



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

**TEMA:**

**“MODELADO Y SIMULACIÓN DE LA CADENA DE  
DISTRIBUCIÓN CON TRANSBORDO PARA LA PRODUCCIÓN  
AGRÍCOLA DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.), EN EL  
CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**RICARDO TOMALÁ ANÍBAL LEONARDO**

**TUTOR:**

**ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng., PhD(c).**

**LA LIBERTAD, ECUADOR**

**2022**

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

**TEMA:**

**“MODELADO Y SIMULACIÓN DE LA CADENA DE  
DISTRIBUCIÓN CON TRANSBORDO PARA LA PRODUCCIÓN  
AGRÍCOLA DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.), EN EL  
CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**RICARDO TOMALÁ ANÍBAL LEONARDO**

**TUTOR:**

**ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng., PhD (c).**

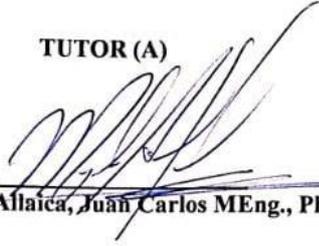
**LA LIBERTAD, ECUADOR**

**2022**

# CERTIFICACIÓN

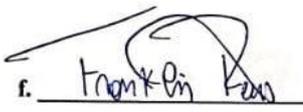
Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Ricardo Tomalá Aníbal Leonardo**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

**TUTOR (A)**

f. 

**Ing. Muyulema Allaica, Juan Carlos MEng., PhD(c).**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. 

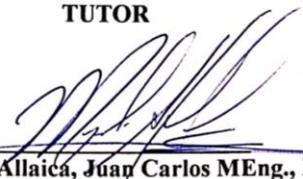
**Ing. Reyes Soriano, Franklin Enrique MEng.**

**La Libertad, a los 5 días del mes de agosto del año 2022**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “MODELADO Y SIMULACION DE LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN CON TRANSBORDO PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.), EN EL CANTON SANTA ELENA, ECUADOR”, elaborado por el Sr. RICARDO TOMALÁ ANIBAL LEONARDO, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

**TUTOR**

f. 

**Ing. Muyulema Allaica, Juan Carlos MEng., PhD(c).**

**La Libertad, a los 5 días del mes de agosto del año 2022**

# DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Ricardo Tomalá Aníbal Leonardo**

**DECLARO/DECLARAMOS QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Modelado y simulación de la cadena de distribución con transbordo para la producción agrícola (Theobroma cacao L.), en el cantón Santa Elena, 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 total autoría.

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

**La Libertad, a los 5 días del mes de agosto del año 2022**

**EL AUTOR**

f. ANÍBAL RICARDO T.  
**Ricardo Tomalá Aníbal Leonardo**

# AUTORIZACIÓN

Yo, **Ricardo Tomalá Aníbal Leonardo**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **Modelado y simulación de la cadena de distribución con transbordo para la producción agrícola (Theobroma Cacao L.)**, en el cantón Santa Elena, Ecuador, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

**La Libertad, a los 5 días del mes de agosto del año 2022**

**EL AUTOR:**

f. ANÍBAL RICARDO T.  
**Ricardo Tomalá Aníbal Leonardo**

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor de trabajo de investigación para la titulación del tema aplicado **“MODELO Y SIMULACIÓN DE CADENA DE DISTRIBUCIÓN CON TRANSBORDO PARA LA PRODUCCIÓN AGRICOLA DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.) EN EL CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”** elaborado por el estudiante Ricardo Tomalá Anibal Leonardo, egresado en la carrera de ingeniería industrial, de la facultad 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.

Original

## Document Information

Analyzed document	TT-02 Planilla de Trabajo Titulación UPSE (INDUSTRIAL-2022 - ANIBAL RICARDO TOMALA.docx (D142692673)
Submitted	8/6/2022 4:11:00 AM
Submitted by	Juan Carlos Muyulema Allaica
Submitter email	jmuyulema@upse.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	MUYULEMA.ALLAICA.upse@analysis.arkund.com

**FIRMA DEL TUTOR**



**Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng., PhD(c).**

**C.I.:0603932450**

# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Certifico, que he procedido a la revisión gramatical y ortográfica del trabajo de investigación denominado **“MODELADO Y SIMULACIÓN DE LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN CON TRANSBORDO PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.), EN EL CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”**: correspondiente al estudiante **Ricardo Tomalá Aníbal Leonardo, C.I. 2450169178**, por lo que tengo a bien indicar que he leído y corregido el trabajo de titulación.

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigente.

Es cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo a la interesada a hacer uso de presente como estime necesario.

*Lcda. Ana del Pilar Quinde Mateo Mgs.*  
  
\_\_\_\_\_  
**Ana del Pilar Quinde Mateo**

C.I: 0913983680

Magister en Docencia Universitaria e Investigación Educativa

Nº REGISTRO SENECYT: 1006-12-747645

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a Dios por mantenerme saludable y permitirme alcanzar mis metas. También me gustaría agradecer a mis padres por su arduo trabajo y por el apoyo financiero y moral que me han brindado a lo largo de mi preparación estudiantil. Quisiera agradecer a mi Tutor el PhD Juan Carlos Muyulema Allaica, por guiarme en la elaboración de mi trabajo de titulación, por los consejos y por las enseñanzas brindadas durante este proceso. Así mismo, agradezco a los docentes de la Facultad de ingeniería industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por sus enseñanzas y experiencias compartidas a lo largo de mi formación profesional, a cada uno de mis amigos que siempre me ayudaron en todo este proceso de formación profesional.

*Aníbal Ricardo Tomalá*

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a mis padres, el Sr. Holger Aníbal Ricardo Yagual y a la Sra. Amelia Tomalá Tomalá quienes a lo largo de la vida han velado por mi bienestar y educación, siendo el apoyo constante para continuar hacia la excelencia profesional. A mis abuelos Aníbal Abilio Ricardo Tomalá y a Elena Margarita Yagual Tomalá, que fueron de gran ayuda en mi desarrollo profesional, hoy en día ya no están conmigo físicamente pero sé que desde el cielo van a celebrar este logro. A mis hermanos Joselin y Jordy, que siempre estuvieron para darme consejos y me animaron a seguir adelante, a mis tíos Carlos, Rosa y Ana Ricardo Yagual, a mi Sobrina y demás familiares que me dieron su apoyo incondicionalmente y fueron de gran ayuda en mi formación, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda, este proyecto no hubiera sido posible.

*Aníbal Ricardo Tomalá*

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

**ING. REYES SORIANO FRANKLIN ENRIQUE MEng.**  
DIRECTOR DE CARRERA

f. 

**ING. MATIAS PILLASAGUA VICTOR MANUEL MEng.**  
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

**ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng., PhD(c).**  
DOCENTE TUTOR

f. 

**ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng., PhD(c).**  
DOCENTE UIC

# ÍNDICE GENERAL

<b>PORTADA</b> .....	i
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	iii
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	iv
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b> .....	v
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	vi
<b>CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO</b> .....	vii
<b>CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA</b> .....	vii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ix
<b>DEDICATORIA</b> .....	x
<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN</b> .....	xi
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xv
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xvi
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xvii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS</b> .....	xviii
<b>RESUMEN</b> .....	xx
<b>ABSTRACT</b> .....	xxi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	6
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	6
1.1. Antecedentes investigativos .....	6
1.2. Estado del arte.....	8

