culmarinsa S.A.

RUC: 0992998490001

Figura 18: Laboratorio de larvas Cultivo Marino Culmarinsa S.A.

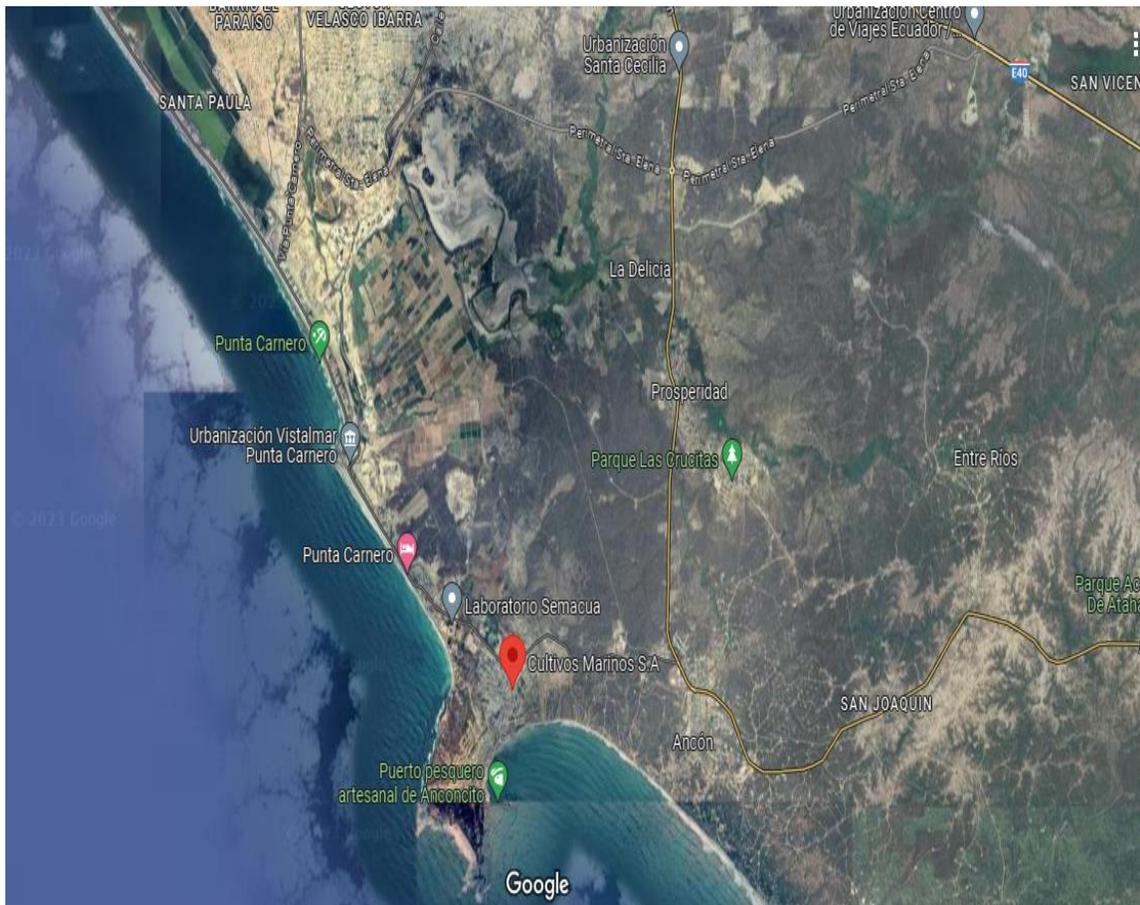


Nota: Elaborado por el autor

Emplazamiento del Laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A

La empresa acuícola localizada en Ecuador, específicamente en la provincia de Santa Elena, en el cantón Salinas, Mar Bravo, Barrio La Diablica, Km 1 1/2, camino vía Anconcito, Puerto Aguaje, dispone de todos los servicios esenciales, como agua, teléfono y electricidad. La empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A tiene un horario de atención que va desde las 8:00 a.m. hasta las 4:30 p.m. para el primer turno y de 4:30 p.m. a 8 a.m. para la rotación del personal de producción.

Figura 19: Ubicación geográfica del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.

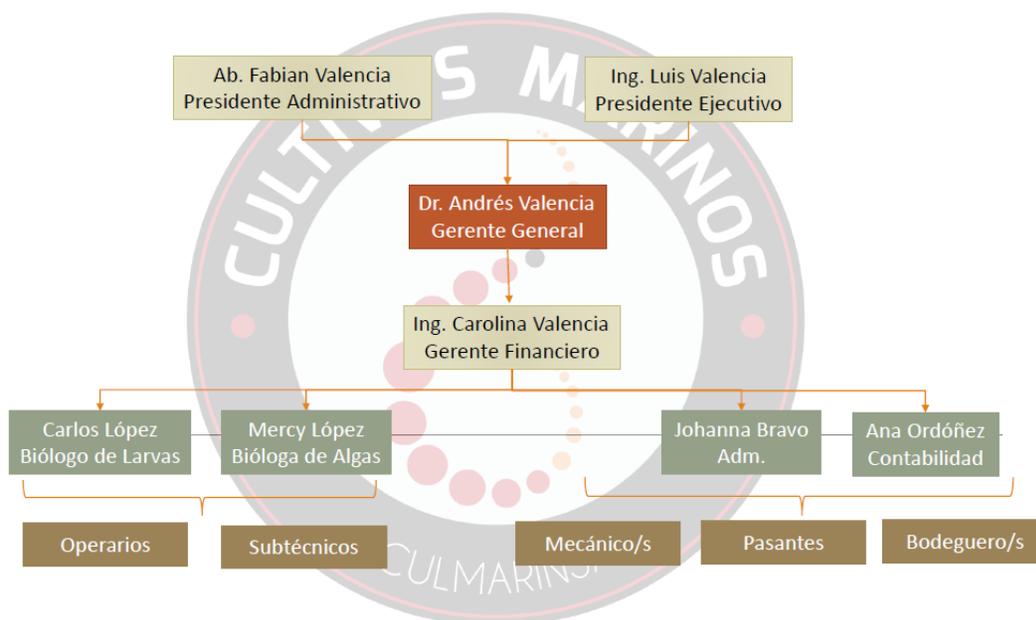


Nota: Elaborado por el autor, fuente Google Map

3.1.2. Organización estructural

En la figura 20 se detalla la disposición jerárquica y operativa del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., su objetivo fundamental radica en exponer las conexiones y niveles de autoridad existentes entre los diversos departamentos, unidades, roles y colaboradores que integran la empresa.

Figura 20: Organigrama del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.



Nota: Organigrama Cultivo Marino Culmarinsa S.A., fuente empresa.

Misión: Proveer la mejor larva de Santa Elena que garantice los resultados en campo a nuestros clientes

Visión: Ser reconocidos como líderes en la crianza de larvas de camarón Vannamei, desarrollando soluciones técnicas que garanticen la máxima calidad de nuestro producto para así transmitir confianza a todos nuestros clientes.

3.1.3. Descripción del proceso productivo

El proceso productivo en el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., cumple varias actividades las cuales son las siguientes:

Preparación de estanques o piscinas: se lleva a cabo la desinfección integral de todos los depósitos, desde los reservorios hasta los tanques de almacenamiento, con el objetivo de prevenir la presencia de cualquier bacteria que pudiera afectar el desarrollo del proceso productivo. Es fundamental que los materiales y herramientas empleados se encuentren en óptimas condiciones. Asimismo, la empresa dispone de una pequeña planta de energía eléctrica para garantizar el suministro energético en caso de deficiencias en el servicio convencional.

Adquisición de larvas (*Penaeus Vannamei*): en esta siguiente actividad se procede a adquirir la materia prima que son las larvas de camarón proveniente de camaronera de San Pablo.

Preparación del agua salina: se inicia el proceso llenando los reservorios con agua salina, la cual se obtiene mediante bombas ubicadas del mar, se procede a regular la temperatura del agua, manteniéndola dentro de un intervalo óptimo de 28 a 32 °C, ideal para favorecer la eclosión de los huevos.

Siembra de nauplios: la empresa siembra aproximadamente 37 millones de nauplios cada mes. Se gestionan distintas fases de desarrollo de las larvas con un estricto control, desde la etapa de nauplios 1 hasta alcanzar el tamaño óptimo de postlarvas 12, que es la fase ideal para la comercialización.

Control de alimento: Suministra un sustento apropiado para las larvas, que en las etapas iniciales puede consistir en alimentos diminutos como fitoplancton y zooplancton. A medida que las larvas se desarrollan, es posible incorporar alimentos de mayor tamaño, como artemia.

Cosecha de larvas de camarón: la recolección de camarones representa una fase crucial en la acuicultura de estos crustáceos. Este proceso se realiza habitualmente cuando han

alcanzado las dimensiones y el peso adecuados para su comercialización. Para determinar la cantidad de larvas, se emplea un método de pesaje volumétrico.

Productos que comercializa

El laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A, emplazado en el cantón Salinas a lo largo de la carretera Mar Bravo, se dedica a la producción y venta de larvas de camarón. En la actualidad, la empresa siembra alrededor de 37 millones de nauplios mensuales, y obtiene como resultado una cantidad mensual de 34 millones de postlarvas de *Penaeus Vannamei* cosechadas.

La empresa solo distribuye a nivel nacional, sus destinos o clientes finales son empresas emplazadas en dos provincias, siete se encuentran en diferentes cantones de la provincia del Guayas y tres en la provincia del Oro, siendo Guayas la provincia con mayor cantidad de clientes y Machala en menor cantidad. Además, el precio por millar de las larvas de camarón es de \$2, 15 dependiendo de la demanda de los clientes. Cuenta con dos almacenes temporales situados cerca de la empresa. El primero tiene una capacidad para almacenar 16 tinajas de postlarvas, mientras que el segundo puede contener hasta 18 tinajas de postlarvas. El producto final se envía en tanques tipo tina, cada uno con una capacidad de 1 millón de larvas.

En la tabla 12 se muestra los clientes o destinos finales donde se distribuyen las larvas de camarón.

Tabla 12: *Clientes o destinos finales donde se distribuyen las larvas de camarón*

N°	Clientes (Cantones de Guayas y El Oro)
1	Playas
2	Pedro Carbo
3	Durán
4	Naranjal
5	Balao
6	Guayaquil
7	Balzar
8	Machala
9	El Guabo
10	Huaquillas

Nota: Elaborado por el autor, fuente empresa.

3.2. Marco de resultados

Se busca demostrar los resultados obtenidos mediante la recopilación de datos, esto se llevó a cabo mediante la aplicación de las técnicas empleadas como en este caso: la entrevista y el censo en el laboratorio de larvas Cultivo Marino Culmarinsa S.A, 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.

También se establecen las hipótesis y se lleva a cabo el tercer objetivo establecido que es la creación del modelado matemático de la red logística. Este proceso de modelado se fundamenta mediante el procedimiento metodológico descrito por dos autores (Govindan et al., 2021) y (Mawgoud et al., 2023), cuyas etapas son las siguientes: 1) Revisión sistemática de la literatura cuya etapa fue desarrollada en el estado del arte, 2) Diagnóstico del sistema de distribución, 3) Creación de restricciones para el modelado matemático, 4) Modelado matemático del diseño de la red, 5) Aplicación y análisis de datos y 6) Resultados.

3.2.1. Resultados de la entrevista

La entrevista realizada mediante el empleo de preguntas abiertas fue dirigida al gerente general en el laboratorio de larvas Cultivo Marino Culmarinsa S.A., cuya finalidad fue para conocer sobre la producción y distribución de larvas de camarón. Y así conocer la situación actual de la empresa. Durante la entrevista realizada, se recopilaron datos importantes, como saber la capacidad que se produce de larvas de camarón en el laboratorio. Cuentan con un solo laboratorio y dos centros de distribución. Los clientes finales donde se vende el producto se encuentran en la Provincia del Guayas y El Oro.

A continuación, en las siguientes tablas 13 y 14 se presenta la información recopilada en la empresa mediante la entrevista:

Tabla 13: Capacidad de producción del laboratorio

Empresa	Nauplios Mensuales sembrados (cantidad en millones)	Larvas de camarón cosechadas mensualmente (cantidad en millones)
Laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.	37	34
	Producción mensualmente	34 millones de larvas de Penaeus Vannamei
	Producción anual	442 millones de larvas de Penaeus Vannamei

Nota: Elaborado por el autor, la tabla muestra la capacidad de producción del laboratorio

Tabla 14: Resultados obtenidos mediante la técnica de recopilación

Puntos de ventas a nivel nacional	Características de los vehículos donde se distribuyen las larvas	Costos de transporte en la distribución	N° de vehículos	Estructura o materiales en donde se empaca las larvas
Guayas que abarca la mayoría de los clientes donde se distribuye el producto y la Provincia de El Oro.	Camiones herméticos con oxígeno, cuya capacidad máxima de cada camión es de 8 toneladas, en donde distribuyen 5 millones de larvas por cada camión.	Los costos de transporte son de \$100 a \$400.	La empresa no cuenta con vehículos propios por lo que tiene que recurrir a fletar vehículos particulares.	Las larvas de camarón son distribuidas mediante tinajas cuya capacidad de cada una es de 1 millón de larvas.

Nota: Elaborado por el autor, la tabla muestra los resultados de la entrevista

Las tablas mencionadas anteriormente, muestran los resultados de la información recopilada mediante la entrevista realizada al gerente general de la empresa en donde se obtuvo la información respectiva sobre: la capacidad de producción del laboratorio, características de los vehículos en donde se transportan las larvas, puntos de distribución a clientes finales, costos de distribución, y materiales en donde se empaca el producto final.

3.2.2. Validez del instrumento

Para la validez del instrumento en la recopilación de datos se empleó el método de Delphi, el cual busca llegar a un acuerdo dentro de un conjunto de expertos a través de un análisis y una consideración profunda de un problema claramente definido, este método se fundamenta en las siguientes fases:

Fase 1: Preparación y selección de expertos

En la fase de preparación y selección de expertos, se llevó a cabo la formulación de once interrogantes de tipo cerrado para la creación del instrumento a validar. Se eligieron a los participantes que integrarían el conjunto de expertos.

Fase 2: Consulta a la selección de expertos

Para ejecutar la etapa, se optó por seleccionar a un grupo de 5 evaluadores o expertos, tomando en cuenta tanto su nivel educativo como su conocimiento en el área de investigación. Se aplicó un criterio de selección para la elección de estos expertos. A continuación, se detalla la descripción de cada uno de ellos:

- Tres Ingenieros Industriales especializados en formular, evaluar y ejecutar proyectos de desarrollo industrial, dos de aquellos con nivel de experiencia de 20 años, siguiendo al tercer experto con un rango de PhD y con una experiencia de 28 años.
- Un ingeniero Químico con 20 años de experiencia en el campo laboral de proyectos de investigación
- Un ingeniero Mecánico con 25 años de experiencia en el campo laboral y especializados en mecánica, simulación y control de calidad.

Se evidencia de manera óptima que se llevó a cabo la ejecución de la selección de expertos que nos ayudaron a validar el cuestionario, cuyos profesionales fueron buscados en sus lugares de trabajo, donde se presentaron los documentos correspondientes.

Fase 3: Consenso y reporte de resultados

Para la aceptación del cuestionario en la investigación se procedió a realizar la revisión mediante dos rondas con la finalidad de obtener un nivel de aprobación y valoración de acuerdo con la planificación establecida. En la siguiente tabla 15 se muestra los resultados obtenidos mediante la validación de expertos.

Tabla 15: Revisión por expertos para su respectiva valoración del instrumento

Revisión por expertos		
Validez		
Expertos	Ronda I	Ronda II
1	x	
2		x
3	x	
4	x	
5		x
Total	3	2

Nota: Elaborado por el autor, esta tabla muestra la cantidad de respuesta de expertos y la respuesta que dieron.

En la siguiente tabla 16 se muestran los resultados de la frecuencia y porcentaje de un análisis de las rondas de validación de los expertos de tabla antes mencionada.

Tabla 16: Análisis de frecuencia de las rondas de validación

Rondas	F	F. Acumulada	F. Relativa	%
I	3	3	0,6	60%
II	2	5	0,4	40%
Total	5		1	100%

Nota: Elaborado por el autor

3.2.3. Resultados y análisis del censo

El censo fue realizado a 17 trabajadores de la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., el cual contaba de 11 preguntas que nos proporcionó datos valiosos para analizar y crear el modelado matemático de la red de distribución. A continuación, en la tabla 17 se representa un análisis detallado de los datos recopilados a través de una matriz de resultados.

