



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

TEMA:

“DESARROLLO DE UN MODELO LOGÍSTICO CON TRANSBORDO
PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE
CAMARÓN PROVENIENTE DEL LABORATORIO AQUATROPICAL,
CANTÓN SALINAS, ECUADOR.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

RODRÍGUEZ BALÓN JEAN CARLOS

TUTOR:

ING. RAMÍREZ BECERRA JORGE JIMMY

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL

TEMA:

**“DESARROLLO DE UN MODELO LOGÍSTICO CON
TRANSBORDO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA
PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN PROVENIENTE
DEL LABORATORIO AQUATROPICAL, CANTÓN SALINAS,
ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

RODRÍGUEZ BALÓN JEAN CARLOS

TUTOR:

ING.RAMÍREZ BECERRA JORGE JIMMY

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023


CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Rodríguez Balón Jean Carlos**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**

TUTOR

f. 
Ing. Ramírez Becerra Jorge Jimmy Mgtr.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 
Ing. Reyes Soriano Franklin Enrique Mgtr.

La Libertad, a los 22 días del mes de febrero del año 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing.

Ramírez Becerra Jorge Jimmy

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “DESARROLLO DE UN MODELO LOGÍSTICO CON TRANSBORDO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN PROVENIENTE DEL LABORATORIO AQUATROPICAL, CANTÓN SALINAS, ECUADOR”, elaborado por el Sr. RODRÍGUEZ BALÓN JEAN CARLOS, 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



Ing. Ramírez Becerra Jorge Jimmy, Mgtr

La Libertad, a los 22 días del mes de febrero del año 2023

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Rodríguez Balón Jean Carlos**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Desarrollo de un modelo logístico con transbordo para la distribución de la producción de larvas de camarón proveniente del laboratorio AQUATROPICAL, 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 22 días del mes de febrero del año 2023

AUTOR



f. _____
Rodríguez Balón Jean Carlos

AUTORIZACIÓN

Yo, **Rodríguez Balón Jean Carlos**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **Desarrollo de un modelo logístico con transbordo para la distribución de la producción de larvas de camarón proveniente del laboratorio Aquatropical, cantón Salinas, Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 22 días del mes de febrero del año 2023

AUTOR:



f. _____
Rodríguez Balón Jean Carlos

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“DESARROLLO DE UN MODELO LOGÍSTICO CON TRANSBORDO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN PROVENIENTE DEL LABORATORIO AQUATROPICAL, CANTÓN SALINAS, ECUADOR”** elaborado por el estudiante RODRÍGUEZ BALÓN JEAN CARLOS, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio URKUND, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 1% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,



Document Information

Analyzed document	TESISPLAGIO.docx (D158208358)
Submitted	2023-02-09 04:59:00
Submitted by	
Submitter email	jean.rodriguezbalon@upse.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	jmuyulema.upse@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/195383817.pdf Fetched: 2021-07-11 05:43:07
----------	--

FIRMA DEL TUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jorge Ramírez Becerra".

Ing. Ramírez Becerra Jorge Jimmy, Mgtr

Salinas, 23 de febrero de 2023

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

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 **“DESARROLLO DE UN MODELO LOGÍSTICO CON TRANSBORDO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN PROVENIENTE DEL LABORATORIO AQUATROPICAL, CANTÓN SALINAS, ECUADOR”**. Elaborado por **RODRÍGUEZ BALÓN JEAN CARLOS** 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 haberme guiado en el camino del bien y acompañado a lo largo de mi carrera.

Gracias a mi madre, padre, hermanas y enamorada quienes me apoyaron y estuvieron siempre conmigo en los días y noches demostrando el cariño, amor y respeto. Ustedes siempre han sido el motor y guía para cumplir mis objetivos.

Agradecerles a mis demás familiares por aquellas palabras de motivación, a mis compañeros que se han convertido en mis amigos, hermanos darle gracias por las horas compartidas.

Jean Rodríguez Balón

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico primero a Dios por brindarme bendiciones a lo largo de mi vida y mi carrera, a mi familia por apoyarme y darme motivación y a mis demás familiares y amigos por formar parte de mi vida.

Jean Rodríguez Balón

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



f.

Ing. Franklin Enrique Reyes Soriano Mgtr.

DIRECTOR DE CARRERA



f.

Ing. Isabel Balón Ramos, Mgtr.

DOCENTE ESPECIALISTA



f.

Ing. Ramírez Becerra Jorge Jimmy, Mgtr.

DOCENTE TUTOR



f.

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MEng.

DOCENTE GUÍA UIC

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	vii
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	xix
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS.....	xx
RESUMEN	xxi
ABSTRACT	xxii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	11
MARCO TEÓRICO	11
1.1. Antecedentes investigativos.....	11
1.2. Estado del arte.....	13
1.2.1. Diseños de modelos de cadenas de distribución.....	15
1.2.2. Contratiempos en base al transporte	21
1.2.3. Problemas de distribución en la empresa Aquatropical S.A.....	22
1.3. Propiedades de la producción acuícola de larvas de camarón (Penaeus Vanamei).	33
1.3.1. La producción acuícola como actividad económica.....	33
1.3.2. Cultivo acuícola en Ecuador	34

1.3.3. <i>La producción del cultivo acuícola de larvas de camarón en Ecuador</i>	37
1.3.4. <i>Ubicación de la producción acuícola de larvas de camarón en Ecuador</i>	39
1.3.5. <i>Métodos de comercialización de la producción acuícola de larvas de camarón en Ecuador</i>	40
1.3.6. <i>Empresa Aquatropical S.A</i>	42
1.3.7. <i>Diagnóstico de la producción actual del laboratorio Aquatropical</i>	42
1.4. <i>Recapitulaciones del capítulo 1</i>	44
CAPÍTULO II	45
MARCO METODOLÓGICO	45
2.1. <i>Enfoque de investigación</i>	45
2.2. <i>Diseño de investigación</i>	45
2.3. <i>Marco metodológico</i>	46
2.3.1. <i>Declaración que demuestra la existencia del problema a determinar</i>	47
2.3.2. <i>Procesos y cadena de distribución de la empresa Aquatropical S.A</i>	49
2.3.3. <i>Proceso para el modelado de CD con transbordo.</i>	54
2.3.4. <i>Metodología para el modelo de redes de distribución con transbordo</i>	57
2.3.5. <i>Problema de transbordo</i>	59
2.3.5.1. <i>Solución del problema por medio de Programación Lineal.</i>	61
2.4. <i>Censo</i>	64
2.5. <i>Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos (Adaptada a la unidad de análisis y tipo de estudio)</i>	65
2.5.1. <i>Métodos de recolección de datos</i>	65
2.5.2. <i>Técnicas de recolección de datos</i>	65
2.5.3. <i>Instrumentos de recolección de datos</i>	66
2.6. <i>Variable (s) del estudio (Adaptada al tipo y diseño de la investigación)</i>	67
2.6.1. <i>Operacionalización de las variables</i>	67
2.7. <i>Procedimiento para la recopilación de los datos</i>	69
2.8. <i>Plan de analices e interpretación de resultados</i>	69
2.9. <i>Recapitulación del capítulo II</i>	71
CAPÍTULO III	72
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
3.1. <i>Identificación de los problemas en el caso de estudio</i>	72
3.1.1. <i>Resultados de la entrevista</i>	72

3.1.2. Resultados del censo	74
3.1.2.1. Validez del instrumento	74
3.1.2.2. Análisis de los resultados del censo	76
3.1.2.3. Fiabilidad del instrumento	86
3.1.3. Comprobación de Hipótesis.....	88
3.1.4. Gráfica de dispersión.....	88
3.1.5. Hipótesis	88
3.1.6. Nivel de significancia.....	89
3.1.7. Estadística de prueba.....	89
3.2. Diagnóstico del sistema de distribución del laboratorio.....	90
3.3. Propuesta de mejora al proceso de distribución de la producción de larvas de camarón en el laboratorio.....	92
3.3.1. Modelo matemático para la cadena de distribución con transbordo en la producción de larvas de camarón del laboratorio Aquatropical.....	94
3.4. Presupuesto para la implementación del modelo de cadena de distribución con transbordo para el laboratorio Aquatropical, del cantón Salinas.....	103
3.5. Discusión	105
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)	112
ANEXOS	123

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Diseño de modelos de cadena de distribución</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2. Nivel de decisiones en trabajos considerados.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 3. Clasificación conforme a las variantes de decisión</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 4. Pedidos de clientes por semana.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 5. Retrasos de pedidos del año anterior.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 6. Exceso de capacidad.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 7. Explotación de almacenes</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 8. Incremento de fletes por alza de combustible de los últimos años.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 9. Actividades de vehículos de la empresa.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 10. Destinos de exportaciones y valores en millón USD.</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 11. Procesos y cadena de distribución de la empresa Aquatropical.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 12. Censo a jefes departamentales</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 13. Operacionalización de variables</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 14. Plan de análisis e interpretación de resultados.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 15. Producción de larvas de camarón</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 16. Resultados de la técnica aplicada.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 17. Revisión por expertos.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 18. Análisis de frecuencia de las rondas validadas por expertos</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 19. Modo de transporte de larvas de camarón.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 20. Precio por millar de larvas de camarón</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 21. Costos de transporte desde el laboratorio a su punto de distribución</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 22. Costo de transporte desde el punto de distribución hacia los clientes.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 23. Millares de venta a cada cliente</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 24. Inconvenientes en la distribución del producto hacia los destinos finales</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 25. Inconvenientes que causan costos adicionales en la distribución.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 26. Modelo de distribución.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 27. Implementación de un modelo de distribución.....</i>	<i>85</i>

<i>Tabla 28. Procedimiento de casos.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 29. Fiabilidad.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 30. Correlación de Pearson.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 31. Escala de Correlación de Pearson.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 32. Producción y costos de transporte.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 33. Costos de transporte desde los nodos de O-T.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 34. Costos de transporte desde los nodos de T-D.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 35. Solución mediante del software lingo 19,0 en el problema de transbordo.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 36. Cantidad adecuada a trasladar en los nodos de O-T.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 37. Cantidad adecuada a trasladar en los nodos de T-D.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 38. Presupuesto del proyecto.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 39. Cálculos del tiempo de recuperación de la inversión.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 40. Costos de transporte de vehículos alquilado y propios.....</i>	<i>108</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Diagrama de flujo sobre problemática de investigación</i>	9
<i>Figura 2: Triple línea de revisión sistemática de literatura</i>	14
<i>Figura 3. Vías en mal estado hacia los almacenes</i>	26
<i>Figura 4. Rutas largas y cortas para distribución hasta Esmeraldas.</i>	26
<i>Figura 5. Rutas largas y cortas para distribución hasta Manabí</i>	27
<i>Figura 6. Rutas largas y cortas para distribución hasta Guayaquil</i>	28
<i>Figura 7. Rutas largas y cortas para distribución hasta Machala</i>	28
<i>Figura 8. Rutas largas y cortas para distribución hasta Playas</i>	29
<i>Figura 9. Rutas largas y cortas para distribución hasta Chongón</i>	30
<i>Figura 10. Ubicaciones de Peajes en las rutas de distribución</i>	32
<i>Figura 11. Reporte de exportaciones del camarón en miles de Toneladas y Millones de dólares.</i>	36
<i>Figura 12. Ventas locales de larvas de camarón (millones de USD)</i>	38
<i>Figura 13. Distribución de laboratorios de producción de larvas por provincias.</i> ...	39
<i>Figura 14. Ubicación geográfica de la empresa Aquatropical.</i>	42
<i>Figura 15. Proceso productivo de larvas de camarón</i>	43
<i>Figura 16: Estructura y conexión de una red de distribución</i>	48
<i>Figura 17. Procesos y distribución de la empresa.</i>	49
<i>Figura 18. Área de maduración</i>	51
<i>Figura 19. Área de desove</i>	51
<i>Figura 20. Área de eclosión</i>	51
<i>Figura 21. Área de resiembra</i>	52
<i>Figura 22. Cosecha de larvas de camarón</i>	52
<i>Figura 22. Distribución de larvas de camarón</i>	53
<i>Figura 23. logística de la empresa</i>	54
<i>Figura 24: Procedimiento para los procesos de decisión</i>	56

<i>Figura 25: Metodología para redes de distribución</i>	<i>58</i>
<i>Figura 26. Diagrama de Ishikawa de problemas de transporte</i>	<i>60</i>
<i>Figura 27: Modelo del problema de transbordo.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 28: Nodos renombrados</i>	<i>62</i>
<i>Figura 29. Fases del método Delphi</i>	<i>66</i>
<i>Figura 30. Producción de larvas de camarón</i>	<i>73</i>
<i>Figura 31. Modo de transporte de larvas de camarón.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 32. Precio por millar de larvas de camarón.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 33. Costos de transporte desde el laboratorio a su punto de distribución....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 34. Costo de transporte desde el punto de distribución hacia los clientes</i>	<i>80</i>
<i>Figura 35. Millares de venta a cada cliente</i>	<i>81</i>
<i>Figura 36. Inconvenientes en la distribución del producto hacia los destinos finales</i>	<i>82</i>
<i>Figura 37. Inconvenientes que causan costos adicionales en la distribución</i>	<i>83</i>
<i>Figura 38. Modelo de distribución.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 39. Implementación de un modelo de distribución</i>	<i>86</i>
<i>Figura 40. Dispersión de las variables.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 41. Esquemas de red de distribución con transbordo.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 42. Programación del problema de transbordo en Lingo 19.0.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 43. Modelo de transbordo para la distribución de la producción de larvas de camarón.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 44. Solución a partir de lingo 19.0 para el problema de transbordo</i>	<i>103</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo A: Preguntas de entrevista.....</i>	<i>123</i>
<i>Anexo B: Preguntas de censo.....</i>	<i>125</i>
<i>Anexo C: Formato de validación de instrumento.....</i>	<i>128</i>
<i>Anexo D: Datos de tabulación SPSS-25.....</i>	<i>129</i>
<i>Anexo E: Solicitud para realizar estudio en la empresa.....</i>	<i>130</i>
<i>Anexo F: Evidencia de recolección de datos.....</i>	<i>131</i>

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

Agricultura y Alimentación	FAO
Asociación de Laboratorios Productores de Larvas	ASOLAP
Cadena de Suministro	SC
Cámara nacional Acuicultura	CNA
Instituto de Pesca	INP
Journal of Cleaner Procuction	JCP
Statistical package for the Social Sciences	SPSS
Ministerio de Producción Comercio Externo, Inversiones y Pesca	MPCEIP
Ministerio de Producción de Inversiones y Pesca	SCI
Programación lineal	LP
Cadena de distribución	CD
Toneladas métricas	TM
Programación lineal entera mixta	ILP
Modelo con programación no lineal entera mixta	MINLP
Modelo con programación lineal multiobjetivos	MOLP
Modelos de simulación	SM
Modelos híbridos	HYB
Programación dinámica	DP
Investigación de operaciones	IO

“DESARROLLO DE UN MODELO LOGÍSTICO CON TRANSBORDO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN PROVENIENTE DEL LABORATORIO AQUATROPICAL, CANTÓN SALINAS, ECUADOR.”

Autor: Rodríguez Balón Jean Carlos

Tutor: Ing. Ramírez Becerra Jorge Jimmy

RESUMEN

El desafío más relevante del sector larvario es reconfortar los vínculos más delicados en base a la cadena distribución para la larvicultura, por lo tanto, se considera que la CD es un elemento primordial a nivel mundial que busca la reducción de costos y aumentar las ganancias de las empresas. Un modelo de distribución se encarga de enviar los productos desde un punto hacia los destinos finales, de tal manera mostrando los resultados de minimizar costos al trasladar los productos. El objetivo primordial de este proyecto es estructurar un modelo de distribución para la producción de larvas de camarón y reducir los costos de transbordo en el laboratorio Aquatropical, cantón Salinas, Provincia de Santa Elena. Se consideró como fundamento la metodología basada en el enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y correlacional, además se consideró la investigación de operaciones y el método de solución de problemas. Como técnicas se aplicaron la entrevista dirigida al gerente y el censo a los jefes departamentales del laboratorio Aquatropical, el instrumento fue el cuestionario de preguntas para la entrevista y el censo. Por otro lado, se realizó un análisis de fiabilidad de los datos y validez de instrumentos aplicados. Se llevó a cabo un modelo matemático que proporcionó a tomar elección respecto a la cantidad de producción a trasladar a distintos puntos, obteniendo resultados a través del software de programación lineal lingo 19.0 en donde se pudo demostrar la minimización de los costos. Finalmente se demuestra la minimización de costos de transporte mejorando a su vez la cadena de distribución mediante el modelo de transbordo óptimo aplicado al laboratorio Aquatropical.

Palabras clave: Larvicultura, investigación de operaciones, transbordo, programación lineal, nodos, cadena distribución.

“DEVELOPMENT OF A LOGISTICS MODEL WITH TRANSSHIPMENT FOR THE DISTRIBUTION OF THE PRODUCTION OF SHRIMP LARVAE FROM THE AQUATROPICAL LABORATORY, SALINAS CANTON, ECUADOR”

Author: Rodríguez Balón Jean Carlos

Tutor: Ing. Ramírez Becerra Jorge Jimmy

ABSTRACT

The most relevant challenge for the larval sector is to strengthen the most delicate links in the distribution chain for larviculture, therefore, DC is considered to be an essential element at a global level that seeks to reduce costs and increase the profits of the companies. A distribution model is in charge of sending the products from one point to the final destinations, thus showing the results of minimizing costs when moving the products. The main objective of this project is to structure a distribution model for the production of shrimp larvae and reduce transshipment costs in the Aquatropical laboratory, Salinas, Province of Santa Elena. The methodology was based on a quantitative, descriptive and correlational approach, as well as operations research and the problem-solving method. As techniques, the interview directed to the manager and the census to the departmental heads of the Aquatropical laboratory were applied, the instrument was the questionnaire of questions for the interview and the census. On the other hand, an analysis of the reliability of the data and validity of the instruments applied was carried out. A mathematical model was carried out that provided to make a choice regarding the amount of production to be moved to different points, obtaining results through the linear programming software lingo 19.0 where it was possible to demonstrate the minimization of costs. Finally, the minimization of transportation costs is demonstrated by improving the distribution chain through the optimal transshipment model applied to the Aquatropical laboratory.

Key words: *Larviculture, operations research, transshipment, linear programming, nodes, distribution chain.*

INTRODUCCIÓN

Muchas entidades aprecian el valor de la logística por lo que se ha convertido en un factor importante desde el abastecimiento de materia prima y la distribución de los productos finales, con el pasar de los años la logística evoluciona centrándose en distintos estudios en base a sus siguientes eslabones: producción, distribución y abastecimiento (Taco et al., 2019). La cadena de distribución es una herramienta esencial en el campo de la ingeniería debido a los análisis que se realizan en las fases de producción se pueden identificar fallas en los procesos y a su vez permitir tomar decisiones para solucionar los problemas (Sablón-Cossío et al., 2021). En la cadena de red de logística aparece el problema de transporte por lo que en la programación lineal urge la necesidad de transportar las unidades de un punto diagnosticado como origen o fuente hacia otro punto determinado destino, por el cual el objetivo primordial de los modelos de transporte es establecer la demanda por los destinos así logrando minimizar costos vinculados por el diseño de rutas escogidas (Patel, 2019).

La logística y distribución dentro del Ecuador es un factor importante el cual las empresas utilizan para la toma de decisiones y así aumentar sus ventas, por ello la red distribución de la producción de larvas de camarón ha incrementado con la demanda de exportación y la comercialización en los últimos años por los países aledaños, el producto como las larvas de camarones se adaptan a cualquier tipo de hábitat, salinidad, temperatura y compuestos en el agua, por lo que en la demanda actual a la hora de trasladar los productos a los clientes se presentan problemas con la transportación y tiempo de entrega del producto final (Pesantes, 2018).

Salas-Navarro et al., (2019) planteó que un problema de cadena de distribución de una empresa se debe manejar con ciertos aspectos, para el pertinente transporte, el cual el objetivo es la satisfacción del cliente y al mismo tiempo optimizar mediante el problema de transbordo con el fin de minimizar costos y la entrega del producto eficiente.

En este escenario según Sierra et al., (2015) la cadena de distribución se aplica en el ámbito empresarial buscando satisfacer la demanda, a su vez transportando los productos de manera eficaz y eficiente. Los modelos de transbordo con las recientes

tendencias han aumentado en la gestión de la cadena de suministro, en las cuales tienen como objetivo optimizar flujos logísticos a su vez logrando minimizar costos, asegurando la llegada de los productos en buen estado por el cual se ilustra el valor de las redes de distribución para un mejor equilibrio a través de las proyecciones y la demanda.

A nivel global la producción de larvas de camarón en los países asiáticos y latinoamericanos ha aumentado, debido que el sector acuícola se ve obligado a incrementar la actividad, por lo que en el país se evidencia alrededor de 210.000 hectáreas dedicadas al cultivo de camarón; entre las provincias dedicadas a esta actividad se encuentra 60% en el Guayas, un 15% El Oro, el 9% Esmeralda, otro 9% en Manabí y en la Provincia de Santa Elena un 7%, por lo cual Ecuador para el año 2019 exportó 9.223 millones de camarón, en el 2020 disminuyó con un valor de 7.871 millones, que equivale a un 13,2% y 14,7% menos que el año 2018 y 2019 debido al problema de la pandemia, para diciembre del 2021 aumentaron las exportaciones en 90% con un total de USD 1.089,58 de dólares así aumentando sus ventas y exportaciones para el sector dedicado a las actividades de la acuicultura (Gonzabay et al., 2021).

El Ecuador evidencia un incremento en el cultivo de larvas de camarón por lo que se ha convertido en uno de los productos con mayor impacto en la balanza comercial derrocando a la producción del banano el cual se consideraba uno de los grandes productores de riquezas, el sector camaronero se encuentra afectado por problemas de transporte por lo que el diagnóstico entre el periodo del 2010 -2020 nos indica las dificultades con las que tienen que lidiar los productores de larvas de camarón debido a las consecuencias por las que atraviesa el país como el alza de combustible que afecta a empresas que se dedican a transportar su producto final (Bolaños et al., 2020).

La cadena de distribución con transbordo, es considerado un componente importante de la logística de una empresa el cual nos permite trasladar los productos, entre fábricas y almacenes antes de la llegada al cliente final (Moori & Riquetti, 2014).

Santa Elena es una de las provincias distinguida por la producción de larvas y nauplios de camarón, considerándose una de las actividades más empleadas con total de 137 laboratorios dedicados a la actividad de la larvicultura, según la Subsecretaría

de calidad e inocuidad (SCI, 2022). En el cantón Salinas en la vía Mar Bravo se encuentra la empresa Aquatropical S.A dedicada a la producción y comercialización de larvas de camarón a nivel nacional e internacional, en la actualidad la empresa siembra aproximadamente 2.550 millones de nauplios mensuales, obteniendo una cantidad de 250 millones de postlarvas de *Penaeus vannamei* mensuales, para la distribución a nivel nacional son alrededor de 200 millones de larvas que son repartidas a los puntos finales como; Machala, Guayaquil, Esmeraldas, Manabí, Chongón y playas y para la exportación son alrededor de 50 millones que son trasladados a Perú y Guatemala, su valor por millar de larvas se encuentra alrededor de \$2,20 o varía dependiendo de la situación que se encuentre la demanda del camarón. El laboratorio posee dos plantas productoras conocidas como fase 1 la cual se encarga de producir alrededor de 150 millones de post larvas y la fase 2 con un producción de 100 millones de larvas de camarón, de tal manera que cuenta con tres bodegas de almacenamiento para sus productos terminados los cuales se encuentran ubicados en la provincia, el primero está ubicado cerca del laboratorio en la vía mar bravo con una capacidad de 1000 cajas de larvas y los dos almacenes más en Anconcito por la vía diablica con una capacidad de 700 y 1000 cajas.

Planteamiento del Problema

A nivel global, han cambiado las condiciones del mercado cada vez más dinámicos y a niveles que solicitan los clientes, por el cual la cadena de suministro (SC, por sus siglas en inglés) se ha vuelto un papel importante a la hora de enfrentar retos empresariales (Taco et al., 2019).

La provincia de Santa Elena cuenta con una gran variedad de playas que ha permitido el avance de actividades de acuicultura específicamente en la producción de nauplios y larvas de camarón, en la provincia existen una gran cantidad laboratorios que se dedican al cultivo de larvas (Suasnavas, 2021), por lo que atraviesan un problema de cadena de distribución, como es el tiempo, la calidad de entrega de los productos a los clientes y valor de costos de transporte, porque esto con lleva a la pérdida de recursos de la empresa, pero por medio del modelo logístico de SC de transbordo se pretende optimizar los flujos de los productos teniendo en cuenta la importancia de lograr la reducción de costos, aplicando la solución de optimización del punto de vista de la programación lineal y modelo de transporte (Nuñez & Roberto, 2018).

Basado en la investigación realizada se encontró varios problemas con la distribución en la empresa Aquatropical, por lo tanto, los contratiempos son; Retrasos de entrega, Exceso de capacidad, Explotación de almacenes, Rutas largas y vías defectuosas, incremento el combustible y tarifas de transportes. A continuación, se presenta los problemas en la transportación de las larvas de camarón lo que afecta al incremento de los costos de distribución.

Retrasos de entrega:

Para el transporte de las larvas de camarón existen varias inconvenientes como los retrasos de entrega por situaciones como la avería mecánica de los camiones o un atascamiento, horas picos, por lo tanto, se considera elegir una ruta corta con menos tráfico y en buenas condiciones para tener una entrega optima de los productos.

Exceso de capacidad en camiones:

En la hora de empacar los cartones de larvas de camarón se presentan confusiones en la capacidad del camión con respecto a las cajas, debido a que los empacadores exceden el límite que son 100 cajas por cada vehículo, de esta manera incrementa un exceso de capacidad lo que ocasiona daños en el producto y una entrega deficiente para los clientes.

Explotación de almacenes:

Existen inconvenientes con la explotación de los almacenes de Aquatropical cuando la entrega del producto se retrasa, debido que cada almacén cuenta con cierta capacidad de almacenamiento, se ha evidenciado el retraso de pedidos que provocan que los almacenes se estanquen por un exceso de cajas y camiones queriendo transportar el producto.

Rutas largas y cortas:

La empresa cuenta con distintos puntos de venta como son; Machala, Playas, Esmeraldas, Chongón, Manabí, Guayaquil, el cual para su distribución la empresa se ve afectada por el desconocimiento del transportista durante el recorrido por las vías de entrega del producto, debido que existen varias rutas entre cortas y largas para la distribución que pueden beneficiar a la empresa.

Alza de precio fletes por el aumento del combustible:

Con el transcurso de los años ha incrementado el combustible perjudicando a distintas empresas en el país, por el cual el laboratorio Aquatropical se ve afectado debido al aumento del combustible de los camiones que son a diésel, lo que provoca un aumento en la tarifa de los fletes para el traslado de la producción de larvas de camarón.

Transporte y entregas en mal estado:

El producto como las larvas de camarón es uno de los principales en el país, por el cual su transportación tiene que ser cuidadosa, pero en la empresa se evidencia problemas durante el transporte como averías mecánicas, documentación del camión y del conductor, de igual manera en la hora de empacar y descargar el camión se estropean las cajas afectado al producto, debido al mal manejo del embalaje, de las fundas, ligas y cartones, lo que genera que las cajas no estén bien selladas y aseguradas o que la cantidad de larvas de camarón sea muy grande superando el peso y soporte del embalaje, estos desperfectos provocan problemas en la entrega del producto.

Tarifas de transporte (Peajes):

En la distribución de las larvas de camarón los transportistas evidencian tarifas de transporte, el cual tienen un valor de \$4 dólares para camiones de 4 ejes y eso provoca el aumento en las tarifas de los fletes, recalcando que para los distintos puntos de ventas el vehículo que se encarga de transportar el producto debe transcurrir por varios peajes situados en las rutas, lo que afecta al costo de transporte de la empresa.

Poca disponibilidad de vehículos para el traslado

La empresa Aquatropical no cuenta con número de vehículos necesarios para el transporte de su producto, por lo que se ve en la obligación de fletar camiones para el traslado, con tarifas elevadas que superan los \$200 dólares. La empresa solo cuenta con cinco vehículos los cuales son usados para movilidad de trabajadores, alimentos, repuestos, maquinarias y para trasladar la producción a los almacenes, provocando contratiempos en la cadena de distribución con respecto al incremento de los costos.

Se puede notar que la empresa cuenta con un mal manejo de la cadena de distribución para los productos esenciales como son las larvas de camarón, debido al no contar con una logística adecuada se presentan varios problemas que afectan a la distribución y

de igual manera estos contratiempos causan aumento en los costos de transporte para la empresa Aquatropical S.A. Más adelante en la investigación se detallan a fondo los problemas de distribución que presenta la empresa.

Se evidencia que existen problemas dentro de la cadena de distribución del producto como son las larvas de camarón, en el laboratorio Aquatropical, los cuales son los causantes de provocar el aumento de los costos de transporte a la hora de distribuir la producción a los destinos finales, por el cual es importante resolver la problemática de distribución que se evidencia, para mejorar el desempeño y eficiencia del traslado del producto desde las plantas hasta los clientes teniendo en cuenta el menor costo posible, para solucionar los contratiempos se pretende emplear un modelo de distribución que permita enviar las cantidades adecuadas y así minimizar los costos de distribución y mejorar la productividad del laboratorio Aquatropical.

Formulación del problema de investigación

¿Cómo el desarrollo de un modelo logístico de la cadena de distribución para la producción de larvas de camarón contribuirá a la reducción de los costos de transbordo en el Laboratorio Aquatropical del Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena?

Alcance de la Investigación

La importancia que tiene los modelos de transbordo en la cadena de distribución es que buscan optimizar la circulación de los productos teniendo en cuenta el efecto de minimizar los costos, asegurar la existencia de unidades e investigando la importancia de los medios de distribución para alcanzar un equilibrio de los alcances y condiciones de la demanda real.

Este proyecto tiene como finalidad modelar la cadena de distribución, por medio de los eslabones, para la producción de larvas de camarón (*Penaeus Vannamei*), proveniente del laboratorio Aquatropical del Cantón Salinas, provincia de Santa Elena, Ecuador. También se pretende realizar una introducción sobre la problemática planteada, se formuló los objetivos a cumplir y la justificación de validación del estudio; donde el capítulo inicial corresponderá al marco teórico de la investigación, en el secundario se plantea el marco metodológico donde abarca los métodos y procesos para la solución del problema, por último, el tercer capítulo expresa los resultados y discusión de la investigación. Finalmente se expresan las conclusiones y recomendaciones, también las bibliografías, así como un conjunto de anexos como cumplimiento de los resultados.

El aporte de la investigación es modelar la cadena de distribución de la empresa para lograr resultados como la reducción de costos, mejoras en la producción, disminución tiempo. El estudio de la investigación se realizará en la empresa Aquatropical S.A del Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.

Justificación de la investigación

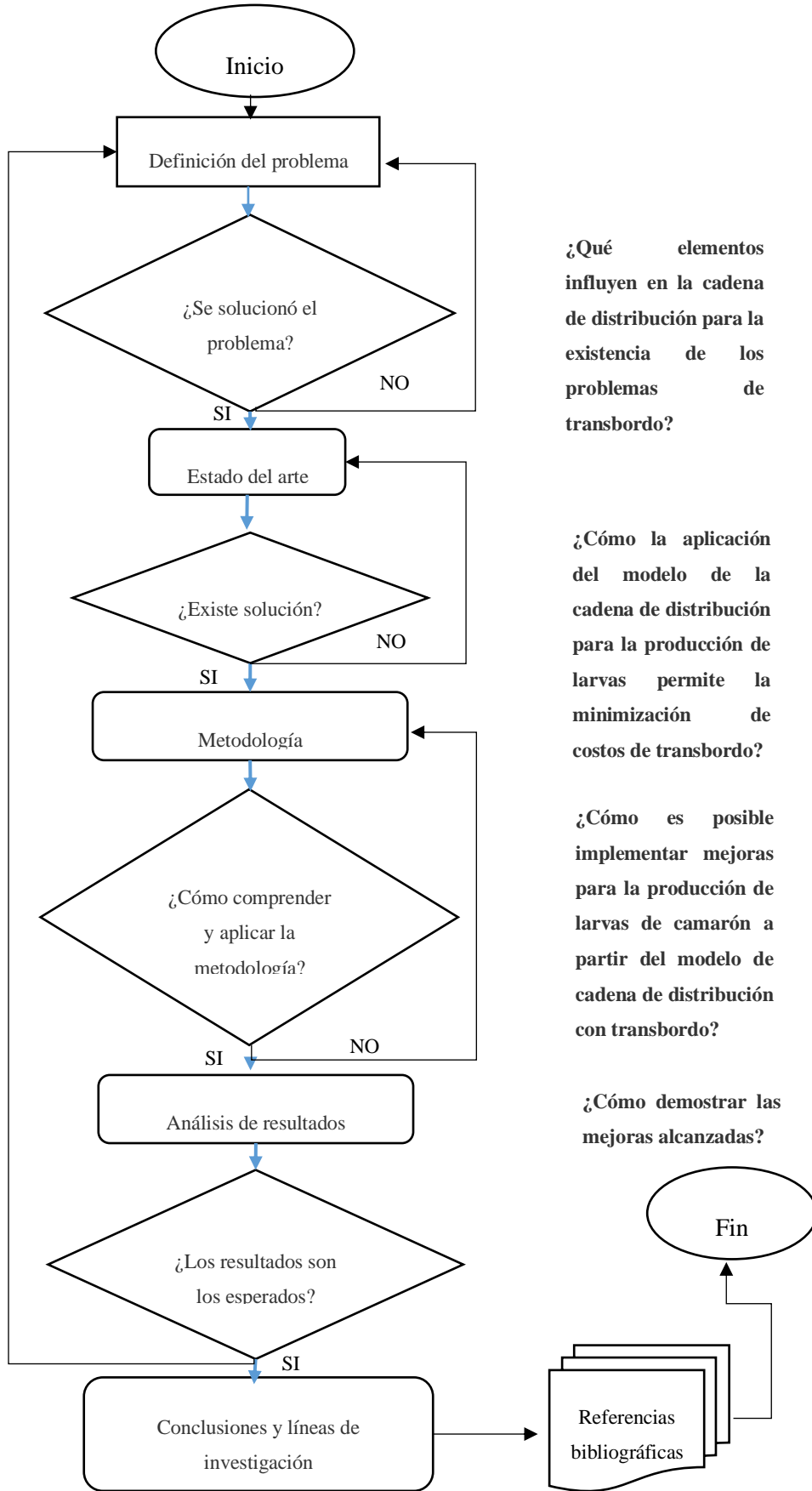
La cadena de acuicultura subraya la importancia de fortalecer sector del cultivo de larvas para avance del desarrollo en el Ecuador, como tener una visión que señalen los enfoques transversales, para considerar a los productores de camarón, de modo que pueden lograr una transformación productiva con equidad, por el cual los productores de larvas de camarones pongan énfasis para obtener un producto de mejor calidad y que puedan ser transportados de manera eficaz al mercado internacional para así lograr un progreso al rendimiento y competitividad en los supermercados, sin desamparar la satisfacción que se brinda a los clientes y sectores locales.