2.1.1.	<i>Cadena de distribución con transbordo</i>	10
2.1.2.	<i>Producción Agrícola</i>	19
1.3.	Fundamentos teóricos	22
1.4.	Recapitulación del capítulo 1	23
<b>CAPÍTULO II</b>		24
<b>MARCO METODOLÓGICO</b>		24
2.1.	Marco metodológico	24
2.1.1.	<i>Modelos de redes de distribución</i>	24
2.1.2.	<i>Modelo de transbordo</i>	26
2.2.	Enfoque de investigación	29
2.3.	Diseño de investigación	30
2.4.	Población y muestra	30
2.4.1.	<i>Población (cuando el estudio lo requiera)</i>	30
2.4.2.	<i>Muestra</i>	31
2.5.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos	32
2.5.1.	<i>Métodos de recolección de los datos</i>	32
2.5.2.	<i>Técnicas de recolección de los datos</i>	33
2.5.3.	<i>Instrumentos de recolección de los datos</i>	33
2.6.	Variable (s) del estudio (Adaptada al tipo y diseño de la investigación)	33
2.6.1.	<i>Operacionalización de las variables</i>	34
2.7.	Plan de análisis de resultado	35
<b>CAPÍTULO III</b>		37
<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		37
3.1.	Identificación los problemas en la investigación	37
3.1.1.	<i>Resultados de la entrevista</i>	37
3.1.2.	<i>Resultados de la encuesta</i>	38
3.2.	Diagnóstico situacional	52
3.3.	Diseño de la red a partir de un caso de estudio	53
3.4.	Modelado matemático para la cadena de distribución con transbordo para la producción agrícola.	56
3.3.1.	<i>Formulaciones para el modelado</i>	56
3.3.2.	<i>Solución aplicando el MT</i>	59

3.5. Presupuesto estimado para la implementación del modelado de cadena de suministro con transbordo.....	64
3.6. Marco de discusión .....	64
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>68</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>69</b>
<b>REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)</b> .....	<b>70</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>76</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> Modelado de cadena de distribución con transbordo.....	10
<i>Tabla 2</i> Muestra de personas que se dedican a la agricultura en el Cantón Santa Elena. ....	31
<i>Tabla 3</i> Muestra estratificada.....	32
<i>Tabla 4</i> Operacionalización de variables.....	34
<i>Tabla 5</i> Plan de análisis de resultados.....	35
<i>Tabla 6</i> Sexo del agricultor.....	38
<i>Tabla 7</i> Edad del agricultor.....	39
<i>Tabla 8</i> Nivel de estudio.....	40
<i>Tabla 9</i> Comunidades.....	41
<i>Tabla 10</i> Rango de quintales de cacao de producción.....	43
<i>Tabla 11</i> Costos de transporte finca a distribución.....	44
<i>Tabla 12</i> Puntos de distribución.....	45
<i>Tabla 13</i> Costos de transporte de distribución a cliente.....	46
<i>Tabla 14</i> Quintales de venta a cada cliente.....	47
<i>Tabla 15</i> Modo de transporte del cacao.....	48
<i>Tabla 16</i> Precio del cacao.....	48
<i>Tabla 17</i> Tipo de cacao.....	50
<i>Tabla 18</i> Procedimiento de casos.....	51
<i>Tabla 19</i> Fiabilidad.....	52
<i>Tabla 20</i> Rangos de fiabilidad.....	52
<i>Tabla 21</i> Producción y costos de transporte.....	54
<i>Tabla 22</i> Costo unitario de transporte, relación O-T.....	55
<i>Tabla 23</i> Costos unitarios de transporte, Relación T-D.....	56
<i>Tabla 24</i> Cantidad de transporte O-T.....	61
<i>Tabla 25</i> Cantidad de transporte, Relación T-D.....	62
<i>Tabla 26</i> Presupuesto del proyecto.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 RSL triple línea (Planificación, ejecución y discusión).</i>	9
<i>Figura 2 Modelo de red.</i>	12
<i>Figura 3 Red de cadena de suministro</i>	13
<i>Figura 4 Cadena de logística, suministro y gestión.</i>	16
<i>Figura 5 Gráfica del método de transbordo</i>	19
<i>Figura 6 Gráfica de redes de distribución</i>	25
<i>Figura 7 Metodología de redes de distribución</i>	26
<i>Figura 8 Modelado de programación lineal de problema de transbordo.</i>	28
<i>Figura 9 Sexo del agricultor.</i>	39
<i>Figura 10 Edad del agricultor.</i>	40
<i>Figura 11 Nivel de estudio</i>	41
<i>Figura 12 Diagrama de pastel de las comunidades.</i>	42
<i>Figura 13 Diagrama de Pastel producción de QQ de cacao.</i>	43
<i>Figura 14 Diagrama de pastel QQ de cacao desde finca hacia puntos de distribución</i>	44
<i>Figura 15 Puntos de distribución.</i>	45
<i>Figura 16 Costos de transporte Finca a Puntos de distribución</i>	46
<i>Figura 17 QQ de cacao a cada cliente.</i>	47
<i>Figura 18 Medio de transporte</i>	48
<i>Figura 19 Precio del cacao</i>	49
<i>Figura 20 Tipo de cacao</i>	50
<i>Figura 21 Diagrama de redes de distribución con transbordo.</i>	55
<i>Figura 24 Programación en el software Lingo 19.0.</i>	59
<i>Figura 23 Función objetivo, iteraciones, variables y constantes.</i>	60
<i>Figura 24 Produccion, capacidad y demanda de la propuesta.</i>	60
<i>Figura 25 Costos y demandas de la relación O-T-D</i>	61
<i>Figura 26 Cadena de distribución con transbordo para la producción agrícola.</i>	63
<i>Figura 27 Costos de transporte mensual aplicando el modelado.</i>	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1 Preguntas entrevista.....</i>	<i>76</i>
<i>Anexo 2 Encuesta .....</i>	<i>77</i>
<i>Anexo 3 Hectareas de cultivos de cacao.....</i>	<i>80</i>
<i>Anexo 4 Evidencia de la entrevista .....</i>	<i>81</i>

## **LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS**

- AFS.- Sistemas agroforestales
- CD.- Cadena de distribución
- CF.- Costos fijos
- CS.- Cadena de suministro
- CV.- Costos variables
- DMQ.- Distrito metropolitano de Quito
- GCL.- Gestión de la calidad y logístico del desempeños
- HS.- Sistemas híbridos
- ILP. Programación lineal entera mixta
- IO.- Investigación de operaciones
- LQM.- Gestión de la logística de calidad
- LSP.- Desempeño del servicio logístico
- MM.- Modelado matemático
- MNLP.- Programación no lineal de entero mixto
- MOLP.-Programación de enteros mixto multiobjetivos
- MRM.- Modelo de transbordo multifase
- MT.- Modelo de transbordo
- PIB.- Producto interno bruto
- PMP.- programación matemática positiva
- RSL.- Revisión sistemática de la literatura
- QQ.- Quintales
- SEM.- Modelado de ecuaciones estructurales

## **Formulaciones**

$X_{ij}$ : Número de unidades enviadas desde los nodos  $i$  a  $j$

$C_{ij}$ : Costo unitario enviadas desde los nodos  $i$  a  $j$

$s_i$ : Suministro u oferta del nodo de origen  $i$

$d_j$ : Demanda del nodo de destino  $j$

$\sum C_{ij}$  Sumatoria de costos

$\sum X_{ij}$  Sumatorias de cantidades

# “MODELADO Y SIMULACION DE LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN CON TRANSBORDO PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.), EN EL CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”

**Autor:** Ricardo Tomalá Aníbal

**Tutor:** Muyulema Allaica Juan

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfocó en la cadena de distribución, que es un elemento muy aplicado en las empresas a nivel global y da hincapié a la reducción de costos y maximización de las ganancias, se realizó en la producción agrícola que actualmente es un sector que se dedica a la proporción de los alimentos que son proveniente del cultivo. Siendo el objetivo que abordó la investigación formular un modelado de la cadena de distribución para la producción agrícola del cacao como contribución a reducir los costos de transbordo en el cantón Santa Elena, Ecuador. La metodología de estudio que se aplicó es mediante una entrevista y encuestas que están dirigido a las personas que se dedican a la agricultura, se realizó un análisis de fiabilidad de los datos y herramienta de los datos que se recopiló, obteniendo los resultados mediante programa matemático Lingo 19.0 en donde se demostró que los costos disminuyen y el sentido de distribución es óptimo. Finalmente se concluye que el estudio realizado es un modelo óptimo y muy aplicativo debido que minimiza los costos y cumple con la satisfacción del cliente en la producción de cacao en el cantón Santa Elena.