Tabla 17: Matriz de resultados

Ítems	Respuesta	Ítems	Respuesta
P-1	La muestra de encuestados señala el tipo de vehículo utilizado para la distribución del producto. La información recopilada muestra que el 100% de los participantes confirmaron que Cultivo Marino Culmarinsa S.A., fleta vehículos para realizar la distribución.	P-6	Se detalla la representación de la cantidad de larvas de camarón que venden a los clientes, con una demanda que varía en dos rangos: de 25000 a 30000 millares de larvas el 11,8%, señalaron esta opción como respuesta, y mayor a 30000 millares de larvas, el 88,2% de personas mencionaron esta opción como respuesta.
P-2	La muestra de encuestados nos detalla que el 64,7% representado de las personas que señalaron que, si están totalmente de acuerdo en implementar la red de distribución, seguido con el 17,6% representando al personal que señalo que, si están de acuerdo, y con el 17,6% representado por las personas que señalaron la opción neutral como respuesta.	P-7	Se muestra que todo el personal censado señaló que la empresa no cuenta con vehículos para la distribución y esto se detalla un porcentaje del 100%.
P-3	Se detalla el precio de venta por millar de larvas de camarón, representado por los encuestados con el 58,8% que equivale entre \$2 a 2,50 y el menor porcentaje con el 41,2% que representa el precio del millar entre \$2,50 a 3,00.	P-8	El 47,1% representa a las personas que señalaron que, si están totalmente de acuerdo que el diseño de la red mejorará la eficiencia de la empresa, seguido con el 41,2% representando al personal que señalo que, si están de acuerdo, y con un 11,8% representado por las personas que señalaron la opción neutral como respuesta.
P-4	Se detalla los costos de transporte del producto larvario desde el laboratorio hacia los centros de distribución. La proporción mayoritaria con el 58,8%, que equivale que los precios de transporte oscilan entre \$1 a 100 y la porción más pequeña que representa el 41,2% de los costos de transbordo entre \$100 a 200.	P-9	Se obtuvo como resultado un 100% en las personas encuestadas que detallaron que la empresa si abastece el stock de productos.

<p>P-5 Se detalla los gastos de transporte relacionados con la entrega de productos desde los centros de distribución a los diversos clientes a nivel nacional. EL 70,6%, cuyo precio de transporte oscila entre \$100 a \$200, mientras que el 29,4%, representando al costo de \$300 a \$400.</p>	<p>P-10 La proporción mayoritaria corresponde al 47,1%, seguido con un 29,4% y la porción más pequeña que representa un 23,1%. En la disponibilidad que cuenta el laboratorio.</p>
--	---

<p>P-6 Se detalla con el 47,1%, como opción de respuesta al transporte ya que no se cuenta con vehículos, seguido con el 29,4%, que corresponde a la opción de respuesta de condiciones climáticas. Y con el 23,5% que representa el área más pequeña, cuya problemática sería los excesos de capacidad al trasladar.</p>
--

Nota: Elaborado por el autor

3.2.4. Análisis de fiabilidad Alpha de Cronbach

Escala de Fiabilidad o validez del censo

Para la validez del censo el primer paso fue recopilar la información sobre la situación de la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A, mediante la implementación de un cuestionario de entrevista. Este cuestionario se basó en la opinión de cada uno de los 17 empleados que trabajan en la empresa. Dicho cuestionario se trató en responder a once preguntas formuladas siguiendo el enfoque de escala de Likert, cuyas opciones de respuestas con cinco niveles.

El coeficiente alfa de Cronbach permite al investigador evaluar la confiabilidad de un instrumento, involucrando ítems de respuestas con más de dos opciones. Este enfoque evalúa la confiabilidad calculando un número dentro de un intervalo de 0 a 1. Cuanto más cercano esté ese número a 1, mayor será la confiabilidad del instrumento. (Rodríguez-Rodríguez & Reguant-Álvarez, 2020).

Para el autor Hernández Sampieri et al., (2014) señala que para medir la fiabilidad del instrumento no existe una regla que indique que a partir de un valor no hay confiabilidad, pero igual se basa en dichos criterios mencionados por diferentes autores.

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

A continuación, en la tabla 18, se detallan los resultados y análisis obtenidos mediante la utilización del software IBM SPSS (versión 25), el cual nos permitió medir la fiabilidad de dicho cuestionario. En la tabla 27 se presenta el número total de todas las personas censadas en la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., en el cual se detallan que todos los 17 casos fueron validados y representados en un 100%, es decir ningún caso fue excluido.

Tabla 18: *Procesamientos de casos*

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	17	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	17	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

A continuación, en la tabla 19 se muestran los datos obtenidos del software SPSS, dando como resultado una confiabilidad de Alfa de Cronbach, de 0,838 dicho valor del coeficiente es considerado excelente y altamente confiable.

Tabla 19: *Evaluación de fiabilidad Alfa de Cronbach*

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,838	,846	8

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

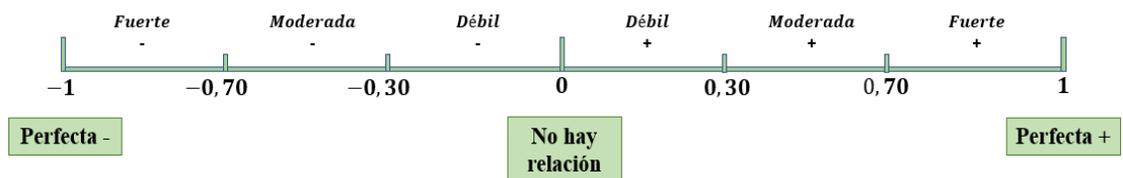
3.2.5. Verificación de hipótesis mediante el análisis de varianza: Pearson

Se emplea el programa IBM SPSS Statistics 25 para llevar a cabo la evaluación o verificación de hipótesis mediante la aplicación de la función de correlación de Pearson. Esta función se encarga de examinar la relación entre las dos variables de interés (variable independiente y variable dependiente).

Para el autor Fiallos et al., (2021), el coeficiente de correlación Pearson es un índice que muestra la medición de normalidad y la fuerza de correlación de las variables, que sólo puede ser empleado para tipos de variables cuantitativas. De acuerdo con Santabárbara, (2019), el método más exacto para el análisis de varianza con muestras pequeñas menos de 30 observaciones $n < 30$ es el análisis de varianza mediante Pearson. La interpretación de este coeficiente sugiere que cuando $r = 1$, existe una relación positiva perfecta entre las variables, lo que implica una dependencia total entre ellas, aceptando la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Por otro lado, si $r = -1$, la relación es negativa perfecta, indicando una relación opuesta entre las variables, aceptando la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. (Santabárbara, 2019)

Para un mejor entendimiento en la siguiente figura 21 se muestra la interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.

Figura 21: Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson



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

- Si $r = 0$ no existe correlación entre las variables.
- Si $0 < r < 0.30$ = débil correlación.
- Si $0.30 \leq r < 0.70$ = existe correlación moderada.

- Si $0.70 \leq r < 1$ = existe una correlación fuerte.
- Si $r = \pm 1$ = perfecta correlación.

Se definen las variables y posteriormente se establecen la hipótesis para el análisis respectivo mediante la correlación de Pearson:

Variable Independiente: Modelado de red logística.

Variable dependiente: Producción de larvas de camarón.

Hipótesis nula (H_0):

La creación de un modelo logístico para la producción de larvas de camarón no incide en la reducción de los costos de distribución en el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., emplazado en el Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.

Hipótesis alternativa (H_a):

La creación de un modelo logístico para la producción de larvas de camarón incide en la reducción de los costos de distribución en el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., emplazado en el Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.

En la siguiente tabla 20 se muestra la demostración de la regla de decisión, se considera que la correlación entre dos variables numéricas es significativa si p es menor al 5%. En el caso analizado, la significancia obtenida es de 0,022, lo que indica que la correlación es significativa a un nivel del 0,05 (bilateral). con esta afirmación, se valida la negación de la hipótesis nula (H_0) y se respalda la aceptación de la hipótesis alternativa (H_a), que sugiere que la creación de un modelo logístico para la producción de larvas de camarón incide en la reducción de los costos de distribución en el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., con una correlación moderada entre en un rango entre $0.30 \leq r < 0.70$ como se detalla.

Tabla 20: Tabla de correlación de las dos variables

		Correlaciones	
		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	,551*
	Sig. (bilateral)		,022
	N	17	17
VD	Correlación de Pearson	,551*	1
	Sig. (bilateral)	,022	
	N	17	17

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

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

3.2.6. Diagnóstico actual del sistema de distribución en el laboratorio

En el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., el diagnóstico del sistema de distribución reveló que la empresa carece de vehículos propios para la entrega de larvas. Según el censo, la implementación de un modelo logístico permite reducir los costos de transbordo, el costo por millar de larvas de camarón actualmente oscila entre \$2,00 y \$2,50. Los costos de transporte desde el laboratorio hasta los puntos de distribución varían de \$1 a \$100, mientras que el transporte a clientes finales se sitúa entre \$100 y \$200 para provincias cercanas a Santa Elena, y entre \$200 y \$400 para provincias lejanas. El laboratorio distribuye las larvas de camarones a medianas y grandes empresas acuícolas cuya cantidad de millar del producto acuícola es de los 10000 a 400000 millares. A pesar de los problemas reconocidos en la distribución, la empresa satisface todos los pedidos, manteniendo un stock mensual máximo de 30 a 35 millones de larvas cosechadas.

Mediante el diagnóstico actual se demostró que en el laboratorio si existen problemas de distribución la cual afecta su cadena de distribución, lo que resulta un aumento de los costos de transporte. Para abordar esta problemática en el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa, se considera crucial la implementación de un modelo de distribución con el objetivo de minimizar los costos de transbordo.

En la figura 22 se detalla la elaboración del diagrama de Ishikawa mediante el método de estratificación el cual nos permite ir directamente a las principales causas potenciales que aborda el problema.

Figura 22: Problemas detectados en el diagnóstico actual



Nota: Elaborado por el autor

3.2.7. Descripción del sistema de rutas de distribución

La empresa distribuye las larvas de camarón a nivel nacional, inicia desde su nodo de origen que es la planta de producción hacia sus dos nodos de transbordo que son los almacenamientos temporales ubicados cerca de la empresa, para luego ser distribuidos a sus nodos de destinos o clientes finales, localizados en dos provincias, siete en la provincia del Guayas y tres en la provincia del Oro, siendo Guayas la provincia con mayor cantidad de clientes y El Oro en menor cantidad.

La empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., no opta, ni planifica rutas predeterminadas para la distribución lo que ocasiona complicaciones en el transporte de los productos, esto se debe a demoras causadas por el mal estado de las carreteras o condiciones climáticas que dificultan el traslado del producto larvario. A continuación, se detallan las rutas de cada cliente desde los puntos de almacenamiento hacia los clientes finales.

Figura 24: Ruta de distribución cliente número dos



Nota: Elaborado por el autor, fuente Google Map

En la figura 25, se ilustra la ruta de distribución del traslado de las larvas de camarón del cliente número tres, desde los almacenes del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A. hasta el cliente final, cantón Duran, cuya distancia de recorrida por la ruta con mayor extensión es de 156 km, con un tiempo de viaje de 2 horas y 40 minutos. Y en la distancia de ruta menor existe un recorrido de 142 km y un tiempo de duración de 2 horas y 3 minutos.

Figura 25: Ruta de distribución cliente número tres



Nota: Elaborado por el autor, fuente Google Map

En la figura 26 se ilustra la ruta de distribución del cuarto cliente, para el traslado de las larvas de camarón desde los almacenes del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A. hasta el cliente final número cuatro, cantón Naranjal, la distancia de recorrida por la ruta con mayor extensión es de 238 km, con un tiempo de viaje de 3 horas y 55 minutos. Y en la distancia de ruta menor existe un recorrido de 294 km y un tiempo de duración de 3 hora y 23 minutos.

Figura 26: Ruta de distribución cliente número cuatro



Nota: Elaborado por el autor, fuente Google Map

En la figura 27, se presenta el trayecto de distribución de larvas de camarón desde los almacenes de Cultivo Marino Culmarinsa S.A. hasta su destino final cliente número 5, cantón Balao. La ruta más extensa abarca una distancia de 270 km, con un tiempo de viaje estimado de 4 horas y 29 minutos. Mientras que la ruta más corta existe un recorrido de 255 km y tiene una duración aproximada de 3 horas y 55 minutos. Se escoge la ruta más corta, dado que sus carreteras se encuentran en óptimas condiciones, facilitando el traslado eficiente de las larvas.

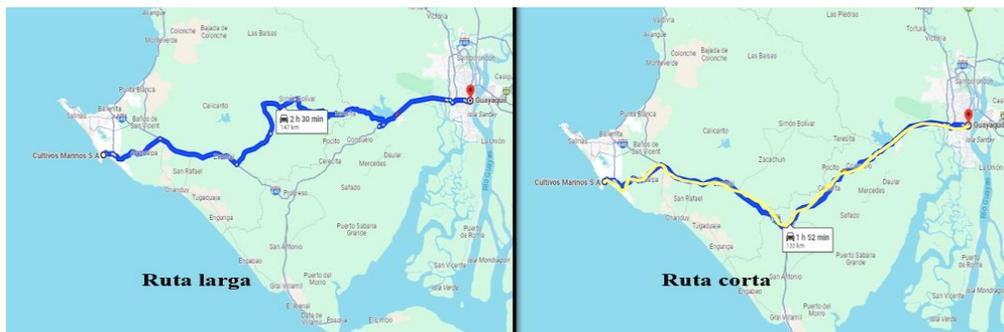
Figura 27: Ruta de distribución cliente número cinco



Nota: Elaborado por el autor, fuente Google Map

En la figura 28, se presenta el trayecto de distribución de larvas de camarón desde los almacenes de Cultivo Marino Culmarinsa S.A. hasta su destino final cliente número seis, cantón Guayaquil. La ruta más extensa abarca una distancia de 147 km, con un tiempo de viaje estimado de 2 horas y 30 minutos. Mientras que la ruta más corta existe un recorrido de 133 km y tiene una duración aproximada de 1 hora y 52 minutos. Se escoge la ruta más corta, dado que sus carreteras se encuentran en óptimas condiciones.

Figura 28: Ruta de distribución cliente número seis



Nota: Elaborado por el autor, fuente Google Map

En la figura 29, se presenta el trayecto de distribución de larvas de camarón desde los almacenes de Cultivo Marino Culmarinsa S.A. hasta su destino final cliente número siete, cantón Balzar. La ruta más extensa abarca una distancia de 248 km, con un tiempo de viaje estimado de 4 horas y 6 minutos. Mientras que la ruta más corta existe un recorrido de 234 km y tiene una duración aproximada de 3 horas y 28 minutos. Se escoge la ruta más corta, dado que sus carreteras se encuentran en óptimas condiciones, facilitando el traslado eficiente de las larvas.

Figura 29: Ruta de distribución cliente número siete

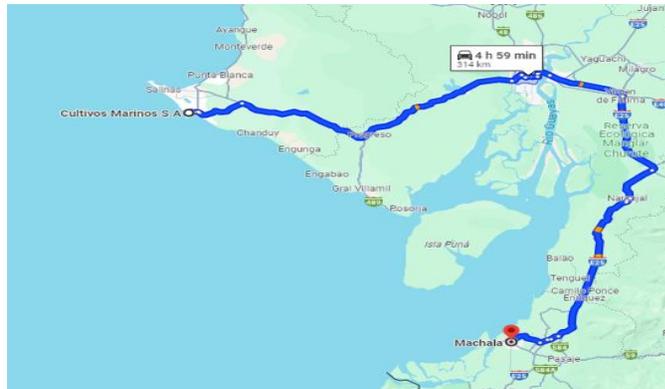


Nota: Elaborado por el autor, fuente Google Map

Cientes de la Provincia del Oro

En la figura 30 se ilustra la ruta de distribución del quinto cliente número ocho, para el traslado de las larvas de camarón desde los almacenes del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A. hasta el cliente final, hasta Machala, ubicada en la provincia del Oro, cantón Machala. La distancia de recorrida por la ruta es de 314 km, con un tiempo de viaje de 4 horas y 59 minutos.

Figura 30: Ruta de distribución cliente número ocho



Nota: Elaborado por el autor, fuente Google Map

En la figura 31 se ilustra la ruta de distribución del noveno cliente, para el traslado de las larvas de camarón desde los almacenes del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A. hasta el cliente final, cantón El Guabo la distancia de recorrida es de 394 km, con un tiempo de viaje de 4 horas y 38 minutos.

Figura 31: Ruta de distribución cliente número nueve



Nota: Elaborado por el autor, fuente Google Map

En la figura 32 se ilustra la ruta de distribución del quinto diez, para el traslado de las larvas de camarón desde los almacenes del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A. hasta el cliente final, cantón Huaquillas, la distancia de recorrida por la ruta con mayor extensión es de 372 km, con un tiempo de viaje de 5 horas y 41 minutos.

Figura 32: Ruta de distribución cliente número diez



Nota: Elaborado por el autor, fuente Google Map

Listado de problemas detectados

- Gestión de la demanda.
- Retrasos en la entrega al no contar con rutas de distribución eficientes.
- Exceso de capacidad al trasladar.
- Costos de transporte elevados ya que la empresa no cuenta con vehículos propios.
- Falta de organización en la bodega de insumos y almacenes temporales.

Mejoras de los problemas detectados implementando la red de distribución

La gestión de la demanda mediante la implementación de la red logística implica mucho en la organización y coordinación de diversas actividades con el fin de atender de manera eficiente las necesidades de los clientes, al formular la propuesta, la empresa tendrá la oportunidad de recabar información histórica de ventas y utilizar métodos de pronóstico con el fin de anticipar la demanda futura.

Mejorar la eficiencia del sistema de distribución con el objetivo de reducir los costos de transporte mediante la creación del modelado logístico en el laboratorio, permitirá agilizar los plazos de entrega y conocer las mejores opciones de rutas de distribución.

Mediante el modelo de distribución, abordar la cuestión del exceso de capacidad al trasladar, permitirá determinar la cantidad de larvas de camarón que deben trasladarse a cada destino, con el objetivo de prevenir cualquier excedente de demanda al cliente.