De este modo, Se plantea la investigación como un sistema de transformación en que las empresas dedicadas al cultivo de larvas establezcan un cambio trascendental así protegiendo el bienestar de la acuicultura, se pretende conocer los principales problemas de la cadena distribución del laboratorio a la hora de transportar los productos lo cual genera contratiempos causando una distribución ineficaz para los clientes y los mercados nacionales, debido a esto ocasiona el aumento de los costos de transporte.

El presente estudio surge de la necesidad respecto a los contratiempos que se presentan en la cadena de distribución, debido a que el laboratorio requiere un estudio para traslado óptimo de las unidades producidas, por lo cual se pretende elaborar un modelado de cadena de distribución con transbordo para la producción de larvas de camarón que sirva como guía para el desarrollo de una cadena de distribución eficaz.

Por este motivo se plantea el análisis de un estudio recaudando información para tomar decisiones sobre el traslado de los productos, y así obtener una optimización de mejora respecto a los costos de transporte dentro de la empresa, de tal forma los principales beneficiarios directos serán los empleados, jefe, clientes, proveedores y los beneficiarios indirectos serán las familias de los trabajadores, por el cual se tomara en cuenta la situación actual del Laboratorio Aquatropical del Cantón Salinas, provincia de Santa Elena, debido a que existen problemas en la CD lo cuales no le permiten alcanzar los mayores grados de desempeño, por eso se pretende aplicar un modelo logístico para la distribución de larvas de camarón que contribuya a la minimización de costos de transbordo.

Figura 1: Diagrama de flujo sobre problemática de investigación



¿Qué elementos influyen en la cadena de distribución para la existencia de los problemas de transbordo?

¿Cómo la aplicación del modelo de la cadena de distribución para la producción de larvas permite la minimización de costos de transbordo?

¿Cómo es posible implementar mejoras para la producción de larvas de camarón a partir del modelo de cadena de distribución con transbordo?

¿Cómo demostrar las mejoras alcanzadas?

Nota: La figura muestra la problemática de investigación, fuente propia.

Objetivos

Objetivos General

Modelar la cadena de distribución de la producción de larvas de camarón, para la minimización de los costos de transbordo en el laboratorio Aquatropical, cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.

Objetivos Específicos

- Revisar las bases teóricas, mediante la revisión sistemática y literaria, para el establecimiento de la relación entre la cadena de distribución y la producción de larvas de camarón.

- Establecer un marco metodológico, mediante técnicas e instrumentos para el diagnóstico de la situación actual de la cadena de distribución en el laboratorio de larvas de camarón.

- Plantear un modelo de la cadena de distribución, a partir de la investigación de operaciones, para minimizar costos de transbordo en el laboratorio Aquatropical, cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

En el Ecuador en la zona de la larvicultura cuenta con grandes extensiones del cultivo de larvas de camarón, teniendo en cuenta que es uno de los productos principales de exportación y consumo, además que generan grandes ingresos económicos para el ministerio de acuicultura. En los años 68, un conjunto de empresarios dentro de la provincia de Santa Elena empezó con la actividad de cultivar larvas de camarón en pequeños estanques. Para el año 1974, ya se contaba con alrededor de 600 hectáreas que se dedicaban a la larvicultura. A mediados del año 1999 e inicios del 2000, las empresas o laboratorios dedicados al cultivo de larvas se vieron afectados por los problemas de cadena de distribución, por ello se vieron obligados a realizar un estudio que pueda mejorar la estructura logística que faciliten tomar decisiones y así llegar a la conclusión de cómo reducir costos y minimizar tiempos de entrega (Evelio, 2009).

En palabras de Paola Alejandra (2010) planteo un diseño de un modelo transporte para determinar una mejor ruta de distribución para la empresa Maspan Ltda, su principal objetivo fue la minimización de costos enfocándose en la metodología del transbordo con estándares como; el tiempo de entrega de los productos, condiciones de vehículos, costos máximos de transporte y además otras restricciones para así encontrar las mejores rutas que permitan la distribución de los productos de la empresa Maspan, obteniendo a su vez resultados como la reducción de los costos de transporte sosteniendo los estándares mencionados (Venegas, 2010).

Para el año (2014) María de Pilar realizo un estudio sobre el enfoque para el diseño de cadena de distribución para el transporte de embarques, el objetivo del estudio se basa en el tiempo de embarques detenidos en las aduanas y puntos de transbordo, como las demoras de la red de transporte requerido al uso de diferentes modos de transporte, por el cual diseñaron un modelo para optimizar el costo y tiempo a través de ponderaciones y restricciones las cuales la empresa puede tomar la mejor alternativa que con lleve a mejores metas, obteniendo resultados que favorecieron a la reducción de costo y tiempo en la red de distribución para transporte de embarques (Mejía-Argueta et al., 2014).

Sierra et al., (2015) presentó un modelo de transbordo multimodal y multiperiodo como solución para las empresa con robustez logística, se consideró el fundamento de los problemas básicos con transbordo, por el cual se planteó un modelo de transbordo que tenían distintos orígenes, destinos y almacenes los cuales eran transportados por tráileres, el principal objetivo de este modelo era la obtención de las tarifas de los productos, cajas de tráiler y el número de furgones llenos en ruta que eran necesarios para cumplir la demanda de distintos destinos finales, obteniendo resultados que muestran la nueva programación y procedimiento que se logró plantear con el modelo reduciendo los costos y mejorando la distribución.

Para el año 2017 aparece un modelo de la cadena de suministro para optimizar un centro de distribución, que se basa en un algoritmo que serviría para satisfacer las preferencias de los clientes y proveedores en cada distribución, el objetivo del modelo es encontrar horario de descarga que ayudaría a minimizar el tiempo de transferencia de cargas a muelles para diferentes puntos específicos. El diseño de la cadena de distribución se encarga de la selección de formas de transporte y rutas, así como canales de distribución y el almacenamiento teniendo en cuenta las variables de planeación, cantidad de productos, cliente y la demanda con ello logrando como efecto reducir costos para beneficio de la empresa (Yadavalli & Balcou, 2017)

Según Yadollahinia Maedeh en el 2018, desarrollo un modelo de programación lineal para la cadena de suministro de neumáticos que contaba con diversos usos: como multiobjetivo, multiproducto y multiperiodo para la cadena de suministro se incluyó el concepto de la relación del cliente y cadena de suministro con el modelo matemático, por el cual se implementó el modelo en un software llamado lingo 9 que resuelve el problema mediante el método de derivación y vinculación. El modelo se puso a prueba con el algoritmo de transporte en un caso real con el objetivo principal de poder satisfacer las necesidades de distribución de la demanda, donde se aplica el problema de transbordo, así empleando una serie de datos de la empresa para poder plantear el problema de transbordo y poder alcanzar la disminución de los costos que generados y engendrar una logística eficiente (Yadollahinia et al., 2018)

Según Erick Rodríguez en (2019) presento un modelo lineal de transbordo para la empresa fabricante y distribuidoras de carrocerías teniendo como objetivo gestionar la cadena de suministro para optimizar flujos logísticos de los productos utilizando la programación lineal que se encarga de maximizar o minimizar funciones lineales

teniendo en cuenta variables reales así logrando la importancia de minimiza los costos de transbordo, garantizando la disponibilidad de las unidades y recalcando el valor de los centros de distribución en la búsqueda de un equilibrio entre alcance y el estado de la demanda (Gallego & Guerrero, 2019).

En la provincia de Santa Elena la forma de transporte que emplean los laboratorios es inadecuada, debido a que no cuentan con un sistema de distribución por el cual los productos son transportados por rutas transitadas que generan un mayor tiempo de entrega, se conocen que las larvas cuentan con un determinado tiempo de transporte de tal manera de atraerse y llegar en malas condiciones ocasionaría un porcentaje de mortalidad para las larvas y el aumento de costo para la empresa (Sánchez-Romero et al., 2019).

Actualmente el Ecuador ha atravesado una etapa de muchos cambios, por el cual las empresas buscan mejoras para poder innovar los procesos, maquinarias, productos, transportes y una exigencia elevada a sus proveedores como a la hora de recibir la materia prima y conseguir el producto terminado ya que cualquier empresa sea grande, mediana o pequeña tiene la necesidad de planificar un ritmo de trabajo continuo y así evitar consecuencias al negocio, es ahí donde entra la logística de la empresa para los manejos de costos y problemas primarios de la transportación de un producto (Cueva et al., 2020).

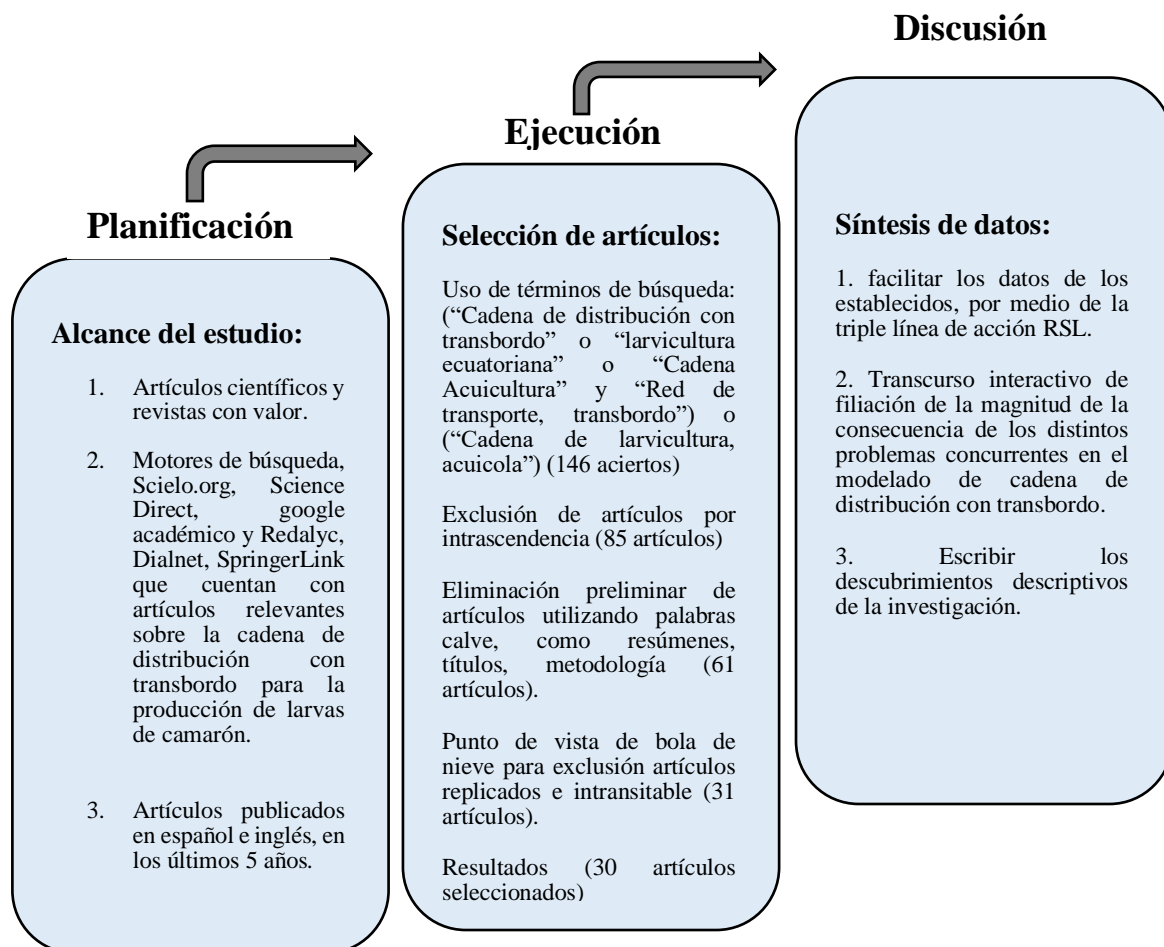
1.2. Estado del arte

Para llevar a cabo la realización del marco conceptual que afirma el desarrollo de la cadena de distribución con transbordo, se enfocó en la orientación de revisión sistemática dada de la literatura por (Guevara, 2016), que se caracteriza como una modalidad e inclinación investigativa al hacer un método representativo que permite; identificar, valorar, interpretar investigaciones necesarias en las cuales se quiere indagar. De tal forma se identificaron tres tendencias, que son; entender, rescatar para trascender y recuperar para detallar la literatura ya existente (Vargas & Galeano, 2015), así afirmando la aportación de Snyder, (2019) que nos indica que las búsquedas de artículos tienen que ser eficaces y que argumenten las interrogantes de investigación.

Se analizó los artículos y revistas científicas mediante los motores de búsquedas como Scielo, ScienceDirect y Redalyc, Google académico, SpringerLink, Dialnet, tomando en cuenta el criterio de Makurdi et al., (2019) para eliminar la doblez y adjuntar los documentos más importantes. Para el estudio de investigación se realizó la selección de 146 artículos entre inglés y español de los cuales se descartaron 85 por no cumplir los

criterios de inclusión, quedando 61 a su vez eliminando 31 artículos duplicados donde se aplicó el modelo de bola de nieve (Kirchherr & Charles, 2018), obteniendo como resultados 30 artículos los cuales se tomaran como fundamento para la investigación, así como muestra en la Figura 2.

Figura 2: Triple línea de revisión sistemática de literatura



Nota: Esta figura muestra la línea de triple acción de la revisión sistemática de la literatura, fuente propia.

Este estudio se enfoca en la revisión sistemática, el cual nos permite incorporar diferentes modelos de investigación (cualitativos, cuantitativos y mixtos). De los 30 artículos elegidos se organizó entre resúmenes, resultados y discusiones por el cual se logra conseguir una revisión detallada.

1.2.1. Diseños de modelos de cadenas de distribución

Autores como Paredes-Rodriguez et al.,(2022); Yavari & Zaker, (2020); Guimarães et al., (2020); Palma-Cancino et al., (2019); Villamarín et al., (2019); Lozano et al., (2020); Tabares et al., (2022); Siddiqui et al., (2018) afirman el estudio de los problemas que presenta la cadena de distribución utilizando modelos de programación lineal entera mixta, en otros estudios como Sablón-Cossío et al., (2021); Salas-Navarro et al., (2019); Ferreira et al., (2019); Dai et al., (2018); Boskabadi et al., (2022) nos muestran diseños fundamentados con la PL no lineal entera mixta, donde se enfocaron en realizar diagnósticos y análisis para mejorar la red de distribución, también midiendo niveles de competitividad y productividad; así proponiendo modelos para minimizar costos, mejorar la productividad para un incremento más eficiente de la cadena de distribución. De este modo Fang et al., (2018); López et al., (2021); Maya et al., (2021); Polit et al., (2018); Sc et al., (2021); Tavana et al., (2022) muestran propuestas primordiales con la programación lineal multiobjetivo, por medios de modelos que ayudan a distribuir diferentes productos a distintos puntos así minimizando costos logísticos. En tanto Liu et al., (2018); Ardianto & Mudjahidin, (2022) aplican la programación dinámica, mientras, Motevalli-Taher et al., (2020); Cajamarca et al., (2022); Muñoz-Pinzón et al., (2020); Arango-Pastrana, (2019); Milošević et al., (2021); Giraldo-Picon et al., (2018); Villegas et al., (2020) trabajan investigaciones con modelos matemáticos de simulación que se basaron en evaluar el trabajo del transporte identificando los cuellos de botellas por medios de modelos para aumentar el rendimiento de la cadena de distribución y Vivar-Astudillo et al., (2020); Granillo-Macias et al., (2019) aplican modelos híbridos que se enfocan ventajas para mejorar el sistema de cada uno de los eslabones estableciendo procedimientos para las actividades del proceso de producción, optimizando costos y fortalecer la cadena de distribución.

Estos informes presentan características que se muestran en la Tabla 1 mostrando el alcance del problema que se está estudiando en el que se enfoca el objetivo de la revisión sistemática. Para interpretar las notaciones de las tablas se describe 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), se destaca que la investigación tiene como fin buscar semejanza a las variables de la investigación resaltando la importancia de la cadena de distribución.

Tabla 1. *Diseño de modelos de cadena de distribución*

No.	Autor	Notación	Propuestas
1	(Paredes-Rodriguez et al., 2022)	ILP	Modelo de cadena de distribución bajo un enfoque de manufactura esbelta para reducir costos y aumentar la productividad.
2	(Granillo-Macias et al., 2019)	HYB	Modelo de optimización de la cadena de suministro para el control de inventarios utilizando los almacenes.
3	(Dai et al., 2018)	MINLP	Modelo de red de cadena de suministro de inventario utilizando algoritmos para minimizar costos totales.
4	(Liu et al., 2018)	DP	Modelo de programación dinámica, basado ventas directas y el nivel de acopio mínimo.
5	(Yavari & Zaker, 2020)	ILP	Diseño de cadena de suministro de ciclo cerrado para productos perecederos.
6	(Motevalli-Taher et al., 2020)	SM	Modelo matemático para la minimización de costos de la cadena de agua y aumentar oportunidades laborales.
7	(Sablón-Cossío et al., 2021)	MINLP	Gestión de la red de suministros en las industrias en Ecuador.
8	(Cajamarca et al., 2022)	SM	Modelo de simulación aplicando Analytic Hierarchy Process para la toma decisiones de la cadena de suministro.
9	(Fang et al., 2018)	MOLP	Modelado MOLP para la cadena de suministros de productos importados.
10	(López et al., 2021)	MOLP	Modelo de ruteo de planeación mediante técnicas cuantitativas para mejora la logística de la cadena de distribución.
11	(Guimarães et al., 2020)	ILP	Modelo y algoritmos para la cadena de distribución de mercancías.
12	(Maya et al., 2021)	MOLP	Modelado de trazabilidad para la cadena de distribución de alimentos.
13	(Muñoz-Pinzón et al., 2020)	SM	Modelo matemático para la solución de problemas en la cadena de suministros.
14	(Palma-Cancino et al., 2019)	ILP	Modelo de regresión lineal de esquemas de alimentación para larvicultura.
15	(Arango-Pastrana, 2019)	SM	Modelo de simulación para el transporte de contenedores en el puerto marítimo.
16	(Milošević et al., 2021)	SM	Diseño de selección de rutas para la transportación de materiales mediante un sistema de lógica difusa.
17	(Polit et al., 2018)	MOLP	Modelo de ruteo como alternativa de transporte de productos al mínimo costo.
18	(Salas-Navarro et al., 2019)	MINLP	Modelo de evaluación de la cadena de distribución para el mejoramiento de la productividad.
19	(Villamarín et al., 2019)	ILP	Modelo de programación lineal para minimizar costos de transporte.

20	(Giraldo-Picon et al., 2018)	SM	Modelo de simulación logística de productos para reducir ordenes de clientes y mejorar el desempeño de la cadena.
21	(Ferreira et al., 2019)	MINLP	Modelo de gestión de costos logísticos para el incremento de la eficiencia de la cadena de distribución.
22	(Villegas et al., 2020)	SM	Diseño de simulación de implementación de cadenas de suministros inteligentes.
23	(Escobar et al., 2021)	MOLP	Modelo multiproducto para minimizar costos de transporte.
24	(Lozano et al., 2020)	ILP	Modelo de optimización para la cadena de suministro de alimentos y la industria cementera.
25	(Ardianto & Mudjahidin, 2022)	DP	Estimación con enfoque en el crecimiento y alimentación hacia cadena de suministro de la acuicultura.
26	(Tabares et al., 2022)	ILP	Modelo de redes de distribución basado en las etapas de confiabilidad aplicando la programación lineal.
27	(Boskabadi et al., 2022)	MILNP	Modelado de cadena de suministro para minimizar costos y maximizar ganancias.
28	(Tavana et al., 2022)	MOLP	Diseño de cadenas de distribución sostenible mediante la MOLP.
29	(Siddiqui et al., 2018)	ILP	Reducción de costos de transporte aplicando la programación lineal.
30	(Vivar-Astudillo et al., 2020)	HYB	Cadena de valor como instrumento para generar ventajas en la industria acuícola.

Nota: Esta tabla indica los artículos en los que se basó para la investigación, fuente propia.

Los trabajos de investigación se clasificaron conforme al nivel de decisión como se muestra en la tabla 2. En los artículos revisados hay una preferencia en los modelos de programación lineal entera mixta y simulación. De los 30 artículos revisados hay once que prefieren la decisión estratégica, seis la decisión táctica y ocho relacionados con el nivel operativo. Por otro lado, hay cinco artículos que se combinan entre los niveles de decisiones como tático-operativo y estratégico-táctico, por el cual las decisiones estratégicas se consideran como metas y objetivos a plantear a largo plazo. Estos estudios se presentaron como un modelo para la cadena de distribución para la producción la acuicultura.

Tabla 2. Nivel de decisiones en trabajos considerados

No.	Autor	Notación	Nivel de decisión			
			Estratégico	Táctico	Operacional	Combinado
1	Paredes-Rodriguez et al., (2022)	ILP	x			
2	Granillo-Macias et al., (2019)	ILP	x			
3	Dai et al., (2018)	MINLP			x	

4	Liu et al., (2018)	DP		x
5	Yavari & Zaker, (2020)	ILP	x	
6	Motevalli-Taher et al., (2020)	SM		x
7	Sablón-Cossío et al., (2021)	MINLP	x	
8	Cajamarca et al., (2022)	SM		x
9	Fang et al., (2018)	MOPL		x
10	López et al., (2021)	MOLP		x
11	Guimarães et al., (2020)	ILP		x
12	Maya et al., (2021)	MOLP		x
13	Muñoz-Pinzón et al., (2020)	SM	x	
14	Palma-Cancino et al., (2019)	ILP		x
15	Arango-Pastrana, (2019)	SM	x	
16	Milošević et al., (2021)	SM		x
17	Polit et al., (2018)	MOLP		x
18	Salas-Navarro et al., (2019)	MINLP	x	
19	Villamarín et al., (2019)	ILP	x	
20	Giraldo-Picon et al., (2018)	SM		x
21	Ferreira et al., (2019)	MINLP		x
22	Villegas et al., (2020)	SM		x
23	Sc et al., (2021)	MOLP		x
24	Lozano et al., (2020)	ILP		x
25	Ardianto & Mudjahidin, (2022)	DP		x
26	Tabares et al., (2022)	ILP	x	
27	Boskadabi et al., (2022)	MILNP	x	

28	Tavana et al., (2022)	MOLP		x
29	Siddiqui et al., (2018)	ILP	x	
30	Vivar - Astudillo et al., (2020)	HYB		x

Nota: Esta tabla muestra el nivel de decisión de cada artículo tomado para la investigación, fuente propia.

En la cadena de suministro para la larvicultura, están implicados distintos procesos de producción. Las variantes de decisión se toman en cuenta para comprobar las etapas del proceso de producción de la cadena de suministro. Por otra parte, se consideraron cuatro variantes de decisión relacionadas con la siembra (es decir, decisiones sobre larvas y variedad), producción (decisiones de planificación), cosecha (decisiones sobre cosechas), distribución (decisiones sobre la transportación) e inventario (decisiones entre lugares de almacenamiento). En la tabla 3, se observa el orden declinante de las investigaciones referentes a las variantes de decisión relacionadas a la distribución, producción. Las variables como el inventario siembran y la cosecha podemos notar que el estudio es inferior. Además, dieciséis artículos presentan combinaciones entre las variables de siembra, distribución, producción, cosecha e inventario, sin embargo, notamos que alto número se enfoca en los estudios de la producción y distribución de productos.

Tabla 3. Clasificación conforme a las variantes de decisión

No.	Autor	Notación	Variantes de decisión o etapas de producción				
			Siembra	Cosecha	Producción	Distribución	Inventario
1	Paredes-Rodriguez et al., (2022)	ILP				x	
2	Granillo-Macias et al., (2019)	ILP				x	
3	Dai et al., (2018)	MINLP			x		x
4	Liu et al., (2018)	DP					x
5	Yavari & Zaker, (2020)	ILP			x	x	
6	Motevalli-Taher et al., (2020)	SM	x	x	x	x	
7	Sablón-Cossío et al., (2021)	MINLP			x		x
8	Cajamarca et al., (2022)	SM			x		
9	Fang et al., (2018)	MOPL				x	x

10	López et al., (2021)	MOLP					x
11	Guimarães et al., (2020)	ILP					x
12	Maya et al., (2021)	MOLP	x		x		
13	Muñoz-Pinzón et al., (2020)	SM					x
14	Palma-Cancino et al., (2019)	ILP	x	x	x		
15	Arango-Pastrana, (2019)	SM					x
16	Milošević et al., (2021)	SM					x
17	Polít et al., (2018)	MOLP					x
18	Salas-Navarro et al., (2019)	MINLP				x	x
19	Villamarín et al., (2019)	ILP				x	x x
20	Giraldo-Picon et al., (2018)	SM				x	
21	Ferreira et al., (2019)	MINLP					x
22	Villegas et al., (2020)	SM				x	x
23	Sc et al., (2021)	MOLP				x	x
24	Lozano et al., (2020)	ILP				x	x
25	Ardianto & Mudjahidin, (2022)	DP	x	x	x		x
26	Tabares et al., (2022)	ILP					x
27	Boskadabi et al., (2022)	MINLP					x
28	Tavana et al., (2022)	MOLP					x
29	Siddiqui et al., (2022)	ILP					x x
30	Vivar - Astudillo et al., (2022)	HYB	x	x	x		x

Nota: Esta tabla detalla la clasificación de los artículos a utilizar, fuente propia

El objetivo primordial de los trabajos consistía en maximizar el valor actual neto. Por el cual resaltan trabajos como de Yavari & Zaker, (2020); Guimarães et al., (2020); Polit et al., (2018); López et al., (2021); Siddiqui et al., (2018) presentaba un diseño de red de

distribución para minimizar costos de transporte y el tiempo de viaje, sin embargo los artículos utilizaban precios constantes desconociendo los cambios a largo tiempo.

Por otro lado, dos artículos destacan los aspectos importantes del modelo mediante el empleo de sistemas numéricos, se enfocaron en casos de estudios. Un punto esencial para las aplicaciones prácticas es contar con el uso de datos reales y la cooperación con el sector de la larvicultura.

1.2.2. Contratiempos en base al transporte

Dentro de la cadena de suministro se encuentra el proceso de transporte que es una parte esencial de las empresas para distribuir materiales o productos a sus clientes o proveedores (Taco et al., 2019). Según Macías et al., (2017) formula los problemas de transporte en distintos niveles de decisión como: estrategia, táctica, operativa. Las decisiones estratégicas sirven como diseños para la red física y su desarrollo, compra de recursos, colocación de instalaciones. Las decisiones tácticas regulan las alternativas de rutas y estándares de servicios a entregar, la asignación de tareas y reglas generales. En las decisiones operativas más importantes se encuentran la planificación de servicios, rutas, mantenimiento, traslado de vehículos.

El problema de transporte se encuentran dos aspectos esenciales como es la minimización de costos y el incremento al servicio al cliente, según Villamarín Padilla et al., (2019) busca la forma de distribuir productos finales desde distintos puntos a cualquier centro de suministro teniendo en cuenta que los costos de transporte sean mínimos. En las actividades de transporte suelen tener varios problemas como el tráfico, el consumo de combustible, por lo que Guimarães et al., (2020) lo redacta como problemas de flujos en la red de productos.

En la literatura, varios autores presentan estudios sobre los problemas de transporte que se encuentran dentro de la cadena de suministro a partir de la investigación de Polit et al., (2018); López et al., (2021) detallan que sus diseños están conformado de etapas, sustento, diagnóstico, simulación, modelo matemático y análisis de los resultados obtenido con dicho estudio, por el cual su objetivo final es de entregar productos a los clientes a un mínimo costo por medio de un modelo de ruteo de vehículos.

Ardianto & Mudjahidin, (2022) relaciona el uso de los sistemas integrados y la gestión de la cadena de suministro para mejorar la alimentación y las cosechas en la acuicultura

por el cual el enfoque factorial ha contribuido para determinar la cantidad de alimento y el monitoreo en los estagues de agua para el cultivo, a su vez gestionando la cadena de suministro para encontrar problemas en el campo para mejorar el bienestar de los cultivos en el sector de larvario. Por otro lado Milošević et al., (2021) expuso un modelado matemático para identificar el exceso de inventario enfocándose la nivelación de los productos que son guardados en almacenes, diseñando el modelado transporte con el fin de optimizar la demanda y reducción costos de transporte. Asimismo Dai et al., (2018) manifestó un diseño PL para contratiempos de inventario y traslado para minimizar costos totales.

En el caso de los productos de larvicultura, la función de transporte para la movilización de las postlarvas (*penaeus vannamei*) es de gran dificultad por la gran tasa de mortalidad en el transporte, los productores buscan conocer una metodología para realizar los procesos de distribución en la industria camaronera y así mejorar el manejo del cultivo de camarón (Nieves-Soto et al., 2017).

Bajo estos aspectos se puede mencionar que el transporte influye una gran importancia en la cadena de distribución de la larvicultura. La producción de larvas de camarón posee un gran número de centro de consumos por lo que las aplicaciones de las nuevas tecnologías intervienen en la producción y en la crianza de larvas demandando nuevos recursos como la transportación de los productos a distintos lugares del país y al exterior, el almacenamiento de una gran variedad de productos, el cumplimiento de estándares, la utilización de embalajes y empaques y la entrega optima en el tiempo estipulado, en la virtud de la efectividad de los modelos de transporte intangibles, idóneo, eficaz.

1.2.3. Problemas de distribución en la empresa Aquatropical S.A

Actualmente la empresa Aquatropical, dedicada a la producción de larvas de camarón se ve afectada por un alto nivel de costos a la hora de transportar los productos a sus diferentes destinos finales, los problemas que causan costos altos en la distribución tienen que ver con el combustible, peajes, rutas largas, producto en malas condiciones y exceso de carga, costos de fletes, entre otros, por el cual se aspira configurar la red de distribución con el modelado de transbordo, en base a la distinción de sus eslabones para el producto como son las larvas de camarón (*Penaeus Vannamei*), proveniente del laboratorio Aquatropical.

Bajo contexto, se analizó a la empresa en el estudio de la distribución y producción, utilizando la CD para detectar los problemas primordiales como son;

Lista de problemas detectados:

- Retrasos en la entrega
- Exceso de capacidad a trasladar
- Explotación de almacenes
- Rutas largas y cortas
- Alza de precio de fletes por el aumento del combustible
- Transporte y entregas en mal estado
- Tarifas de transporte (Peajes)
- Poca disponibilidad de vehículos para el traslado

A continuación, se detalla cada uno de los problemas detectados en la empresa Aquatropical S.A:

Retrasos en la entrega:

La empresa realiza 6 pedidos mensuales de los cuales el tiempo de entrega se realiza durante dos semanas en la primera semana se realizan 4 pedidos y en la segunda los dos restantes, debido al tiempo de empaquetado y distribución hacia los destinos finales, Como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Pedidos de clientes por semana

Pedidos	Pedidos semana 1	Pedidos semana 2	Total general
6 pedidos mensuales	4	2	6

Nota: La tabla muestra los pedidos que maneja la empresa mensualmente, fuente propia

En la tabla 5, se muestra que para los meses del 2022 se presentaron contratiempos con la entrega de los pedidos a los clientes, debido una mala planificación con la producción provocando retrasos en las entregas: para enero los pedidos se efectuaron de forma correcta, febrero hubo retraso, marzo con retraso, abril, mayo, junio, julio las entregas tuvieron correctas, agosto hubo retraso, septiembre de forma correcta, octubre en la primera semana se entregó solo 3 pedidos y en la segunda los 3 restantes, noviembre de

forma correcta y para diciembre la primera semana 3 y la segunda 3 pedidos más, provocando un dificultades para los clientes, debido a que la empresa efectúa 72 pedidos anuales y por los contratiempos aumentando los costos de distribución

Tabla 5. Retrasos de pedidos del año anterior

Meses (2022)	Pedidos realizado semana 1	Pedidos realizado semana 2	Total de pedidos
Enero	4	2	6
Febrero	3	3	6
Marzo	5	1	6
Abril	4	2	6
Mayo	4	2	6
Junio	4	2	6
Julio	4	2	6
Agosto	3	3	6
Septiembre	4	2	6
Octubre	3	3	6
Noviembre	4	2	6
Diciembre	3	3	6
Total	43	29	72

Nota: Retrasos en los pedidos mensuales de los meses anteriores, fuente propia.

Exceso de capacidad a trasladar

El laboratorio tiene contratiempos con la carga excesiva a la hora de transportar el producto como son las larvas de camarón cada camión cuenta con la capacidad de 100 cajas, es ahí donde entra el mal manejo de la distribución por el motivo que la empresa se encarga de contratar a las empacadoras los cuales a la hora de embarcar los cartones de larvas se confunden provocando un exceso de capacidad provocando daños en las fundas, cartones y entre las mismas larvas, ocasionado una entrega en mal estado para los clientes.

Tabla 6. Exceso de capacidad

Camiones	Pedidos semana 1	Producción a trasladar	Capacidad de millones de larvas por camión	Capacidad de camión	Exceso de capacidad de camión
14	4	140 millones de larvas	10 millones	100 cajas	Entre 110 a 105 cajas
Camiones	Pedidos semana 2	Producción a trasladar	Capacidad de millones de larvas por camión	Capacidad de camión	Exceso de capacidad de camión
6	2	60 millones de larvas	10 millones	100 cajas	Entre 110 a 105 cajas

Nota: Exceso de capacidad de unidades a transportar, fuente propia.

Explotación de almacenes

La empresa cuenta con 3 almacenes temporales ubicados en la provincia de Santa Elena, almacén 1 en la vía mar bravo almacén 2 y 3 en Anconcito y, la capacidad del almacén 1 son 1000 cajas y para el almacén 2 es de 700 cajas y el almacén 3 la capacidad es 1000 cajas, por el cual existen exceso de cajas cuando la entrega de la producción al cliente se atrasa, provocando una explotación de almacenes.

Tabla 7. Explotación de almacenes

Almacén	Capacidad en cajas	Semana 1 (1400 cajas= 140 millones de larvas)	Semana 2 (600 cajas = 60 millones de larvas)
1	1000	700 cajas	300 cajas
2	700	200 cajas	300 cajas
3	1000	500 cajas	0 cajas
Total	2700	1400 cajas	600 cajas

Nota: Exceso de unidades a transportar a los almacenes, fuente propia.

La tabla 4 muestra que la capacidad de los almacenes, en ocasiones cuando se retrasa la entrega crea un exceso de cajas en los almacenes, lo cual dificulta la distribución aumentando el tiempo de entrega.

Rutas largas y cortas

La empresa no planifica las rutas de distribución lo que ocasiona problemas en el traslado del producto, debido a retrasos por averías, carreteras en mal estado o condiciones climáticas que dificultan el transporte, en la figura 3 se muestra las vías en mal estado desde el laboratorio hasta los almeces temporales.