***Palabras Claves:*** (Cadena de distribución; producción agrícola; transbordo; programación lineal; investigación operativa; transportación)

“MODELING AND SIMULATION OF THE TRANSSHIPMENT DISTRIBUTION CHAIN FOR THE AGRICULTURAL PRODUCTION OF CACAO (THEOBROMA CACAO L.), IN THE CANTON OF SANTA ELENA, ECUADOR”

**Author:** Ricardo Tomalá Aníbal

**Tutor:** Muyulema Allaica Juan

## **ABSTRACT**

The present research work focused on the distribution chain, it is an element widely applied in companies globally and emphasizes cost reduction and profit maximization, it was carried out in agricultural production, which is currently a sector that It is dedicated to the proportion of the food that comes from the crop. The objective addressed by the research is to formulate a modeling of the distribution chain for the agricultural production of cocoa as a contribution to reducing transshipment costs in the canton of Santa Elena, Ecuador. The study methodology that was applied is through an interview and surveys that is aimed at people who are dedicated to agriculture, a reliability analysis of the data and data tool that was collected was carried out. The results using Lingo 19.0 mathematical program where it was shown that costs decrease and the direction of distribution is optimal. It is concluded that the study carried out is an optimal and very applicable model since it minimizes costs and meets customer satisfaction in cocoa production in the Santa Elena canton

***Keywords: (Distribution chain; agricultural production; transshipment; linear programming; operational research; transportation)***

# INTRODUCCIÓN

La cadena logística a nivel global se relaciona con nuevas tendencias, perspectivas y brechas para desarrollar la estructura de los planteamientos teóricos y prácticos (Fontalvo-Herrera et al., 2019), la logística cada vez evoluciona en la cual se centra en casos como científicos y estudios, consiste en una metodología exploratoria y se basa en tres eslabones: aprovisionamiento, producción y distribución (Gutiérrez & Infante, 2017). Existen bastantes problemas que se asocian a la cadena de red de logística pero, sin embargo al aplicar muestra como resultados la reducción de costos de transporte, disminución de los impactos ambientales, entre otros factores importantes (Guimarães et al., 2020).

En el Ecuador la aplicación de la logística y distribución aporta mucho en las grandes y medianas empresas, en su utilización se menciona que las ventas van en aumento, este estudio se basó en corto y largo plazo, sirve para tomar una buena decisión (Mejía-Moreira et al., 2018). Existe 16 mil empresas (pequeñas y medianas) que aportan más del 25% al producto interno bruto (PIB), las provincias que ayudan mucho en la contribución son las ciudades grandes de Ecuador como Guayaquil (48%), Quito(37%), Azuay (5%), Tungurahua (3%) y El Oro(2%). Uno de los problemas que se presentan al momento de distribuir productos a nivel internacional menciona que la cadena de valor es baja (Moreno et al., 2018).

En la Provincia de Santa Elena existen varias empresas y comunidades que aportan a la economía del país, mediante las exportaciones e importaciones de productos como: cultivos, artesanías entre otros. Los productos que son de gran exportación son: banano, cacao, sandía, sombreros, zapatos entre otros (Asencio et al., 2020). La provincia es muy importante ya que tiene variedades de productos que pueden vender y así ayuda al desarrollo socioeconómico pero sin embargo en los últimos años la economía fue en decrecimiento ya que se presentó el virus Covid 19 (Tenorio-Rosero et al., 2021).

Fernández et al., (2020) estableció que en un problema de redes de distribución en donde la empresa se debe utilizar pasos a seguir, para su respectivo transporte, aquella que tiene como objetivo satisfacer las necesidades del cliente y a su vez

permiten ser optimizadas mediante problema de transbordo con la finalidad de que los costos disminuyan y el producto sea de una manera eficiente.

La cadena de distribución es aplicada en muchos ámbitos empresariales, es por ello que busca satisfacer la demanda, los productos que son cultivados sean transportados de manera eficiente y eficaz. La cadena de suministro también radica en otros problemas como: destino, transporte, almacenes o plantas en la que se va a distribuir.

A nivel global la producción del cacao se encuentra en el nivel 3, se tiene un promedio de producción de un 95%, existen variedades de cacao en la cual se establece el cacao Nacional y el cacao CCNC-51 con un 5% de la producción mundial, los países productores que exportan a nivel internacional que están dentro los 5 primeros países son los siguientes: Ecuador, Costa de Marfil, Nigeria, Camerún y Ghana, Se estableció por la organización de las naciones unidas para la educación, la ciencia y la cultura (UNESCO), según los autores el PIB a nivel de Ecuador se registró alrededor de 5.522 millones, que se representa al 8% de la producción por año del cacao, en la actualidad existen más de 1000 fincas en todo el Ecuador, la edad promedio es de 68 años del agricultor. (Cedeño Coll & Dilas-Jiménez, 2022)

El cacao es una fruta muy consumida en la actualidad, Ecuador se ha caracterizado por ser uno de los países que distribuye tanto nacional como internacional. En la actualidad el sector de la agricultura ha beneficiado a la población, pues con las ganancias que han surtido, ayuda mucho a los diferentes campos como por ejemplo: el campo de educación, campo cultural y el campo económico.

Sin embargo existen diferentes problemas, los agricultores quieren generar ganancias ya sea minimizando costos entre otros factores, es por ellos que se aplicara cadena de distribución con transbordo (Cañadas Salazar & Sablón Cossío, 2019). En la producción del cacao para (Pico-pico, 2021) detalla que involucra alrededor de más de 5 millones de agricultores, tiene una exportación alrededor de 0,32 millones de toneladas estimando un costo de 2.603 USD cada tonelada. La producción de cacao existen 21 provincias que se dedican al cultivo de este producto (Cedeño Coll & Dilas-Jiménez, 2022). En la última encuesta dentro de un periodo de dos años las cantidades de hectárea disminuyeron debido a las crisis sanitaria, en el 2020 cuenta con una

hectárea plantada de 590.579 Ha y hectáreas de cosecha 527.347 Ha, la producción fue de 327.903 ton alcanzando un punto de venta de 327.425 ton (INEC, 2021).

La cadena de distribución con transbordo implica los destinos donde el producto va a ser trasladado, comenzando con el origen, luego se aplica el transbordo y por último el destino, de este modelado se estudiará cual es eficiente y buscar solución a los otros destinos para que todos tengan las mismas ganancias.

Santa Elena es una de las provincias que se ha caracterizado por la producción de alimentos a nivel nacional e internacional, en otras palabras se dedican a la importación y exportación de alimentos, en la agricultura, las parroquias que se dedican a la venta y cultivo del cacao son las siguientes: Manglaralto y Colonche, cabe recalcar que la parroquia Colonche es la que mayor salida tiene sus productos ya que cuenta con más área de cultivos con respecto a los productores y hectáreas (Drouet-Candel et al., 2021). La comuna Dos Mangas tiene una producción promedio de 120 quintales por año perteneciente a la parroquia Manglaralto, las comunas: Loma Alta cuenta con una producción promedio de 90 quintales por año, Febres Cordero con una producción de 50 quintales por año, Manantial de Guangala la producción promedio es de 30 quintales por año, Cerezal Bellavista con un promedio de 140 quintales por año y la comuna Las Balsas con un promedio de 200 quintales por año; estas comunidades pertenecen a la parroquia Colonche, el costo de cada quintal de ambas parroquias es dentro de un promedio de \$90 a \$110 dólares y la producción puede variar a las condiciones climáticas, uso no adecuado al cultivar y por materiales necesarios para la agricultura.

### **Formulación de problema de investigación**

¿Cómo la formulación de un modelo y la simulación de la cadena de distribución en la producción agrícola del cacao contribuirán a la minimización de los costos de transbordo del cantón Santa Elena, Ecuador?

### **Alcance de la Investigación:**

El proyecto se enfocó en las diferentes comunas que se dedican a la agricultura del cacao pero por factor de tiempo, el modelado se aplicó en las comunas de las parroquias de Colonche y Manglaralto, se realizó la investigación de cuanto es la

producción de cacao, los puntos de distribución, preguntas relevantes que vayan con el tema y la recolección de datos para digitar en el modelado.