Mediante la implementación del modelo de red de distribución facilitará a la empresa identificar las rutas más eficientes para la distribución, gestionando las cantidades de millares de larvas de camarón a transportar y así poder determinar el número de camiones necesarios para llevar a cabo dicho proceso.

Si los insumos no están organizados de manera eficiente, puede haber demoras en la producción de larvas de camarón debido a la dificultad para localizar los materiales necesarios, esto puede llevar a retrasos en la entrega de productos terminados a los clientes. Mediante la implementación del modelo de la red de distribución el problema de explotación de almacenes se minimizará ya que sabremos las cantidades óptimas a enviar desde el nodo de origen hasta sus almacenes.

A continuación, se presentará la resolución de la propuesta del trabajo de investigación en el laboratorio de larvas de camarón Cultivo Marino Culmarinsa S.A.

3.3. Propuesta de mejora en el proceso de distribución del laboratorio

Etapa 1: Revisión sistemática de la literatura

Esta etapa fue desarrollada durante el estado del arte, lo que permitió adquirir un conocimiento profundo de modelados ya presentes en el campo de redes logísticas.

Etapa 2: Diagnóstico del sistema actual del sistema de distribución

En la siguiente tabla 21 se presenta la cantidad de producción de larvas de camarón que se despacha a cada cliente final junto con los gastos asociados al transporte. Estos datos fueron recopilados a través de entrevistas y censos. Los costos de distribución que

se exhiben están vinculados a la distancia de traslado. Cabe recalcar que según la información recopilada dichos costos varían debido a que el laboratorio alquila los vehículos.

Tabla 21: *Tabla de producción y costos de transporte*

Distribución Clientes finales	Producción mensualmente de larvas de camarón	Costos por fletes \$
Cliente 1: Cantón Playas	4 millones	\$ 200
Cliente 2: Cantón Pedro Carbo	5 millones	\$ 180
Cliente 3: Cantón Durán	3 millones	\$ 235
Cliente 4: Cantón Naranjal	4 millones	\$ 230
Cliente 5: Cantón Balao	5 millones	\$ 210
Cliente 6: Cantón Guayaquil	2 millones	\$ 140
Cliente 7: Cantón Balzar	2 millones	\$140
Cliente 8 Cantón Machala	3 millones	\$ 340
Cliente 9: Cantón El Guabo	3 millones	\$ 300
Cliente 10: Cantón Huaquillas	3 millones	\$ 380
Total	34 millones mensualmente	

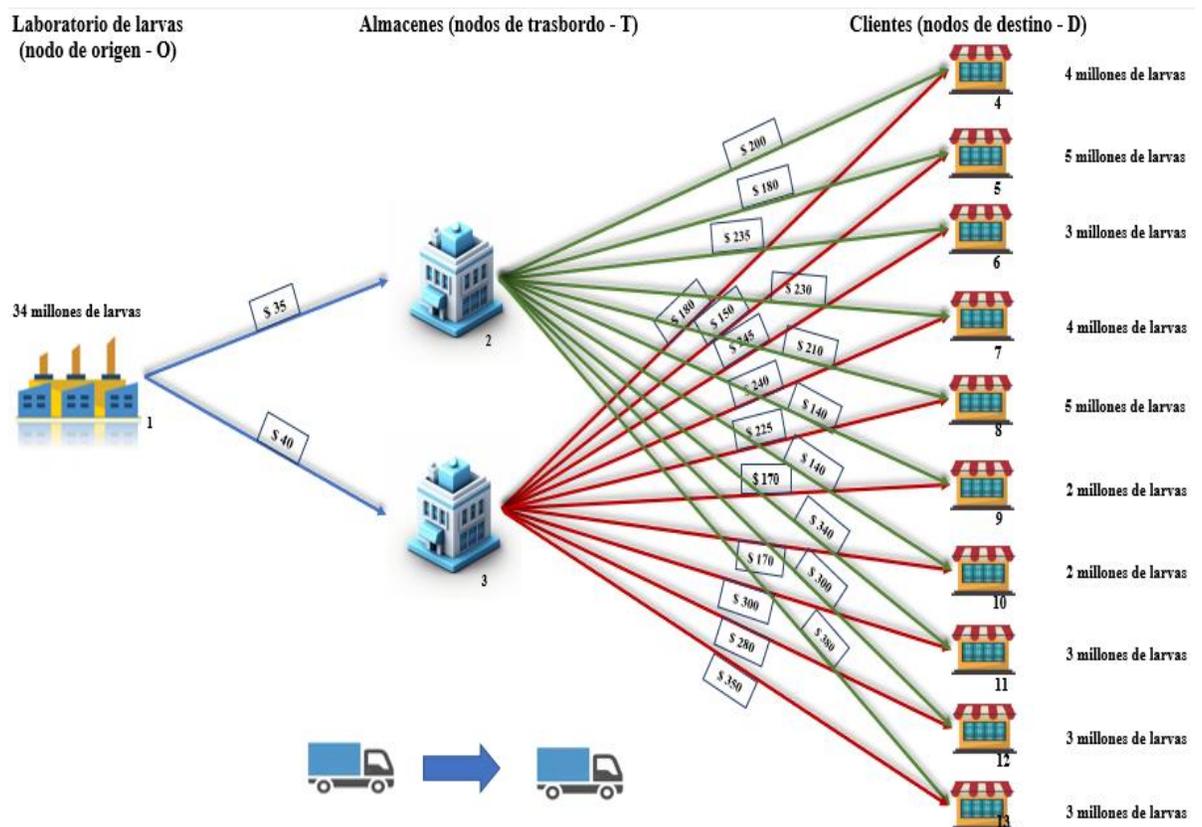
Nota: Elaborado por el autor, basado en datos recopilados del censo y entrevista

El laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., emplazado en el cantón Salinas de la provincia de Santa Elena, cuenta con una entidad productiva conocida como nodos de origen: O1. Los almacenes temporales se ubican en los nodos intermediarios o también llamados nodos de transbordo: T1 y T2, cuyas ubicaciones se representan mediante los costos de transporte (i, j). y desde estos almacenes intermediarios, el laboratorio distribuye el producto a los puntos de distribución también conocidos como nodos de destino: D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9 y D10, se consideran los valores de traslado

(j, k) desde los nodos de almacenamiento, también llamados nodos de transbordo, hacia los destinos finales.

En la siguiente figura 33 se presenta de forma detallada los nodos de origen del laboratorio de larvas desde la empresa a los almacenes temporales y desde los almacenamientos hacia los clientes finales.

Figura 33: Esquema de ruta de distribución con transbordo en la empresa



Nota: Elaborado por el autor

La Tabla 22 presenta los costos individuales en dólares de transbordo que se generan al trasladar las larvas de camarón desde el punto de origen, que es el laboratorio, hasta el nodo de transbordo, estos nodos de transbordo, que corresponden a dos centros de distribución temporales cercanos al laboratorio.

Tabla 22: Tabla de producción y costos de transporte (O – T)

Laboratorio (Nodo de origen)	Almacenes temporales (Nodos de trasbordo)	
	Almacén T1 (2)	Almacén T2 (3)
O1	\$ 35	\$ 40

Nota: Elaborado por el autor, esta tabla muestra los costos de trasbordo desde la empresa hasta los almacenes temporales (O – T)

La Tabla 23 presenta los costos individuales en dólares de trasbordo que se generan al trasladar las larvas de camarón desde los almacenamientos temporales, hasta los puntos de distribución o clientes finales.

Tabla 23: Costo de transporte desde nodos de trasbordo a destinatarios (T – D)

Almacenes temporales (Nodos de trasbordo)	Distribución a clientes finales (Nodos de destinos)									
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
T1	\$ 200	\$ 180	\$ 235	\$ 230	\$ 210	\$ 140	\$ 140	\$ 340	\$ 300	\$ 380
T2	\$ 180	\$ 150	\$ 245	\$ 240	\$ 225	\$ 170	\$ 170	\$ 300	\$ 280	\$ 350

Nota: Elaborado por el autor, esta tabla muestra los costos de trasbordo desde los almacenes temporales hacia los destinos finales (T – D)

El modelado de la red de distribución contiene nodos de origen conocido como O1, cuya capacidad de producción mensualmente es de 34 millones de larvas de camarón. Los nodos de destinos se representan por 10 puntos de distribución, de los cuales 7 pertenecen a clientes de la provincia del Guayas y 3 en la provincia de El Oro, se representan de la siguiente manera para el destino D1 cuya capacidad de demanda de 4 millones de larvas, D2 cuya cantidad requerida de 5 millones de larvas, D3 cuya cantidad requerida de 3 millones, D4 con 4 millones de larvas, D5 con 5 millones de larvas, D6 con 2 millones de larvas, D7 con 2 millones, D8 con 3 millones de larvas, D9 con 3 millones de larvas requerida y el último cliente D10 con 3 millones de larvas.

3.3.1. Modelación matemática de la red de distribución

Etapa 3: Creación de restricciones para el modelado matemático

Formulación matemática

Para la formulación del problema a partir de las fuentes de información revisadas en el estado de arte, el cual demostró que la mejor opción para resolver modelados de red logísticas es la programación lineal. El modelo propuesto consistirá en la representación de nodos de origen, nodos de trasbordo y nodos de destino. A continuación, se detallan las formulaciones y las respectivas ecuaciones que permitirán dar solución al problema planteado.

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

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)

$k = 1, 2, 3, 4 \dots 10$ (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 $_i$: 34 millones de larvas

Capacidad $_j$: (16, 18) millones de larvas

Demanda $_k$: (4, 5, 3, 4, 5, 2, 2, 3, 3, 3) 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)

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

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

Restricciones de la oferta

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

$$X_{1,2} + X_{1,3} \leq 34$$

Restricciones de la demanda

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

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

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

$$X_{2,7} + X_{3,7} = 4$$

$$X_{2,8} + X_{3,8} = 5$$

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

$$X_{2,10} + X_{3,10} = 2$$

$$X_{2,11} + X_{3,11} = 3$$

$$X_{2,12} + X_{3,12} = 3$$

$$X_{2,13} + X_{3,13} = 3$$

Restricciones de nodos balanceados para nodos transistores

$$X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} + X_{2,9} + X_{2,10} + X_{2,11} + X_{2,12} + X_{2,13} = X_{1,2}$$

$$X_{2,4} + X_{2,5} + X_{2,6} + X_{2,7} + X_{2,8} + X_{2,9} + X_{2,10} + X_{2,11} + X_{2,12} + X_{2,13} - X_{1,2} = 0$$

$$X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} + X_{3,10} + X_{3,11} + X_{3,12} + X_{3,13} = X_{1,3}$$

$$X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} + X_{3,10} + X_{3,11} + X_{3,12} + X_{3,13} - X_{1,3} = 0$$

Etapa 4: Modelado matemático del diseño de la red

Solución del modelado aplicando el software Lingo 20.0

En la figura 34 se detalla el planteamiento y formulación de las respectivas restricciones del modelado matemático, se incluyen sus ecuaciones de oferta, costos de transporte y demanda y se empieza dar la solución del problema mediante 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 34: Solución del modelado en programa computacional Lingo 20.0

```

Lingo 20.0 - [Lingo Model - Modelado en Lingo - copia]
File Edit Solver Window Help
SETS:
PLANTA: PRODUCCION;
TRANSBORDO: CAPACIDAD;
DESTINO: DEMANDA;
TRANSPORTE1 (PLANTA, TRANSBORDO):COSTO1, CANTIDAD1;
TRANSPORTE2 (TRANSBORDO, DESTINO):COSTO2, CANTIDAD2;
ENDESETS

DATA:
!Configuración de miembros del problema;
PLANTA =O1;
TRANSBORDO =T1 T2;
DESTINO =D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10;

!Valor de los atributos;
PRODUCCION =34;
CAPACIDAD =16 18;
DEMANDA =4 5 3 4 5 2 2 3 3 3;
COSTO1 =35 40;
COSTO2 =200 180 235 230 210 140 140 340 300 380
        180 150 245 240 225 170 170 300 280 350;
ENDDATA

!La función objetivo;
MIN = @SUM (TRANSPORTE1 (I, J) :COSTO1 (I, J) *CANTIDAD1 (I, J)) +@SUM (TRANSPORTE2 (J, K) :COSTO2 (J, K) *CANTIDAD2 (J, K) );
!Restricción por límite de producción;
@FOR (PLANTA (I) :@SUM (TRANSBORDO (J) :CANTIDAD1 (I, J) )<=PRODUCCION (I) );
!Restricción por demanda;
@FOR (DESTINO (K) :@SUM (TRANSBORDO (J) :CANTIDAD2 (J, K) )=DEMANDA (K) );
!Restricción por balance de los puntos de transbordo;
@FOR (TRANSBORDO (J) :@SUM (PLANTA (I) :CANTIDAD1 (I, J) )=@SUM (DESTINO (K) :CANTIDAD2 (J, K) ));
END
    
```

Nota: Elaborado por el autor, esta figura detalla el modelado de la red de distribución en el software Lingo 20.0

Etapa 5: Aplicación y análisis de resultados

En la figura 35 se detalla la resolución de la función objetivo del modelo computacional, cuyo valor de costos de transporte propuesto es de \$8.775,00. En la misma figura también muestra la clase de modelado que se empleó con una cantidad de 22 variables y 14 constantes.

Figura 35: Solución del modelado en programa computacional Lingo 20.0

```

Lingo 20.0 - [Solution Report - Modelado en Lingo - copia]
File Edit Solver Window Help
LINGO/WIN64 20.0.23 (5 Sep 2023 ), LINDO API 14.0.5099.295

Licensee info: Eval Use Only
License expires: 5 MAY 2024

Global optimal solution found.
Objective value:                8775.000
Infeasibilities:                0.0000000
Total solver iterations:        0
Elapsed runtime seconds:        0.29

Model Class:                    LP

Total variables:                22
Nonlinear variables:            0
Integer variables:              0

Total constraints:              14
Nonlinear constraints:          0

Total nonzeros:                66
Nonlinear nonzeros:            0
    
```

Nota: Elaborado por el autor, en esta figura se muestra los datos resultantes del software Lingo 20.0

En la figura 36 se muestra la capacidad de producción de 34 millones de larvas de camarón y la cantidad distribuida en cada centro de distribución T1 y T2.

Figura 36: Capacidad del laboratorio

LINGO/WING64 20.0.23 (5 Sep 2023), LINDO API 14.0.5099.295

Licensee info: Eval Use Only
License expires: 5 MAY 2024

Global optimal solution found.
Objective value: 8775.000
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 0
Elapsed runtime seconds: 0.29

Model Class: LP

Total variables: 22
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 0

Total constraints: 14
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 66
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
PRODUCCION(O1)	34.000000	0.000000
CAPACIDAD(T1)	16.000000	0.000000
CAPACIDAD(T2)	18.000000	0.000000
DEMANDA(D1)	4.000000	0.000000
DEMANDA(D2)	5.000000	0.000000
DEMANDA(D3)	3.000000	0.000000
DEMANDA(D4)	4.000000	0.000000
DEMANDA(D5)	5.000000	0.000000
DEMANDA(D6)	2.000000	0.000000
DEMANDA(D7)	2.000000	0.000000
DEMANDA(D8)	3.000000	0.000000
DEMANDA(D9)	3.000000	0.000000
DEMANDA(D10)	3.000000	0.000000
COSTO1(O1, T1)	35.000000	0.000000
COSTO1(O1, T2)	40.000000	0.000000
CANTIDAD1(O1, T1)	16.000000	0.000000
CANTIDAD1(O1, T2)	18.000000	0.000000
COSTO2(T1, D1)	200.000000	0.000000
COSTO2(T1, D2)	180.000000	0.000000

Nota: Elaborado por el autor, en esta figura se muestra los datos resultantes del software Lingo 20.0

En la figura 37 se muestra la capacidad demandada de cada cliente final que posee el laboratorio desde el destinatario 1 hasta el destinatario 10.

Figura 37: Cantidad de demanda requeridas por cada cliente final

LINGO/WING64 20.0.23 (5 Sep 2023), LINDO API 14.0.5099.295

Licensee info: Eval Use Only
License expires: 5 MAY 2024

Global optimal solution found.
Objective value: 8775.000
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 0
Elapsed runtime seconds: 0.29

Model Class: LP

Total variables: 22
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 0

Total constraints: 14
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 66
Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
PRODUCCION(O1)	34.000000	0.000000
CAPACIDAD(T1)	16.000000	0.000000
CAPACIDAD(T2)	18.000000	0.000000
DEMANDA(D1)	4.000000	0.000000
DEMANDA(D2)	5.000000	0.000000
DEMANDA(D3)	3.000000	0.000000
DEMANDA(D4)	4.000000	0.000000
DEMANDA(D5)	5.000000	0.000000
DEMANDA(D6)	2.000000	0.000000
DEMANDA(D7)	2.000000	0.000000
DEMANDA(D8)	3.000000	0.000000
DEMANDA(D9)	3.000000	0.000000
DEMANDA(D10)	3.000000	0.000000
COSTO1(O1, T1)	35.000000	0.000000
COSTO1(O1, T2)	40.000000	0.000000
CANTIDAD1(O1, T1)	16.000000	0.000000
CANTIDAD1(O1, T2)	18.000000	0.000000
COSTO2(T1, D1)	200.000000	0.000000
COSTO2(T1, D2)	180.000000	0.000000

Nota: Elaborado por el autor, en esta figura se muestra los datos resultantes del software Lingo 20.0

En la figura 38 se detalla los costos de trasbordo desde la planta de producción O1 hasta los nodos de trasbordo T1 y T2, en esta sección se muestra la capacidad requerida de cada almacenamiento temporal 1 y 2.