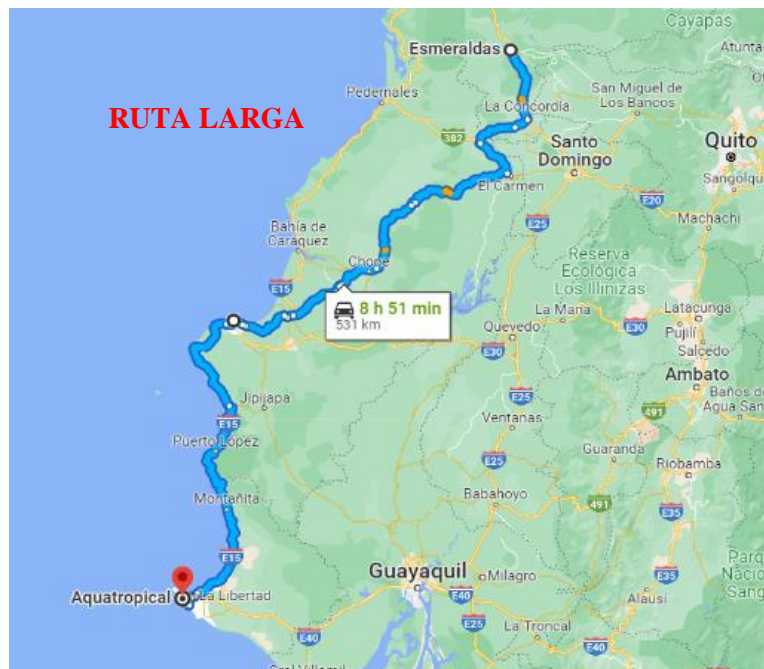
Figura 3. Vías en mal estado hacia los almacenes



Nota: Calles defectuosa para el traslado de las larvas de camarón, fuente propia.

La figura 4 muestra las rutas más cortas y las rutas largas para el traslado de las larvas de camarón desde los almacenes del laboratorio Aquatropical hasta el cliente final, se tomó como ejemplo a Esmeraldas por ser uno de los puntos más lejanos a transportar el producto, la distancia en km desde los almacenes por la vía de la ruta de spondylus se tarda alrededor de 8h: 51 min, con una distancia de 531 km, en cambio por la vía Guayaquil el camino es más reducido con un tiempo de 7h: 27 min y una distancia de 510km. Se debe recalcar que por la vía más corta existen peajes y por la vía más larga no.

Figura 4. Rutas largas y cortas para distribución hasta Esmeraldas.





Nota: La figura muestra la distancia, tiempo y rutas para el destino, fuente Google mapas.

Figura 5. Rutas largas y cortas para distribución hasta Manabí



Nota: La figura muestra la distancia, tiempo y rutas para el destino, fuente Google mapas.

La figura 5 muestra la distancia que existe en km y tiempo desde los almacenes de Aquatropical hasta el punto de venta que es Manabí, se presenta dos rutas; la corta tiene un tiempo de 4h: 5 min, con una distancia de 327 km y la ruta larga tiene un tiempo de 4h: 58 min, se debe tomar en cuenta la ruta más corta para beneficiar a la empresa.

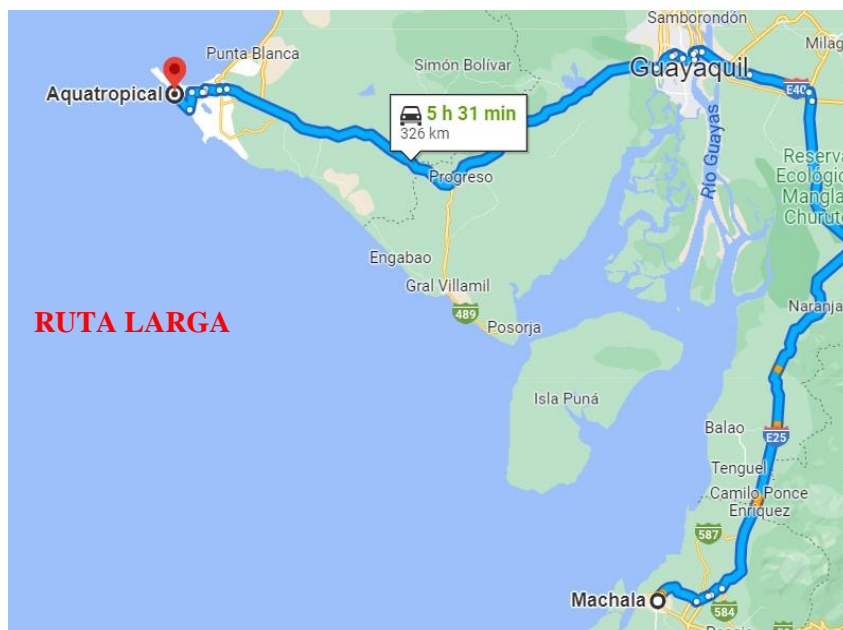
Figura 6. Rutas largas y cortas para distribución hasta Guayaquil.

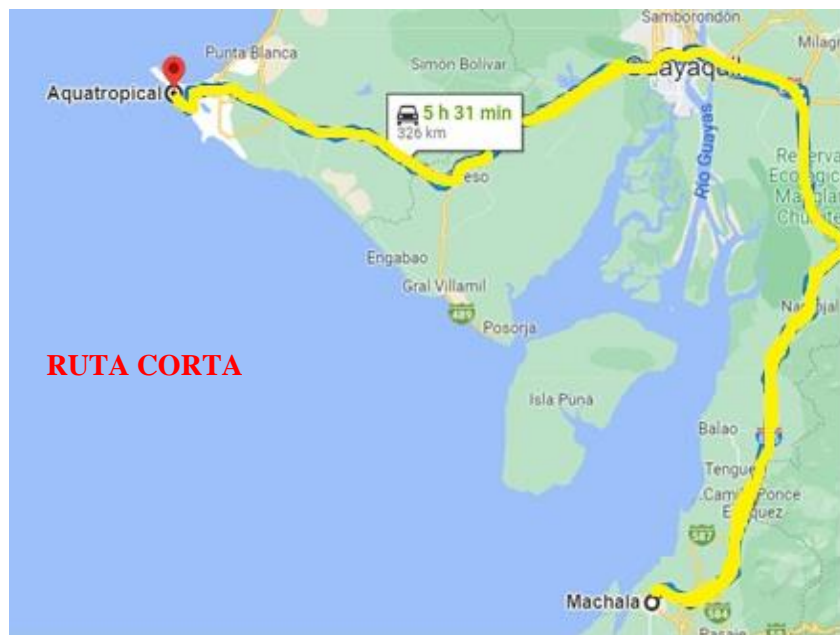


Nota: La figura muestra la distancia, tiempo y rutas para el destino, fuente Google mapas

La figura 6 muestra dos rutas similares con un tiempo de 1h: 57min, con una distancia de 145 km y la otra ruta con un tiempo de 1h: 59min, con 145km, se debe tomar en cuenta la ruta más corta para la distribución y así beneficiar a los costos de transporte.

Figura 7. Rutas largas y cortas para distribución hasta Machala





Nota: La figura muestra la distancia, tiempo y rutas para el destino, fuente Google mapas

Con respecto a la vía de Machala uno de los puntos de venta del laboratorio Aquatropical se pudo visualizar una ruta corta con cierta similitud en tiempo de 5h: 26min con una distancia de 326 km, y la ruta larga tiene un tiempo de 5h :31 min, con una distancia de 326 km, así sea el mínimo tiempo el transportista debe tomar la mejor ruta para beneficiar a los gastos de transporte.

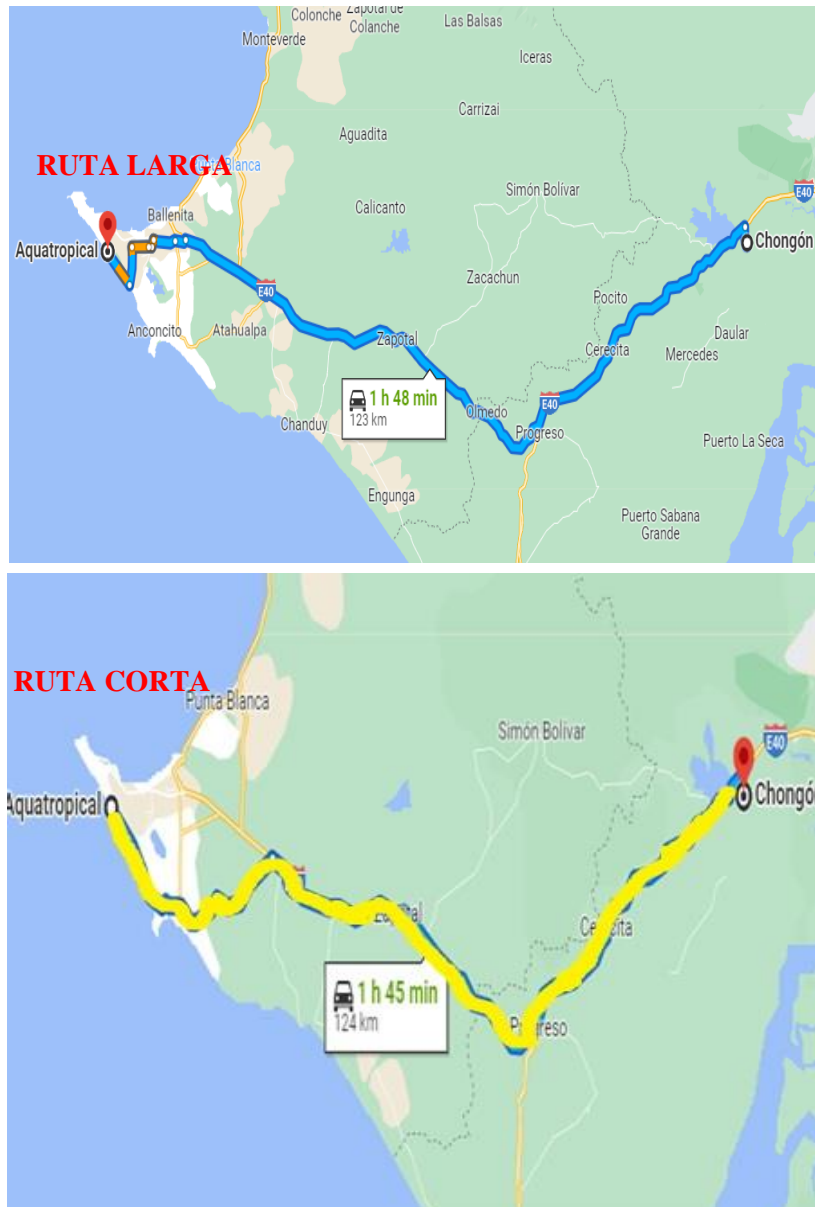
Figura 8. Rutas largas y cortas para distribución hasta Playas



Nota: La figura muestra la distancia, tiempo y rutas para el destino, fuente Google mapas

Para la vía general Villamil playas desde los almacenes de Aquatropical se distinguen dos rutas una por el centro de la libertad y otra por la parte de ancón, la vía más rápida es por la vía ancón con un tiempo de 1h: 28 min, con una distancia de 105km, siendo la vía más rápida por no tener tanto tráfico, la vía más larga es por el centro de la Libertad y Santa Elena con un tiempo de 1h: 30min, con una distancia de 105km se considera la más larga por el transcurso del tráfico.

Figura 9. Rutas largas y cortas para distribución hasta Chongón



Nota: La figura muestra la distancia, tiempo y rutas para el destino, fuente Google mapas

De igual manera para la distribución de Chongón se presentan dos rutas una corta y una larga, la corta tiene un tiempo de 1h: 45min, con una distancia de 124km, por la vía ancón

y ruta larga tiene un tiempo 1h: 48min, con una distancia de 124km, por el centro de la ciudad.

Con respecto a las rutas la empresa Aquatropical debe tener un control de las vías más corta y más largas para poder distribuir las larvas de camarón, dando a conocer a los transportistas, cual es la mejor ruta sin desperfectos para traslado, también llevando el control de los peajes, estos inconvenientes provocan un aumento al costo de transporte de la empresa, por el motivo que los transportistas en veces escogen las rutas más largas o vías en mal estado perjudicando a la distribución.

Alza de precio de fletes por el aumento del combustible

El aumento del precio del combustible en el país ha afectado al laboratorio en la distribución de las larvas de camarón, debido que los camiones han subido la tarifa de fletes por el alza de combustible del diésel que se encuentra en \$1,75 dólares por galón a la diferencia de los anteriores años que se encontraba en \$1,30 el galón.

Tabla 8. Incremento de fletes por alza de combustible de los últimos años

Distribución año 2022-2023			
Distribución	Producción de larvas de camarón (mensual)	Costos de transporte (\$)	N° de camiones
Machala	50 millones	\$280	5
Guayaquil	20 millones	\$240	2
Esmeraldas	40 millones	\$400	4
Manabí	30 millones	\$260	3
Chongón	20 millones	\$190	2
Playas	40 millones	\$170	4
Distribución año 2021			
Distribución	Producción de larvas de camarón (mensual)	Costos de transporte (\$)	N° de camiones
Machala	50 millones	\$240	5
Guayaquil	20 millones	\$200	2
Esmeraldas	40 millones	\$360	4
Manabí	30 millones	\$220	3
Chongón	20 millones	\$150	2
Playas	40 millones	\$140	4

Nota: La tabla muestra el aumento de los costos de transporte por flete, fuente propia.

Transporte y entregas en mal estado

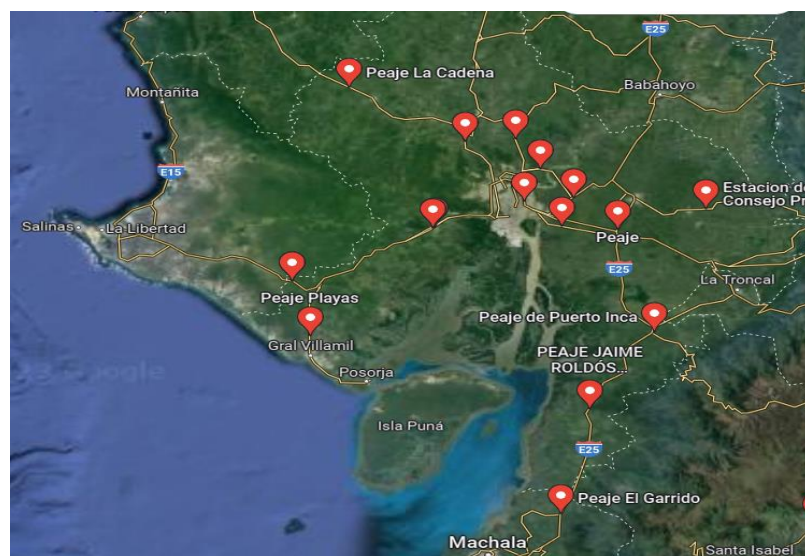
Debido al transporte ineficaz o las cargas no bien aseguradas provocan una mala distribución y entrega de los productos terminados, en ocasiones en la hora de empaçar

las larvas dentro de las fundas con oxígeno se descuidan de sujetar las ligas, por otro lado, pasa lo mismo con los cartones son mal cerrados y embarcados de una forma incorrecta provocando afectaciones a larvas de camarón, de tal manera a la hora de alquilar los camiones no se puede notar el estado actual del vehículo por lo que en ocasiones fallan en el traslado y eso aumenta los costos transporte el cual genera un disgusto en los clientes.

Tarifas de transporte (Peajes)

Con respecto a los peajes afecta a la cadena de distribución del laboratorio, debido que el costo de tarifas de transporte para vehículos pesados de carga tiene un valor de \$4 dólares, en base al transporte de larvas por cada camión se debe pagar \$4, es entonces donde aumenta los costos por fletes de camiones para el traslado del producto. La figura 10 muestra los peajes en las rutas del país.

Figura 10. Ubicaciones de Peajes en las rutas de distribución



Nota: Peaje en las vías del Ecuador, fuente Google maps.

La empresa Aquatropical se encuentra afectada por anteriores contratiempos ya mencionados donde muestra una inadecuada cadena de distribución con una alta tarifa de los fletes, entre otros, lo cual ha provocado un incremento en los costos de transporte debido que este problema afecta a utilidad de la empresa por las pérdidas que genera el traslado. Es ahí donde se pretenden aplicar la importancia de un modelo logístico con transbordo que contribuya a la minimización de los costos de transporte de la empresa.

Poca disponibilidad de vehículos para el traslado de las larvas de camarón

La empresa Aquatropical solo cuenta con 5 vehículos propios por lo que se ve en la obligación de fletar camiones para la distribución de las larvas de camarón.

Tabla 9. Actividades de vehículos de la empresa.

Distribución de actividades de vehículos de la empresa				
N° Vehículos	Traslado Alimentos para Trabajadores	Transporte del personal (Control de plantas)	Traslado de Producto a almacenes	Traslado de Insumos e alimentos para larvas
1	x			x
2		x		
3			x	
4			x	
5			x	

Nota: La tabla muestra las actividades correspondientes para cada vehículo de la empresa, fuente propia.

La tabla 9 muestra como está distribuido las actividades de los vehículos de la empresa el vehículo 1 se encarga de traslado de insumos y alimentos para trabajadores y las larvas de camarón, el vehículo 2 es de uso para el personal encargado de supervisar las plantas, vehículo 3,4,5 se encarga de transportar los productos a los almacenes, es así como se distribuye el trabajo para cada vehículo, por lo tanto, para el traslado de los productos la empresa se encarga de alquilar camiones para poder distribuir su producción a los distintos puntos finales, por esta situación aumenta el costo de transporte de las larvas de camarón en el laboratorio.

1.3. Propiedades de la producción acuícola de larvas de camarón (*Penaeus Vanamei*).

1.3.1. La producción acuícola como actividad económica

La acuicultura o larvicultura es una actividad de cultivo de larvas con fines de producción y comercialización por el cual es considerada como unos de los sectores más importantes en la actualidad por la demanda que existen en los países industrializados (Rodríguez, 2020). Entre los países asiáticos y latinoamericanos la producción del cultivo de larvas de camarón aumento en a 5 millones de toneladas (TM) en el año 2022, según la estimación de la Conferencia del Mercado Global en Productos Marinos del Instituto de Pesca Nacional (Chase, 2022).

Globalmente las exportaciones de cultivo de larvas están obligadas a gestionar y planificar el área productiva teniendo en cuenta las disposiciones sobre el proceso para el cultivo acordes con las necesidades de los clientes y proveedores en cuanto al tipo, cantidad, calidad y plazo de entrega (Gonzabay et al., 2021). Según Sc et al., (2021) los objetivos principales se resumirán en:

- 1) Reducir los costos de producción
- 2) Garantizar entregas eficientes de pedidos a los clientes
- 3) Alcanzar un mayor nivel de calidad

En los mercados mundiales se ven obligados a trabajar en la reducción del costo de producción por lo que Terán & Jackson, (2018) proponen disminución de costos para aumentar la producción a través de sistemas que permitan mejorar los procesos a su vez incrementando la oferta por lo que la demanda de productos de camarón es muy alta, puesto que en la producción de larvas son necesarios las actividades como la evaluación y control de la producción por lo que conlleva a generar más costos para el productor (Ruiz-urquijo et al., 2020).

1.3.2. Cultivo acuícola en Ecuador

En el Ecuador, la actividad del cultivo de larvas de camarón es un elemento de gran importancia que cubre las necesidades alimenticias dentro y fuera del país por lo que su gran amplitud de laboratorios y camaroneras forja un círculo económico generando a su vez ofertas laborales, de tal modo favoreciendo por medio de la salida de mercancía. La producción en la larvicultura es el sector más grande de exportación del país con sus productos derivados: larvas, nauplios, artemia y el camarón.

Hoy en día cada de 5 o 6 camarones que son consumidos en Ecuador son de producción acuícola, lo que destaca que el gran avance que ha tenido la industria del camarón nacional, entre la producción se encuentran factores como la calidad lo que ha permitido el ingreso del cultivo de larvas en los mercados internacional. En el 2015 se produjo alrededor de 426.710 toneladas de camarón, entre el año 2016 y 2019 esta cifra ascendió por lo nuevos productores que ingresan a la actividad del cultivo mejorando los sistemas de producción y volviéndolos más eficientes con las nuevas tecnologías, en 2020 decreció en la producción dentro del Ecuador en 690.942 toneladas que vieron afectadas por la pandemia del Covid-19 y eso causo un bajo consumo y exportación mundial, por lo que

lo productores dejaron a un lado esta actividad por la situación económica que se enfrentó el Ecuador (Gonzabay et al., 2021)

Ecuador es un país que cuenta con un gran desarrollo de la industria agrícola, acuícola, ganadera entre otras por lo que la actividad que genera en el sector camaronero representa un aproximado de 190.000 personas a nivel del país que su principal sustento económico se debe a esta actividad laboral. La actividad camaronera dentro del país con más de 50 años de producción es uno de los sectores más importantes a nivel económico, ya que el 40% de las exportaciones están dentro de este sector, además por sus climas benefician a la producción de esta especie realizando de cinco o más cosechas anuales teniendo en cuenta la supervivencia del 65% de las larvas por hectáreas, logrando duplicar la producción y satisfacción a sus clientes haciendo frente a la competencia internacional como los países asiáticos (Arias & Torres, 2019).

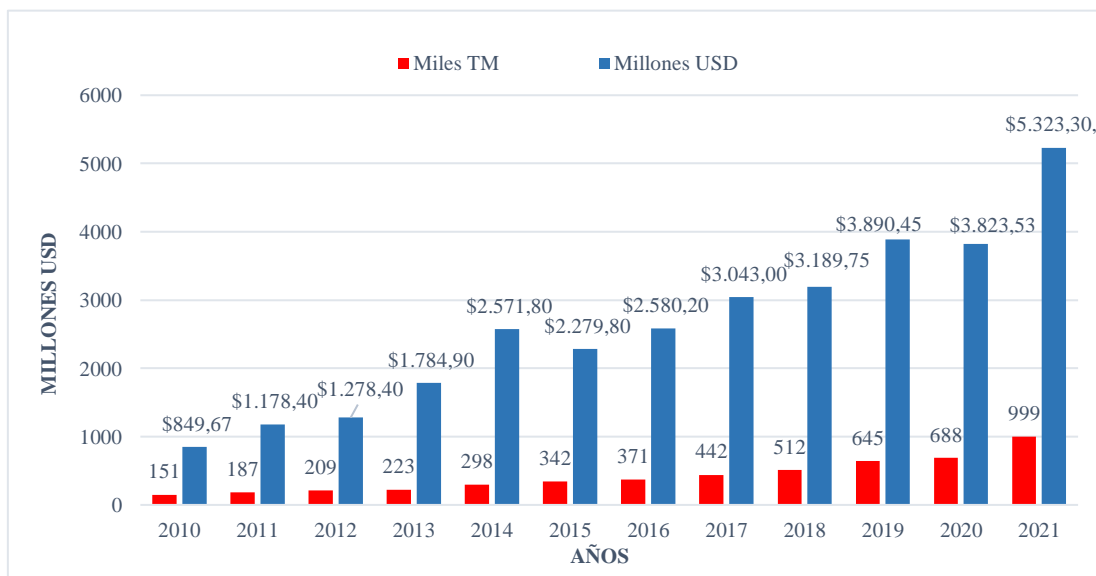
Por otro lado, estos factores se han convertido en una ayuda para el éxito en el cultivo, alado de la post cosecha, empaquetado el Ecuador ha producido un camarón con magnifico sabor, textura y color por lo que se ha considerado uno de los mejores camarones del mundo, por lo que se ofrece en una gran variedad como helado en bloque, colas de camarón con su cascara y venas afuera, camarón entero, cocinados, en brochetas. La producción de camarón con los años se ha convertido en el principal producto en los mercados en todo el mundo, ocupando el tercer puesto y el primero en Latinoamérica a nivel de exportaciones, debido a su amplio cultivo acuícolas por parte de productores que han sabido llevar la demanda del producto y satisfacer a sus clientes, a su vez desarrollando grandes beneficios para la cadena de distribución (Morales & Díaz, 2018).

En estudios relacionados con la larvicultura dieron a conocer que parte del consumo de camarón para las personas se divide en dos formas una parte refinada y la otra como productos congelados, este producto contribuye como una proteína animal para los humanos por lo que equivale a 28 gramos y una persona adulta necesita diario 0,8 gr/kl de proteínas. En Ecuador en la actualidad el sector camaronero genera una mayor plaza de empleo por lo que ocupa unos de los primeros lugares después del petróleo, el camarón ecuatoriano está en la gastronomía de más de 50 países en el mundo por su tamaño, calidad y cuidado, en la producción nacional del camarón se debe a la zonas costeras ya que sus climas son aptos para esta actividad junto a los manglares que por medio del agua del mar producen el camarón que sirve para la exportación, por lo tanto el Ecuador

exporto en el 2020, 244 millones de libras de camarón a países europeos aportando una cantidad de \$ 613,6 millones de dólares, dado que los países de Europa compran grandes toneladas de camarón para procesarlas entre el año 2021 y 2023 con un número de 48.000 (t) sin acuerdo convenios comerciales (Carlos et al., 2021).

Según el informe Global Seafood el pronóstico de la producción Acuícola global del 2021, menciona que la industria camaronera de Ecuador aumento un 5% en el 2020 y 2021 incremento un 10% tanto valor como el volumen por lo que el país ecuatoriano supero a India colocándose como el principal exportador de camarón del mundo. Es por eso que el incremento de larvas de camarón supero al banano siendo un producto no petróleo en exportación (Jackson, 2021).

Figura 11. Reporte de exportaciones del camarón en miles de Toneladas y Millones de dólares.



Nota: Reporte de exportaciones del camarón en el Ecuador por (Coba, 2022).

De acuerdo con los resultados de figura 11, el Ecuador en el 2021 llego al millón de toneladas, por ellos en los últimos años la tasa de la producción en el sector de la acuicultura del camarón ha aumentado un 16% en la tasa anual por lo cual las exportaciones sumaron un valor de 5.323 millones de dólares en 2021, lo que significó un gran crecimiento del 39% frente al año 2020. De manera que las exportaciones llegaron a incrementar a 2.387 millones de dólares en los primeros meses del 2022 y eso equivale a crecimiento del 79 % frente al periodo del 2021 (Coba, 2022).

Tabla 10. Destinos de exportaciones y valores en millón USD.

No.	País	Exportaciones (Millones USD)
1	China	2.288,96
2	Estados Unidos	1.328,55
3	España	338,72
4	Francia	285,92
5	Italia	187,60
6	Rusia	141,64
7	Corea del sur	81,31
8	Holanda	76,06
9	Reino Unido	68,61
10	Tailandia	61,42

Nota: La tabla detalla los destinos de exportaciones y cantidad en dólares, fuente propia

La tabla 10 detalla que el Ecuador alcanzo en la actividad de exportación de camarón cerca de 5.323 millones de dólares durante el 2021, de modo que los principales destinos donde se trasladó los productos corresponden a China con un 43% de total de exportaciones de camarón, luego estos Estados Unidos con un 25% por tanto en España obtuvo el 6%, Italia el 4% y Rusia con un 3% en exportaciones de camarón de tal manera se convierte el producto no petrolero del país enviado al exterior (Ekos, 2022).

1.3.3. La producción del cultivo acuícola de larvas de camarón en Ecuador.

La actividad camaronera en el Ecuador se originó el año 1968 en la provincia del Oro, debido que pequeños empresarios que se dedicaban a la actividad de la agricultura y al mirar que los estanques de agua cercanos a sus viviendas empezaron aparecer de forma natural larvas de camarones, ya para el año 1974 existían aproximadamente 600 estanques que se dedicaban al cultivo de crustáceos. Para la década de los 90 la producción camaronera se extendió no solo en grandes empresas, si no emparadoras, laboratorios para una mejor producción de larvas, además se construyeron fábricas que su rol principal era elaborar balanceado de camarón por lo tanto aumento el grupo de industrias que producen insumos para las actividades de la acuicultura señala la Organización de las naciones unidas de la agricultura y alimentación (FAO, 2022).

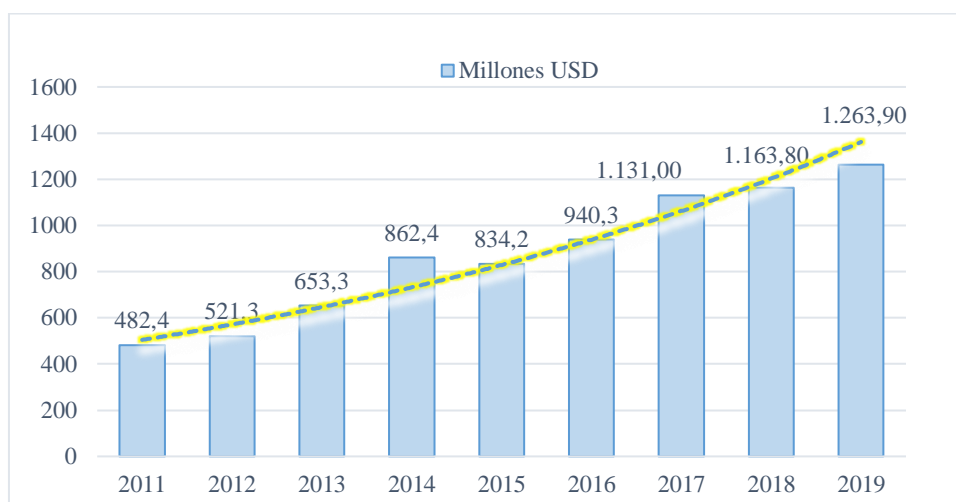
La larvicultura es una de las actividades más importantes y populares del país debido a su amplio movimiento en el cultivo de larvas de camarón esta especie fue nombrada *Penaeus Vanname* por el científico Bonne (Aragón-Noriega, 2016). En cuanto a larvas de camarón, en el Ecuador es uno de los países con mayor participación en el mercado

global, haciéndose notar como unos de los más grandes productores y exportadores de camarón de buena calidad, sabor y tamaño, el crecimiento impresionante que tiene el Ecuador resultado debido a su producción de más de 1 millón de TM de camarón en el 2021 (Chase, 2022).

Según la Secretaría de Acuicultura en el país existen más de 320 laboratorios de larvas de camarón, 25 de ellos se dedican a la maduración de larvas y el resto al cultivo, la industria camaronera de estos pequeños animales nos comenta que la demanda para el año 2021 eran de 8.000 millones de larvas al mes a un valor de USD 2,70 a 3 el millar. Para poder alcanzar los objetivos que muestran las demandas del mercado los laboratorios tienen que poseer áreas específicas para la investigación y contar con la tecnología necesaria que ayudara a la nutrición de la larvicultura indica el Ministerio de Producción, Comercio Externo, Inversiones y Pesca (MPCEIP, 2021).

En el Ecuador hay más de 220.000 hectáreas de siembra de camarón, por lo que la densidad para la siembra de larvas por hectárea es de 180.000, el subsecretario de Acuicultura nos indica que el crecimiento en los últimos años ha sido de un 40%, frente años pasados, por el cual las exportaciones del camarón han aumentado (Mendoza, 2018).

Figura 12. Ventas locales de larvas de camarón (millones de USD)



Nota: La figura muestra las ventas de camarón con base (Sánchez & Vayas, 2020).

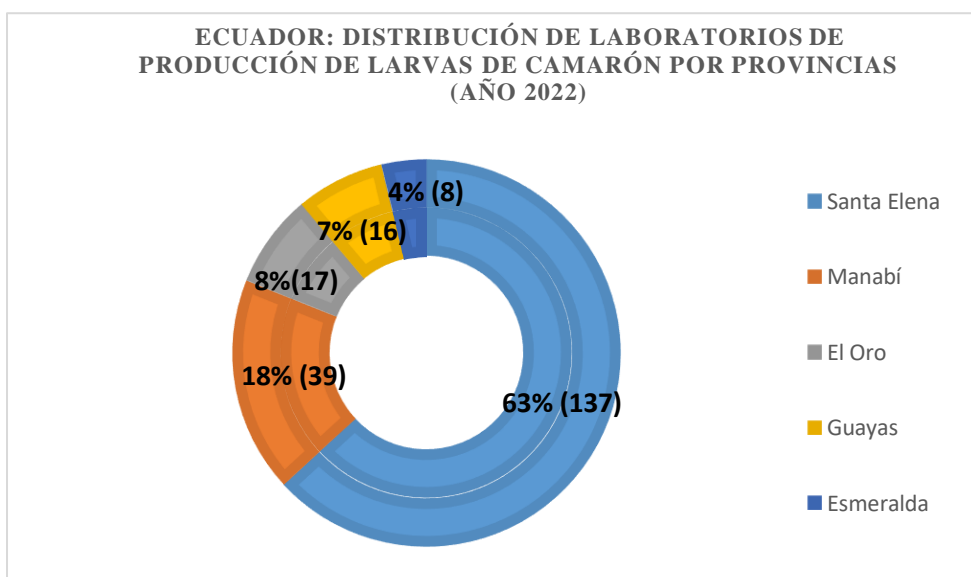
En base a la figura 12 la producción y larvas de camarón las ventas fueron de USD 1263,9 millones de dólares durante el 2019 por lo que presentó en la acuicultura marina un porcentaje del 93,9 y respecto a las ventas locales con un 75,6%. El desarrollo que tiene la estructura de las exportaciones nacionales se basa en un 4,83% de envíos no petroleros

y para las exportaciones de insumos industrializados no petroleros es del 3,28% por lo que las larvas y el camarón corresponden a un 80 % de exportaciones en el Ecuador (Sánchez & Vayas, 2020).

1.3.4. Ubicación de la producción acuícola de larvas de camarón en Ecuador

La producción de larvas de camarón se lleva a cabo en zonas aptas donde el clima, agua y tierra cumplan con las condiciones para un laboratorio, la temperatura anual en las zonas costeras donde están ubicados varios laboratorios es entre 24,5° C, mínimo un 15,6°C y entre un máximo de 39,5° C, como se conoce en las zonas costeras del Ecuador se encuentran los principales centros de producción de larvas y nauplios debido a sus condiciones climáticas, por ello la supervivencia alcanza de 65 % a 70% por hectárea cultivada (Verdugo, 2018). En términos geopolíticos, la mayoría de producción larvaria se agrupa entre las provincias del Guayas, Manabí, Esmeraldas, El Oro y Santa Elena, según la asociación de laboratorios productores de larvas (ASOLAP, 2022).

Figura 13. Distribución de laboratorios de producción de larvas por provincias.



Nota: Porcentajes de laboratorios de larvas de camarón por cada provincia por (SCI, 2022)

Según el Ministerio de producción de inversiones y pesca, en el Ecuador existe alrededor de 217 laboratorios que están aprobados y registrados (SCI, 2022), por tanto se dedican a las actividades de producción de larvas y nauplios para las camaroneras. Según la figura 13, la provincia de Santa Elena es el lugar con más laboratorios a nivel nacional con un número de 137 por lo que representa en un 63% a los laboratorios del país, le sigue Manabí con un 18%, las menores cantidades se encuentran en las provincias del Guayas y Esmeraldas.