### **Planteamiento del Problema**

Existen muchos problemas al momento de la exportación y comercialización del cacao, en esta se menciona que el valor de venta agregado no es el adecuado, los procesos que se utilizan en el producto de cacao es el secado y la fermentación para obtención del grano de cacao.

Mediante este proyecto que se basó en cadena de distribución se realizó un modelado y simulación que tendrá la finalidad de ver donde tiene mayor acogida su venta a nivel de Ecuador, recordando que el cacao es una fruta que tiene grandes ganancias. Los países internacionales e incluso empresas que son reconocidas compran este producto de Ecuador.

El modelo de simulación ayudó tanto al comerciante como a la población, en este modelo se buscará minimizar costos, en su transportación, en sus ventas, entre otros. Buscará mejorar las ventas y sobre todo generar ganancias.

El trabajo tiene como finalidad que, tanto el origen como el destino sean adecuados para la satisfacción del cliente y la del agricultor, buscar nuevas alternativas para que la materia prima (Cacao) tenga otros destinos y de la misma manera pueda generar ganancias y así poder abastecer para obtener más producción agrícola.

### **Objetivos:**

#### *Objetivos General*

Formular un modelado de la cadena de distribución para la producción agrícola del cacao como contribución a reducir los costos de transbordo en el cantón Santa Elena, Ecuador.

#### *Objetivos Específicos*

- Determinar los conceptos de las diferentes variables, mediante artículos y revistas científicas, para el sustento de temática relacionadas con la cadena de distribución y producción agrícola.

- Elaborar una metodología, para el diagnóstico del estado actual de la cadena de distribución de la producción agrícola del cacao en el cantón Santa Elena, Ecuador.
- Plantear un modelo de la cadena de distribución, basado en investigación de operaciones, para la minimización de costos de transbordo en la distribución de la producción agrícola del cacao.

En consecuencia, los apartados del proyecto son los siguientes:

**Capítulo 1** Estado de Arte: en esta sección se investigó mediante revistas científicas, tesis, entre otras fuentes confiables para consultar sobre las variables y tener en claro lo que se va a estudiar en el presente trabajo, como se efectuó su estudio para regirlo al trabajo de titulación y verificar los resultados que obtuvo cada autor.

**Capítulo 2** Marco Metodológico: en esta sección se recopiló datos para poder aplicarlos en el modelado y simulación de nuestro trabajo de titulación, mediante visitas de campo, entrevistar a los productores de cacao y ver el estado actual de la cadena de distribución del producto agrícola (cacao).

**Capítulo 3** Resultados y Discusiones: en este capítulo se mostró los resultados que se han obtenido una vez aplicado el modelado y se discutirá cuáles son los destinos óptimos en la distribución de la producción del cacao

La finalidad del trabajo buscó aumentar la productividad del cacao, mediante modelos matemáticos que ayude a distribuir a lugares donde se obtenga mayores ganancias y buscar otras alternativas para mejorar el destino que se va a distribuir, el producto que se va a cultivar sea de agrado o de satisfacción al cliente.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

Muchos investigadores se han centrado en la red de transporte, Munim et al., (2021) partieron desde un pronóstico de la competencia en un puerto de transbordo mediante red analítica, utilizando como metodología un modelado de red que se encargó en la toma de decisiones, análisis y recopilación de datos, como resultado obtuvieron que en cada puerto hay variaciones de competitividad utilizando los siete métodos de transbordo y que en cada hallazgo son de mucha importancia, debido que ayudan a mejorar la comprensión actual del puerto. Concluyeron que el modelado permitió pronosticar un estudio de mercado en el cual que puerto tiene mayor y menor competitividad con un error porcentual absoluto medio de 14,64%, puede ser utilizado por varias organizaciones como agentes gubernamentales, operadores portuarios entre otros.

Desde la perspectiva de Tolujevs (2021) este estudio demostró la pertinencia de un modelado y simulación mediante transbordo para productos petrolíferos en un puerto, mediante programas de Excel, MS Excel se encargó en recopilar la información como los tiempos de cada proceso que se generan diariamente el software VBA Excel, indicó que las restricciones que tiene un grado de complejidad que serán eliminadas, permitió generar datos como entradas y salidas de los procesos y mediante ello se aplica el respectivo modelado sobre el proceso de transbordo de petróleo, obteniendo información diaria de cuanto petróleo se está vendiendo.

Los resultados de este artículo según los datos que dio el programa se requerirán vagones, carros y buques para poder transportar los elementos petrolíferos (20000 t), el programa también arrojó datos como el tiempo que será transportado a los diferentes destinos, el tiempo que se descargara el material, cuanto es la capacidad de cada uno de los medios de transporte y cuantas unidades se necesitaran.

Como conclusión, el programa Excel es muy factible pero lo importante no son los datos arrojados si no la efectividad de que se cumplan los resultados del simulador VBA Excel, este modelado que se implementó es muy profesional; sin embargo, debe tener en cuenta el diferencial de tiempo y DES (simulación de eventos discretos).

Por otra parte Mendoza & Culqui, (2020) argumentaron en sus estudios buscar la mejora de transbordo en intersección de líneas de transporte públicos en las vías de la ciudad de Lima, Perú, mediante la implementación de modelado de software Vissim-Viswalk 9, la metodología de la investigación es cualitativa, se utilizó checklist, realizando visitas de campo y por medio de ello se recopiló información que sirvió para aplicarlo en el software.

Como resultado del trabajo permitió una reducción en el MT en un 17,10% y aumentó su velocidad al 26.1% permitiendo la seguridad al momento de utilizar el transporte público. La conclusión mediante el MT para su debida aplicación se delimitan es decir se toma una muestra, en ello se visualizó los factores de tiempo y velocidad, también se toman otros métodos para generar menor tiempo y cual sería más factible al momento de usar transporte público en la ciudad.

Con el uso de la cadena de distribución Cadena et al., (2020), explicaron un análisis de distribución de alojamiento y comida en las grandes empresas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) aplicando modelo SCOR mediante la utilización de metodología cualitativa ya que se generó de manera estadística (probabilística), se aplicó población, muestra e instrumentos de investigación desde las microempresas hasta las grandes empresas que hay en el DMQ, como resultado de la investigación mostró que en todos los parámetros son competitivos en la CS, permitió que los resultados salgan de forma detallada y de acuerdo a ellos mejoraron el proceso; concluyeron que el modelo SCOR, la cadena de suministro está en el rango adecuado, es decir, 4.35 de 5 toneladas, se verifico que el 76% de las empresas se dedican a la comida y el restante en alojamiento, en este estudio cierta cantidad cumplen con los estándares y el resto no tiene idea de cómo implementar CS, este modelado se implementó para dar ideas claras de cómo llevar la cadena de suministro.