Figura 38: Precio de trasbordo desde (O1 - T1 a T2) y capacidad de demanda de cada almacén

Variable	Value	Reduced Cost
PRODUCCION(O1)	34.00000	0.000000
CAPACIDAD(T1)	16.00000	0.000000
CAPACIDAD(T2)	18.00000	0.000000
DEMANDA(D1)	4.000000	0.000000
DEMANDA(D2)	5.000000	0.000000
DEMANDA(D3)	3.000000	0.000000
DEMANDA(D4)	4.000000	0.000000
DEMANDA(D5)	5.000000	0.000000
DEMANDA(D6)	2.000000	0.000000
DEMANDA(D7)	2.000000	0.000000
DEMANDA(D8)	3.000000	0.000000
DEMANDA(D9)	3.000000	0.000000
DEMANDA(D10)	3.000000	0.000000
COSTO1(O1, T1)	35.00000	0.000000
COSTO1(O1, T2)	40.00000	0.000000
CANTIDAD1(O1, T1)	16.00000	0.000000
CANTIDAD1(O1, T2)	18.00000	0.000000
COSTO2(T1, D1)	200.0000	0.000000
COSTO2(T1, D2)	180.0000	0.000000
COSTO2(T1, D3)	235.0000	0.000000
COSTO2(T1, D4)	230.0000	0.000000
COSTO2(T1, D5)	210.0000	0.000000
COSTO2(T1, D6)	140.0000	0.000000
COSTO2(T1, D7)	140.0000	0.000000
COSTO2(T1, D8)	340.0000	0.000000
COSTO2(T1, D9)	300.0000	0.000000
COSTO2(T1, D10)	380.0000	0.000000
COSTO2(T2, D11)	180.0000	0.000000

Nota: Elaborado por el autor, en esta figura se muestra los datos resultantes del software Lingo 20.0

En la figura 39 se detalla todos los costos representados desde los nodos de trasbordo hasta los nodos de distribución o clientes finales (T hasta D).

Figura 39: Precio desde el trasbordo desde los nodos de trasbordo hasta los nodos de origen

COSTO2(T1, D1)	200.0000	0.000000
COSTO2(T1, D2)	180.0000	0.000000
COSTO2(T1, D3)	235.0000	0.000000
COSTO2(T1, D4)	230.0000	0.000000
COSTO2(T1, D5)	210.0000	0.000000
COSTO2(T1, D6)	140.0000	0.000000
COSTO2(T1, D7)	140.0000	0.000000
COSTO2(T1, D8)	340.0000	0.000000
COSTO2(T1, D9)	300.0000	0.000000
COSTO2(T1, D10)	380.0000	0.000000
COSTO2(T2, D11)	180.0000	0.000000
CANTIDAD2(T1, D1)	0.000000	15.00000
CANTIDAD2(T1, D2)	0.000000	25.00000
CANTIDAD2(T1, D3)	3.000000	0.000000
CANTIDAD2(T1, D4)	4.000000	0.000000
CANTIDAD2(T1, D5)	5.000000	0.000000
CANTIDAD2(T1, D6)	2.000000	0.000000

Nota: Elaborado por el autor, en esta figura se muestra los datos resultantes del software Lingo 20.0

En la figura 40 se detalla la nueva cantidad propuesta de transportar desde los nodos de transbordo hacia los lugares de distribución conocidos como nodos de destino. Esto nos permite encontrar las mejores rutas de distribución y así optimizar su cadena de suministro.

Figura 40: Cantidad de propuesta de demandas a enviar desde (T – D)

COSTO2 (T2, D4)	240.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D5)	225.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D6)	170.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D7)	170.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D8)	300.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D9)	280.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D10)	350.0000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D1)	0.000000	15.000000
CANTIDAD2 (T1, D2)	0.000000	25.000000
CANTIDAD2 (T1, D3)	3.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D4)	4.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D5)	5.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D6)	2.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D7)	2.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D8)	0.000000	35.000000
CANTIDAD2 (T1, D9)	0.000000	15.000000
CANTIDAD2 (T1, D10)	0.000000	25.000000
CANTIDAD2 (T2, D1)	4.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T2, D2)	5.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T2, D3)	0.000000	15.000000
CANTIDAD2 (T2, D4)	0.000000	15.000000
CANTIDAD2 (T2, D5)	0.000000	20.000000
CANTIDAD2 (T2, D6)	0.000000	35.000000
CANTIDAD2 (T2, D7)	0.000000	35.000000
CANTIDAD2 (T2, D8)	3.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T2, D9)	3.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T2, D10)	3.000000	0.000000

Nota: Elaborado por el autor, en esta figura se muestra los datos resultantes del software Lingo 20.0

Etapa 6: Resultados del modelo propuesto

En la tabla 24 se detalla el precio y las cantidades ideales que deben ser enviadas desde el nodo de origen O1 hasta los puntos de almacenamientos T1 y T2, mediante la programación lineal a través del software computacional, mostró la capacidad óptima que se deben enviar a cada centro de trasbordo 16 millones de postlarvas desde la empresa O1 al almacén T1 y posteriormente desde el punto de origen O1 al almacén T2 enviar 18 millones de postlarvas.

Tabla 24: Cantidad optimizada de unidades de larvas de camarón desde el nodo (O – T)

Laboratorio de larvas	Almacenes temporales (Nodos de transbordo) cantidad en millones de larvas	
Nodo de origen	Almacenamiento T1	Almacenamiento T2
O1	16	18
Laboratorio de larvas	Costo de transporte de los nodos de transbordo (\$)	
Nodo de origen	Almacenamiento T1	Almacenamiento T2
O1	\$35	\$40

Nota: Elaborado por el autor

La Tabla 25 muestra la cantidad óptima de larvas de camarón que deben ser distribuidas desde el nodo transbordo hacia los distintos nodos de destino o clientes finales. Mediante el modelado de la nueva red logística se determinó enviar 3 millones de larvas del nodo T1 al nodo D3, 4 millones de larvas del nodo T1 al nodo D4, 5 millones de larvas desde el nodo T1 al nodo D5, 2 millones de larvas del nodo T1 al nodo D6, y 2 millones de larvas del del nodo T1 al nodo D7. Seguido del trasbordo T2, se sugiere enviar 4 millones de larvas desde el nodo T2 al nodo D1, 5 millones de larvas desde del nodo T2 al nodo D2, 3 millones de larvas del nodo T2 al nodo D8, 3 millones de larvas más distribuidas del nodo T2 al nodo D9, y por último 3 millones más del nodo T2 al nodo D10.

Tabla 25: Cantidad y costo ideal de unidades de larvas de camarón desde el nodo (T - D)

Almacenes temporales (Nodos de trasbordo)	Distribución a clientes finales (Nodos de destinos) Cantidad en millones de larvas									
	D1 Playas	D2 Pedro Carbo	D3 Durán	D4 Naranjal	D5 Balao	D6 Guayaquil	D7 Balzar	D8 Machala	D9 El Guabo	D10 Huaquillas
T1	0	0	3	4	5	2	2	0	0	0
T2	4	5	0	0	0	0	0	3	3	3

Almacenes temporales (Nodos de trasbordo)	Distribución a clientes finales (Nodos de destinos) Precio en \$									
	D1 Playas	D2 Pedro Carbo	D3 Durán	D4 Naranjal	D5 Balao	D6 Guayaquil	D7 Balzar	D8 Machala	D9 El Guabo	D10 Huaquillas
T1	0	0	\$ 235	\$ 230	\$ 210	\$140	\$140	0	0	0
T2	\$ 180	\$ 150	0	0	0	0	0	\$ 300	\$ 280	\$ 350

Nota: Elaborado por el autor

En la tabla 26 se representa el nuevo costo minimizado propuesto del modelo de transporte resuelto mediante la programación lineal en el software computacional Lingo 20.0, obteniendo como resultado \$8775,00 aplicando las nuevas rutas de distribución.

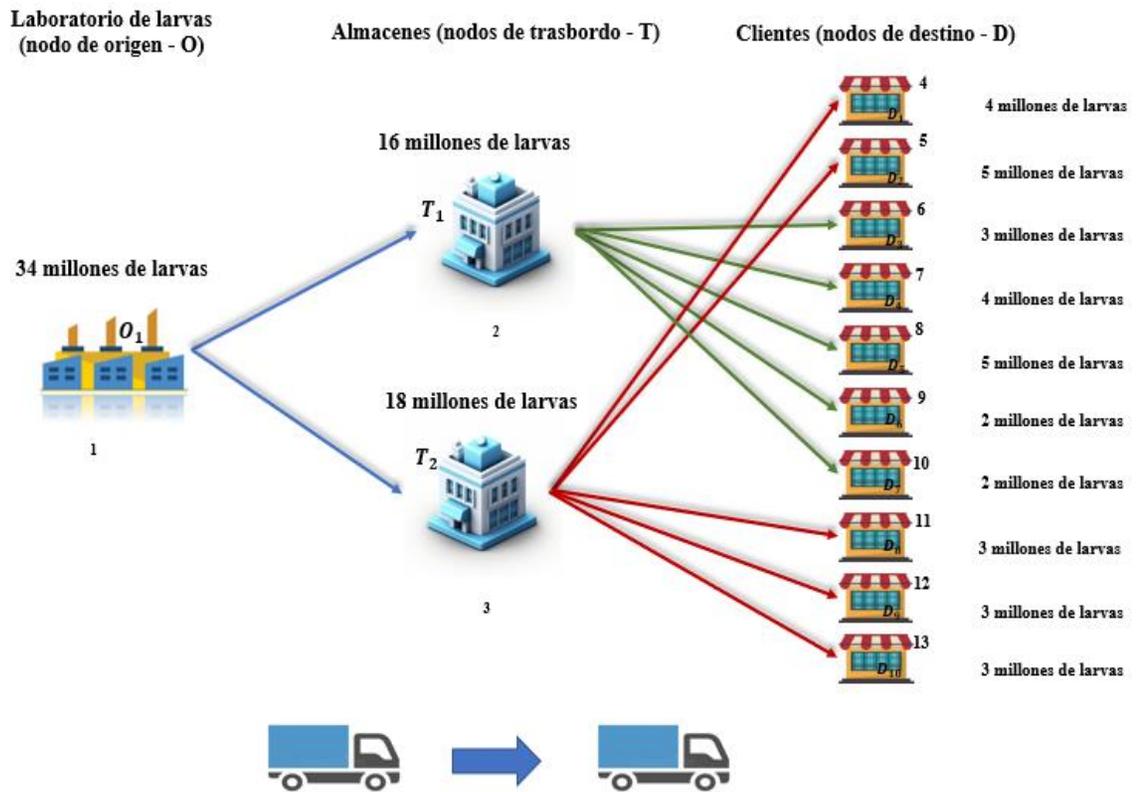
Tabla 26: Costo minimizado del modelo propuesto de la red de distribución

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	8775.000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	-220.0000
4	0.000000	-190.0000
5	0.000000	-270.0000
6	0.000000	-265.0000
7	0.000000	-245.0000
8	0.000000	-175.0000
9	0.000000	-175.0000
10	0.000000	-340.0000
11	0.000000	-320.0000
12	0.000000	-390.00000
13	0.000000	-35.00000
14	0.000000	-40.00000

Nota: Elaborado por el autor

En la figura 41 se ilustra, a través de un gráfico, las redes de distribución optimizadas del laboratorio de larvas Cultivo Marino Culmarinsa S.A, a través de este modelo propuesto la empresa reducirá los costos de transporte en la empresa, lo cual que le permitirá mejorar su eficiencia y rentabilidad. La resolución del problema se llevó mediante la programación lineal basada en la investigación de operaciones, se empleó la utilización del software computacional Lingo 20.0.

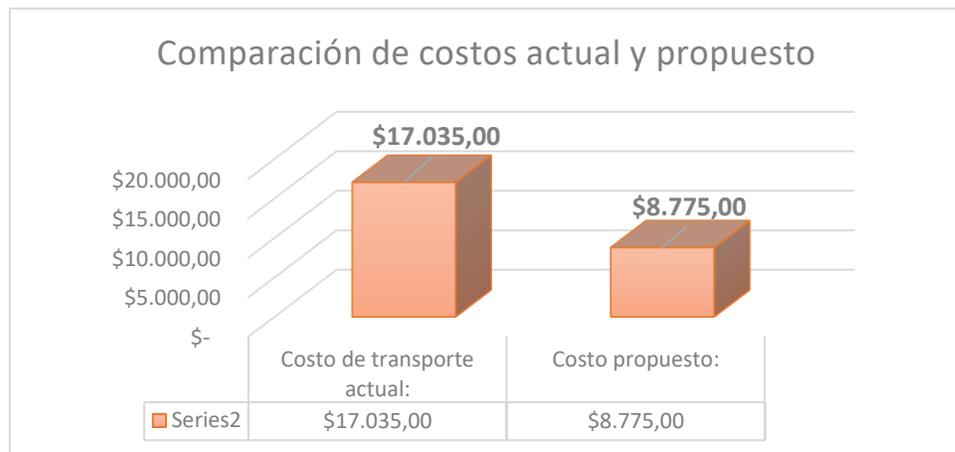
Figura 41: Modelo propuesto de la red de distribución de larvas de camarón



Nota: Elaborado por el autor

En la figura 42 se representa una comparación de los costos de distribución antes y después de la propuesta, reduciendo un 51,51%.

Figura 42: Costo actual y propuesto de la red de distribución



Nota: Elaborado por el autor

3.3.2. Presupuesto para la implementación de la red de distribución

En la tabla 27 se muestra que para la ejecución e implementación de este proyecto de investigación en el laboratorio de larvas Cultivo Marino Culmarinsa S.A., se tomó en cuenta el salario mínimo vigente en el año 2023 según el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). El presupuesto total ascendió a los \$5.158,13 dólares americanos ya incluido la agregación de imprevistos y reajustes, cuyos elementos detallados se describen a continuación: para la asignación de recursos humanos, con un costo de \$450,00 destinados a la labor de investigación, seguido de otros aspectos esenciales como tecnología que incluye el acceso a internet, software, computador y un curso de capacitación con un monto de \$3.175,00. Para los equipos de oficina se incluye los siguientes elementos como los materiales de oficina, impresora y resmas de hojas A4 con una inversión de \$475,00. Por último, se incluye a otros gastos con una inversión de \$26,50 que incluye, anillado, alimentación, transporte de visita a la empresa.

Tabla 27: Presupuesto para la implementación del proyecto de investigación

Rubro	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Recurso humano	Investigador	1	\$450,00	\$450,00
Tecnológico	Internet	3	\$23,00	\$69,00
	Software	2	\$500,00	\$1000,00
	Computador	1	\$1.750,00	\$1.750,00
	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				\$4.126,50
10% de imprevistos				\$412,65
15% de reajuste				\$618,98
TOTAL			\$5.158,13	

Nota: Elaborado por el autor

De acuerdo con (Meibol et al., 2019), el VAN y la TIR son dos elementos esenciales que nos permite evaluar la rentabilidad potencial y viabilidad de proyectos financieros. Muchos expertos coinciden en que ambos métodos, individualmente o en conjunto, ofrecen evidencia suficiente para determinar la aceptación o rechazo de un proyecto. Sin embargo, en situaciones de incertidumbre, se sugiere que el VAN sea el método decisivo.

Para llevar a cabo la estructuración del diseño de la red de distribución, se necesita realizar una inversión total en activos fijos de \$5.158,13 dólares estadounidenses. Esta inversión generará flujos de efectivo anuales de \$1.547,44 dólares estadounidenses a lo largo de un período de cinco años, con una tasa del 10%, se llevó a cabo el cálculo de indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación (PR).

- **VAN (\$):** Valor Actual Neto.
- **TIR (%):** Tasa Interna de Retorno.
- **PR (t):** Periodo de recuperación.

En la Tabla 28, se detallan los cálculos para la determinación de la viabilidad del proyecto de investigación en el laboratorio de larvas Cultivo Marino Culmarinsa S.A.

Tabla 28: Cálculos del tiempo de recuperación de la inversión (VAN, TIR, PR)

	0	1	2	3	4	5
Flujo Fondo	\$ -5.158,13	\$ 1.547,44	\$ 1.547,44	\$ 1.547,44	\$ 1.547,44	\$ 1.547,44
Saldo Actual de 10%	\$ -5.158,13	\$ 1.406,76	\$ 1.278,88	\$ 1.162,61	\$ 1.056,92	\$ 960,84
Saldo Actualizado Acumulado	\$ -5.158,13	\$ -3.751,37	\$ -2.472,49	\$ -1.309,88	\$ -252,95	\$ 707,89

Nota: Elaborado por el autor

- **TASA (%) =** Valor por definición
- **TASA (%) =** 10%

- **VNA (\$)** = VNA (Interés; flujo de caja) + desembolso inicial
- **VNA (\$)** = \$5.866,02
- **VAN (\$)** = Beneficio Neto Actualizado – Inversión inicial.
- **VAN (\$)** = \$707,89
- **TIR (%)** = Diferencia entre el valor inicial (costo) y el valor final (retorno de la inversión) de la operación, luego, esta diferencia se divide entre el valor inicial, y el resultado se multiplica por 100.
- **TIR (%)** = 15%
- **PR (t)** = Relación entre la inversión inicial y el flujo de efectivo por periodo
- **PR** = 4 años, 3 meses y 4 días

Como resultado se detalla que el periodo de recuperación de la inversión (PR) se cumplirá en el año 4 con 3 meses y 4 días es decir antes del periodo cinco ya estaría recuperado la inversión inicial.