La Subsecretaria de producción de acuicultura determino que los laboratorios a nivel nacional producen 344 millones de nauplios en épocas bajas y 474 millones en épocas altas, dando 410 millones de nauplios como promedio diario y esto genera 150.050 millones de nauplios, dada información de larvicultores nos indican que la supervivencia es de un 60% de las crías de larvas, teniendo 12 corridas por año, así logrando producir 89.790 millones de larvas de camarón anual (MPCEIP, 2021).

1.3.5. Métodos de comercialización de la producción acuícola de larvas de camarón en Ecuador

Las formas de comercialización de larvas de camarón se representan como la salida de los productos terminados con el fin de satisfacer a los mercados finales (Romero & Fuenmayor, 2017). Por parte del Ecuador el Instituto de Pesca (INP) es la autoridad que se carga del estado de calidad de productos pesqueros y acuícola, por lo que el país exporta el camarón, larvas de camarón y nauplios; los productos derivados como harina de camarón, balanceado entre otros, por el cual la comercialización de los productos deben contar con certificados emitidos por el INP, para obtener un control sobre la higiene, calidad y normas de registros señala la (CNA, 2022).

La comercialización de larvas de camarón en el Ecuador ha llegado hacer una de las actividades con mayor desarrollo en la parte económica en los últimos años y actualidad el comercio de larvas de camarón se ha expandido debido que las empresas dan preferencia a los laboratorios de producción de larvas silvestres por la calidad, cuidado y fuentes de alimentación que se les otorga (Suasnavas, 2021).

Dentro de la comercialización de larvas de camarón la producción nacional en el 2010 recupero el volumen y en el 2014 las exportaciones de larvas lograron llegar a 450 millones de libras de exportación obteniendo ganancias por USD 1.276, 9 millones, actualmente en el Ecuador se encuentra dentro del mercado internacional del camarón, de manera que la comercialización interna y externa se mantiene estable a su vez proporcionando grandes fuentes de trabajo e ingresos económicos al país (Calderón et al., 2016).

En la etapa de producción las larvas sufren estrés al ser pasadas por las pruebas de salinidad que se realizan en los laboratorios de larvas de camarón debido que en la pesca solo el 50% de producción sobrevive para comercialización y a veces el 80 %, en ciertos casos hay producción que se pierde completamente y al morir las larvas esto genera

pérdidas para la empresa, tiempo, debido que toca cubrir los gastos de los trabajadores, proveedores (Chávez, 2022). En el sector empresarial busca cada día ser más competitivo, ya que obliga a las entidades a gestionar procesos para mejorar la calidad de los productos para poder satisfacer las expectativas y necesidades de los clientes y proveedores (Arellano, 2017).

La Subsecretaría de Recursos Pesqueros son los organismos encargados para la comercialización de los productos como larvas de camarón, por el cual las empresas dedicada a la exportación deben cumplir medidas como: el control de importación de alimentos, requisitos sanitarios y fitosanitarios y proyección de seguridad y salud alimentaria, de acuerdo a estas medidas las empresas podrán vender de la producción en los mercados internacionales (Jiménez & Bravo, 2019). Los sistemas de comercialización para la producción acuícolas ayudan a los productores a trabajar de manera eficiente para obtener mejores oportunidades en el sector de la larvicultura.

En el sector acuícola los productores conforman estructuras como organizaciones para maximizar sus beneficios dependiendo a las necesidades, por el cual los productores buscan reducir los costos de transacción y fortalecer la situación negociadora con los proveedores y poder impulsar la producción en las explotaciones, adicionando la calidad del producto por el Ecuador es reconocido debido a su amplia comercialización de larvas de camarón a diferentes mercados de todo el mundo así otorgándole una ventaja competitiva a los productos acuícolas ecuatorianos sobre el resto de países (Muñoz et al., 2017).

1.3.6. Empresa Aquatropical S.A

Dirección: Mar Bravo, Km 5 ½ vía Aeropuerto – Puerto Aguaje Salinas, Santa Elena

Figura 14. Ubicación geográfica de la empresa Aquatropical.



Nota. Ubicación geográfica del laboratorio Aquatropical, del cantón Salinas, fuente google maps

La empresa Aquatropical dedicada al cultivo de larvas de camarón cuenta con varios departamentos esenciales para su producción que son: Administración, maduración, mantenimiento, Producción, Raceways, Ventas, Larvas, Genética, Bodega, Algas, Despacho.

1.3.7. Diagnóstico de la producción actual del laboratorio Aquatropical

El laboratorio Aquatropical es conocido como una gran maternidad donde se produce y se crían larvas del camarón, la producción comienza desde que la hembra pone los nauplios y después alcanzan una escala de postlarva para poder ser trasladadas a las piscinas donde reciben una alimentación, análisis de genética para obtener un camarón de buena calidad.

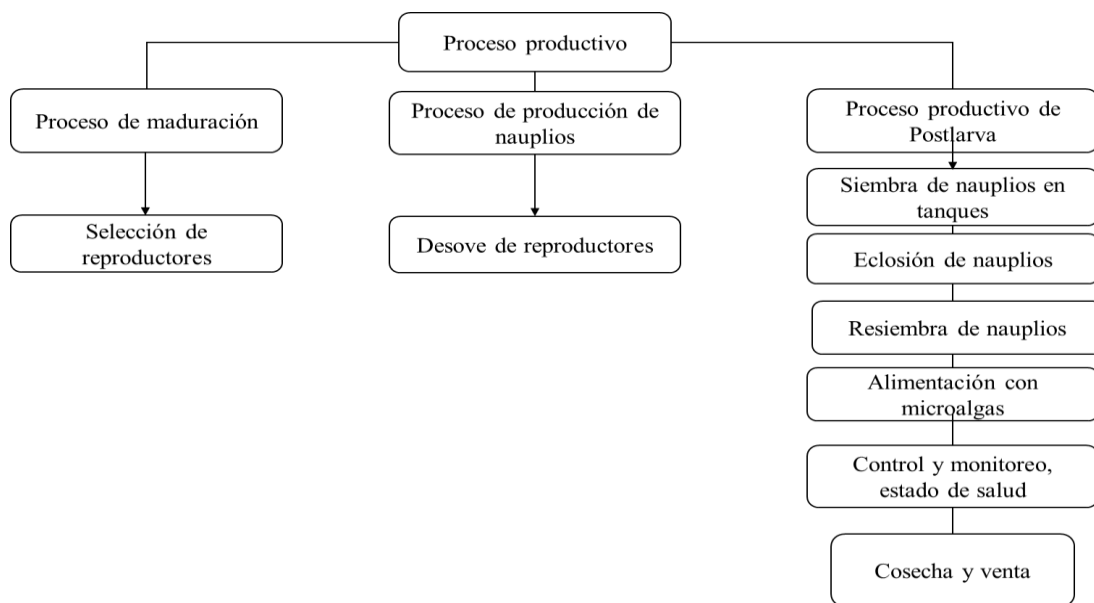
Aquatropical cuenta con 30 salas de maduración divididas en dos plantas, posee alrededor de 10.000 reproductores, de dicha cantidad la mitad son las hembras que son seleccionadas y apartadas en grandes tanques de agua con una marca genética donde permanecen unos 100 días luego pasan al área de desove, cada hembra desova alrededor

de 500.000 de nauplios, sembrando 75 millones de nauplios para la planta 1 y 50 millones de nauplios diarios para la planta 2 con un tasa de inferior de mortalidad, obteniendo un aproximado 250 millones de larvas mensuales, que al año serian alrededor de 3.000 millones de larvas de camarón, por lo tanto 200 millones de larvas de camarón son para la venta a nivel nacional y los 50 millones de larvas restantes son para exportación, en el tema de exportación el laboratorio se encarga de contratar empresas exportadoras. Se realizan 12 corridas o ciclos productivos que se efectúan cada mes.

El costo por millar de larvas de camarón en la empresa Aquatropical se encuentra entre los \$2,20 dólares americanos, o también se vende por un millón de larvas a \$2.200 dólares, por lo que viene hacer lo mismo, debido a que un millón de larvas de camarón son 1000 millares.

Proceso del cultivo de larvas de camarón del laboratorio Aquatropical S.A

Figura 15. Proceso productivo de larvas de camarón



Nota: La figura muestra el proceso productivo del laboratorio Aquatropical, fuente propia.

La figura 15 muestra el proceso productivo de las larvas de camarón que comienza desde la selección de los reproductores, luego pasa las piscinas de maduración donde se aparean, por lo consiguiente pasan al área de desove y luego al proceso de productivo de las larvas donde se siembra cierta cantidad de nauplios para obtener las larvas, donde pasan por controles de alimentos y monitoreo de salud.

1.4. Recapitulaciones del capítulo 1

La cadena de suministro es el conjunto de actividades que se genera para llevar a cabo el proceso donde el comprador ejecuta un encargo hasta que la mercancía haya llegado a su destino final. En tanto la CD con transbordo se lo denomina una transformación del modelo de transporte auténtico adaptándose a medios comunes para transportar unidades por medio de nodos fuentes, destinos y transitorios. La red de distribución permite satisfacer las necesidades de los clientes y proveedores a un mínimo costo posible. En este sentido el modelado de la cadena de distribución con transbordo incorpora variantes económicas para calcular la demanda que presentan los centros de los usuarios, el costo de traslado de los productos hacia sus respectivas zonas y el volumen de la producción de unidades.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de investigación

Para la metodología de la investigación se empleó del estado del arte (Capítulo 1), por lo que se observó una influencia en la cadena de distribución aplicando un modelado para la minimización de costos transbordo, teniendo en cuenta los enfoques y estrategias metodológicas para obtener más eficiencia con mayor viabilidad, para el estudio se empleó una metodología cuantitativa como motivo de su alcance de investigación (es decir, descriptivo y correlacional). Se aplicó el sentido de los métodos más esenciales para solucionar la problemática e informar los hechos que facilitan el reporte de estudio.

Bajo este contexto, se utilizó el estudio descriptivo según Hernández et al., (2014) busca recolectar y medir información mediante herramientas, procedimientos para obtener un conocimiento adecuado. Para el estudio también se empleó el tipo de investigación por el cual se procedió aplicar la técnica del censo que su principal objetivo es recolectar datos de una manera eficiente sobre el problema que se ha estudiado, de tal manera los datos obtenidos son de las personas que han evidenciado el ambiente del tema de análisis.

2.2. Diseño de investigación

La actual investigación tiene como orientación el enfoque cuantitativo por lo que se eligió la más conveniente de las demás investigaciones como el cualitativo y el mixto, por ello (Hernández et al., 2014), insiste en el diseño no experimental en la que se considera el número de recolección de datos, factor tiempo y alcance del estudio, de esta manera indagar en el enfoque investigativo con el propósito de adquirir, comprender conocimiento nuevos, basándose en recursos, situación, contexto para destacar el estudio (Hurtado Talavera, 2020).

- Investigación descriptiva: tiene como resultado buscar la relación entre las variables dependiente e independiente como son: el modelo logístico con transbordo y la producción de larvas de camarón para así especificar la situación de las actividades y los procesos que sostiene el alcance de estudio.

- Investigación correlacional: tiene como finalidad establecer el grado de relación de las variables dependiente e independiente, evaluándolas de forma estadística para el estudio.

De acuerdo al estudio, es preciso comprender de manera correcta la CD con transbordo, para la producción de larvas de camarón (*penaeus vannamei*), proveniente del laboratorio Aquatropical, del Cantón Salinas, provincia de Santa Elena, Ecuador. La actual investigación estima la metodología en base al método cuantitativo, que tiene como finalidad interpretar los datos analizados a través del alcance descriptivo, por ello se puede manejar datos precisos y de forma real.

El estudio cuantitativo se aplica por medio de mediciones numéricas que busca transmitir, ponderar y calcular los hechos que ocurren para dar la información de la realidad que queremos explicar y pronosticar por medio de la estadística.

La información se extraerá mediante la técnica de recolección de datos: como el censo a los actores en la cadena acuícola dentro de la empresa. Por esta razón se empleó el alcance descriptivo para los datos analizados, que permitió el diagnóstico y la comprensión de los problemas de la cadena de distribución en la larvicultura, para más adelante implantar la formulación de una estructura de distribución con transbordo para la producción de larvas de camarón (*penaeus vannamei*), dentro del laboratorio Aquatropical, del cantón Salinas, provincia de Santa Elena., Ecuador.

2.3. Marco metodológico

De acuerdo con lo indicado en la investigación, este trabajo tiene como finalidad modelar la cadena de distribución con transbordo para la producción de larvas de camarón (*penaeus vannamei*) proveniente del laboratorio Aquatropical, cantón Salinas, provincia de Santa Elena, los problemas que presenta se enfocan en la distribución y los costos a la hora de vender el producto; primeramente, se efectuó con una certificación del análisis previo que evidencia la realidad del contratiempo a solucionar, a partir de un diseño frecuente hasta método de solución, luego se procedió a revisar en que se basa el modelado de la cadena de distribución con transbordo y la solución en base a la programación lineal, después se realizó el censo el cual involucra a toda la población para comprobar el número de personas para censar, luego se detalló el proceso y las técnicas, instrumentos para la recolección de información. Finalmente se realizó la operacionalización de las variables.

2.3.1. Declaración que demuestra la existencia del problema a determinar

Un diseño de un modelo transbordo está relacionado con ideas hacia modelo de transporte los cuales se distinguen por orígenes y destinos por lo que el modelo de transbordo se lo conoce por nodos normalmente, esto se debe que los orígenes pueden volverse destinos y viceversa (Yavari & Zaker, 2020). La satisfacción de la demanda de los destinos es el principal objetivo de los cuales se debe cumplir la cabida de la productividad y a su vez ofertando completamente la petición de un nodo origen, de tal forma es así como se utilizan los transbordos como mediadores, se los representa mediante almacenes que permiten suministrar productos y almacenar mercancías (Granillo-Macias et al., 2019).

Para la estructura de la red de distribución se sustenta por un procedimiento dedicado a la producción de varios productos por ello se requiere unas posibles ubicaciones de las plantas de producción y secuencia de los centros de distribución en donde estarán almacenados los productos antes de la transportación a sus destinos finales (Chípuli et al., 2021).

Por ello se debe evaluar los instrumentos o tipos de tecnologías que son aplicadas a la producción de las plantas, debido a eso se presentan una variedad de costos y consumos, por ese motivo se debe considerar en los centros de distribución el uso obligatorio de tecnologías convenientes debido que los productos deben contar con condiciones ambientales para asegurar un almacenamiento apropiado (Guimarães et al., 2020).

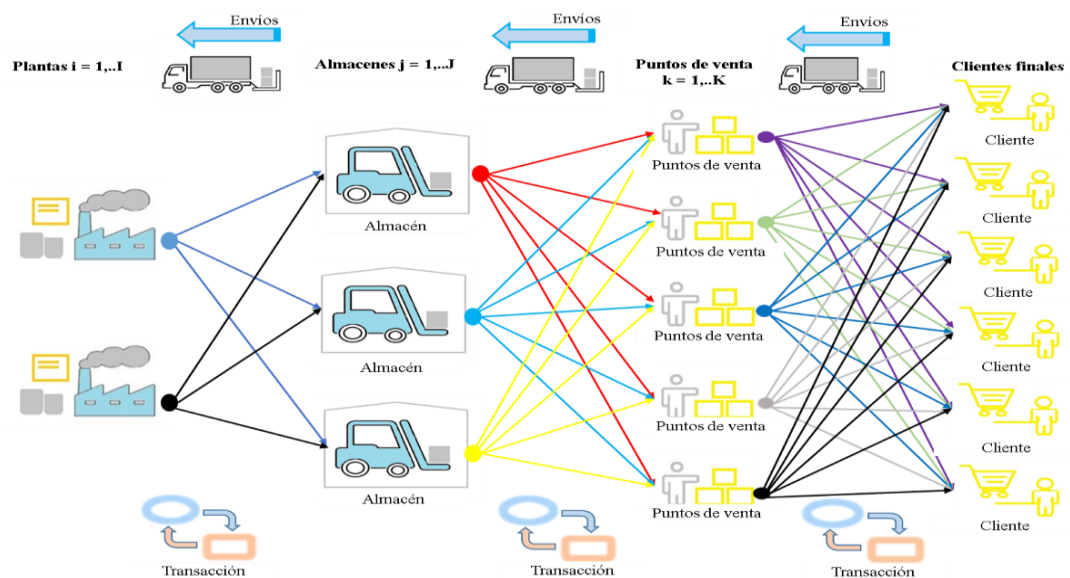
La CD con transbordo de un producto o servicio se encuentra conformada enteramente por las empresas que demuestran la factibilidad de la llegada de su producto de cada origen hasta cada destino, por esta razón se encuentran empresas de transporte, de almacén, embalaje, 3PL conocida como las empresas de logística de terceros y entidades de suministros, con la finalidad de vincular las demandas y las ofertas y poder trasladar los bienes desde la fábrica hasta el cliente final (García, 2020).

Otra característica de interés, es la minimización de costos relacionados con la producción y el transporte de los productos finales desde las fábricas a los diferentes destinos o centros de distribución, teniendo en cuenta de igual manera los costos de mantenimiento de inventario y envío, de tal forma costos fijos, centros de distribución

con puntos de demanda y los centros de distribución utilizando tecnologías apropiadas para cumplir el objetivo planteado (Motevalli-Taher et al., 2020).

La siguiente figura demuestra la estructura y diferentes conexiones que existen en una red de distribución de productos, dentro de esta red se puede observar la conexión entre las plantas, centros de almacenamiento, puntos de ventas y clientes finales, de cuales se realiza la distribución de productos que empieza desde las plantas hasta los almacenes, así mismo los almacenes se encargan de distribuir los productos a los puntos de ventas los cuales abastecen a los clientes finales.

Figura 16: Estructura y conexión de una red de distribución

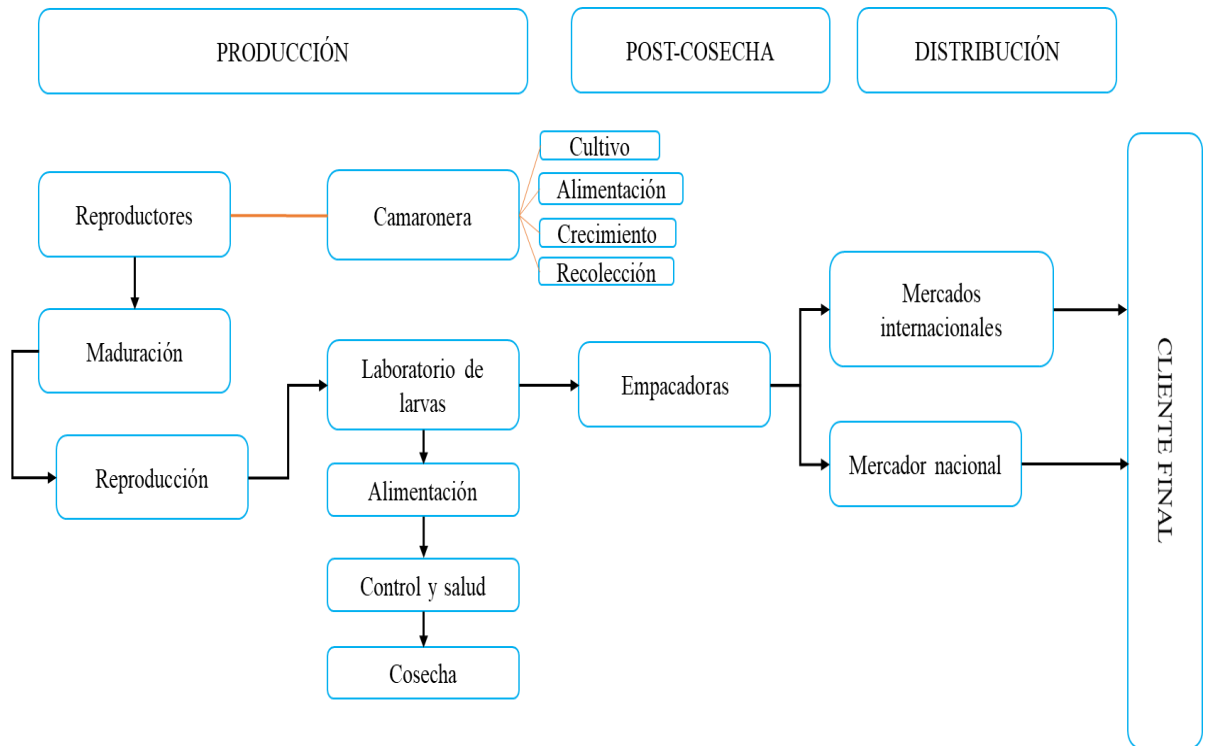


Nota: La figura muestra la estructura de una cadena de distribución, fuente propia.

De acuerdo con la figura 16 nos detalla una cadena de estructuras de nodos con rutas mediante las cuales se requiere distribuir las unidades de un producto final, la cifra que lleva cada flecha o arco se simboliza como el costo unitario agregado de cada ruta, y las cantidades que se encuentran en los nodos iniciales representan a la oferta de cada planta y los nodos finales se representan las cantidades de la demanda.

2.3.2. Procesos y cadena de distribución de la empresa Aquatropical S.A

Figura 17. Procesos y distribución de la empresa.



Nota. Mapa conceptual de los procesos y cadena logística de la empresa, fuente propia.

En la cadena de distribución de la empresa Aquatropical se constituye de 3 etapas que son:

- ✓ Producción
- ✓ Post cosecha
- ✓ Distribución

La red de distribución de la entidad se compone de representantes directos, representantes indirectos y de apoyo los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 11. Procesos y cadena de distribución de la empresa Aquatropical.

REPRESENTANTES DIRECTOS	REPRESENTANTES INDIRECTOS	REPRESENTANTES DE APOYO
PRODUCCIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> • Camaroneras 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de larvas y camarónicas. • Abastecedor de insumos para la empresa • Reproductores 	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de acuicultura y pesca • Instituto de pesca (INP)
POST-COSECHA		
<ul style="list-style-type: none"> • Empacadoras 	<ul style="list-style-type: none"> • Proveedores de empaques e insumos para la empresa • Transporte • Bodegas de almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto de Pesca (INP)
DISTRIBUCIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> • Entidades de cultivo de camarón en el Ecuador • Entidades Exportadoras de productos acuícolas 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte • Bodegas de almacenamiento • Abastecedor de insumos 	<ul style="list-style-type: none"> • Agencia Ecuatoriana de calidad • Ministerio de acuicultura y pesca Pro-ecuador

Nota. La tabla detalla los procesos de producción, post-cosecha y distribución

Etapa de producción

En esta etapa de producción se basa en el crecimiento o el progreso de las larvas, la etapa inicial comienza con un conjunto de camarones reproductores, luego las hembras son llevadas a las salas de maduración para ser alimentadas y chequeadas.

En la siguiente etapa que habla de reproducción se basa en separar a las hembras y machos en tanques, colocando una sola hembra y dos machos para el apareamiento.

Una vez terminada la etapa de apareamiento las hembras pasan a la sala de desove donde son colocadas en tanques para que desoven, luego las hembras son regresadas al área de apareamiento y los nauplios pasan a etapa de eclosión.

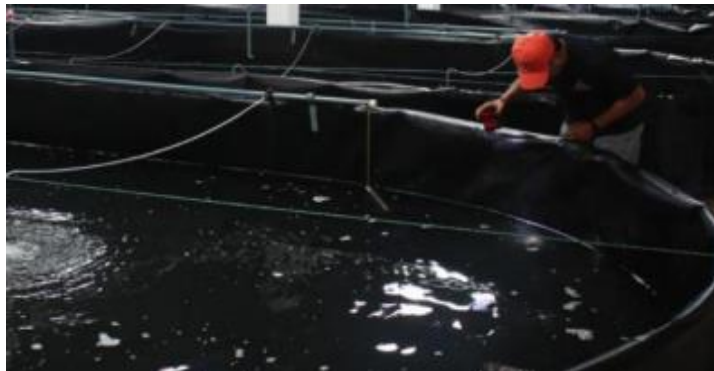
Después de la etapa de eclosión, las larvas son trasladadas al laboratorio de racewey que se encarga de alimentación, dietas y el cuidado contra bacterias que puedan afectar a la salud de las larvas, luego pasan a la etapa de cosecha donde son distribuidas a las camaroneras.

Figura 18. Área de maduración



Nota. La figura detalla el proceso de maduración, fuente propia

Figura 19. Área de desove



Nota. La figura detalla el proceso de desove, fuente propia

Figura 20. Área de eclosión



Nota. La figura detalla el proceso de eclosión, fuente propia

Figura 21. Área de resiembra



Nota. La figura detalla el proceso de resiembra, fuente propia

Etapa de post-cosecha

La etapa de la cosecha dura alrededor de 21 días donde se adquiere insumos como: cajas, cinta, fundas entre otros, luego se contratan a empacadoras que se encargan de armar cajas, clasificar, colocar pegatinas, colocar fundas y empaclar la cantidad que pide cada cliente para dejar todo listo para su traslado del producto en distintas cajas.

El tipo de empaque que se utiliza para la venta de larvas de camarón es una caja y fundas de polietileno que son resistentes.

Figura 22. Cosecha de larvas de camarón



Nota. La figura detalla la cosecha de la producción, fuente propia

Distribución

Para la distribución de las larvas de camarón la empresa se basa en el mercado nacional que son las camaroneras del país.

Figura 22. Distribución de larvas de camarón



Nota. La figura detalla la distribución de la producción, fuente propia.

Mercado nacional donde distribuyen el producto

La distribución de la empresa se enfoca en las ciudades como: Machala, Playas, Esmeraldas, Chongón, Manabí, Guayaquil, donde se encuentran ubicadas las camaroneras que se dedican a al cultivo de camarón.

Para el mercado nacional la empresa cuenta con representantes de apoyo lo cuales tienen como fin brindar servicios y participar en el sector, los agentes de apoyo son:

- ✓ Ministerio de Acuacultura y Pesca
- ✓ Instituto Nacional de Pesca
- ✓ Agencia Ecuatoriana de calidad

Mercado Internacional donde distribuyen el producto

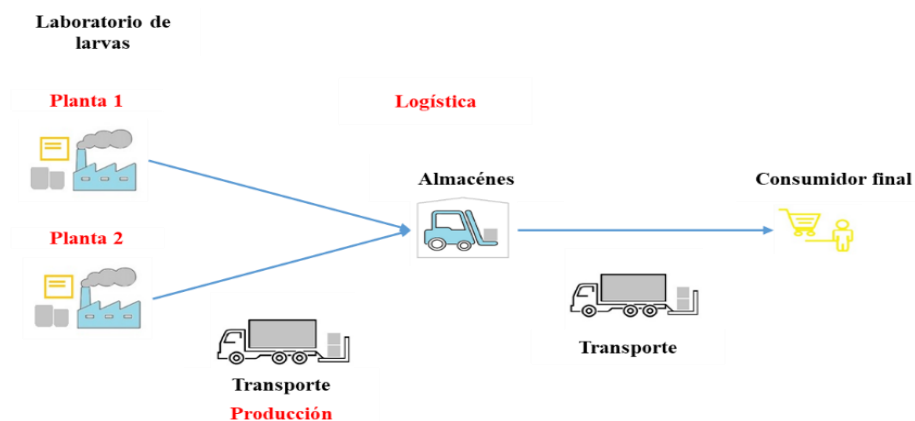
Para la distribución del producto internacionalmente se contrata a empresas exportadoras que distribuyan la mercancía a diferentes países como Perú, Guatemala

Para el mercado internacional la empresa cuenta con un representante primordial de apoyo que Pro-Ecuador el cual brinda guías de exportaciones.

Logística de distribución de la empresa

La logística de la empresa se basa en el traslado de los productos a los diferentes mercados nacionales o internacionales con el fin de satisfacer la demanda de los usuarios finales. La Empresa Aquatropical aplica una logística de distribución habitual que se basa en llevar el producto desde las plantas de producción hasta los almacenes y luego transportar el producto a los distintos consumidores finales.

Figura 23. logística de la empresa



Nota. Cadena logística que maneja la empresa, fuente propia

Como podemos observar en la figura 23, la logística de distribución que emplea la empresa es inadecuada debido a que no posee un sistema o modelo de distribución que ayude con el traslado de los productos a sus destinos finales. Por lo tanto, atraviesa varios problemas en la red, lo que ocasiona contratiempo y el aumento de los costos a la hora de transportar la mercancía a los clientes finales.

2.3.3. Proceso para el modelado de CD con transbordo.

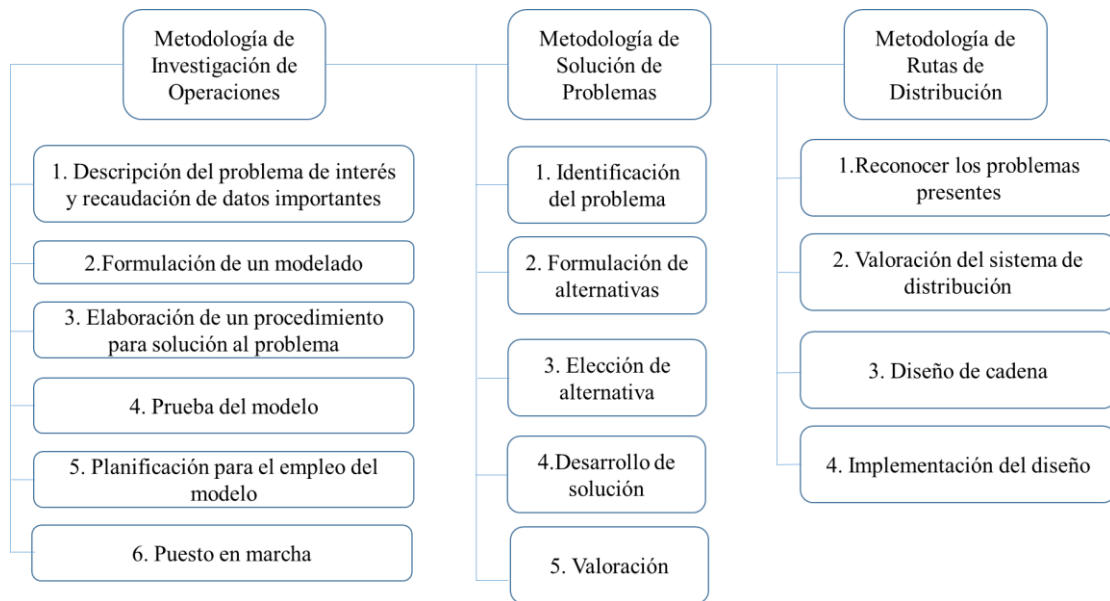
Existe una amplia variedad de artículos aplicados al modelo de CD con transbordo, por el cual se pueden encontrar una cantidad de comprobaciones literarias en base al tema. Sobre la cadena de suministro (Samuel et al., 2021) se enfocaron en revisar artículos de la cadena de suministro por lo que se encontraron con un total de 382 artículos de multiproductos y multicomponentes con estudio en el transbordo publicados entre los años 2015 y 2021, por lo tanto se clasificaron en áreas de alta importancia para este documento como son: confiabilidad, calidad, economías y transbordo. Shokouhifar et al., (2021) realizaron un resumen de 83 artículos que se encuentran publicados en JCP (Journal of Cleaner Production), donde los artículos

se clasificaron en grupos de estudios para el desarrollo de un modelo de inventario de cadena de suministro de sangre enfocándose en la demanda difusa, oferta y el transbordo, los resultados obtenidos por el modelo de transbordo mediante nodos de demanda contienen un gran efecto en el balanceo de carga que dirige a la reducción de desperdicios y costos de escasez. De acuerdo con los resultados conseguidos por la simulación del transbordo lateral la tasa de residuos (residuos totales por abasto total) y la tasa de escasez (déficit total por la demanda total) de la norma planteada son 4,8% y 3,4%. En los documentos revisados se dio a notar el empleo de la metodología de trabajo para manejar el desarrollo de toma de decisiones.

En tal sentido con transcurso de los años ha ido incrementando los procesos corporativos no solo en el desarrollo informático y en su estructura, por lo que al pasar los años van apareciendo distintos factores que tienen relación con la metodología de trabajo para el desarrollo que con lleva a la toma de decisiones. Respecto a la toma de decisiones planeadas con problemas de distribución mediante modelados matemáticos hoy en día son de suma importancia para los directivos, por lo que mejora la calidad de sus decisiones y a su vez siendo más eficientes. El modelo de redes brinda una mejor estructura para la resolución de problemas con dificultad. En valores estadísticos el 30% se debe a la aplicación de modelos de redes en organizaciones.

Bajo contexto para fundamentar la investigación se estima la metodología de IO y la solución de problemas, por el cual se establece un marco metodológico con la finalidad de tratar los problemas con distribución en general respecto a la derivación de tipos de problemas a manejar en otras palabras, desde Transporte, Dirección, Camino pequeño, retribución y Transbordo que es el principal núcleo del análisis (Figura 24).

Figura 24: Procedimiento para los procesos de decisión



Nota: La figura muestra los procesos metodológicos para la solución de problemas de distribución, fuente propia.

La distribución contiene problemas que se representan por medio de una red que tiene las siguientes peculiaridades:

1. Una serie finita de nodos, los cuales simbolizan que una fábrica o empresa, almacén o feria negociante. Existen varios modelos de nodos que son los siguientes:
 - a) Nodos de suministro se refieren de donde se despachan los bienes.
 - b) Nodos de transbordo en el cual es donde se reciben los bienes procedentes de otros nodos por su redistribución.
 - c) Nodos de demanda en el que se reciben los bienes para de ahí satisfacer las demandas conocidas.
2. Arco o flechas que enlazan dúos de nodos para poder representar una ruta válida para el envío desde el nodo de origen al nodo destino, conforme a la indicación del sentido de la flecha.
3. Diferentes antecedentes relacionados con la problemática.
 - a) Abastecimiento útil para abastecer cada nodo.

- b) Costo de envío de un producto de cada flecha.
- c) Demandas notorias en cada nodo de mando.
- d) El aforo, máximo y mínimo de unidades o productos que pueden trasladarse a lo amplio de cada flecha.

Cuando no se encuentran nodos de transbordo, el problema se señala como un problema de transporte. El problema de transbordo se lo conoce como un problema de P.L. Estos problemas son resueltos por medio de cualquier paquete de programación lineal. En conclusión, para solucionar un problema de transbordo se debe aplicar un modelado parecido a la cuestión de transportación.

2.3.4. Metodología para el modelo de redes de distribución con transbordo

Polit et al., (2018); Sierra et al., (2015) presentaron la adaptación de un modelo de transporte y distribución en un caso de estudio, llevando a cabo el problema de transbordo; por el cual se propuso un modelo híbrido de transbordo donde se encuentran distintos orígenes, destinos y almacenes. En este modelo se presentaron las tarifas de los productos, números de furgones en rutas, cajas, los cuales son aspectos necesarios para poder cumplir con la demanda y satisfacer a los destinos finales y a su vez minimizando costos.