Con respecto a temas de investigación Yang et al., (2021) detallaron que una práctica de gestión de la calidad, logística y desempeño (GCL) de los operadores del Centro de distribución (DC) internacionales, la metodología que aplicaron los autores se basó en recopilar datos y luego experimentar mediante un modelado de SEM (modelado de ecuaciones estructurales). Como resultado del trabajo investigativo se estudiaron cuatros modelos 1, 2, 3 y 4, mediante estos modelados se realizó varios

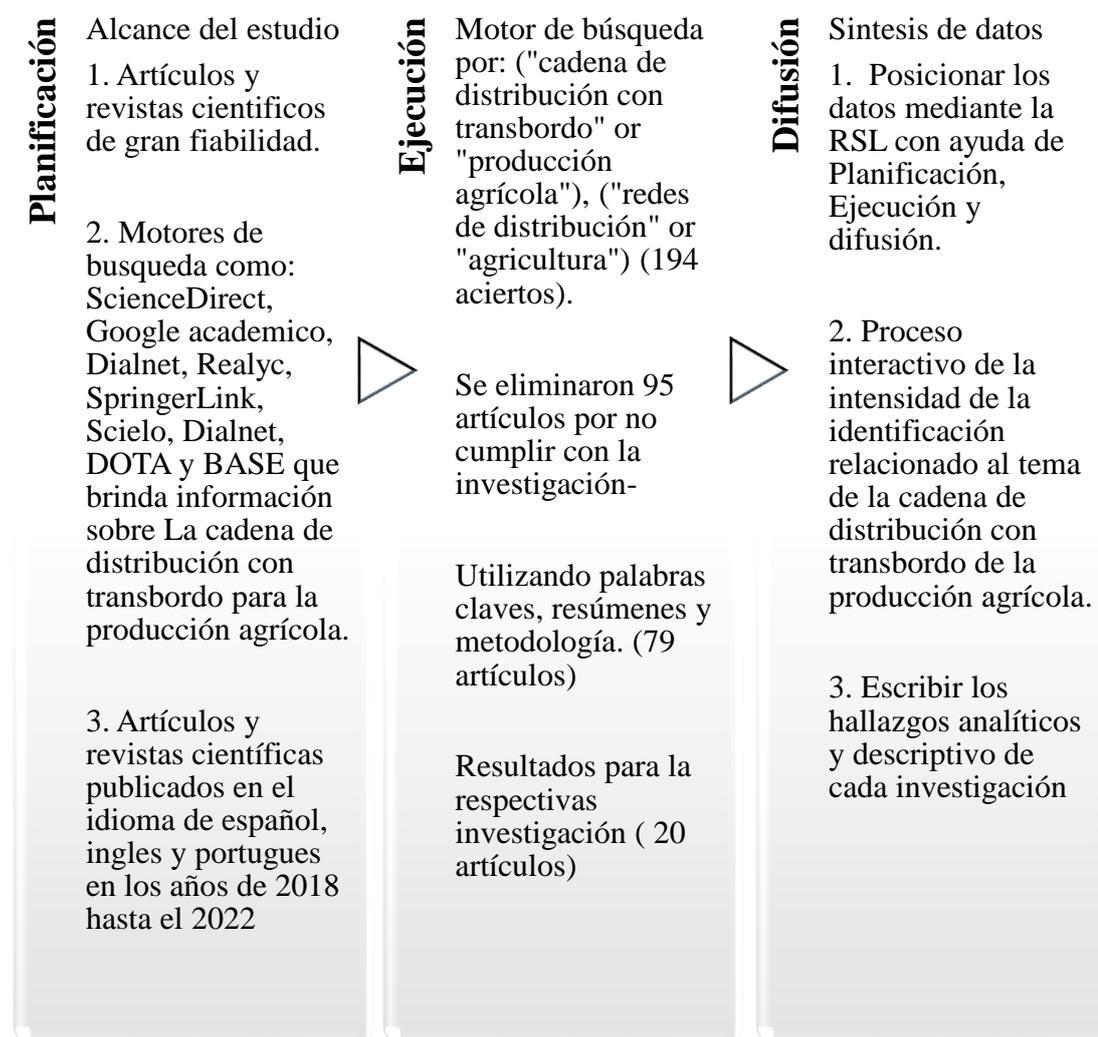
estudios, en el modelado 1 y 2 (modelo de mediación y modelo de mediación parcial) da como resultado una variación mínima de efecto mediador completa con valores y los modelados 3 y 4; LQM (gestión de la logística de calidad) y LSP (desempeño del servicio logístico) sirvieron para examinar roles mediadores. Llegaron a una conclusión que existen efectos positivos entre varios modelados tanto de LQM y IDC generan tanto lo que es en la satisfacción del cliente y esto se podrá generar en un largo plazo, la cadena de suministro para los que utilicen este servicio, los operadores sean más proactivos y cumplan la necesidad de los clientes.

## **1.2. Estado del arte**

Con base a la RSL, Kouchaksaraei & Karl, (2019) dedujeron que permiten conocer temas de interés que el autor desea investigar, los pasos que debe seguir para la investigación son: Identificar, luego se evalúa el tema y como último punto se interpreta el tema que se investiga, existen dos estudios de la RSL, se caracterizan como formas de estudios primarios y secundarios. En la revisión sistemática para llevar a cabo una buena investigación, los autores Quispe et al., (2021) establecieron que se puede realizar en 7 pasos: i) pregunta de investigación, ii) definición de criterios, iii) estrategia de búsqueda, iv) seleccionar evidencia y extraer los datos, v) análisis de sesgos, vi) síntesis de resultados y vii) publicación.

Los motores de búsqueda son herramientas tecnológicas, que permitió encontrar literatura que están en una base de datos, el trabajo se realizó mediante artículos, revistas científicas y bibliotecas virtuales como: ScienceDirect, Google Académico, Dialnet, Redalyc, SpringerLink, Scielo, DOAT y BASE, para la respectiva elección de los artículos y revistas científicas de idioma español, inglés y portugués; se tomaron en cuenta 194, de los cuales se descartaron 95 porque no cumplían con los parámetros de exclusión e inclusión; se eliminaron 79 por bola de nieve hacia adelante y bola de nieve hacia atrás, dejando como resultados 20 entre ellos revistas y artículos científicos como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1** RSL triple línea (Planificación, ejecución y discusión).



Nota: elaborado por el autor basado en revisión bibliográfica.

La RSL o estado de arte es un modelo de investigación en donde permite obtener datos actualizado del tema que se abordan en el presente trabajo de titulación, la revisión sistema de la literatura son: cuantitativo, cualitativos y métodos mixtos, la selección de los 20 artículos fueron elegidos y leídos detenidamente por resumen, metodología, resultados y discusiones; recopilando datos de investigación, análisis de sesgos para obtener una síntesis de resultado tomando en cuenta el tema de nuestra investigación, modelado y simulación de la cadena de distribución con transbordo para la producción agrícola.

### 2.1.1. Cadena de distribución con transbordo

Los autores Toro-Ocampo et al., (2016); Sui et al., (2022); Tabares et al., (2022); Song & Wu, (2022); Guimarães et al., (Guimarães et al., 2020); Siddiqui et al., (2018); Elizabeth et al., (2020); se dedicaron a estudiar los problemas que hay en las cadenas de distribución y las rutas de los productos, utilizando el método de optimización ILP (siglas en inglés) que indica que son programación lineal de enteros mixto. Otras propuestas según los autores Boskabadi et al., (2022), la propuesta que estudio es sobre la cadena de suministro verde con el método de optimización MLNP (siglas en inglés) Método no lineal de entero mixto.

Otros estudios realizado por los autores Tavana et al., (2022); Momenitabar et al., (2022); muestran modelos matemáticos MOLP (siglas en inglés) programación entera multiobjetivo. Los autores Mitter & Schmid, (2021) presentan un modelo de (PMP) programación matemática positiva. Los autores Leiras et al., (2021) presentan métodos como SLP (modelo de programación estocástico). Passalacqua & Molin, (2020) se basan en el MT (modelado de transbordo). Los autores Hoose et al., (2016); Velasco Andrade & Tamayo Ortiz, (2020); Gómez et al., (2020) realizan investigaciones HS (modelos hídricos). Rangel-Mendoza & Silva-Parra, (2020) AFS (sistemas agroforestales). Roblero & Flores, (2022) modelos de superficie digital MDS. Drouet-Candel et al., (2021) Modelos matemáticos MM y Samantha & Almalik, (2019) modelo de transbordo multifase MTM. Los modelos que presentan están direccionado en diferentes aspectos o caracterización como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1** Modelado de cadena de distribución con transbordo

Nº	Autor	Notación	Métodos de optimización	Propuesta
1	Toro-Ocampo et al., (2016)	ILP	Programación lineal de entero mixto	Problema de localización y ruteo con restricción de capacidad
2	Sui et al., (2022)	ILP	Programación lineal de entero mixto	Programación óptima para mejorar la resiliencia en el intercambio de baterías de la CD
3	Tabares et al., (2022)	ILP	Programación lineal de entero mixto	Redes de distribución mediante múltiples etapas de confiabilidad.
4	Boskabadi et al., (2022)	MLNP	Programación no lineal de entero mixto	Modelo para minimizar los costos, maximizar las ganancias per cápita y la