3.4. Marco de discusión

Según Mawgoud et al., (2023), mencionó que la programación lineal se considera una importante estrategia de investigación operativa que se emplea para determinar la solución óptima de las mejores prácticas de una organización, con el fin de utilizar de manera eficiente los recursos de producción. Este método también es utilizado en los negocios a nivel internacionales como una herramienta esencial para identificar la utilización óptima de los recursos de las empresas.

Liu et al., (2021), planteó un modelo de optimización para la gestión de la cadena de suministro en el sector minero mediante el uso de Big Data, este modelo abarca diversas etapas, desde las operaciones desde el punto de partida que son las minas, seguido de las plantas concentradoras hasta los centros de distribución y desde los almacenes hasta los consumidores finales, el modelo planteado por este autor busca satisfacer los requisitos de los usuarios finales en términos de cantidad de producto mineral, calidad del mineral y tiempo de entrega.

El autor Villamarín Padilla et al., (2019) planteó un desafío en la logística de distribución en una empresa comercializadora de combustible. Se utilizó un enfoque de optimización que se basó en la programación lineal, logrando determinar la solución de transporte para una mejora significativa en la eficiencia de la cadena de suministro entre los puntos de origen y destino. Este autor planteó diferentes métodos para lograr la minimización de costos de transporte. Mediante el método de la esquina noroeste el plan determinado por las rutas óptimas con un costo de transporte de \$ 223.074,00, seguido del método del costo menor con \$ 206.354,00, mediante el método mutuamente preferente llegó a una solución de costos de las rutas a \$ 231.091,00 y por el método de Vogel y Russel se obtuvo la cantidad de \$206.354,00, llegando a la conclusión que el método de la esquina noroeste y el método mutuamente preferente son los menos factibles ya que el costo de transporte es más elevado y mediante los métodos costo menor, Vogel y Russel son las mejores opciones en escoger ya que los costos de transporte se reducen mucho más a \$ 206.354,00.

Los autores Flores Tapia & Flores Cevallos, (2021) plantearon un modelo de transporte mediante la PL, basado en la investigación de operaciones el cual implica emplear métodos cuantitativos dentro de un enfoque científico con el fin de resolver problemas y tomar decisiones de manera efectiva, el estudio realizado por estos autores fue en una empresa de distribución de cementos Holcim S.A., reduciéndose los costos de transporte desde \$ 240.365,00 a \$ 191.205,00.

Mediante la implementación de la red de distribución al laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A., permitió a la empresa determinar la opción más óptima en cuanto a la cantidad de unidades a transferir desde el punto de origen (O) que es el

laboratorio de producción hacia cada punto de transbordo o almacén (T) y desde los puntos de trasbordo hacia los distintos destinos o clientes finales (D). A continuación, se presenta el costo propuesto en dólares hallado mediante la solución del modelado con una cantidad de \$8.775,00 USD al mes, equivalente a alrededor de \$105.300,00 USD anuales, para el transporte de las larvas de camarón.

En cuanto a los gastos de transporte relacionados con los envíos en el modelo propuesto desde (O-T-D), se concluyó que el modelo matemático logro una reducción de recursos en la distribución del producto final, reduciendo los costos a un 51,51 % es decir de \$ 17.035,00 que era antes a \$8.775,00 demostrando mediante el modelado matemático un ahorro significativo de \$8.260,00 para la distribución de las larvas de camarón producidas en el laboratorio de larvas de camarón Cultivo Marino Culmarinsa S.A.

CONCLUSIONES

Mediante el análisis bibliométrico en el estado del arte en los buscadores como Scopus y Dimensions permitió al investigador fundamentar las bases teóricas, abarcando las dos variables de estudio en relación con el tema de modelado de una red de distribución y producción de larvas de camarón, se procedió a buscar la metodología a emplear demostrando que la mayor solución para resolver la propuesta fue la programación lineal.

Se implementó un enfoque metodológico para evaluar la situación actual de la empresa, con un alcance de investigación tipo descriptiva y correlacional, basada en el enfoque cuantitativo. A través de la aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de datos, se obtuvieron resultados prácticos que facilitaron la toma de decisiones en el abordaje de los problemas de transporte de las larvas de camarón en el laboratorio.

Para la validez del cuestionario se empleó el método de Delphi en el cual consistía dar viabilidad a las preguntas mediante un conjunto de expertos especializado en el tema de investigación, luego de esto se procedió a la recopilación de la información mediante el censo a los trabajadores del laboratorio. Para la tabulación de los resultados y evaluar la confiabilidad del instrumento se utilizó el Software SPSS 25 en el cual mediante el método de Alfa de Cronbach se obtuvo un resultado de 0,838 dicho valor del coeficiente es considerado excelente y altamente confiable. Seguido de la validación de las hipótesis se empleó la validez mediante PEARSON dando como resultado la aceptación de la hipótesis alternativa, incidiendo en la reducción de los costos de distribución en el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A

Se logró demostrar y cumplir con el último objetivo minimizar los costos de transbordo de la producción de larvas de camarón a través de un modelo de distribución. Inicialmente, el costo de transporte ascendía a \$ 17.035,00 al mes para trasladar la producción de larvas de camarón a diferentes puntos de destino. Sin embargo, con la implementación del modelo de transbordo, este costo se redujo a \$ 8.775,00, logrando así una disminución de \$ 8.260,00 en los costos de transbordo mensuales, y la cantidad en porcentaje de minimización es de un 51,51%.

RECOMENDACIONES

Realizar una búsqueda minuciosa de información para sustentar el estado del arte, utilizando plataformas o buscadores que faciliten la exploración de artículos científicos abarcando las variables de estudio, con el objetivo de recopilar la información necesaria que contribuyan a la expansión del conocimiento de modelados de redes de distribución.

Se recomienda instruirse y emplear los conocimientos en los programas o softwares tecnológicos, con la finalidad de diagnosticar, plantear, tabular y dar la solución al modelado de la red de distribución del laboratorio, cuyo objetivo es disminuir los costos de las rutas de distribución con transbordo hacia los diversos destinos.

Se sugiere a la empresa analizar, evaluar y aplicar la implementación del modelo de red de distribución con trasbordo descrito en la presente investigación con el objetivo de mejorar las funciones y utilidades de la empresa, logrando el desarrollo eficiente en la producción de larvas de camarón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abideen, A. Z., Sorooshian, S., Sundram, V. P. K., & Mohammed, A. (2023). Collaborative insights on horizontal logistics to integrate supply chain planning and transportation logistics planning – A systematic review and thematic mapping. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(2), 100066. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100066>
- Aboul-Atta, T. A.-L., & Yara-Lebody, E. M. (2023). Measuring the most important factors affecting the success of different logistic zones. *Journal of Engineering and Applied Science*, 70(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s44147-023-00175-y>
- Abraham*, K., Naveen, P. N. E., & M, C. M. (2019). An Application of Interpretive Structural Modeling In Sustainable Supply Chain Management. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 434–341. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A9429.109119>
- Agarwal, A., Simpson-Porco, J. W., & Pavel, L. (2022). Game-Theoretic Feedback-Based Optimization. *IFAC-PapersOnLine*, 55(13), 174–179. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.07.255>
- 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>
- 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. (2023a). 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>
- Al-Ashhab, M. S. (2023b). 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>

- 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>
- Arji, G., Ahmadi, H., Avazpoor, P., & Hemmat, M. (2023). Identifying resilience strategies for disruption management in the healthcare supply chain during COVID-19 by digital innovations: A systematic literature review. *Informatics in Medicine Unlocked*, 38, 101199. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101199>
- Baena Paz et al, Guillermina. (2017). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- 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>
- Bassey, U. N., & Zelibe, S. C. (2022). Two-echelon inventory location model with response time requirement and lateral transshipment. *Heliyon*, 8(8), e10353. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10353>
- Capurro Tapia et al., E. Ermel. (2020). Economic impact of logistics in Ecuador and its impact on the pandemic Impacto econômico da logística no Equador e seu impacto na pandemia. *Dominio de Las Ciencias de Técnicas y Aplicadas*, 6, 1610–1625. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1571>
- 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 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Prospective and Trends in Technology and Skills for Sustainable Social Development” “Leveraging Emerging Technologies to Construct the Future,” 2021-July*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.257>
- 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>

- Chase, C. (2022, January 20). *Global shrimp production to surpass 5 million MT in 2022, CP Foods' Robin McIntosh predicts*. <https://www.seafoodsource.com/news/supply-trade/expert-predicts-global-shrimp-production-will-exceed-5-million-metric-tons-for-first-time-in-2022>
- Chen, Y., & Chen, H. (2022a). 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>
- Chen, Y., & Chen, H. (2022b). 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>
- Cuervo Cruz, R. A., Martínez Bernal, J., & Orjuela-Castro, J. A. (2022). Modelos logísticos estocásticos aplicados a la cadena de suministro: una revisión de la literatura. *Ingeniería*, 26(3), 334–366. <https://doi.org/10.14483/23448393.16357>
- Davis., Boyd, C. E., Wakefield, J., Shatova, O., McNevin, A., Harris, B., & Davis, D. A. (2021). Trace element concentrations in white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* from retail stores in the EU, UK, and USA and the ability to discern country of origin with classification models. *Current Research in Food Science*, 4, 655–661. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.09.004>
- 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>

- Diniz, A., & Moreira, A. C. (2023). A review of greenwashing and supply chain management: Challenges ahead. In *Cleaner Environmental Systems* (Vol. 11). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2023.100136>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *133*, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- 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>
- Fernandes, E., Moro, S., & Cortez, P. (2023). Data Science, Machine learning and big data in Digital Journalism: A survey of state-of-the-art, challenges and opportunities. In *Expert Systems with Applications* (Vol. 221). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119795>
- 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>
- Freitas, E., Hayd, L., & Calado, R. (2021). Effects of salinity, stocking density and feeding in *Macrobrachium pantanalense* larviculture. *Aquaculture Reports*, *20*, 100706. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100706>
- 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>

- Gonzabay-Crespin, Á. N., & Vite-Cevallos, H. A. (2021). *Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020*. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3093>
- 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>
- Hajmirfattahtabrizi, M., & Song, H. (2019). Investigation of Bottlenecks in Supply Chain System for Minimizing Total Cost by Integrating Manufacturing Modelling Based on MINLP Approach. *Applied Sciences*, *9*(6), 1185. <https://doi.org/10.3390/app9061185>
- Hernández González, Osvaldo. (2021). *Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen*. <http://www.revmgi.sld.cu/index.php/mgi/article/view/907>
- Hernández Sampieri et al., R. (2014). *Metodología de la Investigación Sampieri. Sexta Edición*. https://www.academia.edu/24753853/Metodologia_de_la_Investigacion_Sampieri_6ta_edicion_
- Hurtado, L., Miranda, C. D., Rojas, R., Godoy, F. A., Añazco, M. A., & Romero, J. (2020). Live Feeds Used in the Larval Culture of Red Cusk Eel, *Genypterus chilensis*, Carry High Levels of Antimicrobial-Resistant Bacteria and Antibiotic-Resistance Genes (ARGs). *Animals*, *10*(3), 505. <https://doi.org/10.3390/ani10030505>
- 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>
- Jiang, D., & Liu, C. (2019). Modelling of Supply Chain Risk Contagion Based on System Dynamics. *Journal Européen Des Systèmes Automatisés*, *52*(2), 157–162. <https://doi.org/10.18280/jesa.520207>

- 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>
- Lange, V., & Daduna, H. (2023). The Weber problem in logistic and services networks under congestion. *EURO Journal on Computational Optimization*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.ejco.2022.100056>
- Lin, C., & Kou, G. (2021). A heuristic method to rank the alternatives in the AHP synthesis. *Applied Soft Computing*, 100. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106916>
- Liu et al., Wenbo. (2021). A Robust Optimization Modeling for Mine Supply Chain Planning under the Big Data. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2021/1709363>
- Liu, H., Han, Y., & Zhu, A. (2022). 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>
- Meibol, L., Vaca, F., Francisco, M., Guerrero, G., Efraín, C., Fajardo, V., Agustín, L., Leticia, X., Santillán, Z., Solís Granda, L. E., Alexandra, J., & Salazar, P. (2019). *VALOR ACTUAL NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO COMO PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LAS INVERSIONES* (Vol. 40, Issue 4).

- Mishell Dávila-López, K. I., Ramiro Carvajal-Romero, H. I., & Alexander Vite-Cevallos III, H. (2019a). *Análisis de rentabilidad económica del camarón (Litopenaeus vannamei) en el Ciencias económicas y empresariales Artículo de investigación*. 5(01), 450–476. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i01.1233>
- Mishell Dávila-López, K. I., Ramiro Carvajal-Romero, H. I., & Alexander Vite-Cevallos III, H. (2019b). *Análisis de rentabilidad económica del camarón (Litopenaeus vannamei) en el Ciencias económicas y empresariales Artículo de investigación*. 5(01), 450–476. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i01.1233>
- 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>
- Molla, J., Sekkak, I., Mundo Ortiz, A., Moyles, I., & Nasri, B. (2023). Mathematical modeling of mpoX: A scoping review. In *One Health* (Vol. 16). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100540>
- 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>
- 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>
- Ñaupas Paitán, Humberto., Mejía Mejía, Elías., & Novoa Ramírez, Eliana. (2014). *Metodología de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis, 4ta Edición*. <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>
- 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>

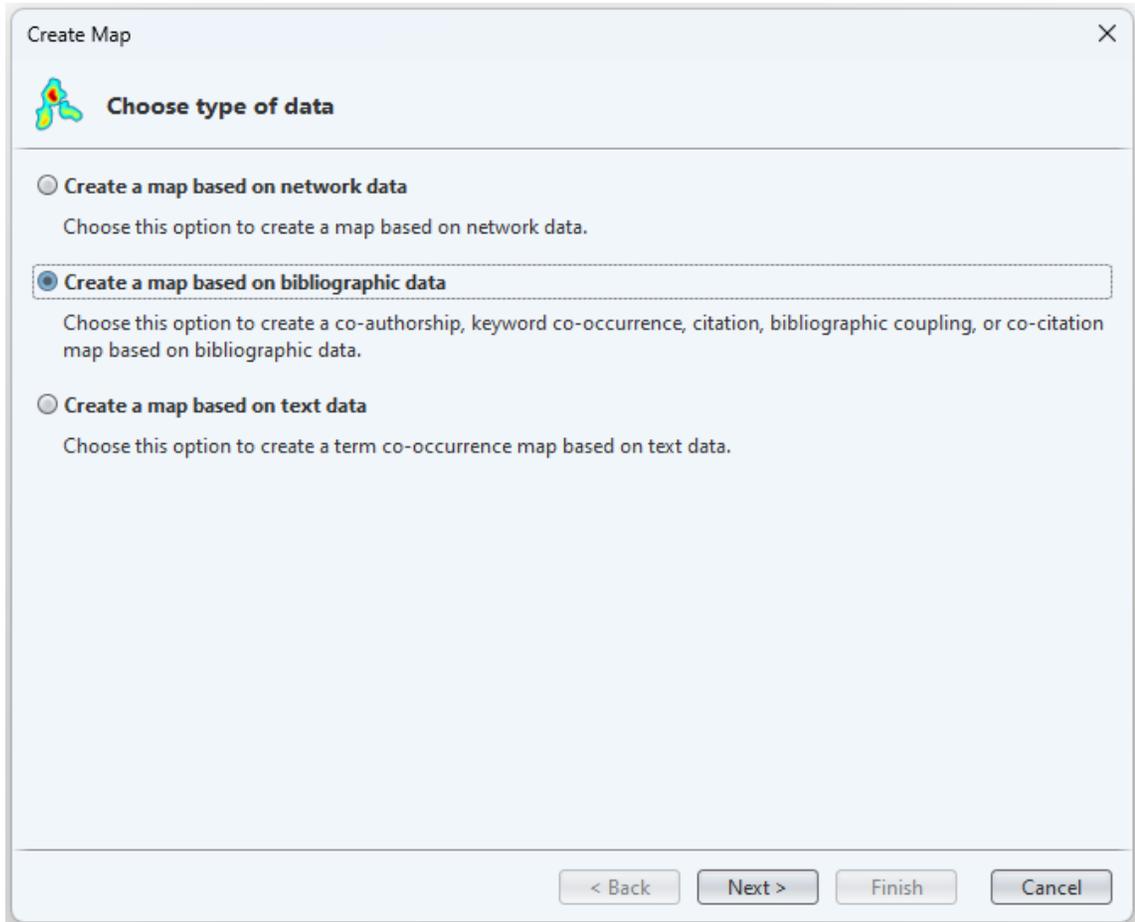
- Nourifar, R., Mahdavi, I., Mahdavi-Amiri, N., & Paydar, M. M. (2018). Mathematical modelling of a decentralized multi-echelon supply chain network considering service level uncertainties. *Scientia Iranica*, *0*(0), 0–0. <https://doi.org/10.24200/sci.2018.50733.1842>
- Novillo, J., Carlos, J., Romero, H. C., & Cevallos, H. V. (2021). *ANÁLISIS DEL PRONÓSTICO DE LAS EXPORTACIONES DEL CAMARÓN EN EL ECUADOR A PARTIR DEL AÑO 2019*. <https://orcid.org/0000-0001-6303-6295>
- Paredes Floril, P. Rossana., Bravo Bravo, G. Lisseth., & Delgado Naranjo, G. Alina. (2022). Efectos de la pandemia por Covid-19 en el sistema de precios del sector camaronero ecuatoriano. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, *4*(7), 64–84. <https://doi.org/10.38186/difcie.47.06>
- Pérez-Iribarren, E., González-Pino, I., Azkorra-Larrinaga, Z., Odriozola-Maritorea, 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>
- Primicias. (2023, November 8). *El sector camaronero toma más crédito y aumenta sus inversiones*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/camaron-credito-inversion-exportaciones-ecuador/>
- Ramírez, M., & Debut, A. (2022). Control of vibriosis in shrimp through the management of the microbiota and the immune system. *Bionatura*, *7*(2), 1. <https://doi.org/10.21931/RB/2022.07.02.1>
- Ramón-Sánchez et al. (2023). *Dialnet-ComportamientoDeLasExportacionesDeCamaronYSuIncidencia-8354931*.
- 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>
- Rodríguez-Rodríguez, J., & Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d Innovació i Recerca En Educació*, *13*(2). <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>