Para la elaboración de la metodología para las redes de distribución se analiza varios factores como fortalezas y deficiencias que se presentan a lo largo de la cadena de suministros, por el cual la distribución corresponde a la clasificación de almacenamiento de vendedores, fabricantes y distribuidores, de tal manera se interpreta como i) envío directo, ii) envío directo y solidificación de tránsito, iii) proporcionar entrega por medio de mensaje, iv) distribuir a domicilio, v) obtención por lado del cliente y por ultimo vi) obtención por parte del cliente (Paz & González, 2013).

Por lo consiguiente, se expone la aplicación de la metodología asumida para caso de estudio.

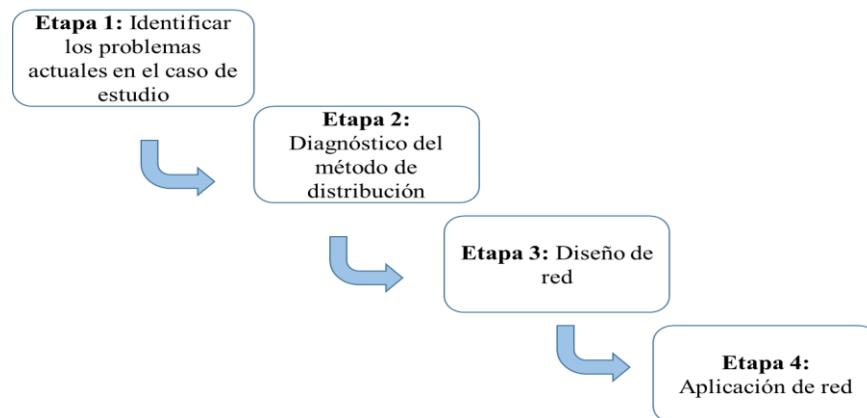
1.-Identificar los problemas actuales en el caso de estudio.

2.- Establecer un diagnóstico de los problemas encontrados a su vez formulando un modelo en base al problema.

3.- Elaboración de diseño de red para solucionar el problema

4.- Poner a prueba el modelo y mejorar si es necesario

Figura 25: Metodología para redes de distribución



Nota: La figura muestra la metodología que se empleara para la investigación, con base en la revisión bibliográfica, fuente propia.

Etapa 1: Identificación del problema

En esta primera fase inicial es donde el objetivo es determinar cuáles son problemas que presenta la empresa y definir sus preferencias.

Etapa 2: Diagnóstico del sistema de distribución

En esta fase inicial se procede a realizar un análisis sistemático de forma actual, con el objetivo de conocer y comprender las características principales del caso de estudio, el mismo que se desempeñara como base para la red de distribución.

Etapa 3: Diseño de red

En esta siguiente fase se proponen las mejoras para el sistema de distribución, basado al diagnóstico anterior y a su vez realizar la ruta propuesta y analizar su posibilidad.

Etapa 4: Aplicación de la red

En esta fase final el marco metodológico plantea la aplicación de la red diseñada. Existen factores que imponen barreras para promover el cambio por lo que afecta al éxito de la implementación de la red.

2.3.5. Problema de transbordo

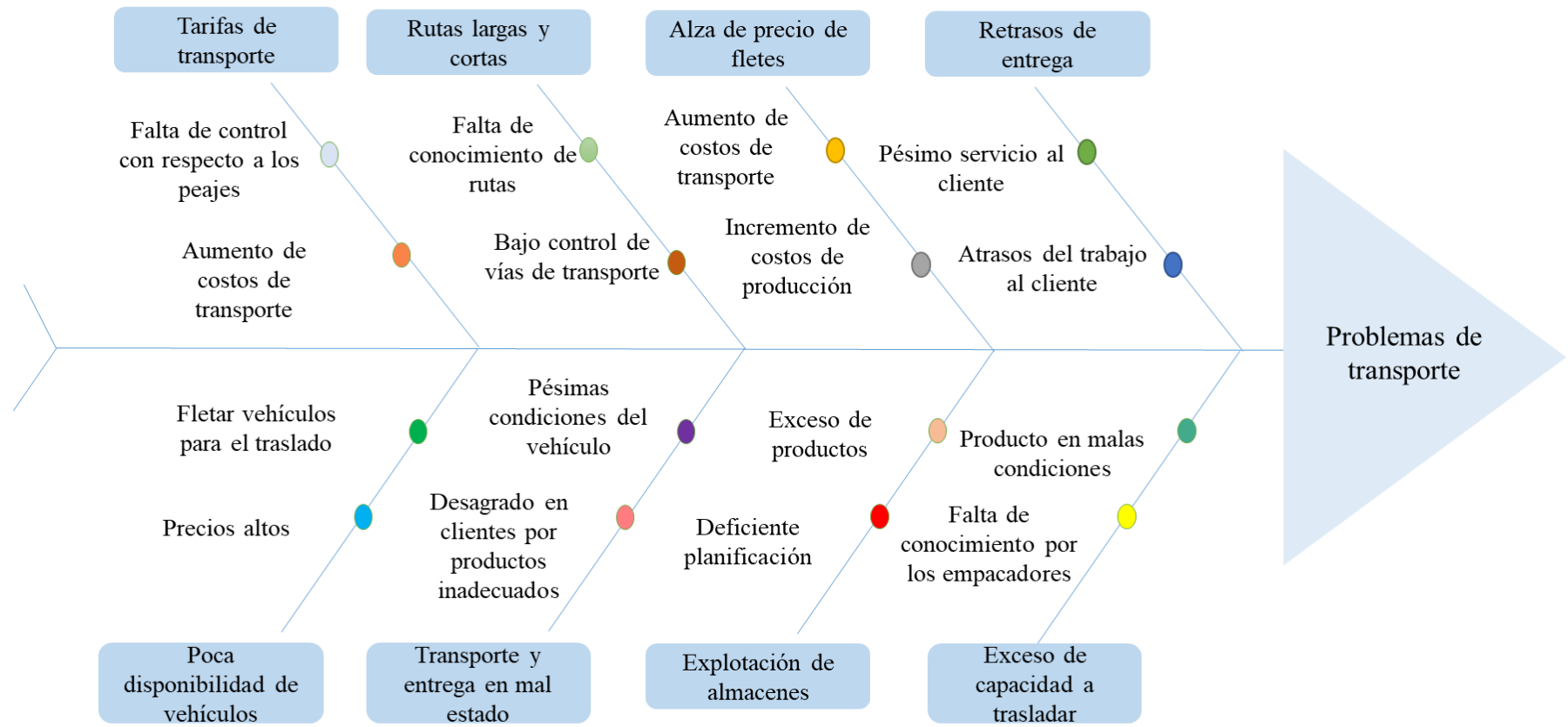
El problema de Transbordo o también conocido como Reembarque es una alteración del modelo original de transportación que se adapta a eficazmente a la posibilidad común de trasladar unidades o productos finales por medio de nodos fuentes, destinos y transitorios (Sacoman, 2021), mientras el modelo original de transporte solo permite enviar productos directos desde nodos fuentes hasta los diversos nodos destinos (Gallego & Guerrero, 2019).

Para resolver el modelo de transbordo existen diferentes técnicas a partir del modelo original de transportación de productos y este proceso se fundamenta por el empleo habilidades también conocidos como amortiguadores, por el que deben ser idénticos a la suma de las ofertas de los nodos de oferta pura y que tengan coeficiente cero, en base a los costos (Sierra et al., 2015).

La prioridad de los modelos de transbordo aumenta con las tendencias mundiales de la gestión de la cadena de distribución, por el cual se enfocan en optimizar flujos logísticos de los productos y a su vez logrando minimizar los costos, también asegurando la disponibilidad de las unidades y determinando la efectividad que tienen los centros de distribución para alcanza un equilibrio en las demandas del mercado. Como solución de un problema de transbordo se puede usar, a partir del criterio de optimización, el planteamiento desde el punto de vista de la programación lineal y el modelo de transporte.

El problema de transbordo del laboratorio Aquatropical S.A es la transportación de 200 millones de larvas de camarón a los diferentes almacenes y destinos finales, debido que el trascurso se ve afectado por varios problemas que están dentro del problema de transbordo como son: tarifa de alza de fletes, retrasos de entregas, transporte, rutas, productos en mal estado entre otros, debido a estas circunstancias origina el incremento de los costos de transporte para la empresa por el cual se planea implementar un modelo de transbordo para solucionar la problemática de los costos de distribución.

Figura 26. Diagrama de Ishikawa de problemas de transporte



Nota: La figura muestra los problemas que se presentan en la distribución, fuente propia.

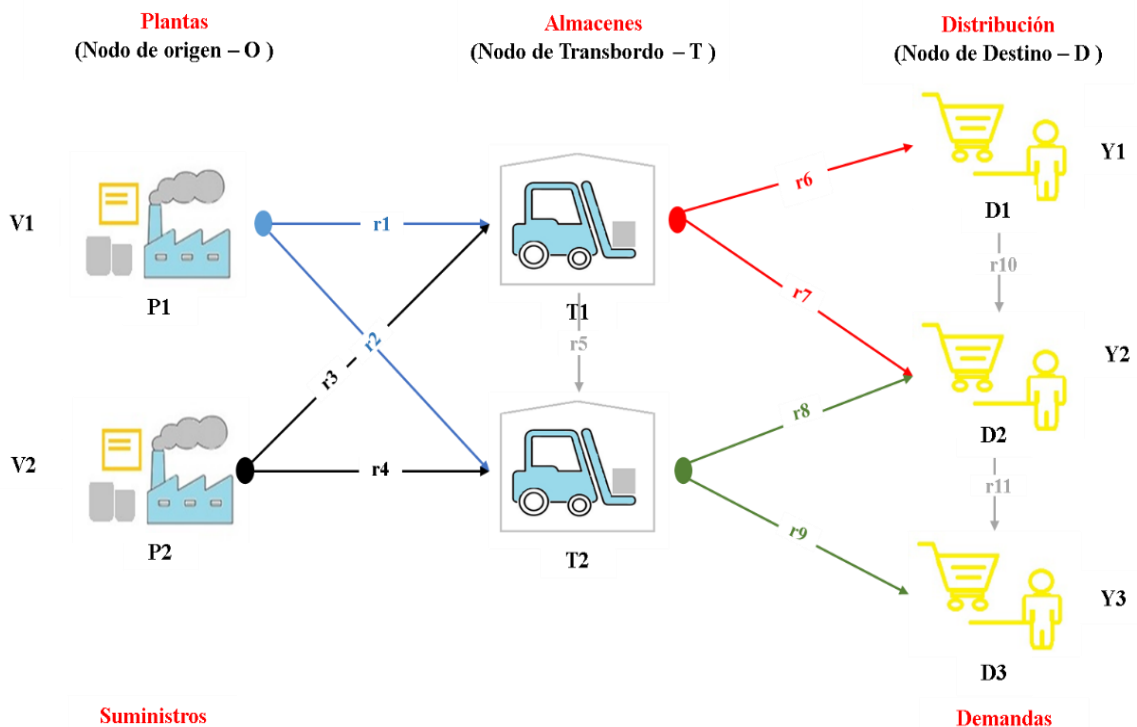
2.3.5.1. Solución del problema por medio de Programación Lineal.

Para la resolución de distintos problemas de transbordo a partir de la programación lineal se debe comprender una serie de restricciones que se basan en; oferta, transbordo, destinos y la función objetiva, por el cual en los problemas de transbordo se presentan tres clases de nodos que son: 1) nodos de propuesta impecable, 2) demanda impecable y 3) nodos de transbordo los cuales facilitan al mismo por lo que se deben balancearse para llevar a cabo que el método sea viable, es decir que las mercancías que alcanzan entrar a un nodo estén similares a las que surjan del propio nodo (producto saliente + producto que mantengan el nodo) (Sacoman, 2021).

El problema de investigación

Modelar por medio de la Programación lineal el problema de transbordo diseñado en una serie de nodos, en la siguiente figura.

Figura 27: Modelo del problema de transbordo

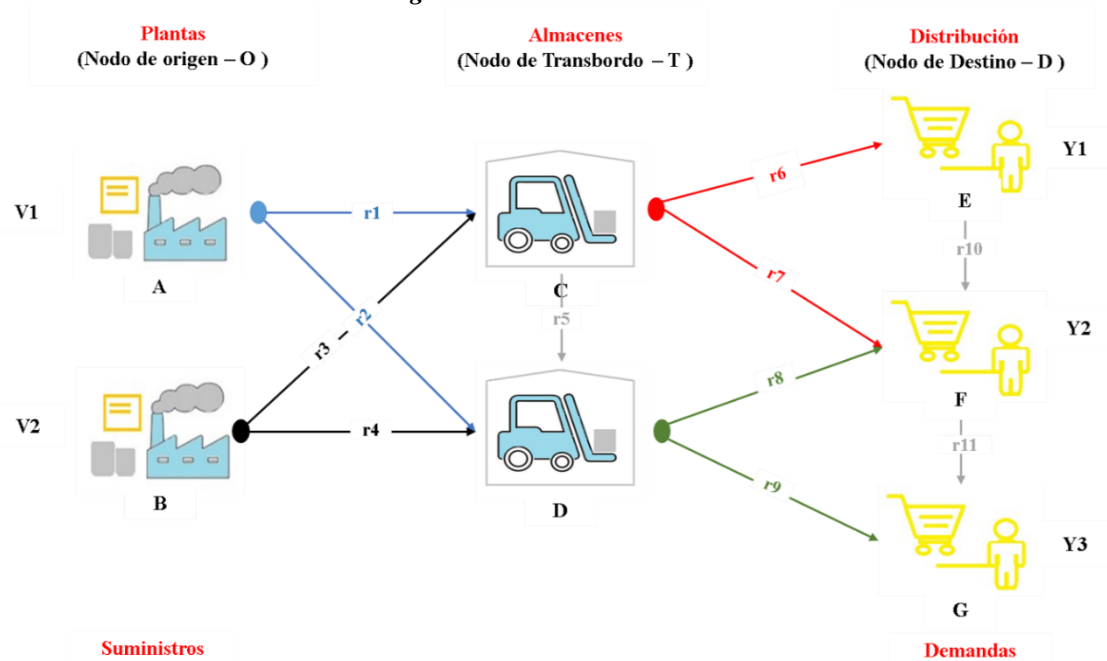


Nota: La figura detalla el modelo de transbordo con base revisión bibliográfica, fuente propia,

Como podemos observar en la figura 27 demuestra una serie de nodos y diferentes rutas que se pretenden utilizarán para trasladar o distribuir las unidades de un producto final, respecto al número que posee cada arco o flecha representa el valor único agregado a la ruta y los siguientes valores que se ubican en los nodos de inicio representan a la oferta de cada planta, y para los nodos finales las cantidades que se muestran representan a la demanda que cada distribuidor.

Variables de decisión En este caso, las variables de decisión deben demostrar la cantidad de unidades que son transportadas por medio de cada ruta, por el cual se recomienda señalar los nodos con un valor para favorecer la descripción representativa de las variables de análisis.

Figura 28: Nodos renombrados



Nota: Modelo de transbordo con base en la revisión bibliográfica y metodológica, fuente propia

Inmediatamente renombrado los nodos se determinó las variables:

$X_{A,C}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de P1 hacia T1

$X_{A,D}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de P1 hacia T2

$X_{B,C}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de P2 hacia T1

$X_{B,D}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de P2 hacia T2

$X_{C,D}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de T1 hacia T2

$X_{C,E}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de T1 hacia D1

$X_{C,F}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de T1 hacia D2

$X_{D,F}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de T2 hacia D2

$X_{D,G}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de T2 hacia D3

$X_{E,F}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de D1 hacia D2

$X_{F,G}$ = Cantidad de unidades transportadas a partir de D2 hacia D3

Restricciones:

En el modelo presente se encuentran tres tipos de restricciones los cuales se vinculan por medio de nodos existentes, tal cual que para un nodo oferta impecable se halla una restricción de oferta; de tal forma que para un punto de demanda impecable existe una limitación y para un nodo temporal de demanda concurre la restricción de balance. Haciendo un recordatorio que en los nodos transitorios o almacenes temporales presentan símbolos como flechas que son las rutas de ingreso y salida, mostrando encomendar unidades llamadas transitorio de demanda.

Restricciones de oferta

$$X_{A,C} + X_{A,D} = V1 \quad \text{Ecuación 1}$$

$$X_{B,C} + X_{B,D} = V2 \quad \text{Ecuación 2}$$

Restricciones de demanda

$$X_{D,G} + X_{F,G} = Y3 \quad \text{Ecuación 3}$$

Restricciones de balanceo para nodos solamente transitorios:

Estas limitaciones consolidan que cada una de las unidades con las que se trabajara entren y deberán ser similares hasta que salen.

$$X_{A,C} + X_{B,C} - X_{C,D} - X_{C,E} - X_{C,F} = 0 \quad \text{Ecuación 4}$$

$$X_{A,D} + X_{B,D} + X_{C,D} - X_{D,F} - X_{D,G} = 0 \quad \text{Ecuación 5}$$

Restricciones de balanceo para nodos transitorios con requisitos:

Las limitaciones consolidan que cada una de las unidades que se empleé, deberán entrar y ser similares al total de las unidades que surgen, teniendo en cuenta los requerimientos que solicité el nodo de demanda.

$$X_{C,E} - X_{E,F} = Y1 \quad \text{Ecuación 6}$$

$$X_{C,F} + X_{D,F} + X_{E,F} - X_{F,G} = Y2 \quad \text{Ecuación 7}$$

Función objetivo

Para esta ocasión el concepto de la función objetivo se determina a la asignación para cada una de las rutas con su correspondiente costo, bajo el principio de “minimización”.

$$Z_{MIN} = X_{A,C} + X_{A,D} + X_{B,C} + X_{B,D} + X_{C,D} + X_{C,E} + X_{C,F} + X_{D,F} + X_{D,G} + X_{E,F} + X_{F,G} \quad \text{Ecuación 8}$$

2.4. Censo

Según Mera, (2012) el censo es una técnica para la recolección de datos donde se incluye el estudio de toda la población específica por el cual no se emplea el procedimiento de la muestra, el método del censo se aplicará a los jefes de las áreas específicas relacionada con la distribución del laboratorio Aquatropical del cantón Salinas, como se muestra en la tabla 12. Se empleará el criterio por conveniencia el cual es una técnica de muestreo donde se selecciona a las personas con disponibilidad para el estudio, de tal manera se utilizó los criterios de inclusión y exclusión, seleccionado a los jefes de departamentos con el conocimiento sobre la CD del laboratorio, excluyendo a su vez la población innecesaria para el estudio. el cual beneficiara al desarrollo de la investigación mediante una recolección datos de una forma más clara y sencilla.

Tabla 12. Censo a jefes departamentales

No.	Áreas de la empresa Aquatropical	Jefe de departamentos	%
1	Administrativo	1	12,5%
2	Bodega	1	12,5%
3	Despacho	1	12,5%
4	Maduración	1	12,5%
5	Compras	1	12,5%
6	Ventas	1	12,5%
7	Larvas	1	12,5%
8	Raceway	1	12,5%
	Total	8	100,00%

Nota: La tabla indica los jefes de departamentos que serán censados, fuente propia

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos (Adaptada a la unidad de análisis y tipo de estudio)

2.5.1. Métodos de recolección de datos

Según el estudio de Hernández et al., (2014) indican que para la recaudación de información se debe aplicar métodos para el proceso de investigación, en este caso de estudio se utilizara el censo y entrevista para recolectar datos.

- Censo

El censo fue dirigido a los jefes de las áreas; administrativa, bodega, despacho, maduración, Compras, ventas, larvas y raceway del laboratorio Aquatropical cantón Salinas, provincia de Santa Elena, se empleó preguntas cerradas para la valoración de la cadena de distribución de la empresa y poder conocer la problemática en la cual se encuentra actualmente. (Anexo A)

- Entrevista

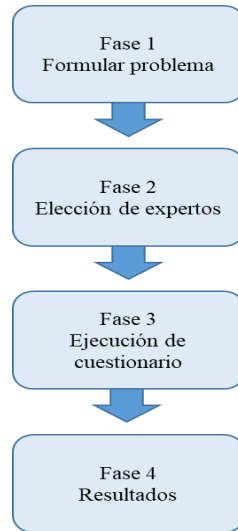
Fue dirigida al Gerente general de la empresa Aquatropical, las preguntas se realizaron de forma abierta, por el cual se requería saber cómo es la producción de larvas de camarón en la empresa y cuál es sus costos de transporte del laboratorio. (Anexo B)

2.5.2. Técnicas de recolección de datos

De acuerdo con la metodología del estudio se procedió aplicar la técnica del censo y entrevista, para poder recolectar datos importantes para el problema que se ha estudiado, datos los cuales se obtuvieron de forma directa por las personas que han evidenciado el fenómeno bajo el tema de análisis. También se realizó el diagnóstico

por medio del método Delphi, que se basa en una elección de un conjunto de expertos llegando a dar su opinión respecto al cuestionario a utilizarse, logrando a su vez obtener un criterio más fiable (López-Gómez, 2018). El método Delphi se basa en las siguientes fases;

Figura 29. Fases del método Delphi



Nota: Método Delphi con base (López-Gómez, 2018)

2.5.3. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos para la recolección de información son los recursos que el examinador utiliza para obtener datos sobre el problema (Hernández et al., 2014).

- Cuestionario: El diseño de preguntas para el presente trabajo se enfocó en preguntas cerradas con las características como: precisas, claras, breves entre otros, para así llevar a cabo el censo y para la entrevista al gerente se empleó preguntas abiertas, todo esto referente a la cadena de distribución del laboratorio Aquatropical, del cantón Salinas., también se realizó un procedimiento estadístico por el cual se utilizó el software SPSS V25.0, por otro lado se realizó valoración de la fiabilidad se estableció empleando el coeficiente de Alfa de Cronbach. (Anexo A y B).

Se utilizaron las siguientes herramientas tecnológicas:

- IBM SPSS Statistics 25

- Lingo 19,0
- Excel

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

- Variable Independiente: Modelo logístico con transbordo
- Variable Dependiente: Producción de larvas de camarón

2.6.1. Operacionalización de las variables

Tabla 13. Operacionalización de variables

Variable Independiente	Concepto	Categoría	Indicadores	Items	Técnicas e Instrumento
Modelo logístico con transbordo	Es una variación del modelo de transporte, que buscan trasladar unidades por medio de nodos fuentes, destinos y transitorios con el fin de satisfacer la demanda del cliente a un mínimo costo (Sierra et al., 2015).	Estrategia	Distribucción	¿Existe inconvenientes en la distribución de las larvas de camaron a los destinos finales?	Censo, Cuestionario
				¿Cree usted que estos inconvenientes causan costos adicionales en la distribución de las larvas de camarón?	
				¿Conoce usted que es un modelo de distribución?	
			Beneficio	¿Piensa usted que la empresa requiere la implementación de un modelo de distribución para las larvas de camarón?	
			Almacenamiento	¿Cuáles son los puntos de distribución donde se venden las larvas de camarón?	Entrevista Cuestionario
			Transporte	¿Qué tipo de vehículos utilizan para transportar las larvas de camarón y cuáles son sus características?	Entrevista, Cuestionario
				¿Cuál es el tipo de vehículo que utilizan para transportar las larvas de camarón?	Censo, Cuestionario
			Empaquetado	¿Cuáles son los materiales que utilizan para empaclar las larvas de camarón?	Entrevista, Cuestionario
			Capacidad	¿Cuál es la cantidad de vehiculos para la distribución de las larvas de camarón?	

Variable Dependiente	Concepto	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumento
Producción de larvas de camarón	La producción de larvas de camarón es una actividad primordial en la SC por el cual se distribuye productos a nivel nacional e internacional, con el fin de satisfacer la demanda de los clientes (Gonzabay et al., 2021).	Producción	Producto	¿Cuál es la capacidad de producción de larvas de camarón en la empresa?	Entrevista, Cuestionario
			Costos de transporte	¿Cuál es su costo de transporte para las larvas de camarón?	Entrevista, Cuestionario
			Precio	¿Cuál es el precio por millar de larvas de camarón?	Censo, Cuestionario
			Costos de transporte	¿Cuáles son sus costos por transportar las larvas de camarón desde el laboratorio a su punto de distribución?	
				¿Cuáles son sus costos por transportar las larvas de camarón desde el punto de distribución hacia los clientes?	
Ventas	¿Cuál es la cantidad de Millares que venden a cada cliente?				

Nota: Esta tabla indica la operacionalización de las variables, fuente propia.

2.7. Procedimiento para la recopilación de los datos

El procedimiento inicia en la realización del MARCO TEÓRICO, con la revisión de información recopilada de una forma clara y precisa, mediante la base de artículos científico relacionados con las variables de estudio, de la misma manera se desarrolló un MARCO METODOLÓGICO, manteniendo el enfoque y diseño de investigación por el cual se utilizó métodos, técnicas e instrumentos para la obtención de datos con el fin de mejorar el estudio y visualizar de forma clara la problemática. Por último, se desarrollará un MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN, por medio del modelo logístico con transbordo para la producción de larvas de camarón que tiene como fin de minimizar el costo de transbordo de distribución para dar solución a la problemática de la empresa Aquatropical del cantón Salinas, provincia de Santa Elena.

2.8. Plan de analices e interpretación de resultados

Para un conveniente análisis se considera la aplicación de dos softwares conocidos como: Lingo 19,0 y SPSS v25.0, por lo que el software LINGO fue escogida por ser programa para formular problemas lineales y no lineales, considerando a su vez como la herramienta que facilita la optimización de encontrar el máximo resultado: la utilidad más alta o el costo mínimo. De tal manera el software SPSS v25.0 fue selecto debido a que brinda un estudio estadístico avanzado en cada cláusula de la técnica para la obtención de datos del estudio.

Se elaboró el plan de análisis e interpretación de resultados (Tabla 14) para reducir las acciones que se tomaran dentro de los procesos de investigación, además encontrar si responden las determinaciones proyectadas dentro del trabajo, por el cual se planteó las siguientes posturas:

Tabla 14. Plan de análisis e interpretación de resultados

N°	Objetivo	Actividad	Métodos de apoyo	Resultados esperados
1	Objetivo 1: Revisar las bases teóricas, mediante la revisión sistemática y literaria, para el establecimiento de la relación entre la cadena de distribución y la producción de larvas de camarón.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar literatura científica. 2. Observar modelos de transbordo aplicados por los distintos autores. 	Revisión sistemática literaria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registro de cualidades de modelos, CD con transbordo, para la producción de larvas de camarón. 2. Aplicación de metodología en cada variable.
2	Objetivo 2: Establecer un marco metodológico, mediante técnicas e instrumentos para el diagnóstico de la situación actual de la cadena de distribución en el laboratorio de larvas de camarón.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metodología basada en los problemas de redes de distribución de la producción de larvas de camarón. 2. Entrevista para observar el estado de la cadena de distribución de la empresa. 3. Procedimiento para la recolección de datos a partir del censo. 	Fiabilidad de la información del censo. Modelo de transbordo basados en la investigación de operaciones.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fórmulas que se van a aplicar en el modelo. 2. Instrumentos de recolección de datos como el censo y la entrevista. 3. Características de las variables de diseño de red de distribución con transbordo.
3	Objetivo 3: Plantear un modelo de la cadena de distribución, a partir de la investigación de operaciones, para minimizar costos de transbordo en el laboratorio Aquatropical, cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer la técnica e instrumentos para la fiabilidad de del censo. 2. Software de la validez. 3. Análisis de fiabilidad 	Software estadístico SPSS25, brinda un análisis estadístico. Aplicación de método alfa de Cronbach. Software Lingo 19.0 para optimizar, examinar y resolver problemas lineales y no lineales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicación del modelado, con sus restricciones a cada uno de los nodos y una variable a cada arco, por lo consiguiente, se procede armar el modelo de programación lineal en el software lingo 19,0. 2. Rutas de transbordo por donde se va a trasladar la producción de larvas de camarón.

Nota: Interpretación de resultados de los objetivos, donde se cumplieron cada uno de los objetivos, fuente propia.

2.9. Recapitulación del capítulo II

La metodología de solución de problemas y la metodología de Investigación de Operaciones fue fundamental para llevar a cabo el marco metodológico de la investigación con el fin de lograr la solución a la problemática planteada.

Los problemas de distribución que presenta la SC se distinguen por nodos (origen, intermedio y destinos), por lo que pueden ser resuelto mediante la PL aplicando la metodología determinada conforme al tipo de dificultad de CD.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Identificación de los problemas en el caso de estudio

En este apartado se pretende mostrar los resultados de la información recopilada a partir de la técnica de recolección de datos como el censo y la entrevista que fue aplicada en el laboratorio Aquatropical del Cantón Salinas, por ende, se verifico datos importantes y notorios para poder comprobar la validez y fiabilidad de las herramientas utilizadas en la investigación.

Considerando la metodología de IO se realizó un proceso metodológico de las cuales su fase inicial fue identificar los problemas actuales de la investigación, en la segunda fase indica un diagnóstico con la relación de la cadena de distribución, consiguientemente se presentó un diseño de red para la CD basado en la programación lineal para el traslado de unidades entre la fabricas hacia los puntos de transbordo y respectivos puntos finales llamados destinos, por ultimo esta la aplicación de la red brindará los resultados para poder discutir.

3.1.1. Resultados de la entrevista

La entrevista fue dirigido a el Sr. Ing. Ronald Muñoz gerente general de Aquatropical S.A, con la finalidad de obtener datos relevantes con la producción y distribución de las larvas de camarón, las preguntas se realizaron de forma abierta.

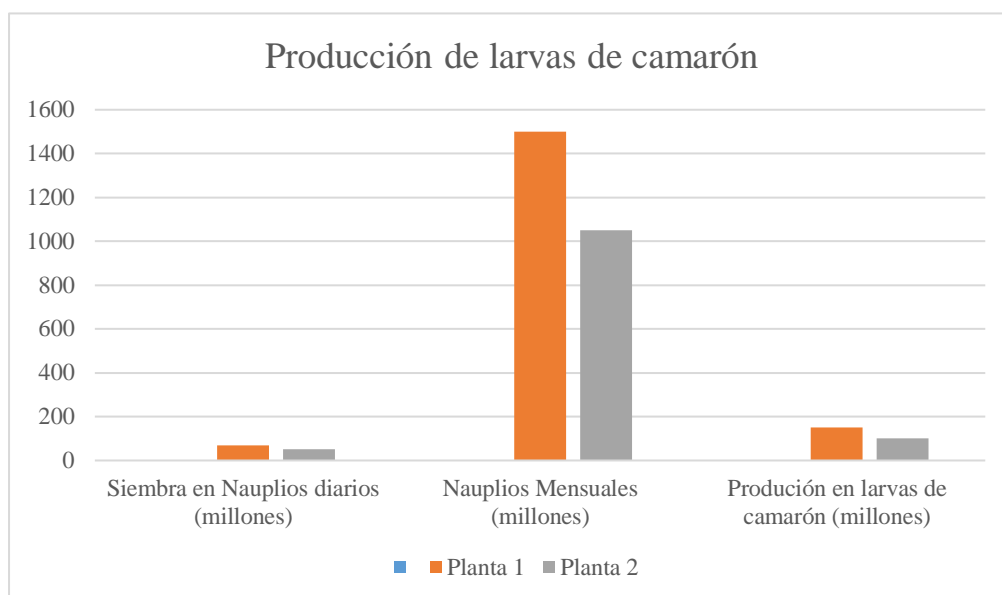
En la empresa Aquatropical, mediante la entrevista al gerente se recolecto datos como la capacidad de producción de larvas de camarón del laboratorio: la empresa cuenta con dos plantas productoras o también conocidas como fase 1 y fase 2, a continuación, se muestra la producción.

Tabla 15. Producción de larvas de camarón

Plantas	Siembra en Nauplios diarios (millones)	Nauplios Mensuales (millones)	Producción en larvas de camarón (millones)
Planta 1	70	1.500	150
Planta 2	50	1.050	100
Total de producción mensual			250 millones de larvas de camarón
Total de producción anual			3.000 millones de larvas de camarón

Nota. La tabla muestra la producción del laboratorio Aquatropical, fuente propia.

Figura 30. Producción de larvas de camarón



Nota. La tabla muestra la producción del laboratorio Aquatropical, fuente propia.

Por lo tanto 200 millones de larvas de camarón son para la venta a nivel nacional y los 50 millones de larvas restantes son para exportación, en el tema de exportación el laboratorio se encarga de contratar empresas exportadoras.

Tabla 16. Resultados de la técnica aplicada

Puntos de ventas nivel nacional	Puntos de ventas nivel exportación	Vehículos y características	Materiales de Empaque	Nº de vehículos	Costos de transporte
Machala, Guayaquil, Esmeraldas, Manabí, Chongón y Playas	Guatemala, Perú	Camiones cerrados con oxígeno, capacidad 100 cajas y 10 millones de larvas por camión	Fundas, Cartones, cinta de embalaje Ligas y Tinas	5 camiones propios	Fletes alrededor de 100 a 400 dólares

Nota. La tabla muestra los resultados de la entrevista al gerente del laboratorio Aquatropical, fuente propia.

La tabla 15 y 16 muestra los resultados de la entrevista al gerente de la empresa, donde se obtuvo información acerca de la producción, los puntos de ventas, vehículos con sus características, materiales para el empaque de las larvas de camarón, número de vehículos que posee la empresa y los costos de transporte.

3.1.2. Resultados del censo

3.1.2.1. Validez del instrumento

Para la validación de la técnica aplicada se llevó a cabo un cuestionario de preguntas para el censo dirigido a los jefes de cada área de la empresa Aquatropical del Cantón Salinas, provincia de Santa Elena, luego se determinó los problemas para el caso de estudio y así aclarar sus precedencias. Para validar el instrumento se tomó en cuenta el criterio de López-Gómez, (2018) aplicando el método Delphi que se basa en distintos pasos.

Pasos del método Delphi:

Paso 1

Se planteó un formulario en busca de información referente a la investigación, con lo que se planteó un instrumento para validar.

Paso 2

Para el comité de expertos se seleccionó un grupo de evaluadores tomando en cuenta criterios como el conocimiento, grado de instrucción, cargo que desempeña respecto al tema del caso de estudio, el cual el grupo de expertos para validar está relacionado con un doctor en investigación, tres magisters especializados en la asignatura, dos magisters con entendimiento del tema de investigación y dos conocedores en la asignatura; se efectúa con una referencia excelente de elección de expertos. (Anexo C)

Para comunicación con los distintos expertos se realizó de forma presencial y mensajes de texto, mediante los aparatos digitales como WhatsApp y Email.

Paso 3

Para la revisión del cuestionario se presentó mediante rondas para tener un grado de aceptación y así llegar a una ronda final con el comité de expertos cumpliendo la meta planificada.

Tabla 17. Revisión por expertos

<i>Revisión por expertos</i>		
<i>Validez</i>		
Expertos	Ronda I	Ronda II
1	x	
2		x
3		x
4	x	
5		x
6		x
7		x
8	x	
Total	3	5

Nota: Esta tabla muestra el número de expertos que fueron seleccionados y la respuesta de cada uno de ellos, fuente propia.