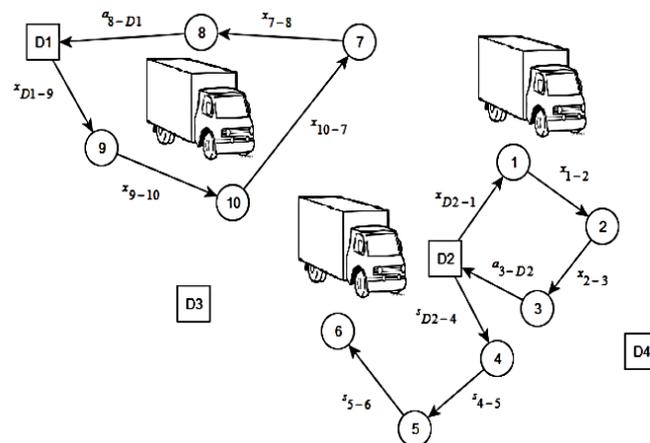
				disminución de CO <sub>2</sub> en la cadena de suministro verde.
5	Song & Wu, (2022)	ILP	Programación lineal entera mixta	Optimizar las decisiones de la CS incluyendo los inventarios, estrategias y rutas de los productos.
6	Tavana et al., (2022)	MOLP	Programación entera mixta multiobjetivo	Propone una red de CS en un circuito para resolver MOLP
7	Guimarães et al., (2020)	ILP	Programación lineal entera mixto	Modelo de programación para minimizar los costos y el tiempo de viaje de los pasajeros
8	Siddiqui et al., (2018)	ILP	Programación lineal de enteros mixtos	Minimización de los costos de transporte de productos de petróleo
9	Momenitabar et al., (2022)	MOLP	Programación lineal de enteros mixtos multiobjetivos	Diseño de programación lineal de SCLSCN de manera eficiente, EC para reducir las consecuencias ambientales.
10	Mitter-Schmid, (2021)	PMP	Programación matemática positiva	Modelo matemático de aguas subterráneas para el riego de la agricultura
11	Leiras et al., (2021)	SLPM	Modelo de programación lineal estocástico	CS y CD para ayudar con los alimentos en las regiones que más necesitan.
12	Passalacqua-Molin, (2020)	MT	Modelo de transbordo	Minimizar la trayectoria de medios de transporte para el traslado de caña de azúcar
13	Hoose et al., (2016)	HS	Sistema hídrico	MRP en la fabricación de piezas de maquinarias agrícolas y entrega a las fábricas.
14	Rangel-Mendoza & Silva-Parra (2020)	AFS	Sistemas agroforestales	Sistema para mejorar la calidad del suelo y su vez la producción de las hojas que están en el suelo para la nutrición de cultivos.
15	Roblero & Flores, (2022)	MDS	Modelo digital de superficie	Aprovechamiento de las aguas lluvias para el uso del riego de la agricultura.
16	Elizabeth et al., (2020)	ILP	Programación lineal entera mixta	Modelos de optimización para la localización de un establecimiento de cementos y CD de alimentos
17	Elizabeth et al., (2021)	MM	Modelos matemáticos	Sistema de producción para la agricultura en las comunidades que se encuentran al norte de la

provincia Santa Elena, Ecuador				
18	Velasco Andrade & Tamayo Ortiz, (2020)	HS	Modelos hídricos	Análisis de riego para el ahorro de agua por diferentes métodos en el valle rio Javita, Santa Elena.
19	Samantha & Almalik, (2019)	MRM	Modelado de transbordo multifase	Modelado de transbordo de fertilizantes para reducir los costos aplicando software como Excel y método simplex en Nigeria
20	Gómez et al., (2020)	HS	Modelado hídrico	Modelado para modelar el uso del suelo y mejorar el agua en la agricultura.

Nota: elaborado por el autor basado en (Edison, 2018).

Toro-Ocampo et al., (2016), denominan el problema de ruteo y localización. En este problema el objetivo es la disminución de los costos aplicando un modelo matemático lineal entero mixto con la implementación de algoritmos, este modelo puede resolver problema de gran magnitud, mediante pequeñas y grandes empresas. El modelo se representó por nodos cuadrados que indican la cadena de distribución y los nodos circulares son los clientes, se asignó las diferentes variables como rutas, recorridos como se muestra en la figura 2, los resultado que se obtuvieron en el modelado y aplicación de ecuaciones de los problemas, fueron satisfactorios ya que permitió generar ganancias, se hizo el modelado de 20 a 50 clientes, 30 a 50 clientes; en donde las rutas que se escogieron para el modelado, son positivas y favorables.

**Figura 2** Modelo de red



Fuente: Elaborado por el autor (Toro-Ocampo et al., 2016)

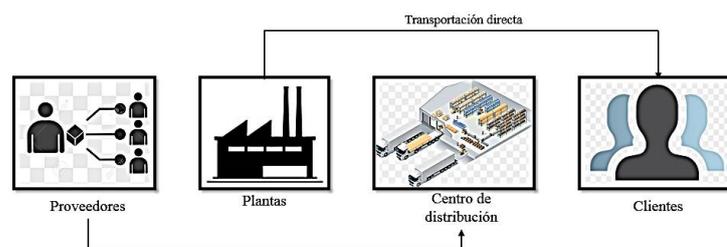
Tabares et al., (2022) propuso un modelado de redes de distribución, mediante ecuaciones diferenciales, la variables son de acuerdo a los problema que se generan en la distribución de energía eléctrica, tomando en consideración las restricciones. Tienen como objetivo minimizar los costos totales (inversiones y operación), la metodología que implementaron es sobre un diseño de expresiones algebraicas para medir la fiabilidad. Las empresas que utilizan el modelo, al momento de aplicar, es de gran ayuda debido que consiste en la actualización y es utilizado en programas que arrojan resultados de inmediato para su respectiva toma de decisión,

Para Boskabadi et al., (2022) contempló en su investigación un problema de red de distribución en donde buscó los destino de mayor factibilidad, otra propuesta es abrir un nuevo centro o planta de distribución mediante cadena de suministro verde, este estudio permitirá la maximización de la ganancia, a su vez reducirá costos de red y minimizando las emisiones que son producidas por los gases de CO<sub>2</sub>.

La gestión de la cadena de suministro verde (GSCM) puede aportar en la competitividad ya que contribuye en la cadena de suministro, redes de distribución, logística entre otros aspectos muy importantes como menciona los autores. El modelo que propusieron los autores para la CD debe tomar en consideración las notaciones, parámetros y las variables. Se denominó que es un modelo matemático no lineal entera mixta.

El planteamiento del problema se diseñó por una red, en esta intervienen los proveedores, centros de distribución y clientes, el modelado permite que los productos sean trasladados a los clientes o que pasen por los centros de distribución para luego enviar a los clientes como muestra en la Figura 3.

**Figura 3** Red de cadena de suministro



Fuente: Elaborado por el autor (Boskabadi et al., 2022)

Los métodos que utiliza el autor son algoritmos NSGA II y MOPSO

Algoritmo NSGA II (algoritmo genético de clasificación no dominado) es un método de optimización metaheurístico multiobjetivos, consiste en elegir una parte de la población mediante clasificación, utilizando operaciones polinómica y operaciones de cruce bimodal, para mezclar los habitantes actuales con la futura población. Los factores a considerar son los siguientes: i) Población, ii) iteración máxima, iii) mutación y iv) tasa de cruce.

Algoritmo MOPSO consiste en el movimiento de partículas, es decir, si una partícula está en busca de alimento y mediante la búsqueda encuentra un lugar y se siente cómodo permite atraer más partículas, el modelo se clasificó en maximizar los conjuntos excelentes de paretos y minimizar las distancias de paretos. Los factores de MOPSO son cuatros: i) población, ii) iteración máxima, iii) Partícula y iv) constancia global.