- Sadeghi, A., Sinaki, R. Y., Suer, G., & Çelikkbilek, C. (2019). Fuzzy bi-objective model for a supply chain network design problem considering stochastic transportation leadtime. *Procedia Manufacturing*, 39, 1517–1524. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.296>
- 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>
- Shcherbakov, V., & Silkina, G. (2021). Supply chain management open innovation: Virtual integration in the network logistics system. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 1–21. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010054>
- 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>
- Sotomayor, M. A., Reyes, J. K., Restrepo, L., Domínguez-Borbor, C., Maldonado, M., & Bayot, B. (2019). Efficacy assessment of commercially available natural products and antibiotics, commonly used for mitigation of pathogenic *Vibrio* outbreaks in Ecuadorian *Penaeus* (*Litopenaeus*) *vannamei* hatcheries. *PLoS ONE*, 14(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210478>
- SuperIntendencia de Bancos. (2022). *SISTEMA DE BANCA PRIVADA Y PÚBLICA INFORME DEL SUBSECTOR ACUICULTURA*.
- 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>

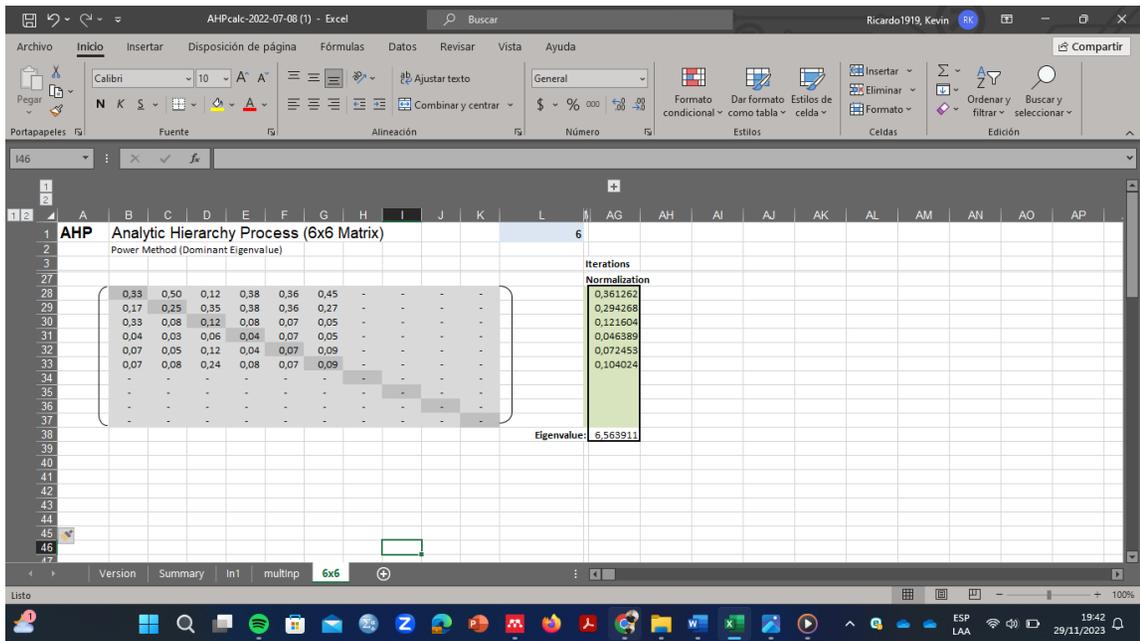
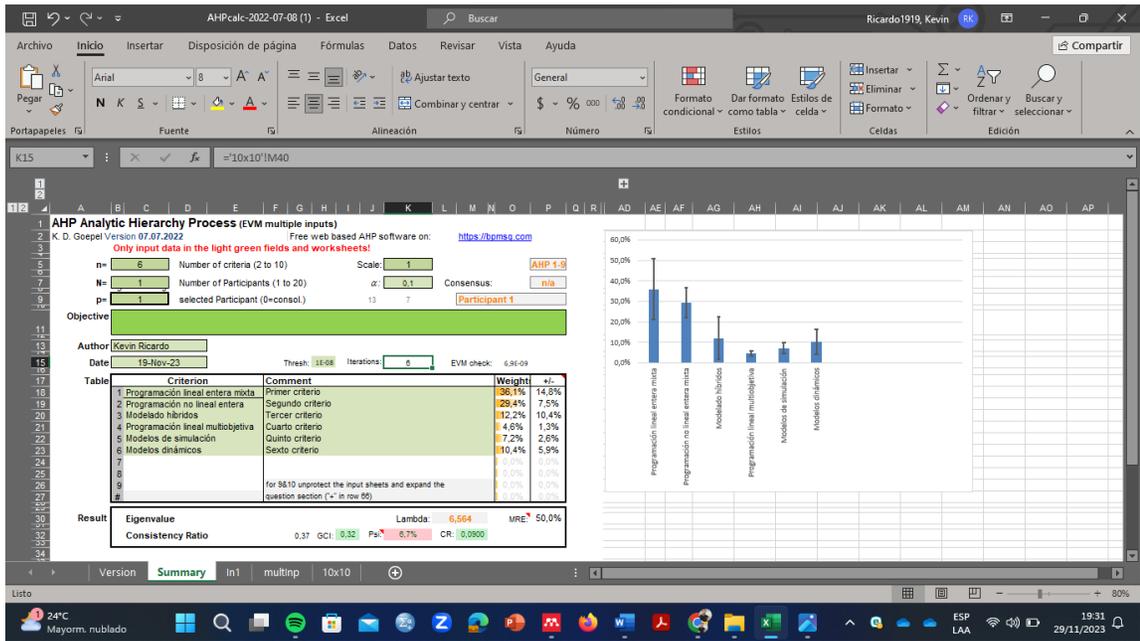
- Vilén, K., & Ahlgren, E. O. (2023). Linear or mixed integer programming in long-term energy systems modeling – A comparative analysis for a local expanding heating system. *Energy*, 283, 129056. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129056>
- Villamarín Padilla, J. Margoth., Aguilar Miranda, G. Javier., 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>
- 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: Análisis de bibliometría en el software Vosviewer



Anexo B: Proceso analítico de jerarquía (AHP)



Anexo C: Cuestionario de entrevista



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Entrevista para la recolección de datos

Para Ñaupas Paitán et al., (2014), libro de metodología de la investigación, define a la entrevista como un diálogo formal que se establece entre el investigador y la persona que nos brindará la información, es una técnica de información cuantitativa. Se trata de una variante de la encuesta en la que se hacen preguntas de forma oral con el propósito de obtener respuestas e información amplias que nos ayudan a recolectar información en el caso de estudio. La entrevista es dirigida al gerente general del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.

Autor: Ricardo Pozo Kevin Paul

Objetivo: Emplear la técnica de entrevista mediante preguntas abiertas, claras y precisas para recolectar datos que ayudaran a desarrollar la investigación del modelado de una red logística para la distribución de la producción de larvas de camarón, empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., cantón Salinas, Ecuador.

1. ¿Nombre de la persona entrevistada?

2. ¿El laboratorio actualmente cuenta con un modelo de transporte?

3. ¿En el laboratorio de larvas Cultivo Marino como se maneja el ruteo de distribución?

4. ¿Cuáles son los lugares de distribución en donde se venden las larvas de camarón producidas del laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.?

5. ¿Costos de transporte de las larvas de camarón hacia los destinatarios?

6. ¿Cuánto es la capacidad de producción de larvas que puede almacenar el laboratorio Cultivo Marino Culmarinsa S.A.?

Anexo D: Cuestionario de censo



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Cuestionario para la recolección de datos

Para (Hernández-Sampieri et al., 2014), libro de metodología de la investigación, define al cuestionario como instrumento más utilizado para recolectar datos, compuesto por conjuntos de preguntas en relación con las dos variables a evaluar. Se emplearon preguntas cerradas con opciones de respuestas limitadas ya que son más factible de probar su previo análisis para el respectivo censo.

Autor: Ricardo Pozo Kevin Paul

Objetivo: Emplear la técnica e instrumento como es el censo en el presente cuestionario dirigido a los jefes y operarios de las distintas áreas del laboratorio, utilizando preguntas cerradas, claras y concisas de fácil respuesta para recolectar información que permitirán el desarrollo del modelo logístico para la distribución de la producción de larvas de camarón, empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., cantón Salinas, Ecuador.

1. ¿Para la distribución de las larvas de camarón que tipo de vehículos utilizan?

1. Vehículos propios
2. Vehículos fletados

2. ¿Para usted es necesario diseñar un modelado de red logística para la distribución de larvas del camarón?

1. Totalmente de acuerdo
2. De acuerdo
3. Neutral
4. En desacuerdo
5. Totalmente en desacuerdo

3. ¿Precio por millar de larvas?

1. \$2,00 - \$2,50
2. \$2,50 - \$3,00
3. \$3,00 - \$3,50
4. \$3,50 - \$4,00



5. Mayor a \$4,00

4. ¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde el laboratorio hasta sus punto de distribución?

1. \$1 - \$100

2. \$100 - \$200

3. \$200 - \$300

4. \$300 - \$400

5. Mayor a \$400

5. ¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde sus puntos de distribución hasta los clientes finales?

1. \$100 - \$200

2. \$200 - \$300

3. \$300 - \$400

4. \$400 - \$600

5. Mayor a \$600

6. ¿Cantidad de Millares de larvas de camarón que venden a cada cliente?

1. Cliente A (acuicultores locales): 10000 - 15000

2. Cliente B (empresas de procesamiento): 15000 - 20000

3. Cliente C (pequeñas granjas acuícolas): 20000 - 25000

4. Cliente D (medianas granjas acuícolas): 25000 - 30000

5. Cliente E (grandes granjas acuícolas): Mayor a 30000



7. ¿Cuál es la cantidad de vehículos disponible que tiene la empresa para la distribución de las larvas?

- 1. No posee vehículos
- 2. (1 – 2) vehículos
- 3. (2 – 4) vehículos
- 4. (4 – 6) vehículos
- 5. (Más de 6) vehículos

8. ¿Cree usted que optimizando el proceso de distribución logístico permite a la empresa mejorar su cadena de suministro?

- 1. Totalmente de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Neutral
- 4. En desacuerdo
- 5. Totalmente en desacuerdo

9. ¿El stock de productos larvarios abastece los pedidos de los clientes?

- Si
- No

10. ¿Disponibilidad de stock que cuenta el laboratorio mensualmente?

- 1. (10 – 25) millones de larvas
- 2. (25 – 30) millones de larvas
- 3. (30 – 35) millones de larvas
- 4. (35 - 40) millones de larvas
- 5. (Más de 40) millones de larvas

11. ¿Cuál es el principal problema que existe en la empresa al momento de transportar el producto?

- 1. Transporte
- 2. Condiciones climáticas
- 3. Exceso de capacidad al trasladar
- 4. Producción
- 5. Negociación

Anexo E: Formato de validación del instrumento por expertos (censo)



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS

OPINIÓN: YO SEBASTIÁN HERNÁNDEZ BRUNET, con CI 0909254260, requerido por el estudiante de Ingeniería Industrial, **RICARDO POZO KEVIN PAUL**, con CI 2450489972, para evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un cuestionario, señalo lo siguiente: recolectar datos a través de un formulario para la obtención de información

FIRMA

TEMA: "MODELADO DE UNA RED LOGÍSTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN, EMPRESA CULTIVO MARINO CULMARINSA S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR"

ESCALA DE LIKERT:

1: Muy en desacuerdo. - 2: Algo en desacuerdo. - 3: Ni de acuerdo, ni en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo.
5: Muy de acuerdo.

N#	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1	¿Para la distribución de las larvas de camarón que tipo de vehículos utilizan?	5
2	¿Para usted es necesario diseñar un modelado de red logística para la distribución de larvas del camarón?	5
3	¿Precio por millar de larvas?	5
4	¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde el laboratorio hasta sus puntos de distribución?	5
5	¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde sus puntos de distribución hasta los clientes finales?	5
6	¿Cantidad de Millares de larvas de camarón que venden a cada cliente?	5
7	¿Cuál es la cantidad de transporte disponible que tiene la empresa para la distribución de las larvas?	5



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



8	¿Cree usted que optimizando el proceso de distribución logístico permite a la empresa mejorar su cadena de suministro?	5
9	¿El stock de productos larvarios abastece los pedidos de los clientes?	5
10	¿Disponibilidad de stock que cuenta el laboratorio mensualmente?	5
11	¿Cuál es el principal problema que existe en la empresa al momento de transportar el producto	5

DATOS DEL EXPERTO	
PROFESIÓN	Ingeniero Industrial
AÑO DE EXPERIENCIA	20 años de experiencia
CORREO	gherrera@upse.edu.ec
FECHA DE VALIDACIÓN	17-10-2023.

Anexo F: Solicitud para realizar el estudio en la empresa



UNIVERSIDAD ESTATAL
"PENÍNSULA DE SANTA ELENA"
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



SOLICITUD PARA LA REALIZAR EL ESTUDIO EN LA EMPRESA

Salinas, 11 de Julio del 2022

Valencia Velasco Andrés Fabian, MSc
GERENTE GENERAL EMPRESA CULTIVO MARINO CULMARINSA S.A

Presente. –

De mi consideración:

Yo **RICARDO POZO KEVIN PAUL**, portador de la cédula de ciudadanía N° **2450489972**, ante Ud.

Respetuosamente me presento y expongo:

Que actualmente curso el último semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, misma que solicito de la manera más comedida, se considere la petición de un proyecto de tesis con el siguiente tema **"MODELADO DE UNA RED DE LOGÍSTICA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN, EMPRESA CULTIVO MARINO CULMARINSA S.A., CANTÓN SALINAS, ECUADOR"**. Misma que cuente con la información suficiente y necesaria para desarrollarlo, de acuerdo a la necesidad que requiere la empresa.

Culminando así con los requisitos para la obtención de mi título profesional.

Atentamente

RICARDO POZO KEVIN PAUL
kevin.ricardop@upse.edu.ec

Cel. 0968223559

C.I. 2450489972

VALENCIA VELASCO ANDRES FABIAN, MSc.
GERENTE GENERAL

C.I. 0603187238



Anexo G: Evidencia de la recolección de datos



Censo al área administrativa de la empresa



Censo al jefe de producción



Censo a operarios de la empresa



Explicación del proceso productivo

Anexo H: Visita a la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A.