Se muestra los resultados de la frecuencia y el porcentaje el cual proporciono un análisis de la tabla antes mostrada, los resultados se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 18. Análisis de frecuencia de las rondas validadas por expertos

<i>Rondas</i>	<i>F</i>	<i>F Acumalado</i>	<i>F Relativa</i>	<i>%</i>
1	3	3	0,375	37,5%
2	5	8	0,625	62,5%
Total	8		1	100%

Nota: Análisis de expertos por el método Delphi, fuente propia.

3.1.2.2. Análisis de los resultados del censo

Pregunta 1. ¿Cuál es el tipo de vehículo que utilizan para transportar los productos?

El transporte de las larvas se puede realizar de diferentes formas propio, alquilado o prestado. En la tabla 19 se detalla el tipo de vehículo que utilizan para el transporte de las larvas de camarón, mediante el censo realizado, 6 personas detallaron que el tipo de vehículo es alquilado y las otras 2 se refirieron que los vehículos son propios, en este apartado la empresa utiliza sus vehículos propios para transportar los productos a lugares cercanos y para el traslado de reproductores desde la camaronera al laboratorio. En conclusión, esto hace relación al tipo de vehículo que utilizan para trasladar los productos en su mayoría se alquilado los vehículos.

Tabla 19. Modo de transporte de larvas de camarón

1. ¿Cuál es el tipo de vehículo que utilizan para transportar las larvas de camarón?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Propio	2	25,0	25,0	25,0
	Alquilado	6	75,0	75,0	100,0
Total		8	100,0	100,0	

Nota: Refleja el tipo de transporte que utiliza el laboratorio, fuente propia.

En la figura 31. Se detalla un gráfico circular de los diferentes tipos de vehículo, donde el área color rojo corresponde al tipo de vehículo alquilado con un porcentaje de 75% y la zona de color celeste corresponde al tipo de vehículo propio con un 25%. De tal modo la mayoría con respecto al tipo de vehículo que se utiliza para transportar los productos es alquilado.

Figura 31. Modo de transporte de larvas de camarón



Nota: Esta figura muestra el tipo de vehículo para trasladar las larvas de camarón, fuente propia.

Pregunta 2. ¿Cuál es el precio por millar de larvas de camarón?

En la tabla 20. Se muestra el rango del precio del millar de larvas de camarón el cual puede variar dependiendo los factores de la demanda del camarón. En tal sentido 6 jefes de las áreas detallaron que el precio del millar se encuentra entre los \$2,20 dólares a \$2,50 dólares y, por otro lado 2 indicaron que varían de \$2,50 a \$3,00 dólares el millar de larvas de camarón.

Tabla 20. Precio por millar de larvas de camarón

2. ¿Cuál es el precio por millar de larvas de camarón?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$2,20 - \$2,50	6	75,0	75,0	75,0
	\$2,50 - \$3,00	2	25,0	25,0	100,0
Total		8	100,0	100,0	

Nota: Refleja el precio por el millar de larvas de camarón, fuente propia.

En la figura 32. Se demuestra que el 75% del área de color celeste pertenece al rango de \$2,20 a \$2,50 dólares el millar de larvas de camarón y el 25% del área color rojo pertenece al rango de \$2,50 a \$3,00. Por último, la mayoría de jefes de áreas nos expresaron que el precio del millar de larvas esta entre los \$2,20 a \$2,50 dólares.

Figura 32. Precio por millar de larvas de camarón



Nota: Esta figura muestra el rango del precio de millar de larvas de camarón fuente propia.

Pregunta 3. ¿Cuáles son los costos por transportar las larvas de camarón desde el laboratorio a su punto de distribución?

En la tabla 21 se detalla que 5 de las personas censadas nos expresan que el laboratorio paga un valor de \$10 a \$30 dólares el costo de transporte y las 3 personas más nos indican que hay valores desde los \$ 30 a \$50 dólares de costo de transporte desde el laboratorio a su punto de distribución.

Tabla 21. Costos de transporte desde el laboratorio a su punto de distribución

3. ¿Cuáles son los costos por transportar las larvas de camarón desde el laboratorio a su punto de distribución?

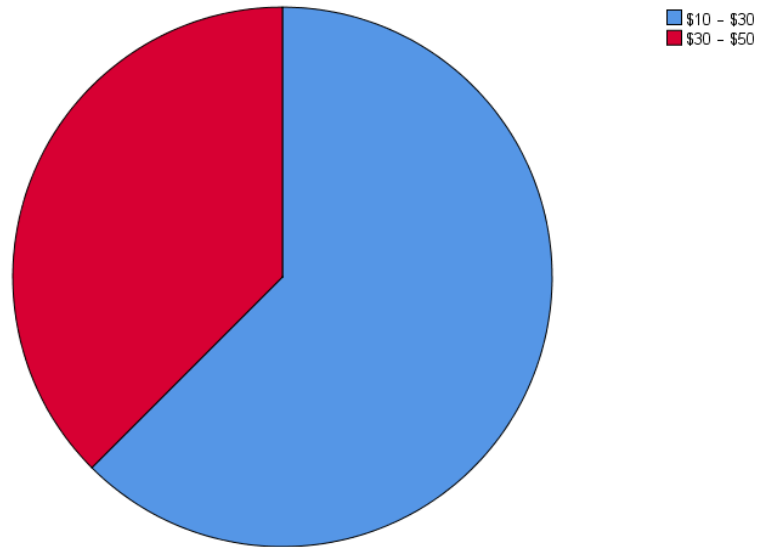
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$10 – \$30	5	62,5	62,5	62,5
	\$30 – \$50	3	37,5	37,5	100,0
	Total	8	100,0	100,0	

Nota: Refleja el costo de transporte desde el laboratorio hasta los centros de distribución, fuente propia.

En la figura 33 en el gráfico circular, el 62,5% del área de color celeste corresponde al rango de \$10 a \$30 dólares y el área de color rojo con un 37,5% corresponde al rango de \$30 a \$50 dólares, en conclusión, la mayoría de los costos de transporte desde el laboratorio a su punto de distribución esta entre el rango de \$10 a \$30 dólares.

Figura 33. Costos de transporte desde el laboratorio a su punto de distribución

3. ¿Cuáles son los costos por transportar las larvas de camarón desde el laboratorio a su punto de distribución?



Nota: Esta figura muestra los costos de transporte desde el laboratorio al punto de distribución.

Pregunta 4. ¿Cuáles son sus costos por transportar las larvas de camarón desde el punto de distribución hacia los clientes?

Los costos de transporte pueden variar dependiendo la cantidad que pida el cliente, por eso se seleccionó por medio de rangos, en la tabla 22 se detalla que los costos de transporte desde su punto de distribución hacia los clientes son de \$100 a \$200 dólares, seguido de \$201 a \$400 dólares.

Tabla 22. Costo de transporte desde el punto de distribución hacia los clientes

4. ¿Cuáles son sus costos por transportar las larvas de camarón desde el punto de distribución hacia los clientes?

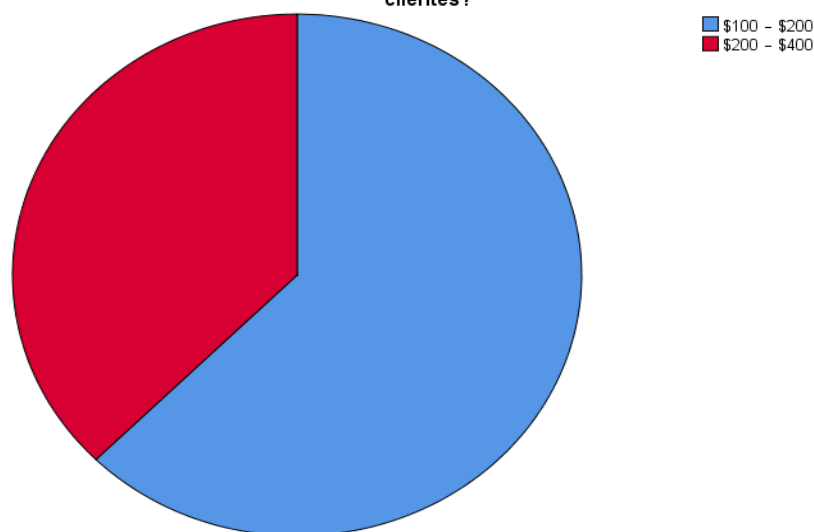
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$100 – \$200	5	62,5	62,5	62,5
	\$200 – \$400	3	37,5	37,5	100,0
	Total	8	100,0	100,0	

Nota: Esta tabla muestra los costos de transporte desde los puntos de distribución hacia los clientes, fuente propia.

En la figura 34 nos muestra que 62,5% del área de color celeste corresponde al rango de costos de transporte de \$100 a \$200 dólares y el 37,5% del área color rojo pertenece al rango de \$201 a \$400 dólares, en conclusión, la mayoría de costos de transporte desde el punto de distribución hacia los clientes pertenecen al rango de \$100 a \$200 dólares.

Figura 34. Costo de transporte desde el punto de distribución hacia los clientes

4. ¿Cuáles son sus costos por transportar las larvas de camarón desde el punto de distribución hacia los clientes?



Nota: Esta Figura muestra los costos de transporte desde los puntos de distribución hacia los clientes, fuente propia.

Pregunta 5. ¿Cuál es la cantidad de Millares que venden a cada cliente?

En la tabla 23 se muestra la producción en millares desde los puntos de distribución a los clientes, la demanda es de 20.001 a 30.000 millares de larvas, seguido por 30.001 a 40.000 millares de larvas y por último de 40.001 a 50.000 millares de larvas de camarón.

Tabla 23. Millares de venta a cada cliente

5. ¿Cuál es la cantidad de Millares que venden a cada cliente?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	20.000 – 30.000	1	12,5	12,5	12,5
	30.000 – 40.000	1	12,5	12,5	25,0
	40.000 – 50.000	6	75,0	75,0	100,0
	Total	8	100,0	100,0	

Nota: Refleja la cantidad de millares que solicita cada cliente, fuente propia.

En la figura 35. El área de color celeste representa al rango de 20.001 a 30.000 millares con un 12,5%, el área de color rojo representa a 30.001 a 40.000 millares con un 12,5%, el área de color verde presenta el rango de 40.001 a 50.000 millares con un 75%. Por último, el área de mayor rango de venta a los clientes es de 40.000 a 50.000 millares de larvas.

Figura 35. Millares de venta a cada cliente



Nota: Esta figura muestra la cantidad de millares que solicita cada cliente, fuente propia.

Pregunta 6. ¿Existen inconvenientes en la distribución de las larvas de camarón a los destinos finales?

En la tabla 24. De los jefes departamentales censados 6 expresaron que “Si” existen inconvenientes a la hora de distribuir las larvas de camarón y 2 indicaron que “tal vez” existen inconvenientes. En conclusión, la mayoría de los jefes de áreas expresaron que existen inconvenientes en la distribución de las larvas de camarón a los destinos finales.

Tabla 24. Inconvenientes en la distribución del producto hacia los destinos finales

6. ¿Existen inconvenientes en la distribución de las larvas de camarón a los destinos finales?		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	6	75,0	75,0	75,0
	Tal vez	2	25,0	25,0	100,0
	Total	8	100,0	100,0	

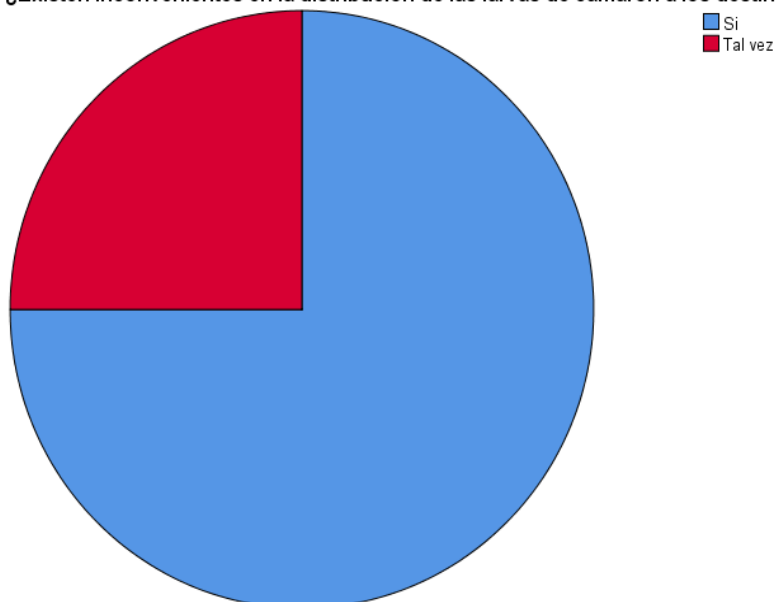
Nota: Esta tabla muestra los datos de las personas que señalaron que existen inconvenientes en la distribución, fuente propia.

En la figura 36. El 75% del área de color celeste representa a los jefes que manifestaron que, si existen inconvenientes, en el área color rojo representa a los jefes que indicaron que tal vez existen inconvenientes con un 25%. Por último, se determina que la

mayoría de jefes de áreas expresaron que si existen inconvenientes en la distribución de larvas de camarón a los destinos finales.

Figura 36. *Inconvenientes en la distribución del producto hacia los destinos finales*

6. ¿Existen inconvenientes en la distribución de las larvas de camarón a los destinos finales?



Nota: Esta figura muestra los datos de las personas que señalaron que existen inconvenientes en la distribución, fuente propia.

Pregunta 7. ¿Cree usted que estos inconvenientes causan costos adicionales en la distribución de las larvas de camarón?

La tabla 25 indica que 4 de las personas censadas señalaron que los inconvenientes “Si” causan costos adicionales en la distribución, por otro lado, una persona señaló que estos inconvenientes “No” causan costos adicionales en la distribución y 3 personas indicaron que “Talvez” si causan costos adicionales. Se concluye que la mayoría de personas censadas indicaron que estos “Si” causan costos adicionales en la distribución.

Tabla 25. Inconvenientes que causan costos adicionales en la distribución

7. ¿Cree usted que estos inconvenientes causan costos adicionales en la distribución de las larvas de camarón?

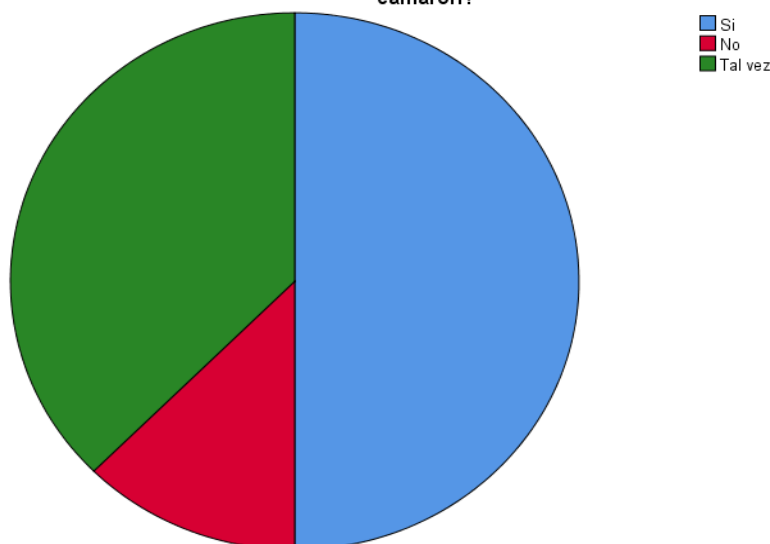
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	4	50,0	50,0	50,0
	No	1	12,5	12,5	62,5
	Tal vez	3	37,5	37,5	100,0
	Total	8	100,0	100,0	

Nota: Esta tabla detalla los datos de las personas que señalaron que los inconvenientes si causan costos adicionales en la distribución, fuente propia.

En la figura 37. El porcentaje de 50% del área de color celeste corresponde a las personas que señalaron que los inconvenientes Si causan costos adicionales, y en el área de color rojo con un 12,5% corresponde a la persona que indico que no causan costos adicionales y el color verde con un 37,5% pertenece a las personas que dijeron que talvez si causan costos adicionales los inconvenientes. En conclusión, la mayoría de personas expresaron que los inconvenientes si causan costos adicionales en la distribución de las larvas de camarón.

Figura 37. Inconvenientes que causan costos adicionales en la distribución

7. ¿Cree usted que estos inconvenientes causan costos adicionales en la distribución de las larvas de camarón?



Nota: Esta figura muestra los datos de las personas que señalaron que los inconvenientes si causan costos adicionales en la distribución, fuente propia.

Pregunta 8. ¿Conoce usted que es un modelo de distribución?

Cada jefe de área fue censado, y se realizó la pregunta si tenían conocimiento que era un modelo de distribución, la tabla 26 nos indica que 4 de las personas señalaron que “Si” conocen que es un modelo de distribución y las 2 personas más señalaron que “no” conocen que es un modelo de distribución y 2 personas indicaron que “Talvez” conocen que es un modelo de distribución. Por lo que la mayoría de los jefes de área expresaron que si conocen que es un modelo de distribución.

Tabla 26. Modelo de distribución

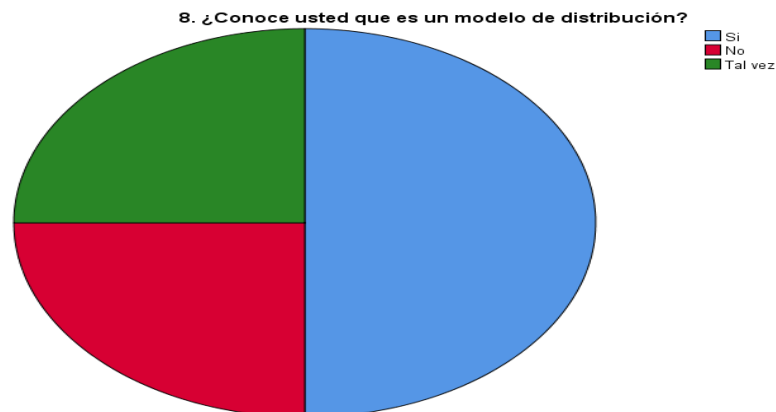
8. ¿Conoce usted que es un modelo de distribución?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	4	50,0	50,0	50,0
	No	2	25,0	25,0	75,0
	Tal vez	2	25,0	25,0	100,0
	Total	8	100,0	100,0	

Nota: La tabla refleja los datos de las personas que conocen que es un modelo de distribución, fuente propia.

En la figura 38. El 50% del área color celeste pertenece a los jefes que señalaron que, si conocen que es un modelo de distribución, el área de color rojo con un porcentaje de 25% pertenece a los jefes que indicaron que no conocen que es un modelo de distribución y en el área verde con 25% son los jefes que indicaron que tal vez conocen que es un modelo de distribución. En conclusión, la mayoría de jefes tienen conocimiento de que es un modelo de distribución.

Figura 38. Modelo de distribución



Nota: La figura muestra los datos de las personas que conocen que es un modelo de distribución, fuente propia.

Pregunta 9. ¿Piensa usted que la empresa requiere la implementación de un modelo de distribución para producción de larvas de camarón?

En la tabla 27. Se muestra que 6 de jefes de departamentos expresaron que la empresa “Si” requiere la implementación de un modelo de distribución y 2 jefes señalaron que “Tal vez” la empresa requiera un modelo de distribución. Se concluye que la mayoría de jefes de áreas indicaron que la empresa requiere la aplicación de un modelo de distribución para los productos.

Tabla 27. Implementación de un modelo de distribución

9. ¿Piensa usted que la empresa requiere la implementación de un modelo de distribución para producción de larvas de camarón?

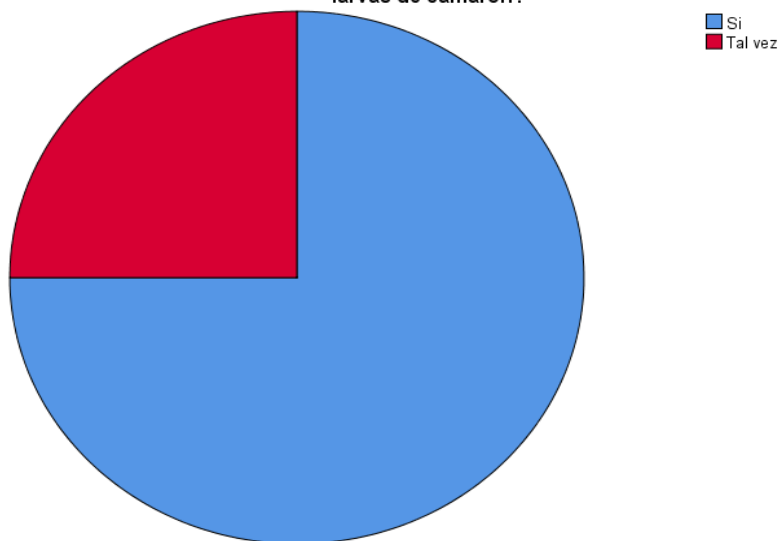
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	6	75,0	75,0	75,0
	Tal vez	2	25,0	25,0	100,0
	Total	8	100,0	100,0	

Nota: Refleja los datos que la empresa si requiere un modelo de distribución, fuente propia.

En la figura 39. El área de color celeste con un porcentaje de 75% representa a los jefes que señalaron que Si a la implementación de un modelo de distribución y el área de color rojo con 25% representa a los jefes que indicaron que talvez la empresa necesita un modelo de distribución. Se finaliza que la mayoría de jefes de departamentos señalaron que la empresa si requiere la implementación de un modelo de distribución para las larvas de camarón.

Figura 39. Implementación de un modelo de distribución

9. ¿Piensa usted que la empresa requiere la implementación de un modelo de distribución para producción de larvas de camarón?



Nota: Esta figura muestra los datos que la empresa si requiere un modelo de distribución, fuente propia.

3.1.2.3. Fiabilidad del instrumento

Cuestionarios

La técnica para recolectar datos se basó en un cuestionario de 9 preguntas con respuestas cerradas y rápidas, dirigidas a los jefes de departamentos del laboratorio Aquatropical, Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena, tomando en cuenta la opinión de cada persona para llevar a cabo la tabulación, con el fin de obtener un diagnóstico del problema actual de la cadena de distribución.

Escala de Fiabilidad o validez del censo

Para la validez del censo se realizó un cuestionario mediante la revisión de expertos en la materia, basado en el método Delphi.

Para la fiabilidad se usó el software SPSS 25, el cual se insertó los datos recolectados del censo que realizo a los jefes de departamentos del laboratorio Aquatropical del cantón salinas, demostrando la fiabilidad por medio de Alfa de Cronbach.

El método de Alfa de Cronbach es un instrumento que se utiliza para verificar la fiabilidad de los datos de los datos recolectados (Betancourt & Caviedes, 2018).

Según (Hernández et al., 2014) Para evaluar el alfa de Cronbach se utiliza los siguientes criterios de fiabilidad.

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

Resultados aplicando el programa IBM SPSS 25:

En la siguiente tabla se presenta el total del censo que se realizó a los jefes de departamentos del laboratorio Aquatropical, cantón Salinas, donde se observó que los casos validos están expresados en un 100%, de tal modo que ningún caso fue excluido.

Tabla 28. Procedimiento de casos

		N	%
Casos	Válido	8	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	8	100,0

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

Nota: Esta tabla muestra el resumen de casos, obtenido en el SPSS 25, fuente propia.

En la tabla 29 se presenta el valor que se obtuvo de fiabilidad del censo, con un total de 0,924 de fiabilidad, que según la escala considera que es excelente.

Tabla 29. Fiabilidad

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,924	9

Nota: Esta tabla muestra la fiabilidad del proyecto, obtenido del SPSS 25, fuente propia.

El rango de fiabilidad de nuestro censo se efectúa que es excelente obteniendo una fiabilidad de 0,924, generando confianza de los datos del censo por medio del análisis estadístico.

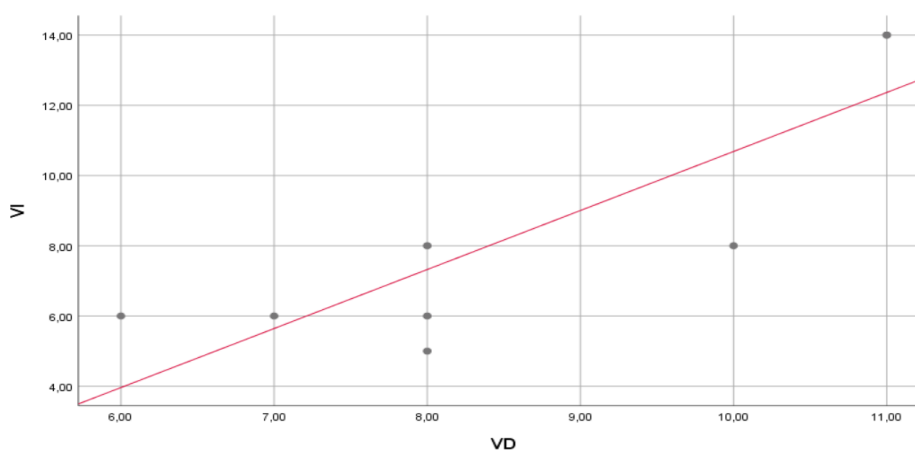
3.1.3. Comprobación de Hipótesis

Para el análisis de verificación de la hipótesis, se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson, que se trata de una prueba que mide la relación entre las variables del estudio (Roy-García et al., 2019). A continuación, se presentan los puntos para su verificación.

3.1.4. Gráfica de dispersión

En la siguiente figura se detalla la dispersión entre la relación de las variables dependiente e independiente como son el modelo logístico con transbordo y la producción de larvas de camarón, indicando una correlación de Pearson positiva con un nivel ascendente como se interpreta en los puntos de dispersión, como se puede notar en el principio se reúnen la mayoría de puntos que indican una menor rotación, en cambio los que se encuentran separados poseen una mayor fluidez conforme con la línea de tendencia.

Figura 40. Dispersión de las variables



Nota: Esta figura detalla la dispersión entre la correlación de las variables dependientes e independientes, obtenido en SPSS 25, fuente propia.

3.1.5. Hipótesis

Hipótesis nula $H_0: r = 0$

El desarrollo de un modelo logístico de distribución para la producción de larvas de camarón no contribuye a la minimización de los costos de transbordo en el laboratorio Aquatropical del Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.

Hipótesis alterna Ha: $r \neq 0$

El desarrollo de un modelo logístico de distribución para la producción de larvas de camarón contribuye a la minimización de los costos de transbordo en el laboratorio Aquatropical del Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.

3.1.6. Nivel de significancia

Para este modelo se utilizará el nivel de confianza del 99%, por lo tanto, por medio del coeficiente se muestra un nivel significativo, dando como resultado una correlación de Pearson de “1” (Bilateral).

3.1.7. Estadística de prueba

En la prueba correlacional de Pearson se utilizó 8 muestras, por lo tanto, se cuantifico la relación que hay entre las variables de modelo logístico con transbordo y la producción de larvas de camarón, se obtuvo un grado de correlación de 0,857, conforme a los datos presentados para este trabajo y el modelo a emplear. Como se muestra en la tabla 30, se obtuvo una significancia de 0,007, que es menor a 0,05, por lo tanto, se estima como rechazo a la hipótesis nula ($H_0: r = 0$), en cambio se aprueba la hipótesis alternativa ($H_a: r \neq 0$), bajo contexto se refiere que hay relación entre las dos variables.

Tabla 30. Correlación de Pearson

		VD	VI
VD	Correlación de Pearson	1	,857**
	Sig. (bilateral)		,007
	N	8	8
VI	Correlación de Pearson	,857**	1
	Sig. (bilateral)	,007	
	N	8	8

Nota: Esta tabla detalla los datos por el método de correlación de Pearson mediante el IBM SPSS25, fuente propia.

De acuerdo con la correlación planteada en la tabla anterior se presenta un valor de 0,857, de acuerdo con los límites que establecen en la tabla 31, se analizan los valores. Con respecto a los valores, se tiene un criterio de correlación alta como se da a notar

que se encuentra en el rango de 0,70 a 0,90, dando un resultado de correlación significativa entre las variables dependientes e independientes.

Tabla 31. Escala de Correlación de Pearson

Estimación	Nivel de correlación
r= 1,00	Correlación positiva
0,90 a 1,00	Correlación muy alta
0,70 a 0,90	Correlación alta
0,40 a 0,70	Correlación moderada
0,20 a 0,40	Correlación muy deficiente
0,10 a 0,20	Correlación deficiente
r= 0,00	Correlación inválida
r= -1,00	Correlación negativa

Nota: Escala de correlación de Pearson por (Roy-García et al., 2019)

3.2. Diagnóstico del sistema de distribución del laboratorio.

Respecto al censo realizado se puede valorar que el tipo de vehículo que utilizan para transportar las larvas de camarón en su mayoría son alquilados, los vehículos propios los utilizan para trasladar la producción a los distintos almacenes, el costo del millar de larvas se encuentra en los rangos de \$2,20 a \$3,00 dólares, los costos de transporte para las larvas de camarón desde el laboratorio a su punto de distribución poseen un rango de \$10 a \$50 dólares, los costos de transporte para las larvas de camarón desde el punto de distribución hacia los clientes se encuentra en un rango de \$100 a \$400 dólares, el rango de cantidad de millares que venden a cada cliente es de 10.000 a 50.000 millares de larvas de camarón, la mayoría de jefes consideran que si existen inconvenientes en la distribución de las larvas de camarón, por otro lado los jefes señalaron que los inconvenientes si causan costos adicionales en la distribución, por lo consiguiente los líderes departamentales si tienen conocimiento que es un modelo de distribución y la mayoría expuso que la empresa si requiere la implementación de un modelo de distribución para la producción de larvas de camarón.

Expuestos los resultados la producción de larvas de camarón se ve afectada por inconvenientes en la cadena de distribución, el cual incrementa los costos de transporte, para dar solución a la problemática que se evidencia en el laboratorio Aquatropical, es primordial implementar un modelo de distribución con el fin de minimizar los costos de transbordo, por esta problemática se pretenden hacer un modelo para el laboratorio que se dedica a la producción de larvas de camarón.

Lista de problemas detectados:

- Retrasos en la entrega
- Exceso de capacidad a trasladar
- Explotación de almacenes
- Alza de precio de combustible y precio de fletes
- Transporte y entregas en mal estado
- Tarifas de transporte (Peajes)
- Rutas largas y en mal estado
- Poca disponibilidad de vehículos para el transporte

Solución de problemas detectados:

Retrasos en la entrega; la solución a partir del modelado de distribución permite conocer las cantidades adecuadas a transportar, así optimizando el tiempo de entrega de los productos, debido a que se conoce las cantidades necesarias a trasladar reduciría los retrasos en el envío del producto.

Exceso de capacidad a trasladar; a partir del modelo de distribución solucionar el problema con el exceso de unidades, el cual indica el número de cantidades de larvas de camarón a trasladar a cada destino, para poder evitar el excedente de cantidades.

Explotación de almacenes; la solución en base al modelo de distribución una vez teniendo las cantidades adecuadas para el envío a cada almacén se minimizará los problemas con la explotación, debido a que cada planta enviará las unidades correctas a cada almacén.

Alza de precio de fletes; el modelo de distribución da a conocer las cantidades adecuadas a transportar, de tal manera permite conocer cuántos camiones se necesita para el traslado así minimizar los costos por fletes de camiones y no contratar vehículos por una cantidad mínima.

Transporte y entregas en mal estado; con la instrucción sobre la distribución se pretende dar a conocer el control que se debe llevar con el transporte, que este en buen estado y documentos en reglas, así mismo presentar información sobre las formas de empaquetado para la entrega eficaz de los productos.

Tarifas de transporte; la solución en base a la capacitación sobre la cadena de distribución para dar a conocer donde están ubicados los peajes y elegir una ruta que beneficie a la empresa.

Rutas largas y cortas; a partir de la instrucción sobre la cadena de distribución se pretende dar a conocer las rutas largas y cortas que beneficien a la empresa.

Poca disponibilidad de vehículos; la solución es adquirir 4 vehículos, mediante el ahorro de los costos, para facilitar la entrega de los productos y así evitar los fletes de vehículos el cual general incremento en los costos de transporte.

Posteriormente se presenta un modelado de propuesta para mejorar la distribución de larvas de camarón y optimizar la red.

3.3. Propuesta de mejora al proceso de distribución de la producción de larvas de camarón en el laboratorio.

En la siguiente tabla se detalla la producción de larvas de camarón que se envía a cada punto de distribución, los costos de transporte, los datos fueron obtenidos mediante la entrevista y censo. los costos de distribución que se muestran dependen de la distancia de transporte, Ing. Ronald Muñoz menciona que los costos varían debido a que el laboratorio alquila los vehículos para transportar el producto y cuando es una entrega cerca se utiliza los vehículos propios, el costo de transporte también varía según la cantidad a trasladar.

Tabla 32. Producción y costos de transporte

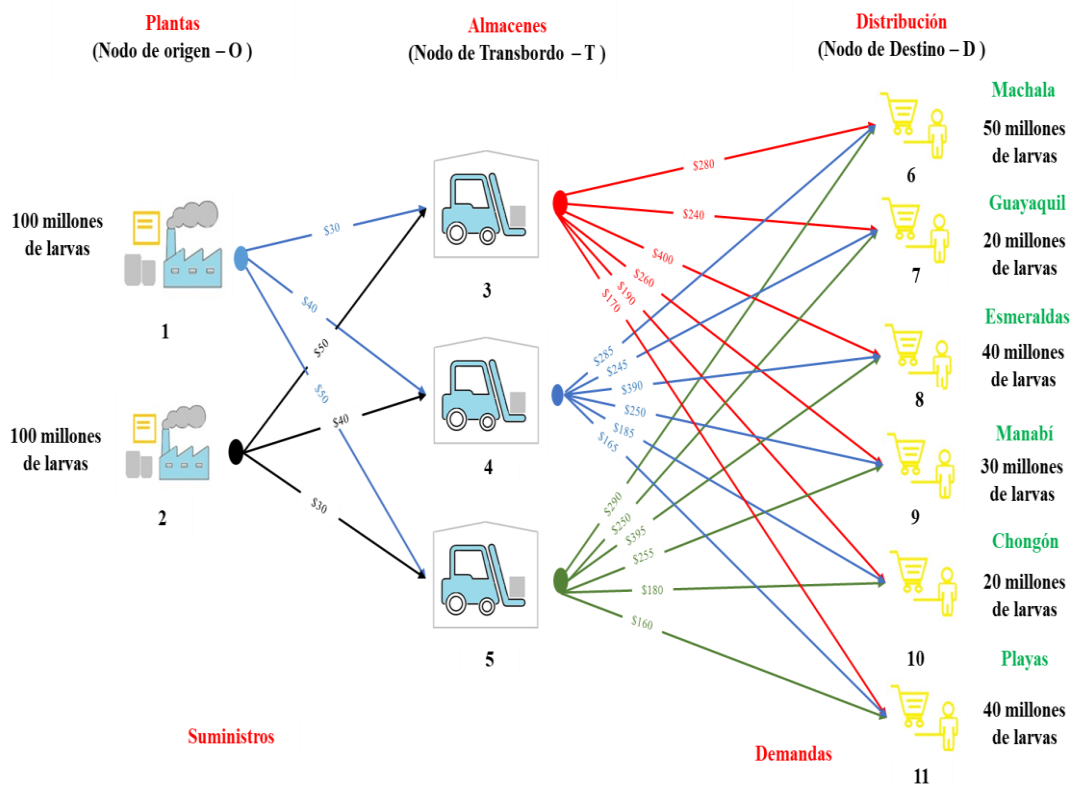
Distribución	Producción de larvas de camarón (mensual)	Costos por fletes (\$)
Machala	50 millones	\$280
Guayaquil	20 millones	\$240
Esmeraldas	40 millones	\$400
Manabí	30 millones	\$260
Chongón	20 millones	\$190
Playas	40 millones	\$170
Total	200 millones	
Capacidad de cada camión	10 millones	

Nota: Producción y costos por fletes en la distribución de larvas de camarón, fuente propia.