Aplicando los resultados de los diferentes modelos se lo clasificó por diferentes tamaños (pequeños, medianos y grandes). En cada tamaño se muestra mejores resultados pero mediante diferentes métodos, en la problemática de tamaño mediano el que brindó buenos resultados NSGA II y MOPSO, mientras que en los de escala de tamaño mediano demostraron buenos resultados el modelo NSGA II e híbridos y para finalizar con el de escala de tamaño grande NSGA II (Boskabadi et al., 2022)

Para los autores Song & Wu, (2022) detallaron una propuesta de modelado de ubicación – inventario y ubicación inventario – enrutamiento de productos perecederos en China, con un modelado LIP (problema de inventario de ubicación) y LIRP (problema de enrutamiento de inventario de ubicación), se aplicó estos modelos para minimización de los costos en la cadena de suministro, los modelado se basó en el método de optimización programación lineal entera mixta.

Problema LIP consiste en diferentes métodos de investigación, una de las diferentes consiste en que un proveedor entregue un producto mediante cierto límite de tiempo en este sentido que el centro de distribución (proveedor) de un inventario con un solo escalón (se dirija a los destinos que son los clientes).

En otra investigación se profundizó en los impactos que producen el tiempo de entregar los pedidos, reabastecimiento y las rutas, otro factor importante es la gestión de riesgos del cierre de CS, y como último factor que toma en cuenta es la variedad de la CS y RD.

Problema LIRP este modelo se basó en ubicación, inventario y enrutamiento. Este modelo es recién aplicado, necesita de otro modelado (AFSC) para poder ejecutarse, el modelado buscó el número y las rutas de almacenamiento. La CS represente 3 niveles 1) proveedor, 2) depósitos y 3) minorista; mientras que las escalones 1) cultivo, 2) procesamiento y 3) ventas minorita.

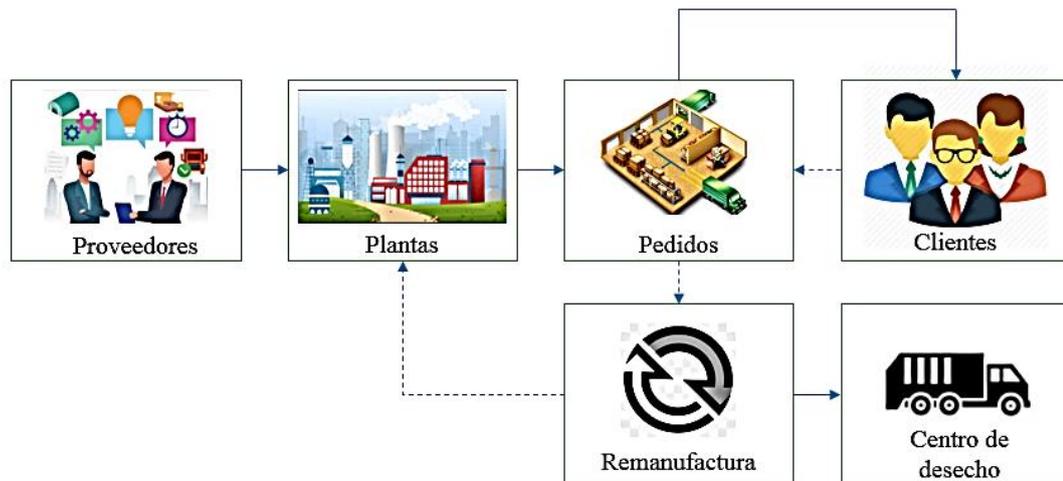
Los resultados que se obtuvieron mediante este artículo, utilizando los modelados nos indicó que los costos de transporte van a disminuir pero los costos de los inventarios van en crecimiento, este modelado dio sugerencia de las rutas y ubicación de donde se optimizara (Song & Wu, 2022).

En varios estudios sobre cadena de distribución Song & Wu, (2022) establecieron un modelo de CS de circuito cerrado, se aplicó en ubicación, enrutamiento y entrega, donde busca minimizar los costos mediante una simulación de distribución probabilística, el método de optimización que se va a utilizar es programación lineal entero mixto multiobjetivo.

EL problema radicó sobre el discernimiento del medio ambiente, este modelado se basa en 6r (reciclaje, restaurar, reutilizar, reaparición, refabricar y recuperar), aplicó dimensiones de la sostenibilidad. En este sentido la propuesta de este modelado es no desperdiciar, mediante esto hace que la empresa sea ecológica ya que los desperdicios serán reutilizados, este mecanismo ya es aplicado en muchas empresas.

En la figura 4 se muestra el proceso de CLSG, para detallar, indica que los proveedores van a entregar sus productos a las plantas, luego se dirigen a los proceso de logística, esta decide si el producto está listo para ser vendido a los clientes, caso contrario el producto se remanufactura (se desecha o vuelve a logística para ser vendidos a los clientes).

**Figura 4** Cadena de logística, suministro y gestión.



Nota: Elaborado por el autor (Tavana et al., 2022)

Se plantea un modelado MOIL bajo incertidumbre, este modelo se va a centrar en ocho problemas de tamaño mediano y pequeño para evaluar el desempeño de cada uno de ellas, se debe tomar en consideración: i) índices, ii) parámetros, iii) variables, iv) funciones objetivas y como solución del modelado son los siguientes paso: 1) identificar las metas, 2) modelo de programación de objetivos, modelo de objetivo único y equivalentes.

Como solución se demostró que las rutas óptimas de los vehículos, donde serán las rutas que va a ir los productos, en los diferentes problemas que se planteó quedan sin demanda, en este sentido todos los productos fueron vendidos y los clientes quedaron satisfechos.

Para Guimarães et al., (2020) parte como estudio en la problemática de los costos al momento de trasladar los productos debido a que consumen demasiada energía, causan daño al medio ambiente entre otros factores que intervienen al momento de transportar. El modelo que propusieron los autores es buscar nuevas modelos de transporte, minimizar los costos de transporte y el tiempo de traslado, el modelo de optimización es programación de matemática entera.

El modelo matemático que se aplicó es el problema de flujo y problema de red mono-objetivo de múltiples productos, para aplicar se tomó en consideración el costo de transporte (flete o vehículo personal), el tiempo que dura en trasladarse, la

capacidad de la planta, costos de los productos y los sitios en donde serán destinado los productos: estos que se mencionaron son las restricciones, en el modelo de transbordo consiste por nodos (origen, transbordo y destino) y flechas (la dirección y sentido).

Como resultado al aplicar este modelado, el autor se basó a 4 métodos en 3 escenarios, todos los métodos arrojaron un resultado óptimo a excepción de uno ya que estaba en el método de ejecución de tiempo, el tercer y cuarto método fueron los mejores, en este sentido es lo que tomamos en consideración para nuestras nuevas rutas, así se puede minimizar los costos de transporte.

Según Samantha & Almalik, (2019) se basó en un modelo de transbordo para productos fertilizante desde su fábrica hasta su destino (consumidores), como objetivo de esta investigación buscó la minimización de transporte de fertilizante, utiliza programas como Excel para saber cuánto es la minimización en cada ruta que se estipulan los autores.

La problemática se dio debido a que algunos agricultores necesitan fertilizante para su cultivo y se le hacía difícil poder adquirir este producto, como solución del problema es que a todo el que adquiriera este producto le llegue en el momento exacto, tomando en consideración el precio justo para que pueda comprar el producto.

La programación óptima es un modelado analítico que consiste en minimizar los costos en relación de (satisfacción/calidad/entrega a tiempo). El modelo de transbordo consiste en que la oferta mayor o igual a la demanda, está establecido por nodos de origen, luego tienen un sentido hacia los nodos de distribución y finaliza con los nodos de destino (clientes).