Inspección de reservorios de larvas



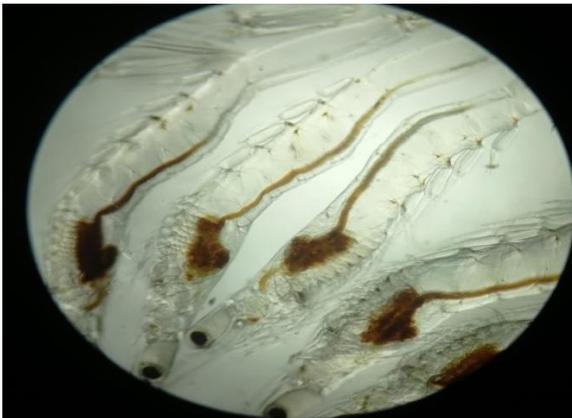
Control de temperatura del agua



Camiones fletados para el transporte



Inspección del área de despacho



Control de crecimiento de Nauplios



Control de crecimiento Postlarvas

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

final tesis (2).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	1. ¿Para la dist...	{1, Vehiculo...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
2	P2	Númérico	8	0	2. ¿Para usted ...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
3	P3	Númérico	8	0	3. ¿Precio por ...	{1, \$2.00 - \$...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	P4	Númérico	8	0	4. ¿Cuál es el ...	{1, \$1 - \$10...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5	P5	Númérico	8	0	5. ¿Cuál es el ...	{1, \$100 - \$...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
6	P6	Númérico	8	0	6. ¿Cantidad d...	{1, Cliente ...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
7	P7	Númérico	8	0	7. ¿Cuál es la ...	{1, No pose...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
8	P8	Númérico	8	0	8. ¿Cree usted ...	{1, Totalme...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
9	P9	Númérico	8	0	9. ¿El stock de...	{1, \$j}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	P10	Númérico	8	0	10. ¿Disponibili...	{1, (20 - 25) ...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
11	P11	Númérico	8	0	11. ¿Cuál es el ...	{1, Transpor...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
12	VI	Númérico	8	2			Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
13	VD	Númérico	8	2			Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode ON

10:39 11/11/2023

final tesis (2).sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 13 de 13 variables

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	VI	VD	var	var
1	2	2	2	2	3	5	1	2	1	3	3	12,00	14,00		
2	2	2	2	2	3	5	1	2	1	3	3	12,00	14,00		
3	2	1	2	2	1	5	1	1	1	1	2	10,00	9,00		
4	2	1	1	1	1	5	1	2	1	1	2	11,00	7,00		
5	2	1	1	1	1	5	1	2	1	3	1	11,00	8,00		
6	2	1	1	1	1	5	1	3	1	1	1	12,00	6,00		
7	2	1	1	1	1	4	1	2	1	1	1	10,00	6,00		
8	2	1	1	1	1	5	1	3	1	1	1	12,00	6,00		
9	2	3	2	2	3	5	1	2	1	3	3	13,00	14,00		
10	2	3	2	2	3	5	1	2	1	3	3	13,00	14,00		
11	2	1	2	2	1	5	1	1	1	3	2	10,00	11,00		
12	2	3	1	1	1	5	1	1	1	3	2	12,00	9,00		
13	2	1	1	1	1	5	1	1	1	3	1	10,00	8,00		
14	2	1	1	1	1	5	1	1	1	2	1	10,00	7,00		
15	2	1	1	1	1	4	1	1	1	2	1	9,00	7,00		
16	2	1	1	1	1	5	1	1	1	2	1	10,00	7,00		
17	2	2	2	2	3	5	1	1	1	2	3	11,00	13,00		
18															
19															
20															
21															
22															
23															

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode ON

10:40 11/11/2023

Anexo J: Resultados y análisis del censo

Pregunta 1: ¿Para la distribución de las larvas de camarón que tipo de vehículos utilizan?

El transporte del producto puede llevarse a cabo de diversas maneras, ya sea utilizando vehículos propios o vehículos fletados. En la siguiente tabla 29 nos muestra el tipo de vehículo que utiliza la empresa para el traslado de las larvas, mediante el censo realizado a las 17 personas nos detallaron que la empresa al momento de la distribución utiliza vehículos alquilados, es decir el laboratorio no cuenta con vehículos propios, lo cual los costos de transporte aumentan.

Tabla 29: Tipo de transporte para la distribución de larvas

1. ¿Para la distribución de las larvas de camarón que tipo de vehículos utilizan?

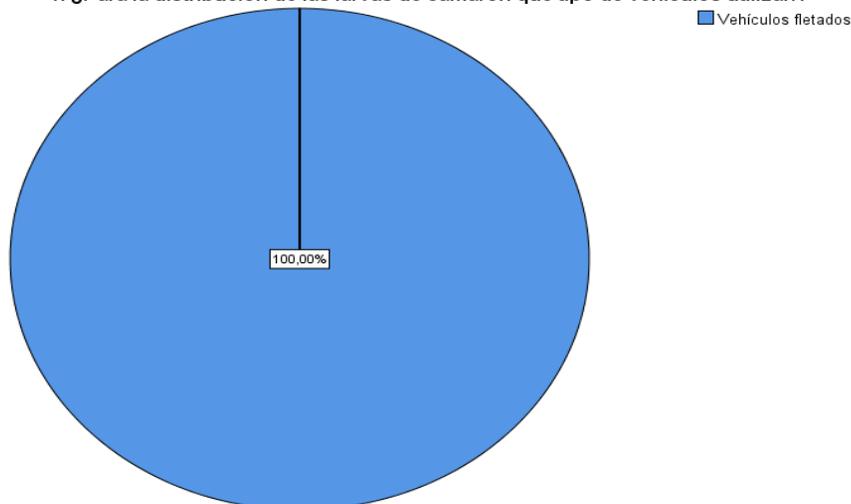
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Vehículos fletados	17	100,0	100,0	100,0

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

En la Figura 43, se muestra un gráfico circular que indica el tipo de vehículo empleado para transportar el producto. Los datos reflejan que el 100% de los encuestados nos indicaron que la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A., utilizan vehículos fletados para la distribución.

Figura 43: Tipo de transporte para la distribución de larvas

1. ¿Para la distribución de las larvas de camarón que tipo de vehículos utilizan?



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Pregunta 2: ¿Para usted es necesario diseñar un modelado de red logística para la distribución de larvas del camarón?

En la tabla 30. Se muestra el total de 17 trabajadores censados los cuales obtuvimos como resultado que 11 personas están totalmente de acuerdo en diseñar un modelo de red logística, seguido con 3 personas que están de acuerdo con la implementación del modelado, por último, el resultado de 3 personas más que marcaron la opción de neutral en el cuestionario.

Tabla 30: Implementación de la red logística

2. ¿Para usted es necesario diseñar un modelado de red logística para la distribución de larvas de camarón?

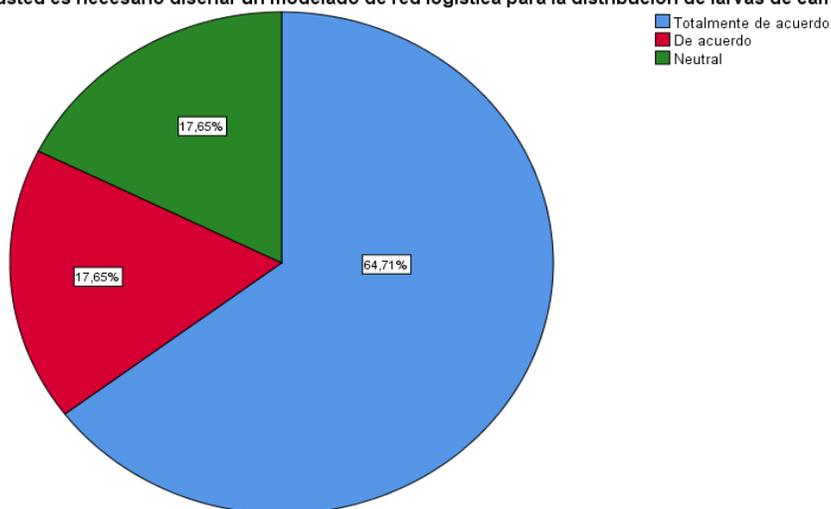
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente de acuerdo	11	64,7	64,7	64,7
	De acuerdo	3	17,6	17,6	82,4
	Neutral	3	17,6	17,6	100,0
	Total	17	100,0	100,0	

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

En la Figura 44 se ilustra un gráfico circular que representa la implementación de un sistema de distribución. En dicho gráfico, el área de color azul, que corresponde al 64,7% representa a las personas que señalaron que, si están totalmente de acuerdo, seguido del área de color roja con un 17,6% representando al personal que señalo que, si están de acuerdo, y por último el color verde también con el 17,6% representado por las personas que señalaron la opción neutral como respuesta.

Figura 44: Tipo de transporte para la distribución de larvas

2. ¿Para usted es necesario diseñar un modelado de red logística para la distribución de larvas de camarón?



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Pregunta 3: ¿Precio por millar?

En la tabla 31, se presenta el precio por millar de larvas de camarón, la cual puede cambiar en función de las condiciones de la demanda que piden los clientes. En este caso 10 personas encuestadas en el laboratorio detallaron que el precio por millar oscila entre \$2,00 a \$2,50 dólares. Y 7 personas más detallaron un incremento del precio entre \$,50 a \$3,00.

Tabla 31: Precio del millar de larvas de camarón

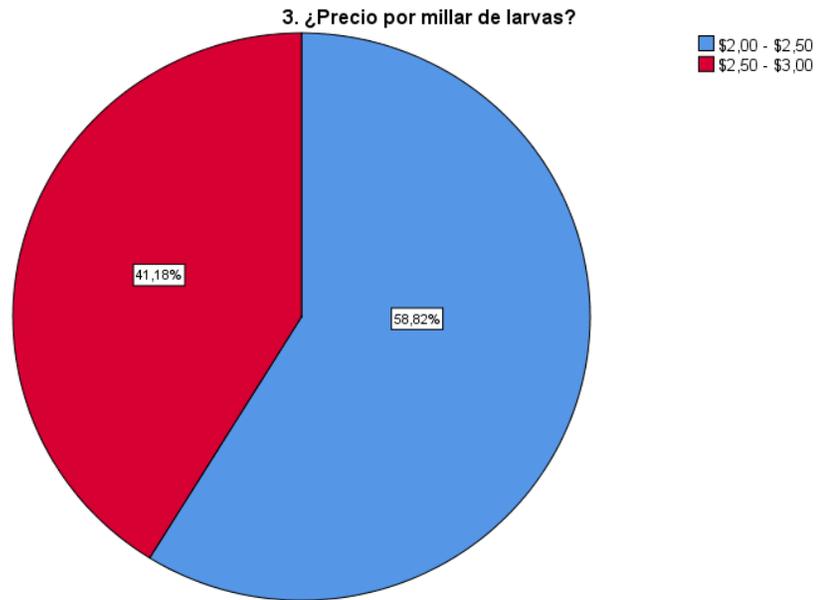
3. ¿Precio por millar de larvas?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$2,00 - \$2,50	10	58,8	58,8	58,8
	\$2,50 - \$3,00	7	41,2	41,2	100,0
	Total	17	100,0	100,0	

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 45, representa el diagrama circular respecto al precio de venta por millar de larvas de camarón, representado la mayor parte de color azul con el 58,8% y la parte menor de color rojo con el 41,2%.

Figura 45: Precio del millar de larvas de camarón



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Pregunta 4: ¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde el laboratorio hasta sus puntos de distribución?

En la tabla 32 se especifica que, de las 17 personas encuestadas, 10 mencionaron que el laboratorio cubre un costo de transporte que oscila entre \$1 a \$100 dólares, mientras que las otras 7 personas señalaron que los costos de transporte desde el laboratorio a su punto de distribución varían entre \$100 a \$200 dólares, pero esto dependían a la demanda de cada cliente.

Tabla 32: Costo de transporte de larvas de camarón desde la empresa a los centros de distribución

4. ¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde el laboratorio hasta sus puntos de distribución?

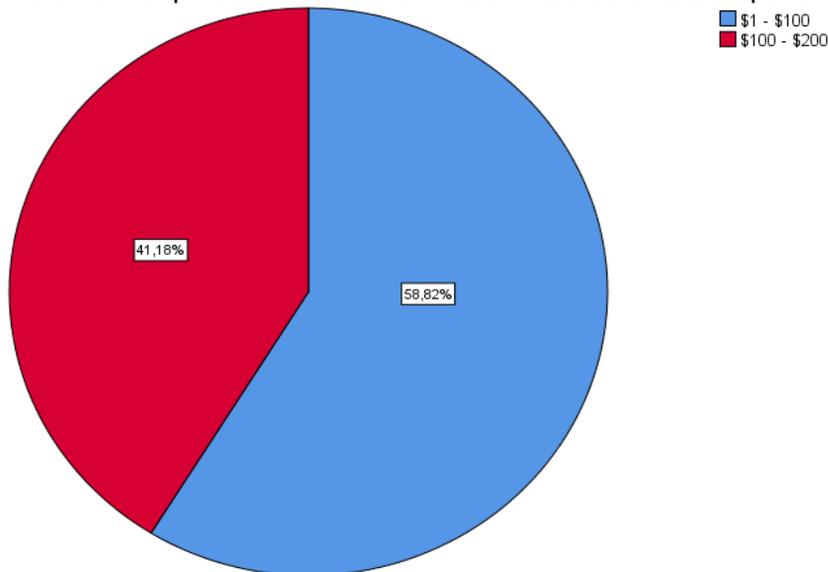
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$1 - \$100	10	58,8	58,8	58,8
	\$100 - \$200	7	41,2	41,2	100,0
	Total	17	100,0	100,0	

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 46 se representa un gráfico circular para ilustrar la asignación de costos de transporte del producto larvario desde el laboratorio hacia los centros de distribución. La proporción mayoritaria de color azul, que corresponde al 58,8%, y la porción más pequeña de color rojo, que representa el 41,2% de los costos.

Figura 46: Costo de transporte de larvas de camarón desde la empresa a los centros de distribución

4. ¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde el laboratorio hasta sus puntos de distribución?



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Pregunta 5: ¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde los centros de distribución hasta los clientes?

En la tabla 33 se especifica que, de las 17 personas encuestadas, 12 mencionaron que el laboratorio cubre un costo de transporte que oscila entre \$100 a \$200 dólares, seguido de 5 personal más que señalaron que los costos de transporte desde su punto de distribución a los clientes varían entre \$300 a \$400 dólares, pero dependía de los pedidos de los clientes.

Tabla 33: Costo de transporte de larvas de camarón desde los centros de distribución hasta los clientes

5. ¿Cuál es el costo de larvas de camarón desde sus puntos de distribución hasta los clientes?

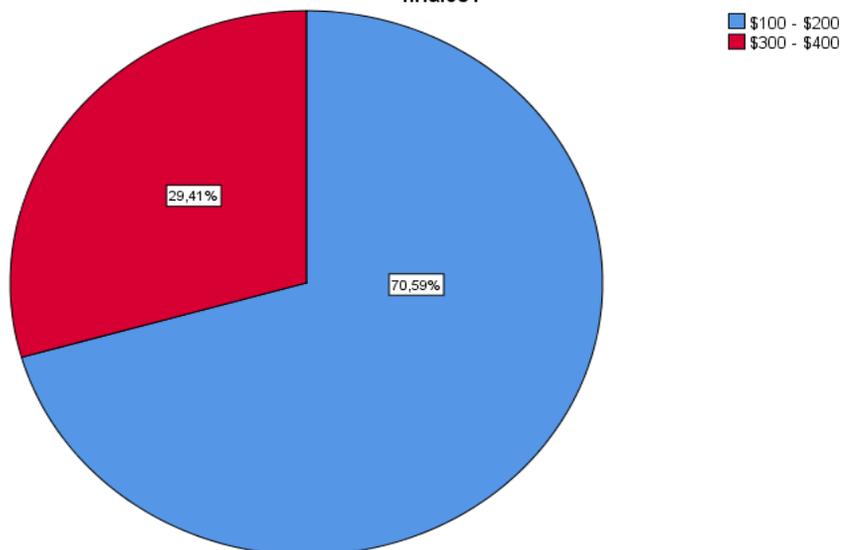
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$100 - \$200	12	70,6	70,6	70,6
	\$300 - \$400	5	29,4	29,4	100,0
	Total	17	100,0	100,0	

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 47 demuestra un diagrama circular para ilustrar los gastos de transporte relacionados con la entrega de productos desde los centros de distribución a los diversos clientes a nivel nacional. La porción de color azul del gráfico representa el 70,6%, cuyo precio de transporte esta entre \$100 a \$200, mientras que la parte menor de color rojo corresponde al 29,4%, representando al costo de \$300 a \$400.

Figura 47: Costo de transporte de larvas de camarón desde los centros de distribución hasta los clientes finales

5. ¿Cuál es el costo de transporte de larvas de camarón desde sus puntos de distribución hasta los clientes finales?



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Pregunta 6: ¿Cantidad de millares de larvas de camarón que vende a cada cliente?

La tabla 34 se representa la cantidad de larvas de camarón que venden a los clientes, con una demanda que varía en dos rangos: de 25000 a 30000 millares de larvas, 2 persona señalaron esta opción como respuesta, y mayor a 30000 millares de larvas, 15 personas mencionaron esta opción.

Tabla 34: Cantidad de millares que venden a cada cliente

6. ¿Cantidad de millares de larvas de camarón que venden a cada cliente?

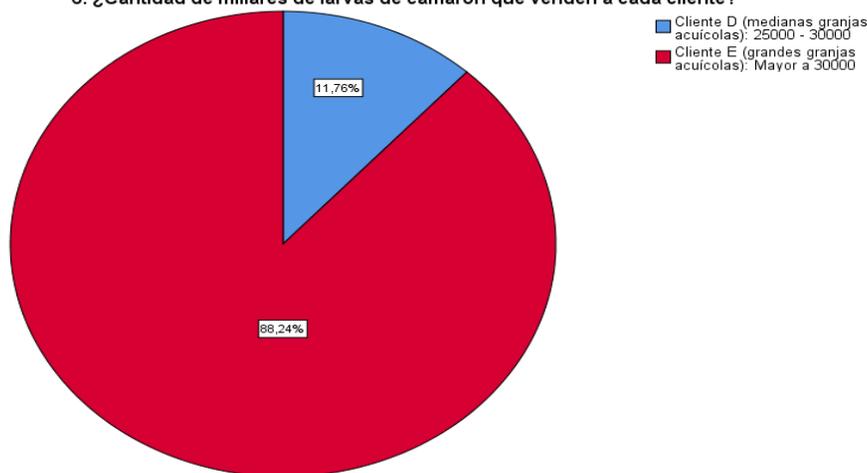
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Cliente D (medianas granjas acuícolas): 25000 - 30000	2	11,8	11,8	11,8
	Cliente E (grandes granjas acuícolas): Mayor a 30000	15	88,2	88,2	100,0
	Total	17	100,0	100,0	

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

En la figura 48, podemos observar que la sección mayor representado por el color rojo corresponde al intervalo de venta mayor a 30000 millares, representando el 88,2% del total. Seguido de la sección azul con el 11,8%, en el rango de 25000 a 30000 millares. La tabulación e interpretación de esta pregunta nos demostró que la mayor cantidad de ventas a los clientes se encuentra en el rango mayor a 30000 millares de larvas de camarón.