El laboratorio Aquatropical, del cantón Salinas provincia de Santa Elena, cuenta con dos entidades productivas denominadas nodos de origen: O1, O2. Los almacenes

temporales se encuentran ubicados en los nodos de transbordo: T1, T2 y T3, de las cuales las direcciones están representadas por los costos de transporte (i, j). Desde los almacenes de transbordo, el laboratorio distribuye a los puntos de distribución denominados nodos de destino: D1, D2, D3, D4, y D5. A partir de los nodos de almacén o también llamados transbordo hacia los destinos finales se consideran los valores de traslado: (j, k). La siguiente figura 41 detalla que los nodos 1, 2 son representados por los nodos de origen, de tal forma los puntos 3,4 y 5 simbolizan a los nodos de transbordo y los puntos 6,7,8,9,10 y 11 son los nodos de destinos finales, visualice que el suministro de origen y la demanda se encuentra a un costado de la figura.

Figura 41. Esquemas de red de distribución con transbordo



Nota: Modelo de transbordo con sus distintos costos asociados, fuente propia.

En la tabla 33 se detalla los costos unitarios de transporte desde las distintas plantas hasta cada almacén provisional, los nodos de transbordo son los almacenes que se encargan de distribuir los productos a cada cliente.

Tabla 33. Costos de transporte desde los nodos de O-T

Plantas (Nodos de origen)	Almacenes temporales (Nodos de transbordo)		
	Valores estimados en dólares		
	Almacen T1 (3)	Almacen T2 (4)	Almacen T3 (5)
O1	\$30	\$40	\$50
O2	\$50	\$40	\$30

Nota: Esta tabla muestra los costos de transporte de O-T, fuente propia.

En la tabla 34. Se detalla los costos unitarios de transportación desde los almacenes temporales hacia los clientes, en otras palabras, desde los puntos de distribución hasta los clientes finales.

Tabla 34. Costos de transporte desde los nodos de T-D

Almacenes temporales (Nodos de transbordo)	Distribución (Nodos de destinos)					
	Valores estimados en dólares					
	D1 (Machala)	D2 (Guayaquil)	D3 (Esmeraldas)	D4 (Manabí)	D5 (Chongón)	D6 (Playas)
T1 (3)	\$280	\$240	\$400	\$260	\$190	\$170
T2 (4)	\$285	\$245	\$390	\$250	\$185	\$165
T3 (5)	\$290	\$250	\$395	\$255	\$180	\$160

Nota: Esta tabla muestra los costos de transporte de T-D, fuente propia.

El modelo contiene nodos de origen (plantas) que se conoce como O1 el cual tiene una producción de 100 millones de larvas y O2 de 100 millones de larvas, además los nodos de destinos (Clientes) se detallan como D1 que requiere 50 millones de larvas, D2 requiere 20 millones de larvas, D3 requiere 40 millones de larvas, D4 requiere 30 millones, D5 requiere una cantidad de 20 millones y por ultimo D6 requiere 40 millones de larvas de camarón.

3.3.1. Modelo matemático para la cadena de distribución con transbordo en la producción de larvas de camarón del laboratorio Aquatropical.

Representación del problema

Para elaborar el modelado se debe basar en las formulaciones a partir de la revisión bibliografía que se representa por medio de nodos de origen, nodos de transbordo y nodos destinos; en el siguiente apartado se detalla cómo está interpretada cada ecuación.

Variables de decisión:

En el problema de programación lineal con transbordo, se solicita una sola restricción con respecto a cada uno de los nodos y una sola variable por cada uno de los arcos.

$$\text{Min } \sum C_{ij} X_{ij} \quad (\text{Todos los arcos})$$

Sujeto a:

$$\sum X_{ij} - \sum X_{ij} \leq S_i \quad (\text{Nodos de origen } i)$$

Arcos de salida Arcos de ingreso

$$\sum X_{ij} - \sum X_{ij} = 0 \quad (\text{Nodos de transbordo})$$

Arcos de salida Arcos de ingreso

$$\sum X_{ij} - \sum X_{ij} = d_j \quad (\text{Nodos de demanda})$$

Arcos de salida Arcos de ingreso

$$X_{ij} \geq 0 \quad \text{Para todas las } i \text{ y } j$$

Donde:

X_{ij} : Cantidad unidades trasladadas con respecto a los nodos de i hasta j

C_{ij} : Costos unitarios de unidades trasladadas desde los nodos i hasta j

S_i : Suministro u oferta respecto al nodo de origen i

d_j : Demanda respecto al nodo de destino j

Restricciones:

Restricciones de oferta

$$X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} \leq 100$$

$$X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} \leq 100$$

Restricciones de nodos de balanceo para nodos solamente transitorios

$$X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} + X_{3,10} + X_{3,11} = X_{1,3} + X_{2,3}$$

$$X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} + X_{3,10} + X_{3,11} - X_{1,3} - X_{2,3} = 0$$

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

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

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

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

Restricciones de demanda

$$X_{3,6} + X_{4,6} + X_{5,6} = 50$$

$$X_{3,7} + X_{4,7} + X_{5,7} = 20$$

$$X_{3,8} + X_{4,8} + X_{5,8} = 40$$

$$X_{3,9} + X_{4,9} + X_{5,9} = 30$$

$$X_{3,10} + X_{4,10} + X_{5,10} = 20$$

$$X_{3,11} + X_{4,11} + X_{5,11} = 40$$

Función Objetivo

$$\begin{aligned} Z_{MIN} = & X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + X_{3,6} + X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} + X_{3,10} \\ & + X_{3,11} + X_{4,6} + X_{4,7} + X_{4,8} + X_{4,9} + X_{4,10} + X_{4,11} + X_{5,6} + X_{5,7} \\ & + X_{5,8} + X_{5,9} + X_{5,10} + X_{5,11} \end{aligned}$$

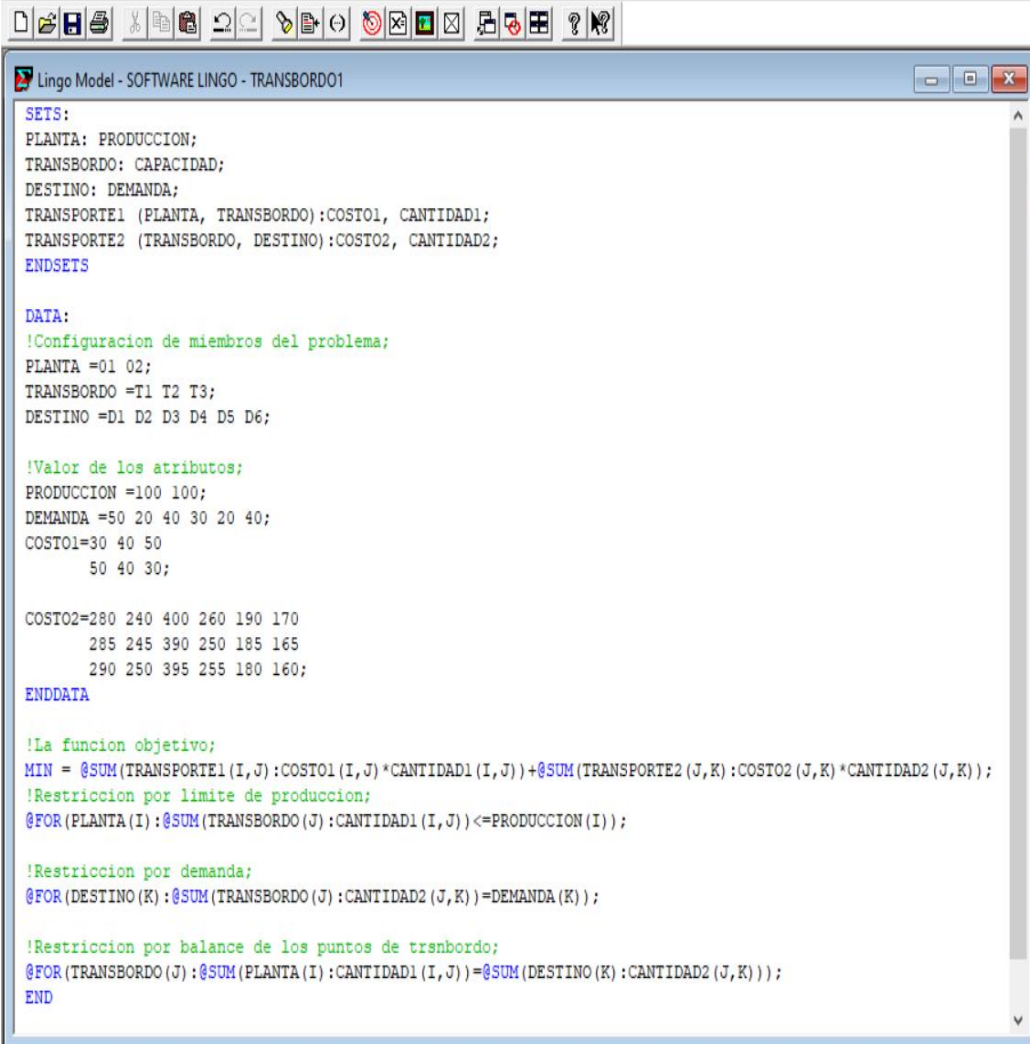
Función objetivo incluyendo los costos de los nodos de O-T-D

$$\begin{aligned} Z_{MIN} = & C_{1,3} * X_{1,3} + C_{1,4} * X_{1,4} + C_{1,5} * X_{1,5} + C_{2,3} * X_{2,3} + C_{2,4} * X_{2,4} + C_{2,5} * X_{2,5} \\ & + C_{3,6} * X_{3,6} + C_{3,7} * X_{3,7} + C_{3,8} * X_{3,8} + C_{3,9} * X_{3,9} + C_{3,10} * X_{3,10} \\ & + C_{3,11} * X_{3,11} + C_{4,6} * X_{4,6} + C_{4,7} * X_{4,7} + C_{4,8} * X_{4,8} + C_{4,9} * X_{4,9} \\ & + C_{4,10} * X_{4,10} + C_{4,11} * X_{4,11} + C_{5,6} * X_{5,6} + C_{5,7} * X_{5,7} + C_{5,8} * X_{5,8} \\ & + C_{5,9} * X_{5,9} + C_{5,10} * X_{5,10} + C_{5,11} * X_{5,11} \end{aligned}$$

Solución con la aplicación del software

Una vez formulado el modelo matemático con sus correspondientes restricciones, se empieza a elaborar el modelo de programación lineal con los respectivos datos de las ofertas, costos de transporte y demanda dentro del software lingo 19.0, como se muestra en la figura 42.

Figura 42. Programación del problema de transbordo en Lingo 19.0



```
SETS:
PLANTA: PRODUCCION;
TRANSBORDO: CAPACIDAD;
DESTINO: DEMANDA;
TRANSPORTE1 (PLANTA, TRANSBORDO):COSTO1, CANTIDAD1;
TRANSPORTE2 (TRANSBORDO, DESTINO):COSTO2, CANTIDAD2;
ENDSETS

DATA:
!Configuracion de miembros del problema;
PLANTA =01 02;
TRANSBORDO =T1 T2 T3;
DESTINO =D1 D2 D3 D4 D5 D6;

!Valor de los atributos;
PRODUCCION =100 100;
DEMANDA =50 20 40 30 20 40;
COSTO1=30 40 50
      50 40 30;

COSTO2=280 240 400 260 190 170
      285 245 390 250 185 165
      290 250 395 255 180 160;
ENDDATA

!La funcion objetivo;
MIN = @SUM(TRANSPORTE1(I, J) :COSTO1(I, J) *CANTIDAD1(I, J) )+@SUM(TRANSPORTE2 (J, K) :COSTO2 (J, K) *CANTIDAD2 (J, K) );
!Restriccion por limite de produccion;
@FOR (PLANTA (I) :@SUM(TRANSBORDO (J) :CANTIDAD1 (I, J) )<=PRODUCCION (I) );

!Restriccion por demanda;
@FOR (DESTINO (K) :@SUM(TRANSBORDO (J) :CANTIDAD2 (J, K) )=DEMANDA (K) );

!Restriccion por balance de los puntos de trnsbordo;
@FOR (TRANSBORDO (J) :@SUM(PLANTA (I) :CANTIDAD1 (I, J) )=@SUM(DESTINO (K) :CANTIDAD2 (J, K) ));
END
```

Nota: Esta figura muestra los datos del modelado dentro del software lingo 19,0 fuente propia.

Por lo consiguiente, en la tabla 35 se muestra los resultados obtenidos por medio del software de programación lineal 19,0.

Tabla 35. Solución mediante del software lingo 19,0 en el problema de transbordo

RESULTADOS DEL PROGRAMA

INDICACIONES

```
Lingo 19.0 - [SOFTWARE LINGO - TRANSBORDO1]
File Edit Solver Window Help
LINGO/WIN32 19.0.55 (5 May 2022 ), LINDO API 13.0.4099.342

Licensee info: Eval Use Only
License expires: 13 JUN 2023

Global optimal solution found.
Objective value:                58400.00
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        12
Elapsed runtime seconds:        0.06

Model Class:                    LP

Total variables:                27
Nonlinear variables:            0
Integer variables:              0

Total constraints:              12
Nonlinear constraints:          0

Total nonzeros:                72
Nonlinear nonzeros:            0
```

En la primera parte se detalla la solución de la función objetivo, con un valor de \$58.400,00: así mismo se muestra el número de iteraciones que es de 12.

```
Lingo 19.0 - [SOFTWARE LINGO - TRANSBORDO1]
File Edit Solver Window Help
Global optimal solution found.
Objective value:                58400.00
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        12
Elapsed runtime seconds:        0.06

Model Class:                    LP

Total variables:                27
Nonlinear variables:            0
Integer variables:              0

Total constraints:              12
Nonlinear constraints:          0

Total nonzeros:                72
Nonlinear nonzeros:            0
```

En este apartado 2 se detalla la clase del modelo de programación lineal, que se clasifica:

27 variables

12 constantes

```
Total constraints:    12
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros:      72
Nonlinear nonzeros:  0
```

Variable	Value	Reduced Cost
PRODUCCION (01)	100.0000	0.000000
PRODUCCION (02)	100.0000	0.000000
CAPACIDAD (T1)	0.000000	0.000000
CAPACIDAD (T2)	0.000000	0.000000
CAPACIDAD (T3)	0.000000	0.000000
DEMANDA (D1)	50.00000	0.000000
DEMANDA (D2)	20.00000	0.000000
DEMANDA (D3)	40.00000	0.000000
DEMANDA (D4)	30.00000	0.000000
DEMANDA (D5)	20.00000	0.000000
DEMANDA (D6)	40.00000	0.000000

En esta tercera parte se muestra la producción de cada planta mensual

CAPACIDAD(T1)	0.000000	0.000000
CAPACIDAD(T2)	0.000000	0.000000
CAPACIDAD(T3)	0.000000	0.000000
DEMANDA(D1)	50.000000	0.000000
DEMANDA(D2)	20.000000	0.000000
DEMANDA(D3)	40.000000	0.000000
DEMANDA(D4)	30.000000	0.000000
DEMANDA(D5)	20.000000	0.000000
DEMANDA(D6)	40.000000	0.000000
COSTO1(01, T1)	30.000000	0.000000
COSTO1(01, T2)	40.000000	0.000000
COSTO1(01, T3)	50.000000	0.000000
COSTO1(02, T1)	50.000000	0.000000
COSTO1(02, T2)	40.000000	0.000000
COSTO1(02, T3)	30.000000	0.000000

En la cuarta llave se detalla, la capacidad de los almacenes o también (Nodo de Transbordo), en la columna Valué.

Variable	Value	Reduced Cost
PRODUCCION(01)	100.0000	0.000000
PRODUCCION(02)	100.0000	0.000000
CAPACIDAD(T1)	0.000000	0.000000
CAPACIDAD(T2)	0.000000	0.000000
CAPACIDAD(T3)	0.000000	0.000000
DEMANDA(D1)	50.000000	0.000000
DEMANDA(D2)	20.000000	0.000000
DEMANDA(D3)	40.000000	0.000000
DEMANDA(D4)	30.000000	0.000000
DEMANDA(D5)	20.000000	0.000000
DEMANDA(D6)	40.000000	0.000000
COSTO1(01, T1)	30.000000	0.000000
COSTO1(01, T2)	40.000000	0.000000
COSTO1(01, T3)	50.000000	0.000000
COSTO1(02, T1)	50.000000	0.000000
COSTO1(02, T2)	40.000000	0.000000
COSTO1(02, T3)	30.000000	0.000000
CANTIDAD1(01, T1)	100.0000	0.000000
CANTIDAD1(01, T2)	0.000000	0.000000
CANTIDAD1(01, T3)	0.000000	15.000000
CANTIDAD1(02, T1)	0.000000	25.000000
CANTIDAD1(02, T2)	0.000000	5.000000
CANTIDAD1(02, T3)	100.0000	0.000000

En la quinta llave se interpreta, la demanda de cada uno de los destinos finales, mostrado en la parte de Valué.

COSTO1(01, T1)	30.000000	0.000000
COSTO1(01, T2)	40.000000	0.000000
COSTO1(01, T3)	50.000000	0.000000
COSTO1(02, T1)	50.000000	0.000000
COSTO1(02, T2)	40.000000	0.000000
COSTO1(02, T3)	30.000000	0.000000
CANTIDAD1(01, T1)	100.0000	0.000000
CANTIDAD1(01, T2)	0.000000	0.000000
CANTIDAD1(01, T3)	0.000000	15.000000
CANTIDAD1(02, T1)	0.000000	25.000000
CANTIDAD1(02, T2)	0.000000	5.000000
CANTIDAD1(02, T3)	100.0000	0.000000
COSTO2(T1, D1)	280.0000	0.000000
COSTO2(T1, D2)	240.0000	0.000000
COSTO2(T1, D3)	400.0000	0.000000
COSTO2(T1, D4)	260.0000	0.000000
COSTO2(T1, D5)	190.0000	0.000000
COSTO2(T1, D6)	170.0000	0.000000
COSTO2(T2, D1)	285.0000	0.000000
COSTO2(T2, D2)	245.0000	0.000000
COSTO2(T2, D3)	390.0000	0.000000
COSTO2(T2, D4)	250.0000	0.000000
COSTO2(T2, D5)	185.0000	0.000000
COSTO2(T2, D6)	165.0000	0.000000
COSTO2(T3, D1)	290.0000	0.000000
COSTO2(T3, D2)	250.0000	0.000000
COSTO2(T3, D3)	395.0000	0.000000
COSTO2(T3, D4)	255.0000	0.000000
COSTO2(T3, D5)	180.0000	0.000000
COSTO2(T3, D6)	160.0000	0.000000

En la sexta parte se muestra, los costos de transporte desde las plantas llamadas (Nodos de Origen – O), hacia los almacenes denominados (Nodos de transbordo – T). con respecto a la columna de valué se observa los valores de los costos a reducir.

COSTO1 (01, T1)	30.00000	0.000000
COSTO1 (01, T2)	40.00000	0.000000
COSTO1 (01, T3)	50.00000	0.000000
COSTO1 (02, T1)	50.00000	0.000000
COSTO1 (02, T2)	40.00000	0.000000
COSTO1 (02, T3)	30.00000	0.000000
CANTIDAD1 (01, T1)	100.0000	0.000000
CANTIDAD1 (01, T2)	0.000000	0.000000
CANTIDAD1 (01, T3)	0.000000	15.00000
CANTIDAD1 (02, T1)	0.000000	25.00000
CANTIDAD1 (02, T2)	0.000000	5.000000
CANTIDAD1 (02, T3)	100.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D1)	280.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D2)	240.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D3)	400.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D4)	260.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D5)	190.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D6)	170.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D1)	285.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D2)	245.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D3)	390.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D4)	250.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D5)	185.0000	0.000000

En la séptima parte se presenta, el número de cantidades que se pueden transportar a cada almacén en cada mes, los valores se indican en la columna de Valué.

COSTO2 (T1, D1)	280.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D2)	240.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D3)	400.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D4)	260.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D5)	190.0000	0.000000
COSTO2 (T1, D6)	170.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D1)	285.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D2)	245.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D3)	390.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D4)	250.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D5)	185.0000	0.000000
COSTO2 (T2, D6)	165.0000	0.000000
COSTO2 (T3, D1)	290.0000	0.000000
COSTO2 (T3, D2)	250.0000	0.000000
COSTO2 (T3, D3)	395.0000	0.000000
COSTO2 (T3, D4)	255.0000	0.000000
COSTO2 (T3, D5)	180.0000	0.000000
COSTO2 (T3, D6)	160.0000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D1)	50.00000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D2)	20.00000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D3)	30.00000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D4)	0.000000	0.000000

La octava parte indica, los costos de transporte desde los almacenes denominados (Nodos de transbordo – T) hacia los diferentes puntos de distribución llamados (Nodos de destinos – D). Con respecto a la columna de valué se observa los valores de los costos a reducir.

CANTIDAD2 (T1, D1)	50.00000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D2)	20.00000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D3)	30.00000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D4)	0.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T1, D5)	0.000000	5.000000
CANTIDAD2 (T1, D6)	0.000000	5.000000
CANTIDAD2 (T2, D1)	0.000000	15.00000
CANTIDAD2 (T2, D2)	0.000000	15.00000
CANTIDAD2 (T2, D3)	0.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T2, D4)	0.000000	0.000000
CANTIDAD2 (T2, D5)	0.000000	10.00000
CANTIDAD2 (T2, D6)	0.000000	10.00000
CANTIDAD2 (T3, D1)	0.000000	15.00000
CANTIDAD2 (T3, D2)	0.000000	15.00000
CANTIDAD2 (T3, D3)	10.00000	0.000000
CANTIDAD2 (T3, D4)	30.00000	0.000000
CANTIDAD2 (T3, D5)	20.00000	0.000000
CANTIDAD2 (T3, D6)	40.00000	0.000000

En la novena parte se indica, el número de cantidades que se pueden transportar desde los (Nodos de transbordo) hacia los puntos de distribución denominados (Nodos de destinos – D) cada mes, los valores se indican en la columna de Valué.

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos por el uso del software lingo 19,0 fuente propia.

En la siguiente tabla, una vez aplicado el modelo se presenta las cantidades optimas a transportar de (larvas de camarón) desde cada origen a los diferentes nodos de transbordo.

Tabla 36. Cantidad adecuada a trasladar en los nodos de O-T

Plantas (Nodos de origen)	Almacenes temporales (Nodos de transbordo) Valores estimados en millones de larvas de camarón		
	Almacen T1 (3)	Almacen T2 (4)	Almacen T3 (5)
O1	100	0	0
O2	0	0	100

Nota: Esta tabla indica la cantidad nueva a transportar desde O-T, fuente propia.

Una vez puesto en marcha el modelo se presentan los resultados en relación O-T: del nodo de origen O1 hasta el nodo de transbordo T1 la cantidad apropiada a transportar sería de 100 millones de larvas de camarón, desde el nodo de origen O2 hasta el nodo de transbordo T3 es óptimo trasladar 100 millones de larvas de camarón, así logrando obtener una referencia de las unidades a transportar a cada nodo para lograr una reducción de costos de transbordo.

En la tabla 37 se detalla las cantidades optimas a transportar de (larvas de camarón) desde cada nodo de transbordo a los diferentes nodos de destinos.

Tabla 37. Cantidad adecuada a trasladar en los nodos de T-D

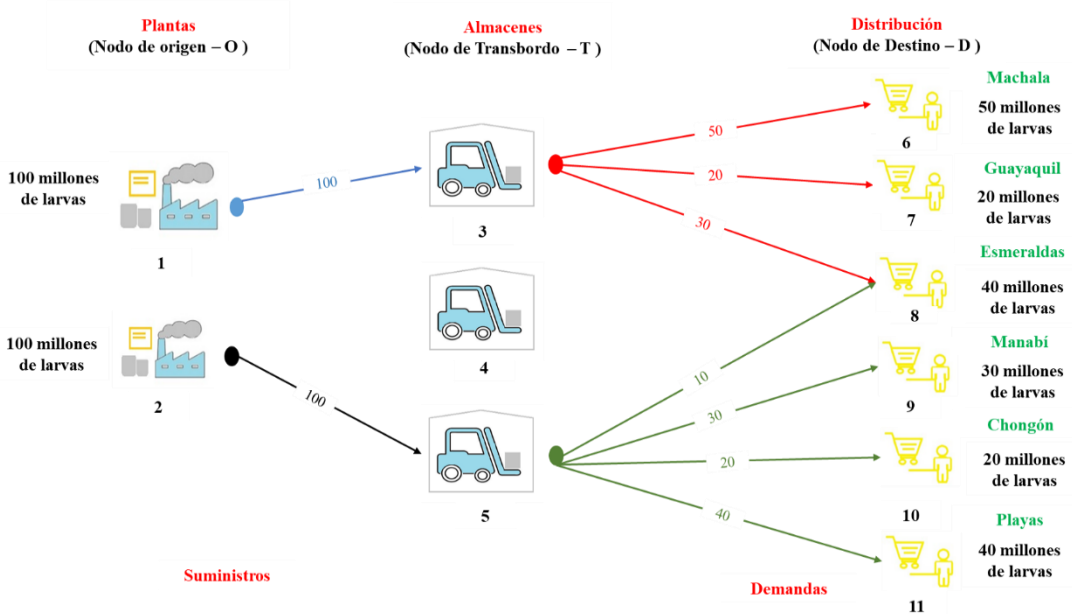
Almacenes (Nodos de transbordo)	Distribución (Nodos de destinos)					
	Valores estimados en millones de larvas de camarón					
	D1 (Machala)	D2 (Guayaquil)	D3 (Esmeraldas)	D4 (Manabí)	D5 (Chongón)	D6 (Playas)
T1 (3)	50	20	30	0	0	0
T2 (4)	0	0	0	0	0	0
T3 (5)	0	0	10	30	20	40

Nota: Esta tabla indica la cantidad nueva a transportar desde T-D, fuente propia.

Una vez puesto en marcha el modelo se presentan los resultados en relación T-D: del nodo de transbordo T1 hasta el nodo de destino D1 se debe transportar la cantidad de 50 millones de larvas, desde T1 hasta D2 una cantidad de 20 millones, de T1 a D3 una cantidad de 30 millones, del nodo T3 hasta D3 una cantidad de 10 millones, de T3 a D4 requiere una cantidad de 30 millones, del nodo T3 a D5 una cantidad de 20 millones y por ultimo del nodo de transbordo T3 hasta D6 encajaría transportar una cantidad de 40 millones, así logrando obtener una referencia de las unidades a transportar a cada nodo para lograr una reducción de costos de transbordo.

En la figura 43 se detalla la solución por medio del modelo de transbordo, presentando el gráfico con las rutas de distribución a partir de los resultados obtenidos en el software lingo 19.0.

Figura 43. Modelo de transbordo para la distribución de la producción de larvas de camarón.



Nota. Esta figura muestra el modelo de transbordo con los resultados obtenidos del software, fuente propia.

En la siguiente figura se indica el resultado de costos de transporte con una minimización de \$58.400 dólares mensuales para la distribución de la producción de larvas de camarón, se consideró las restricciones dentro del estudio.

Figura 44. Solución a partir de lingo 19.0 para el problema de transbordo

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	58400.00	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	5.000000
4	0.000000	-310.0000
5	0.000000	-270.0000
6	0.000000	-430.0000
7	0.000000	-290.0000
8	0.000000	-215.0000
9	0.000000	-195.0000
10	0.000000	-30.000000
11	0.000000	-40.000000
12	0.000000	-35.000000

Nota. Esta figura muestra la solución del problema de transbordo dentro de lingo 19,0 fuente propia.

Con respecto a la figura la columna de Row, indica las restricciones utilizadas en el software, en la columna Slack or Surplus, se presenta el valor del problema resultado y por último en la columna Dual Price se estima la cantidad que puede llegar a mejorar la función objetivo.

Se recalca que el costo reducido, indica el cambio de los costos de transporte de cada arco por las unidades enviadas, desde los costos de los nodos de suministros hasta los nodos de demanda final.

3.4. Presupuesto para la implementación del modelo de cadena de distribución con transbordo para el laboratorio Aquatropical, del cantón Salinas.

En la tabla 38 se presenta los costos en dólares para la aplicación del modelo de cadena de distribución con transbordo para la producción de larvas de camarón del laboratorio Aquatropical, se observa que tenemos un valor de mano de obra de \$2.500,00 por lo consiguiente se presentan los equipos de oficina con un monto de \$2.510 ,00 y por último otros gastos con una cantidad de \$212.065,50 el presupuesto proyectado para la propuesta es de \$249.636,00.

Tabla 38. Presupuesto del proyecto

Rubros	Actividad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Mano de obra	Investigación	1	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
Equipos de oficina	Computadora	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
	Impresora	1	\$ 700,00	\$ 700,00
	Resmas A4	2	\$ 5,00	\$ 10,00
	Internet	1	\$ 40,00	\$ 40,00
	Software	1	\$ 50,00	\$ 50,00
	Muebles de oficina	1	\$ 210,00	\$ 210,00
Otros gastos	Capacitación sobre distribución		\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
	Compra de Vehiculos (Camiones)	4	\$ 52.500,00	\$210.000,00
	Anillado		\$ 3,00	\$ 3,00
	Recursos		\$ 1.500,00	\$ 1.000,00
	Alimentación	3	\$ 2,50	\$ 7,50
	Instalación del software	1	\$ 25,00	\$ 25,00
	Instrucción sobre el modelado	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Subtotal				\$217.075,50
Reajuste (15%)				\$ 32.561,33
TOTAL				\$249.636,83

Nota. Presupuesto para la aplicación del modelo dentro de la empresa, fuente propia.

Según Cruz, (2017) indica que para la recuperación de la inversión, se calcula por medio del índice financiero del periodo de recuperación de la inversión (PRI) como se muestra en la tabla 37.

La tabla 39 se puede notar los meses, los flujos de caja con su respectivo acumulado, de acuerdo con el valor de 3,8 nos indica el periodo de recuperación que se encuentra entre el año 3 y el año 4, por lo que la recuperación de la inversión es a partir del octavo mes del año 4, el valor de recuperación mensual es de \$5.673,56, al año \$68.082,72, por lo tanto, a partir de los 3 años se cubrirá \$204.248,16 y de los 8 meses restante se cubrirá \$45.388,48, así teniendo el periodo de la recuperación.

Formula:

P = Periodo donde se comienza a recuperar la inversión

Inv.= Inversión

Fa= Flujo de caja acumulado del mes de recuperación

F= Flujo de caja del siguiente mes del inicio de recuperación

$$PRI = P + (Inv - Fa)/F$$

$$= 3 + (249.636,83 - 196.800,00)/65.500,00$$

Tabla 39. Cálculos del tiempo de recuperación de la inversión

Años	flujo	Acumulado
0	\$ 249.636,83	
1	\$ 65.700,00	\$ 65.700,00
2	\$ 65.800,00	\$ 131.500,00
3	\$ 65.300,00	\$ 196.800,00
4	\$ 65.500,00	\$ 262.300,00
5	\$ 65.400,00	\$ 327.700,00
PR=	3,8	Años

Nota. Inversión recuperada a partir de los 2 meses, fuente propia.

Se concluye que la recuperación de la inversión está prácticamente el año 3 cubriendo una mayor parte de la inversión y como el valor de PR fue 3,8 los decimales indican que la otra parte se cubre en los 8 meses restantes.

3.5. Discusión

Según Yavari & Zaker, (2020) menciono que el objetivo de un modelado de programación lineal tiene como solución beneficiar el área comercial y económica de una entidad, mejorando las actividades laborales, la programación lineal también es implementada en las industrias por lo que se utiliza en las áreas de transporte, producción, fabricación, el modelo matemático de PL en los últimos años ha sido de gran ayuda a diversas empresas que presentan problemas con la distribución, transporte, planificación, entre otros.

El modelo de programación lineal analiza las variables de decisión y la función objetivo, por lo que el modelo se emplea en distintas áreas industriales, el modelo matemático, se utiliza para minimizar costos de transporte y maximizar la utilidad en las empresas basado en modelos de lineales (Guimarães et al., 2020).

Los contratiempos en la IO se los expresa como problemas de PL, en otros términos, como problemas de transbordo, el cual es conocido como una variante del modelo de transporte original que se basa en trasladar los productos, desde los nodos de origen a los puntos de transbordo y luego hacia los diferentes nodos de destinos, en cambio el modelo de transporte original solo se enfoca en enviar los productos desde los nodos de origen hacia los destinos. Según Liu et al., (2018) presentaron un modelo distribución con en el fin de aumentar las ganancias en productos agrícolas donde obtuvieron resultados del aumento de 22,4 % de ganancias y una reducción de costos conforme al transporte de 10,2 %, generando un incremento en la ganancias.

El modelo matemático de PL que presentaron Villamarín et al., (2019) menciono un algoritmo de transporte para la distribución que tuvo como función colocar centros de distribución para cada destino, con el objetivo de reducir los costos de transporte. Los métodos matemáticos de transporte que se utilizaron fueron (Vogel, Russel, Esquina noroeste, costo menor), aplicando los métodos se obtuvo resultados, para el método de esquina noroeste se obtuvo una cantidad de \$223.074,00 para el costo menor se presentó un valor de \$206.354,00, para Russel y Vogel se obtuvo un valor igual al método anterior de \$206.354,00. Los métodos que tienen una mayor minimización de costos son Vogel, Russel y Costo menor con un valor mínimo de \$206.345,00 de costos de transporte.

Polit et al., (2018) establecieron un modelo aplicando el uso del software ArcGis, se presentó un modelo matemático que consiste en determinar rutas que empiecen y terminen en los destinos finales, teniendo resultados del software mediante el modelo matemática permitió para identificar vías que generan menos tiempos de llegada, así reduciendo sus costos de transporte, se empezó con un costo de \$21.925.800,00 y una vez aplicando el software se obtuvo una cantidad de \$21.368.400,00 generando una minimización de \$557.400 de costos con respecto al transporte.

Siddiqui et al., (2018) establecieron un problema en la distribución de los productos petroleros desde la refinería hacia los centros de acopio, se empelo un modelo de optimización basado en la programación lineal donde por medio de un software se determina la solución de transporte mediante tuberías marítima desde la refinería hasta los centros de distribución, garantizando una mejora en la cadena de suministro entre los nodos de origen y destino.