Figura 48: Cantidad de millares que venden a cada cliente

6. ¿Cantidad de millares de larvas de camarón que venden a cada cliente?



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Pregunta 7: ¿Cuál es la cantidad de vehículos disponibles que tiene la empresa para la distribución de las larvas?

La tabla 35, nos muestra el censo realizado a las 17 personas que laboran en el laboratorio, lo cual nos detallaron que la empresa no cuenta con vehículos que permitan la facilidad de transportar las larvas de camarón en la empresa Cultivo Marino Culmarinsa S.A.

Tabla 35: Tipo de vehículo que utiliza la empresa en la distribución de las larvas
7. ¿Cuál es la cantidad de vehículos disponibles que tiene la empresa para la distribución de las larvas?

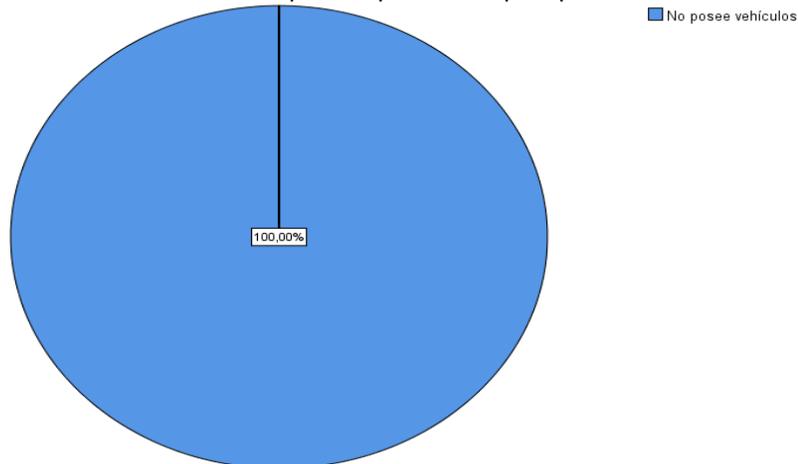
Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No posee vehículos	17	100,0	100,0	100,0

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 49, mediante un diagrama circular, nos muestra que todo el personal censado señaló que la empresa no cuenta con vehículos para la distribución y esto se detalla un porcentaje del 100%.

Figura 49: Tipo de vehículo que utiliza la empresa en la distribución de las larvas

7. ¿Cuál es la cantidad de vehículos disponibles que tiene la empresa para la distribución de las larvas?



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Pregunta 8: ¿Cree usted que optimizando el proceso de distribución logístico permite a la empresa mejorar su cadena de suministro?

En la Tabla 36, se presenta que 8 personas que laboran en la empresa están totalmente de acuerdo que optimizar el proceso de distribución mejorara la cadena de suministro en el laboratorio, seguido de 7 personas más que señalaron que si están de acuerdo que mejorando estos procesos se mejora la eficiencia en la empresa. Y por último 2 personas más indicaron la opción de neutral en el cuestionario.

Tabla 36: Optimización en la distribución logística

8. ¿Cree usted que optimizando el proceso de distribución logístico permite a la empresa mejorar su cadena de suministro?

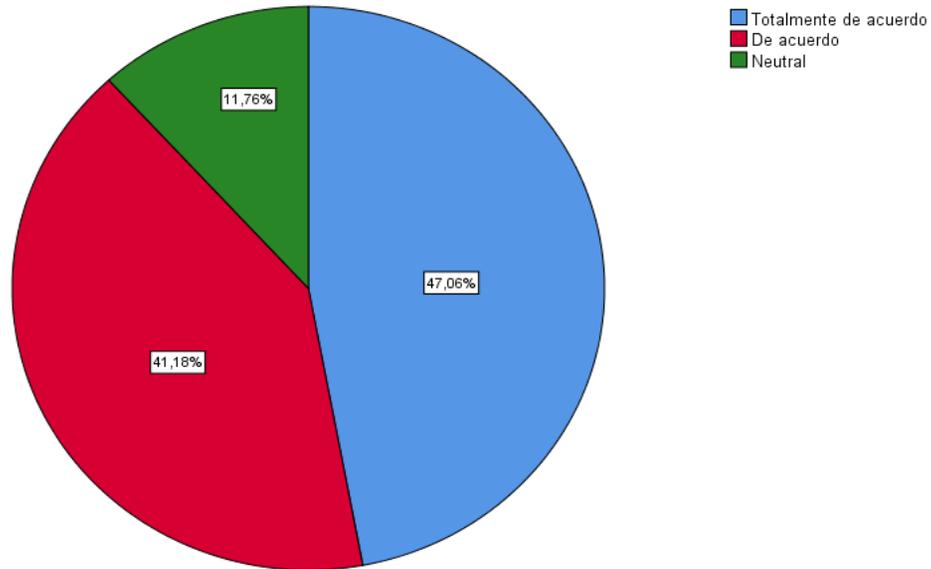
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente de acuerdo	8	47,1	47,1	47,1
	De acuerdo	7	41,2	41,2	88,2
	Neutral	2	11,8	11,8	100,0
	Total	17	100,0	100,0	

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 50 ilustra un gráfico circular que representa la implementación de un sistema de distribución. En dicho gráfico, el área de color azul, que corresponde al 47,1% representa a las personas que señalaron que, si están totalmente de acuerdo, seguido del área de color roja cuya cantidad de porcentaje es 41,2%% representando al personal que señalo que, si están de acuerdo, y por último el color verde con un 11,8% representado por las personas que señalaron la opción neutral como respuesta.

Figura 50: Optimización en la distribución logística

8. ¿Cree usted que optimizando el proceso de distribución logístico permite a la empresa mejorar su cadena de suministro?



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Pregunta 9: ¿El stock de productos larvarios abastece los pedidos de los clientes?

La Tabla 37 muestra la presentación del censo de los 17 empleados encuestados en relación con la pregunta sobre si el stock de productos larvarios abastece los pedidos de los clientes. De las 17 personas encuestadas todas señalaron que sí, es decir la capacidad de la empresa si abastece los pedidos de los clientes

Tabla 37: Abastecimiento de producción

9. ¿El stock de productos larvarios abastece los pedidos de los clientes?

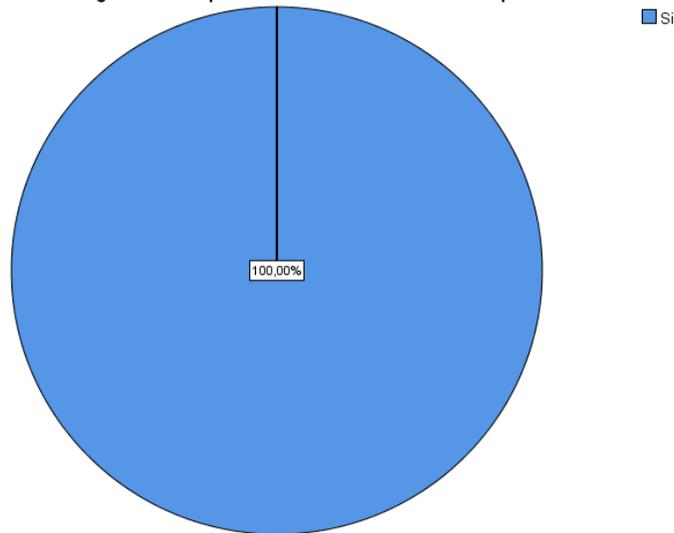
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	17	100,0	100,0	100,0

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

A través de un gráfico circular, en la Figura 51 se ilustra la pregunta en relación con la pregunta sobre si el stock de productos larvarios abastece los pedidos de los clientes. Obteniendo como resultado un 100% en la opción de que la empresa si abastece los pedidos de los clientes.

Figura 51: Abastecimiento de producción

9. ¿El stock de productos larvarios abastece los pedidos de los clientes?



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Pregunta 10: ¿Disponibilidad de stock que cuenta el laboratorio mensualmente?

La tabla 38 representa la disponibilidad de stock que cuenta el laboratorio mensualmente de los 17 empleados del laboratorio 5 personas indicaron que la empresa abarca un stock entre (20 a 25) millones de larvas mensualmente, pero esto es debido cuando existen pedidos menores que otros meses, seguido de 4 personas señalaron el rango de (25 a 30) millones de larvas de camarón. Y por último 8 personas señalaron la opción de respuesta de (30 a 35) millones de larvas de camarón.

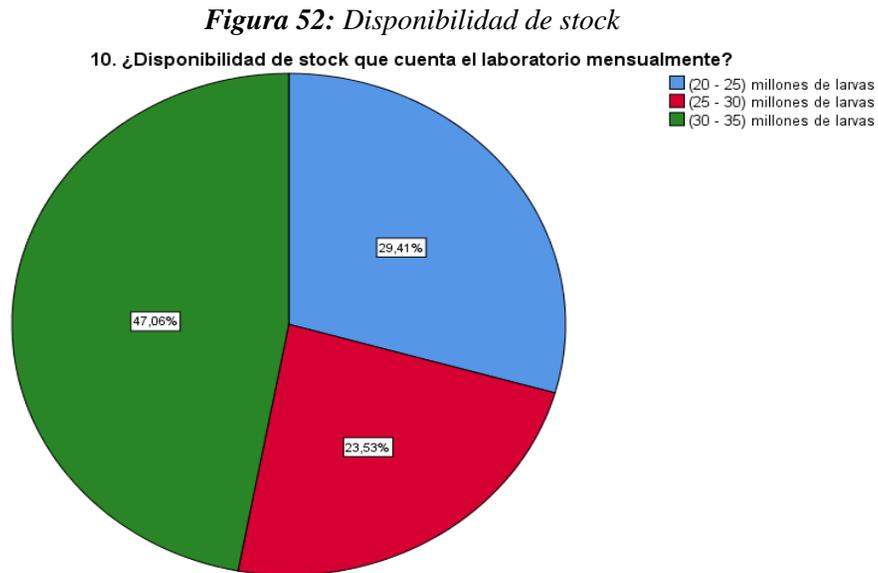
Tabla 38: Disponibilidad de stock

10. ¿Disponibilidad de stock que cuenta el laboratorio mensualmente?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	(20 - 25) millones de larvas	5	29,4	29,4	29,4
	(25 - 30) millones de larvas	4	23,5	23,5	52,9
	(30 - 35) millones de larvas	8	47,1	47,1	100,0
	Total	17	100,0	100,0	

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 52 se representa un gráfico circular para ilustrar la disponibilidad de stock que produce la empresa. La proporción mayoritaria de color verde, que corresponde al 47,1%, seguido del área de color azul con un 29,4% y la porción más pequeña de color rojo representando el 23,1%.



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Pregunta 11: ¿Cuál es el principal problema que existe en la empresa al momento de transportar el producto?

La tabla 39 muestra los principales problemas que existen en la empresa al momento de transportar el producto, de los 17 empleados del laboratorio 8 personas indicaron que el principal problema es el transporte ya que la empresa no cuenta con vehículos propios, seguido 4 personas que indicaron que las condiciones climáticas también es una problemática para el transporte de las larvas y por último 3 persona señalaron que otra problemática también existe en los exceso de capacidad al transportar las larvas de camarón.

Tabla 39: Principal problema que existe en la empresa

11. ¿Cuál es el principal problema que existe en la empresa al momento de transportar el producto?

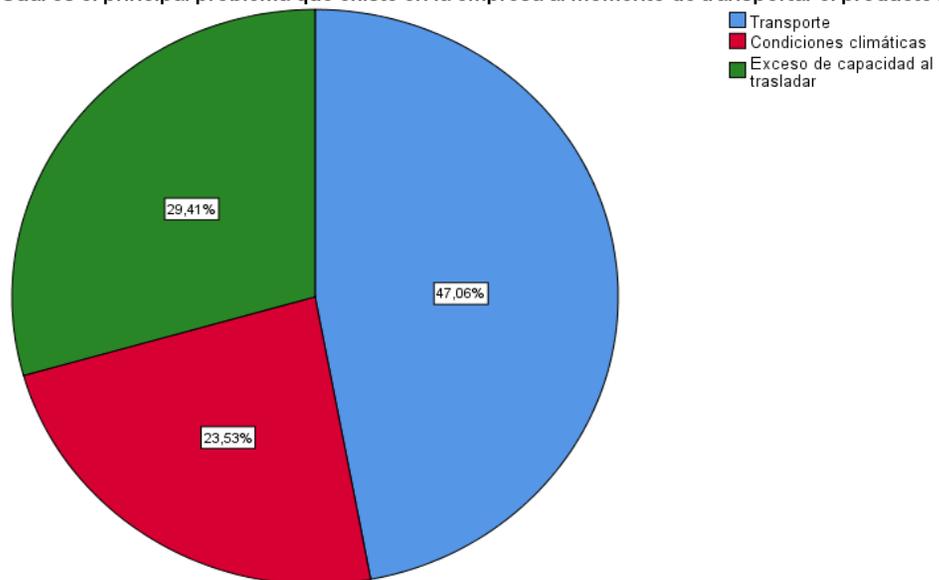
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Transporte	8	47,1	47,1	47,1
Condiciones climáticas	4	23,5	23,5	70,6
Exceso de capacidad al trasladar	5	29,4	29,4	100,0
Total	17	100,0	100,0	

Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

La Figura 53, se representa un gráfico circular para ilustrar los principales problemas que existen en la empresa al momento de distribuir el producto. La proporción mayoritaria de color azul, que corresponde al 47,1%, como opción de respuesta al transporte ya que no se cuenta con vehículos, seguido con porción de color verde, que representa el 29,4%, que corresponde a la opción de respuesta de condiciones climáticas. Y con el 23,5% que representa el área más pequeña de color rojo cuya problemática sería los excesos de capacidad al trasladar.

Figura 53: Principal problema que existe en la empresa

11. ¿Cuál es el principal problema que existe en la empresa al momento de transportar el producto?



Nota: Resultados obtenidos en el software IBM SPSS Statistics 25

Anexo K: Cálculo de Fiabilidad y comprobación de hipótesis en SPSS – 25

Resultado1 TESIS FINAL.spv [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Resultado

- Frecuencias
 - Título
 - Notas
 - Conjunto de da
 - Estadísticos
 - Tabla de frecue
 - Título
 - 1. ¿Para la
 - 2. ¿Para us
 - 3. ¿Precio
 - 4. ¿Cuál es
 - 5. ¿Cuál es
 - 6. ¿Cantid
 - 7. ¿Cuál es
 - 8. ¿Cree u
 - 9. ¿El stoc
 - 10. ¿Dispc
 - 11. ¿Cuál
- Gráfico circular
 - Título
 - 1. ¿Para la
 - 2. ¿Para us
 - 3. ¿Precio
 - 4. ¿Cuál es
 - 5. ¿Cuál es
 - 6. ¿Cantid
 - 7. ¿Cuál es
 - 8. ¿Cree u
 - 9. ¿El stoc
 - 10. ¿Dispc
 - 11. ¿Cuál

Registro

- Fiabilidad

Escala: ALFA DE CRONBACH

Resumen de procesamiento de casos

Casos	Válido	N	%
		17	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	17	100,0

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

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.838	.846	8

Estadísticas de elemento

	Media	Desv. Desviación	N
2. ¿Para usted es necesario diseñar un modelado de red	1,53	,800	17

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicoide ON

10-41
11/11/2023

Resultado1 TESIS FINAL.spv [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Resultado

- Frecuencias
 - Título
 - Notas
 - Conjunto de da
 - Estadísticos
 - Tabla de frecue
 - Título
 - 1. ¿Para la
 - 2. ¿Para us
 - 3. ¿Precio
 - 4. ¿Cuál es
 - 5. ¿Cuál es
 - 6. ¿Cantid
 - 7. ¿Cuál es
 - 8. ¿Cree u
 - 9. ¿El stoc
 - 10. ¿Dispc
 - 11. ¿Cuál
 - Gráfico circular
 - Título
 - 1. ¿Para la
 - 2. ¿Para us
 - 3. ¿Precio
 - 4. ¿Cuál es
 - 5. ¿Cuál es
 - 6. ¿Cantid
 - 7. ¿Cuál es
 - 8. ¿Cree u
 - 9. ¿El stoc
 - 10. ¿Dispc
 - 11. ¿Cuál

Registro

- Fiabilidad

Media	Varianza	Desviación	elementos
16,47	15,765	3,970	8

CORRELATIONS

```

/VARIABLES=VI VD
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE.
    
```

Correlaciones

Correlaciones

	VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1
	Sig. (bilateral)	,022
	N	17
VD	Correlación de Pearson	,551*
	Sig. (bilateral)	,022
	N	17

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

DATASET ACTIVATE ConjuntoDatos1.

SAVE OUTFILE="D:\Downloads\final tesis (2).sav"
/COMPRESSED.

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicoide ON

10-42
11/11/2023