La aplicación de la programación lineal multiobjetivo ayudo a mejorar la productividad de la empresa (Fang et al., 2018), de tal modo para minimizar los costos totales se aplicó la programación no lineal de enteros mixtos (Sablón-Cossío et al., 2021), por otro lado (Arango-Pastrana, 2019) utilizó un modelo de simulación para determinar la cantidad de camiones para trasladar los productos y a su vez minimizar los costos de transporte e incrementando la productividad.

Este proyecto presento la formulación de un modelo de cadena de distribución con transbordo para la producción de larvas de camarón, como aportación a la minimización de los costos de transbordo del laboratorio Aquatropical, cantón Salinas, provincia de Santa Elena, Ecuador. El mecanismo desarrollado para este trabajo toma la forma del modelo de programación lineal que se presenta en distintas fases como formulación del problema, restricciones y función objetivo del problema de transbordo.

El modelado permitió al laboratorio Aquatropical conocer la mejor decisión sobre cuántas unidades trasladar desde las plantas productoras del laboratorio (O) a cada nodo de transbordo o almacén (T) hacia los diferentes destinos (D), manteniendo el costo mínimo de distribución posible. A continuación, se da a conocer el costo en dólares, estimados en \$58.400,00 USD al mes o al año alrededor de \$700.800,00 USD para el traslado de las larvas de camarón.

Al comparar los estados de resultados del año 2021-2022 de la empresa, se pudo determinar que los costos de transporte del 2021 fueron menores al 2022 pasando de cuenta de \$165.000,00 a \$182.700,00 generando un aumento de costos de transporte del 9,69% que equivale a \$17.700,00 Por lo tanto, para el año 2022 las ganancias son bajas con un valor de \$7.300,00 USD, una vez implementado el modelo de distribución se obtuvo un incremento de ganancias del 88,8 %, pasando de cuenta de \$7.300,00 a \$65.700,00 USD.

Para los costos de transporte respecto a los (fletes de O-T-D) se determinó que el modelo matemático proporcione la optimización de ahorro de recursos del 31.96% pasando de cuenta de \$182.700 a \$124.300 USD, generando una minimización de \$58.400 USD para la distribución de la producción de larvas de camarón del laboratorio Aquatropical.

Para mejorar el problema de distribución de la empresa se adquirió 4 vehículos tipo camión para evitar contratar fletes para transportar el producto, debido a que el precio de alquiler es elevado, mediante la reducción de costos del modelo de transbordo se obtuvo ganancias de \$65.700,00 que contribuiría a la compra de los vehículos.

Una vez puesto en marcha los vehículos en la empresa se realizó la comparación de los costos de transporte, con vehículos alquilados tenemos un valor de transporte de \$182.700,00 dólares y con los vehículos propios \$90.300,00 así generando una reducción de \$92.400,00 de costos de transporte con la compra de los 4 vehículos propios, seleccionando a los choferes de la empresa para realizar la distribución del producto como son las larvas de camarón, de tal forma evitar el alquiler de vehículos y los elevados costos de fletes.

Tabla 40. Costos de transporte de vehículos alquilado y propios.

Vehículos alquilados		Vehículos propios	
Distribución	Costos de transporte (\$)	Distribución	Costos de transporte (\$)
Machala	\$280	Machala	\$120
Guayaquil	\$240	Guayaquil	\$90
Esmeraldas	\$400	Esmeraldas	\$150
Manabí	\$260	Manabí	\$110
Chongón	\$190	Chongón	\$80
Playas	\$170	Playas	\$60

Nota. Comparación de costos de transporte, fuente propia.

De tal manera se determinó la solución en cuanto logística planificando de forma correcta el traslado de los productos como las larvas de camarón, mediante el modelado que permitió conocer las cantidades adecuadas a transportar, mejorando de una manera eficiente la logística dentro de la empresa con respecto a la cantidad de productos y camiones a utilizar para la distribución. Con la puesta en marcha del modelo se estableció que los canales de distribución de las larvas de camarón se benefician conociendo las unidades optimas a transportar y así evitar contratiempos con la distribución.

Con respecto al transporte la solución que determino el modelo es la cantidad adecuada de larvas de camarón a transportar y la reducción de costos de tal forma que, con el ahorro de valores y el aumento de ganancias se determinó la compra de vehículos para

el traslado de los productos a los destinos finales facilitando la entrega y prevenir alquilar vehículos que es lo afecta al aumento de costos de distribución.

Los impactos positivos con respecto a la mejora de distribución se basan en asegurar de una manera eficaz la producción del laboratorio, mejorar la eficiencia de la administración aportando a la reducción de costos, planificando de manera correcta la distribución de los productos, satisfaciendo la demanda de los clientes e incrementar la productividad.

Se realizó la aplicación del modelo de distribución con transbordo donde se determinó las cantidades óptimas para transportar a cada uno de los destinos, el cual favorece a la distribución generando una minimización de los costos de transporte en el laboratorio Aquatropical, mejorando la planificación y control dentro de la logística de distribución lo que permite un nivel alto de satisfacción para la demanda finales de los clientes.

CONCLUSIONES

Se justificaron las bases teóricas, mediante el uso de la revisión sistemática de la literatura, analizando las variables del estudio de investigación con respecto al tema de la cadena de distribución y producción de larvas de camarón, a partir de los motores de búsquedas bibliográficas, se indagó en artículos, revistas, informes, documentos, investigaciones distintos autores relacionados con el modelo de cadena de distribución con transbordo.

Se ha elaborado un marco metodológico para valoración de la cadena de distribución de larvas de camarón, del laboratorio Aquatropical, donde se comprueba que para los problemas en la red de distribución es factible poner en práctica distintas herramientas de solución y programas tecnológicos en base a la Investigación de Operaciones con sentido cuantitativo, el cual permite la toma de decisiones por medio de los diversos procedimientos, métodos de solución y modelos enfocados al problema de estudio.

Finalmente, se ha logrado fortalecer la conexión entre el laboratorio, centros de almacenamiento y clientes, a partir de la optimización de los costos logísticos en relación al transporte de la producción de larvas de camarón, asimismo satisfacer la demanda de los clientes mejorando la actividad económica del laboratorio, se culminó cumpliendo con el objetivo de minimizar los costos de transbordo de la producción de larvas de camarón a través de un modelo de distribución, se empezó con un costo de transporte de \$182.700,00 al mes por el trasladado de la producción hacia los distintos puntos, una vez implementando el modelo de transbordo se obtuvo una cantidad de \$58.400,00, generando una reducción de \$124.300, de costos de transporte.

RECOMENDACIONES

Encomendar el uso de métodos como la revisión sistemática literaria, para garantizar la búsqueda de información acerca de la distribución, control, comercialización de la producción de larvas de camarón, con apoyo de RSL se da comprender la concepción y modelos que son favorecen a la población dedicada a la actividad de acuícola.

Para el marco metodológico de la cadena productiva del laboratorio se recomienda el uso de conocimientos teóricos y programas tecnológicos mencionadas, con el propósito de reducir los costos y aumentar el rendimiento de las rutas de distribución con transbordo para los diferentes destinos establecidos en la problemática del estudio.

Se recomienda aplicar la propuesta para mejorar el desempeño de la cadena de distribución de la producción acuícola, contribuyendo al progreso de la actividad del cultivo de larvas de camarón dentro del laboratorio Aquatropical, cantón Salinas, incrementando las ganancias y reforzando la satisfacción de los clientes.

REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)

- Aliste venegas, P. (2010). Diseño y aplicación de un modelo de transporte para determinar una ruta óptima de distribución para la empresa maspan Ltda. *Dspace*, 201. <http://dspace.usalca.cl/bitstream/1950/1162/2/PAlisteV.pdf>
- Aragón-Noriega, E. A. (2016). Crecimiento individual de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) y camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) (Decapoda: Penaeidae) con un enfoque multi-modelo. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(3), 480–486. <https://doi.org/10.3856/vol44-issue3-fulltext-6>
- Arango-Pastrana, C. A. (2019). A simulation model for the management for containers internal transport in a seaport. *Cuadernos de Administración*, 35(64), 96–109. <https://doi.org/10.25100/cdea.v35i64.7705>
- Ardianto, M. A. D., & 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>
- Arellano, H. (2017). La calidad en el servicio como ventaja competitiva. *Dominio de Las Ciencias*, 3(3), 72–83.
- Arias, E., & Torres, K. (2019). Análisis de las exportaciones de camarón antes y después de la firma del acuerdo multipartes entre Ecuador y la Unión Europea. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 1. <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/03/exportaciones-camaron.html>
- ASOLAP. (2022). *Autoridades recorrieron laboratorios de larva de camarón en Santa Elena – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://www.agricultura.gob.ec/autoridades-recorrieron-laboratorios-de-larva-de-camaron-en-santa-elena/>
- Betancourt, A., & Caviedes, N. (2018). Metodología de correlación estadística de un sistema integrado de gestión de la calidad en el sector salud. *Signos: Investigación En Sistemas de Gestión, ISSN-e 2463-1140, ISSN 2145-1389, Vol. 10, N°. 2, 2018*,

Págs. 119-139, 10(2), 119–139. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2018.0002.07>

Boskabadi, A., Mirmozaffari, M., Yazdani, R., & Farahani, A. (2022). Design of a Distribution Network in a Multi-product, Multi-period Green Supply Chain System Under Demand Uncertainty. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 226–237. <https://doi.org/10.1016/J.SUSOC.2022.01.005>

Cajamarca, E. S., Jimbo Dias, J. S., & Cabrera Chalco, S. D. (2022). Estudio de la Cadena de Suministro de Papel y Cartón Reciclado en la Ciudad de Cuenca-Ecuador. *Ciencias Administrativas*, 20, 106. <https://doi.org/10.24215/23143738E106>

Calderón, Á., Dini, M., & Stumpo Editores, G. (2016). *Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural con inclusión social*.

Carlos, J., Novillo, J., Romero, H. C., & Cevallos, H. V. (2021). Análisis del pronóstico de las exportaciones del camarón en el Ecuador a partir del año 2019. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(1), 55–61. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/348>

Chase, C. (2022). Global shrimp production to surpass 5 million MT in 2022, CP Foods' Robin McIntosh predicts | SeafoodSource. *SeafoofSource*. <https://www.seafoodsource.com/news/supply-trade/expert-predicts-global-shrimp-production-will-exceed-5-million-metric-tons-for-first-time-in-2022>

Chávez, A. (2022). Normas de calidad utilizadas en el proceso de producción y su incidencia en la comercialización de larvas-Ecuador año 2018. *Comercializacion Para Las Microempresas de La Ciudad de Jipijapa*, 107.

Chípuli, P., Flores de la Mota, G., & Idalia. (2021). Analysis, design and reconstruction of a VRP model in a collapsed distribution network using simulation and optimization. *Case Studies on Transport Policy*, 9(4), 1440–1458. <https://doi.org/10.1016/J.CSTP.2021.07.002>

CNA. (2022). *AQUA Cultura, edición # 97 by REVISTA AQUACULTURA - Cámara Nacional de Acuicultura - Issuu*. https://issuu.com/revista-cna/docs/aqua_cultura_97

- Coba, G. (2022). El sector camaronero toma más crédito y aumenta sus inversiones. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/camaron-credito-inversion-exportaciones-ecuador/>
- Cruz, E. (2017). El PRI Planeación y Evaluación Financiera. *ITSON*. http://biblioteca.itson.mx/oa/contaduria_finanzas/oa1/planeacion_evaluacion_financiera/p16.htm
- Cueva, J., Sanchez, I., & Benítez, L. (2020). La Innovación como factor de competitividad de los productos ecuatorianos de exportación Post Pandemia – SEMCI2020. *Evolución Balanza Comercial*. <https://investigacion.utmachala.edu.ec/sitio/la-innovacion-como-factor-de-competitividad-de-los-productos-ecuatorianos-de-exportacion-post-pandemia-2/>
- Dai, Z., Aqlan, F., Zheng, X., & Gao, K. (2018). A location-inventory supply chain network model using two heuristic algorithms for perishable products with fuzzy constraints. *Computers & Industrial Engineering*, 119, 338–352. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2018.04.007>
- Ekos. (2022). Los principales destinos de las exportaciones de camarón del Ecuador 2021 | Ekosnegocios. *Revista Ekos*. <https://www.ekosnegocios.com/articulo/los-principales-destinos-de-las-exportaciones-de-camaron-del-ecuador-2021>
- Escobar, N., Moreira, E., & García, S. (2021). *inventario en una red de tiendas retail*. 1–9. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.257>
- Evelio, R. T. (2009). Primer Congreso de Larvicultura | Cartas al Director | Opinión | El Universo. *Primer Congreso de Larvicultura*, 1. <https://www.eluniverso.com/2010/11/11/1/1366/primer-congreso-larvicultura.html/>
- Fang, Y., Jiang, Y., Sun, L., & Han, X. (2018). Design of Green Cold Chain Networks for Imported Fresh Agri-Products in Belt and Road Development. *Sustainability* 2018, Vol. 10, Page 1572, 10(5), 1572. <https://doi.org/10.3390/SU10051572>
- FAO. (2022). *División de Pesca y Acuicultura*. División de Pesca y Acuicultura. <https://www.fao.org/fishery/en/countrysector/ec/es?lang=es>

- Ferreira, L., Pérez, M., & Vilariño, C. (2019). Modelo conceptual de gestión de costos logísticos ambientales en la cadena de suministros de combustibles y lubricantes. *Dirección*, 13(1), 188–207. <https://www.researchgate.net/publication/336650188%0A>
- Gallego, L., & Guerrero, Y. (2019). Modelo lineal de transporte y transbordo. *Academia Edu*, 9–25. https://www.academia.edu/28873620/modelo_lineal_de_transporte_y_transbordo.
- García, H. C. E. (2020). Tecnología blockchain en cadenas de suministro; mito, realidad o proyección. *Revista de La Facultad de Ciencias Económicas*, 24(1), 173–188. <https://doi.org/10.30972/RFCE.2414366>
- Giraldo-Picon, E. L., Giraldo-García, J. A., Valderrama-Ortega, J. A., Giraldo-Picon, E. L., Giraldo-García, J. A., & Valderrama-Ortega, J. A. (2018). Modelo de Simulación de un Sistema Logístico de Distribución como Plataforma Virtual para el Aprendizaje Basado en Problemas. *Información Tecnológica*, 29(6), 185–198. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000600185>
- Gonzabay, C., Ámbar, N., Cevallos, V., & Harry, A. (2021). Analysis of shrimp production in Ecuador for export to the European Union in the 2015-2020 period. *Polo Del Conocimiento*, 6(9), 1040–1058. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3093>
- Granillo-Macias, R., Gonzalez-Hernandez, I. J., Martinez-Flores, J. L., Caballero-Morales, S. O., Olivares-Benitez, E., Granillo-Macias, R., Gonzalez-Hernandez, I. J., Martinez-Flores, J. L., Caballero-Morales, S. O., & Olivares-Benitez, E. (2019). Hybrid model to design a distribution network in contract farming. *DYNA*, 86(208), 102–109. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V86N208.72056>
- Guevara, R. (2016). El estado del arte en la investigación. *Folios*, 44, 165–179. <http://www.scielo.org.co/pdf/folios/n44/n44a11.pdf>
- 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>

- Hernández, S., Fernández, C., & Pilar, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Edic). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hurtado Talavera, F. J. (2020). Fundamentos Metodológicos de la Investigación: El Génesis del Nuevo Conocimiento. *Revista Cientific*, 5(16), 99–119. <https://doi.org/10.29394/SCIENTIFIC.ISSN.2542-2987.2020.5.16.5.99-119>
- Jackson, L. (2021). *Growth ahead for the aquaculture industry - Responsible Seafood Advocate*. Global Seafood. <https://www.globalseafood.org/advocate/goal-2021-growth-ahead-for-aquaculture-industry/>
- Jiménez, A., & Bravo, A. (2019). Análisis de la competitividad bajo el enfoque de productividad de la industria del camarón en el cantón Machala, provincia de El Oro, en el periodo 2014 – 2018. *PUCE - Quito*, 12–13.
- Kirchherr, J., & Charles, K. (2018). Enhancing the sample diversity of snowball samples: Recommendations from a research project on anti-dam movements in Southeast Asia. *PLOS ONE*, 13(8), e0201710. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0201710>
- Liu, H., Zhang, J., Zhou, C., & Ru, Y. (2018). Optimal purchase and inventory retrieval policies for perishable seasonal agricultural products. *Omega*, 79, 133–145. <https://doi.org/10.1016/J.OMEGA.2017.08.006>
- López-Gómez, E. (2018). El método delphi en la investigación actual en educación: Una revisión teórica y metodológica. *Educacion XXI*, 21(1), 17–40. <https://doi.org/10.5944/educXX1.15536>
- López, J., Martínez, J., & Naranjo, A. (2021). Modelo de Ruteo para la Planeación de la Distribución de Papa en Neiva desde la Central Surabastos usando Técnicas Cuantitativas. *Ciencia Unisalle*, 0(0), 1–135. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1168&context=ing_industrial
- Lozano, A. G. G., Cascante, G. E. M., & Alulema, J. C. M. (2020). Aplicación de algoritmos de optimización para la localización de centros de distribución comercial: Application of optimization algorithms for the localization of

comercial distribution centers. *ECA Sinergia*, 11(1), 7–18.
https://doi.org/10.33936/ECA_SINERGIA.V11I1.1097

Macías, R. G., Benítez, E. O., Flores, J. L. M., Robles, F. S., & Hernández, I. J. G. (2017). Enfoque para la solución de un problema de transporte en la cadena de suministro agroalimentaria de la cebada en México. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de La Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 4(7).
<https://doi.org/10.29057/ESS.V4I7.2054>

Makurdi, L., Guma, Y., Del Estado De Benue, Á., Ekhuemelo, N., & Abah, T. E. T. (2019). Investigation of charcoal production in Makurdi and Guma local government areas of Benue state, Nigeria. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 7(1), 69–86. <https://doi.org/10.7770/SAFER-V0N0-ART1557>

Maya, T., Orjuela Castro, J. A., & Herrera, M. M. (2021). Retos en el modelado de la trazabilidad en las cadenas de suministro de alimentos. *Ingeniería*, 26(2), 143–172. <https://doi.org/10.14483/23448393.15975>

Mejía Argueta, C., Iniestra, J. G., Del Pilar, M., & Arroyo López, E. (2014). Un enfoque multicriterio para el diseño de una red para el transporte de embarques internacionales. *Contaduría y Administración*, 59(4), 193–221.

Mendoza, M. (2018). *Estas son las ‘maternidades’ de larvas | Revista Líderes*.
<https://www.revistalideres.ec/lideres/camaron-produccion-exportaciones-acuacultura-lideresexpres.html>

Mera, M. (2012). Los censos de población como fuente de datos para trabajar a nivel microespacial (1980-2010). *Pampa (Santa Fe)*, 8, 137–161.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-02082012000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Milošević, T., Pamučar, D., & Chatterjee, P. (2021). Model for selecting a route for the transport of hazardous materials using a fuzzy logic system. *Vojnotehnicki Glasnik*, 69(2), 355–390. <https://doi.org/10.5937/vojtehg69-29629>

Morales, N. V., & Díaz, V. A. (2018). Productos tradicionales y no tradicionales del Ecuador: Posicionamiento y eficiencia en el mercado internacional para el

- período 2013 – 2017. *X-Pedientes Económicos*, 2(3), 84–102.
https://ojs.supercias.gob.ec/index.php/X-pedientes_Economicos/article/view/22
- Motevalli-Taher, F., Paydar, M. M., & Emami, S. (2020). Wheat sustainable supply chain network design with forecasted demand by simulation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178, 105763.
<https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2020.105763>
- MPCEIP. (2021). Viceministerio de Acuicultura y Pesca – Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca. *Viceministerio de Acuicultura y Pesca*.
<https://www.produccion.gob.ec/viceministerio-de-acuicultura-y-pesca/>
- Muñoz-Pinzón, D. S., Polo-Roa, A., Sierra-Mantilla, E. J., & Rueda-Uribe, D. (2020). Modelación matemática en estudio de agro-cadenas: una revisión de literatura. *Revista Politécnica*, 16(31), 110–137.
<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v16n31a9>
- Muñoz, Gonzále, & Durán. (2017). Análisis del sector camaronero ecuatoriano y sus ventajas competitivas y comparativas para encarar un mercado internacional competitivo. *Congreso Internacional II de Ciencia y Tecnología*, 1(1), 1–8.
- Nieves-Soto, M., Medina-Jasso, A., Román-Reyes, J. C., Flores-Campaña, L. M., Ortega-Salas, A. A., & Piña-Valdez, P. (2017). *NOTA CIENTÍFICA*. 52, 2017.
<https://doi.org/10.4067/S0718-19572017000300016>
- Nuñez, V., & Roberto, E. (2018). Investigación Operativa, programación lineal, problemas resultados. *Investigación Operativa*, 320. www.uta.edu.ec
- Palma-Cancino, D. J., Martínez-García, R., Álvarez-González, C. A., Camarillo-Coop, S., & Peña-Marín, E. S. (2019). Esquemas de alimentación para larvicultura de pejelagarto (*Atractosteus tropicus* Gill): crecimiento, supervivencia y canibalismo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(17), 273–281.
<https://doi.org/10.19136/era.a6n17.2092>
- Paredes-Rodríguez, A. M., Chud-Pantoja, V. L., Peña-Montoya, C. C., Paredes-Rodríguez, A. M., Chud-Pantoja, V. L., & Peña-Montoya, C. C. (2022). Gestión de riesgos operacionales en cadenas de suministro agroalimentarias bajo un enfoque de manufactura esbelta. *Información Tecnológica*, 33(1), 245–258.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000100245>

- Paz, R., & González, D. (2013). Logística empresarial. *Administración de Las Operaciones*. http://nulan.mdp.edu.ar/1831/1/logistica_empresarial.pdf
- Polit, R., Jaime, C., & Cadavid, I. (2018). *Modelo de ruteo de vehículos como alternativa de transporte, estudio de caso*. <https://doi.org/https://doi.org/10.33571/rpolitec.v14n27a5>
- Romero, R. M., & Fuenmayor, J. V. (2017). *Negotium 47 / 61 Process of marketing of products derived from double purpose bovine cattle proceso de comercialización de productos derivados de la ganadería bovina doble propósito 1*. www.revistanegotium.org.ve/núm.37
- Roy-García, I., Rivas-Ruiz, R., Pérez-Rodríguez, M., Palacios-Cruz, L., Roy-García, I., Rivas-Ruiz, R., Pérez-Rodríguez, M., & Palacios-Cruz, L. (2019). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista Alergia México*, 66(3), 354–360. <https://doi.org/10.29262/RAM.V66I3.651>
- Sablón-Cossío, N., Crespo, E. O., Pulido-Rojano, A., Acevedo-Urquiaga, A. J., Ruiz Cedeño, S. del M., Sablón-Cossío, N., Crespo, E. O., Pulido-Rojano, A., Acevedo-Urquiaga, A. J., & Ruiz Cedeño, S. del M. (2021). Análisis de integración de la cadena de suministros en la industria textil en Ecuador. Un caso de estudio. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 29(1), 94–108. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052021000100094>
- Sacoman, M. (2021). Localizaçãõ de Empreendimentos Uma abordagem através de otimizaçãõ não linear / Enterprise Localization An approach through nonlinear optimization. *Brazilian Journal of Development*, 7(11), 109522–109536. <https://doi.org/10.34117/BJDV7N11-534>
- Salas-Navarro, K., Meza, J. A., Obredor-Baldovino, T., Mercado-Caruso, N., Salas-Navarro, K., Meza, J. A., Obredor-Baldovino, T., & Mercado-Caruso, N. (2019). Evaluación de la Cadena de Suministro para Mejorar la Competitividad y Productividad en el Sector Metalmecánico en Barranquilla, Colombia. *Información Tecnológica*, 30(2), 25–32. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200025>

- Samuel, C. N., Diallo, C., Venkatadri, U., & Ghayebloo, S. (2021). Multicomponent multiproduct closed-loop supply chain design with transshipment and economies of scale considerations. *Computers & Industrial Engineering*, *153*, 107073. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2020.107073>
- Sánchez-Romero, M. I., García-Lechuz Moya, J. M., González López, J. J., & Orta Mira, N. (2019). Recogida, transporte y procesamiento general de las muestras en el laboratorio de Microbiología. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, *37*(2), 127–134. <https://doi.org/10.1016/J.EIMC.2017.12.002>
- Sánchez, M., & Vayas, T. (2020). Acuicultura y Pesca de camarón. *SUBPESCA*, 1–4.
- SCI. (2022). *Subsecretaría de calidad e inocuidad - S.C.I.* <http://acuaculturaypesca.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/CAMARONERAS-GR-07052021-1.pdf>
- Shokouhifar, M., Sabbaghi, M. M., & Pilevari, N. (2021). Inventory management in blood supply chain considering fuzzy supply/demand uncertainties and lateral transshipment. *Transfusion and Apheresis Science*, *60*(3). <https://doi.org/10.1016/j.transci.2021.103103>
- Siddiqui, A., Verma, M., & Verter, V. (2018). An integrated framework for inventory management and transportation of refined petroleum products: Pipeline or marine? *Applied Mathematical Modelling*, *55*, 224–247. <https://doi.org/10.1016/J.APM.2017.09.025>
- Sierra, J., Rojas, O., & Zamudo. (2015). (PDF) Modelo de transbordo multimodal multiperiodo. Solución a empresas con robustez logística. *Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro (CiLOG2015)*, October. https://www.researchgate.net/publication/282947974_Modelo_de_transbordo_multimodal_multiperiodo_Solucion_a_empresas_con_robustez_logistica
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *104*, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Suasnavas, S. (2021). Acuicultura #139 by revista - Cámara Nacional de Acuicultura - Issuu. *Acuicultura*, *80*. <https://issuu.com/revista-cna/docs/edicion139>

- Tabares, A., Muñoz-Delgado, G., Franco, J. F., Arroyo, J. M., & Contreras, J. (2022). Multistage reliability-based expansion planning of ac distribution networks using a mixed-integer linear programming model. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, *138*, 107916. <https://doi.org/10.1016/J.IJEPES.2021.107916>
- Taco, A., Flores, J., & Nugent, M. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Gestión de Cadena de Suministro*, *24*, 88. <https://www.redalyc.org/journal/290/29062051009/html/>
- Tavana, M., Kian, H., Nasr, A. K., Govindan, K., & Mina, H. (2022). A comprehensive framework for sustainable closed-loop supply chain network design. *Journal of Cleaner Production*, *332*, 129777. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.129777>
- Vargas, M., & Galeano, H. (2015). El estado del Arte. *Formando Investigadores*, *6*(24), 1–4. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=497856275012>
- Verdugo, N. (2018). Visor Redalyc - Productos tradicionales y no tradicionales del Ecuador: Posicionamiento y eficiencia en el mercado internacional para el período 2013 – 2017. *Visor Redalyc*. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/392/3921922014/>
- Villamarín, J. M., Miranda, G. J., Llamuca, J. L., & Suárez, W. H. (2019). Modelo matemático de transporte para una empresa comercializadora de combustibles, usando programación lineal. *Visionario Digital*, *3*(2), 63–81. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v3i2.394>
- Villegas, J., Sánchez, J., & Dirnberger, J. (2020). Producción inteligente: Diseño de un modelo para el proceso de implementación de Cadenas de Suministros Inteligentes. *Revista Tecnología En Marcha*, *33*, 73–82. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i7.5480>
- Vivar-Astudillo, A. Y., Erazo-Álvarez, J. C., & Narváez-Zurita, C. I. (2020). La cadena de valor como herramienta generadora de ventajas competitivas para la Industria Acuícola. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, *5*(10), 4. <https://doi.org/10.35381/R.K.V6I10.686>

- Yadavalli, V. S. S., & Balcou, C. (2017). A supply chain management model to optimise the sorting capability of a “third party logistics” distribution centre. *J.Bus.Manage*, 2017(1), 48.
- Yadollahinia, M., Teimoury, E., & Paydar, M. M. (2018). Tire forward and reverse supply chain design considering customer relationship management. *Resources, Conservation and Recycling*, 138, 215–228.
<https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2018.07.018>
- Yavari, M., & Zaker, H. (2020). Designing a resilient-green closed loop supply chain network for perishable products by considering disruption in both supply chain and power networks. *Computers & Chemical Engineering*, 134, 106680.
<https://doi.org/10.1016/J.COMPCHEMENG.2019.106680>

ANEXOS

Anexo A: Preguntas de entrevista



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA

CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

AUTOR: Rodríguez Balón Jean Carlos

Entrevista para la recolección de datos.

Objetivo: Aplicar la técnica de la entrevista para la recolección de datos, mediante respuestas abierta sobre la distribución y producción de larvas de camarón para el laboratorio “Aquatropical S.A.”, cantón Salinas, provincia de Santa Elena.

Preguntas:

¿Cuál es la capacidad de producción de larvas de camarón en el laboratorio?

¿Cuáles son los puntos de distribución donde se venden las larvas de camarón?

¿Qué tipo de vehículos utilizan para transportar las larvas de camarón y cuáles son sus características?

¿Cuáles son los materiales que utilizan para empacar las larvas de camarón?

¿Cuál es la cantidad de vehículos para la distribución de larvas de camarón?

¿Cuál son los costos de transporte para las larvas de camarón?



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA

CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

AUTOR: Rodríguez Balón Jean Carlos

Censo para la recolección de datos.

Objetivo: Establecer el método del censo para la recolección de datos, mediante preguntas enlazadas y de respuestas rápidas referente con el tema de investigación dirigido al laboratorio “Aquatropical S.A.”, cantón Salinas, provincia de Santa Elena.

Preguntas:

¿Cuál es el tipo de vehículo que utilizan para transportar las larvas de camarón?

Propio

Alquilado

¿Cuál es el precio por millar de larvas de camarón?

\$2,20 – \$2,50

\$2,50 – \$3,00

\$3,00 – \$4,00

Mayor a \$4,00

¿Cuáles son los costos por transportar las larvas de camarón desde el laboratorio a su punto de distribución?

\$1 – \$100

\$100 – \$200

\$200 – \$300

\$300 – \$400

Mayor a \$400

¿Cuáles son sus costos por transportar las larvas de camarón desde el punto de distribución hacia los clientes?

\$100 – \$200

\$200 – \$400

\$400 – \$500

\$500 – \$600

Mayor a \$600

¿Cuál es la cantidad de Millares que venden a cada cliente?

1.000 – 10.000

10.000 – 20.000

20.000 – 30.000

30.000 – 40.000

40.000 – 50.000

Mayor a 50.000

¿Existen inconvenientes en la distribución de las larvas de camarón a los destinos finales?

a) Si

b) No

c) Tal vez

¿Cree usted que estos inconvenientes causan costos adicionales en la distribución de las larvas de camarón?

a) Si

b) No

c) Tal vez

¿Conoce usted que es un modelo de distribución?

a) Si

b) No

c) Tal vez

¿Piensa usted que la empresa requiere la implementación de un modelo de distribución para las larvas de camarón?

a) Si

b) No

c) Tal vez

Anexo C: Formato de validación de instrumento

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO:

Identificación del experto	
Nombre y apellidos:	Gerardo Antonio Herrera Neunett
Grado académico:	Quinto Nivel - PhD
E-mail:	gherrera@Npx.edu.ec
Teléfono:	09 8317 8375
Cargo que desempeña:	Docente de Ingeniería Industrial
Fecha de validación:	6 de diciembre

Evaluar de acorde a la escala tipo Likert, marcar con una X la respuesta escogida entre las opciones que se presenta, siendo:

1= Totalmente en desacuerdo; 2= En desacuerdo; 3= Indiferente

4= De acuerdo; 5= Totalmente de acuerdo.

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones (1= Totalmente en desacuerdo; 2= En desacuerdo; 3= Indiferente; 4= De acuerdo; 5= Totalmente de acuerdo;	Grado de acuerdo				
	1	2	3	4	5
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, concisas, acorde al nivel de información)					✓
Las opciones de respuesta son adecuadas				✓	
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico				✓	
Observaciones y recomendaciones					

Validez de contenido del cuestionario	Validez general del cuestionario			
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
	X			


FIRMA DEL EXPERTO

Anexo D: Datos de tabulación SPSS-25

SPPS 25 TESIS FINAL.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. ¿Cuál es el t...	{1, Propio}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
2	P2	Númérico	8	0	2. ¿Cuál es el ...	{1, \$2,20 - \$...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	P3	Númérico	8	0	3. ¿Cuáles son...	{1, \$10 - \$3...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	P4	Númérico	8	0	4. ¿Cuáles son...	{1, \$100 - \$...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5	P5	Númérico	8	0	5. Cuál es la ca...	{1, 1.000 - ...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
6	P6	Númérico	8	0	6. ¿Existen inc...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7	P7	Númérico	8	0	7. ¿Cree usted ...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
8	P8	Númérico	8	0	8. ¿Conoce ust...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
9	P9	Númérico	8	0	9. ¿Piensa ust...	{1, Si}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	VD	Númérico	8	2		Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Nominal	Entrada
11	VI	Númérico	8	2		Ninguno	Ninguno	10	Derecha	Nominal	Entrada
12											

SPPS 25 TESIS FINAL.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	VD	VI	var
1	2	2	2	2	5	3	3	3	3	11,00	14,00	
2	2	2	2	2	5	3	3	3	3	11,00	14,00	
3	1	1	2	2	5	1	3	2	1	10,00	8,00	
4	2	1	1	1	5	1	2	2	1	8,00	8,00	
5	2	1	1	1	5	1	1	1	1	8,00	6,00	
6	1	1	1	1	5	1	1	1	1	8,00	5,00	
7	2	1	1	1	4	1	1	1	1	7,00	6,00	
8	2	1	1	1	3	1	1	1	1	6,00	6,00	
9												
10												
11												
12												
13												
14												

Anexo E: Solicitud para realizar estudio en la empresa

Salinas, 15 de Diciembre del 2022

Señor

Ing. Ronald Muños

GERENTE EMPRESA AQUATROPICAL S.A

Presente. -


De mi consideración:

Yo, **JEAN CARLOS RODRÍGUEZ BALÓN**, con cedula de Ciudadanía N ° 2450513110, ante Ud. Respetuosamente me presento y expongo:

Que actualmente e finalizado la malla curricular 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 **“MODELO LOGÍSTICO CON TRANSBORDO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS DE CAMARÓN PROVENIENTE DEL LABORATORIO AQUATROPICAL, 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.

Por la favorable atención dada a la presente, anticipo mi más sincero agradecimiento de consideración y estima.

Atentamente


Jean Carlos Rodríguez Balón
C.C. 2450513110
Cell. 0963239081
Email: jean.liberpool@gmail.com


Aqua Tropical S.A.
AGUACULTURA TROPICAL
15-12-22

Anexo F: Evidencia de recolección de datos



Entrevista a gerente de la empresa



Censo área administrativa, compra y ventas



Censo área maduración, larvas y raceway



Censo área Bodega y despacho