Las ecuaciones presentaron los autores de este artículo científico son las siguientes:

$$\text{Minimizar costo} = \sum_i^m \sum_j^n c_{ij} x_{ij}$$

Sujetos a:

$$\sum_j^n x_{ij} \leq s_i \quad i = 1,2,3, \dots n$$

$$\sum_i^m x_{ij} \geq d_j \quad j = 1,2,3, \dots m$$

$$\sum_j^n x_{ij} - \sum_i^m x_{ij} = 0$$

$$\sum_j^n x_{ij} \leq s_i = \sum_i^m x_{ij} \geq d_j$$

$$x_{ij} \geq 0: \forall i, j$$

Donde:

$m$  = Número de fuentes

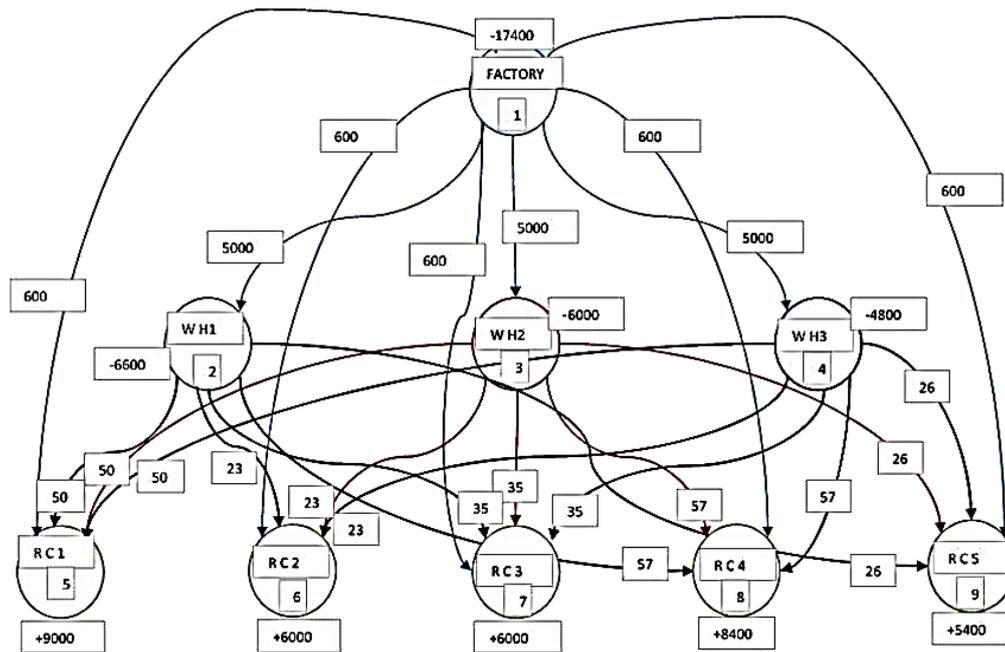
$n$  = Número de destino

$s_i$  = La capacidad de  $i^{\text{th}}$  fuentes (bolsas)

$d_j$  = La demanda de  $j^{\text{th}}$  destino (bolsas)

$c_{ij}$  = el costo de envío unitario entre  $i^{\text{th}}$  fuente y  $j^{\text{th}}$  destino

**Figura 5** Gráfica del método de transbordo



Nota: Elaborado por el autor (Samantha & Almalik, 2019)

### 2.1.2. Producción Agrícola

Para Mitter & Schmid, (2021) desarrollaron un estudio del uso de aguas subterráneas para la agricultura, el uso del suelo para la siembra de producción agrícola en el cambio de clima para reducir los efectos negativos del cultivo. Utilizaron un sistema integro para resolver el problema y la misma influye tanto en crear políticas para el uso y riego de agua subterránea en la agricultura.

Los modelados se aplicaron en las tierras (Seco, Similar y Húmedo), se estipulan de la siguiente manera:

Modelado estadístico.- se encarga de analizar las tierras de los tres tipos de tierra mediante un análisis meteorológico, es decir en cada estación (verano, invierno, primavera, entre otros), realizan este procedimiento mediante datos de años anteriores, y pronosticar en un futuro sobre futuras lluvias, caídas de nieves. Mediante estos datos se puede estudiar el clima estocástico (CE). En el estudio mediante las muestra de los diferentes bloques en los diferentes escenarios, se muestra una ventaja del CE es la relación de espacio temporal y física de los parámetros meteorológicos.

Modelado CropRota.- permite la maximización de los cultivos y a su vez restringen el uso de agua mediante el riego para la producción agrícola, el programa de optimización que utiliza es programación lineal, se analiza un estudio monocultivo (un solo producto a cultivar) y de varios cultivos durante el periodo de 31 años. Este permite ayudar al modelo EPIC.

Modelado EPIC.- Este modelo se encarga de estudiar anualmente los componentes secos, los cambios estacionales y el balance hídrico, en este sentido se encarga de cuando están en tiempo de lluvias, uso del agua entre otros, se realiza durante un periodo de 31 años en las diferentes estaciones con la finalidad de que las plantas sean fértiles por dióxido de carbono CO<sub>2</sub>.

Modelado BiomAT.- es un modelado de programación matemática positiva, este permite que se maximice los beneficios netos de la producción agrícola, el presente modelado se basa en la dinámica mensual de oferta, demanda de uso de la tierra y no solo depende de los RH (recursos hidrológicos), también depende del uso del riego, este proceso no genera costo sin embargo se utiliza equipo de bombeos ya que el agua que utiliza es subterránea. El modelado permite que sea un balance, es decir que lo que entra debe ser igual con lo que sale (oferta y demanda).

Los resultados permitieron que los beneficios netos disminuyan, el uso de las tierras y agua disminuyan, mediante las políticas se comprobó que en los respectivos estudios ayudarán a que el uso de agua subterránea se mantenga para no provocar sequía y abastecer de agua para el riego de los cultivos con los efectos que produce el cambio climático.

Roblero & Flores, (2022) describen la utilización de agua lluvias como base fundamental en la agricultura, que sirvió para el uso de riego de los cultivos y uso doméstico; en la producción agrícola se ahorra los costos de agua que se distribuyen en los hogares, mientras que para el uso doméstico hay que aplicar un tratamiento para que los humanos consuman; con la ayuda de drones se verifica el modelo de superficie, para la recolección de agua se utilizó el techado de las viviendas.

Los materiales que se implementó es la observación ya que cuenta con el techado de dos edificios para recolectar agua de las lluvias, equipos electrónicos: drone, cámaras, computadoras, software, entre otros.

Los métodos que los autores utilizaron son los siguientes:

Fotogrametría.- Mediante este método se obtuvo las fotografías del área en donde se va a recolectar el agua, las mediciones se realizaron de forma manual en ambos edificios (longitudes), el modelo de programación óptimo es el modelado digital de superficie MDS.

Meteorología.- Es el estudio de los fenómenos que suceden en la atmósfera, se realizan para el cálculo a corto plazo, el método se utiliza datos para calcular las precipitaciones (día, mes y años) en unidades de mm, los valores que se calculan es para las estaciones.

Coefficiente de escurrimiento.- Los valores de escurrimiento es mediante el producto de varios factores que se presentan en la obtención de agua es decir (lluvia, granizo y nieve), el tipo de terreno (en este caso el tipo de material de techado), tiempo, cantidad; entre otros. El cálculo de este coeficiente permite conocer la cantidad de agua.

Los resultados que se mostró en este estudio, es que se logra estimar el volumen de captación del agua, que será útil en la producción de la agricultura, con el coeficiente de captación, el cálculo que se realizó es para la longitud del terreno en donde se hizo el estudio, ambos generaron diferentes captación de agua que influye en el material y las longitudes dando como finalidad un análisis de captación de agua para la producción agrícola.

Drouet-Candel et al., (2021) realizaron un estudio de la producción agrícola en las comunidades de Manglaralto y Colonche de la provincia Santa Elena, en esta investigación promovió el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales sean bien administrados, el modelo utilizado fue en el software SPSS 19.0, en donde hicieron una recopilación de datos, mediante encuestas de los habitantes que se dedican a la agricultura en ambas comunidades; un total de 2131 productores.

Los resultados indicaron que tienen que generar nuevas estrategias de producción en donde se incentiven la agroecología, inclusión de la mujer ya que también se dedican a la agricultura, dar capacitación a cada una de ellas para que se demuestre que la agroecología es muy importante, en el proyecto se realizan

estudios en donde el agricultor la ganancia que el reciba sea la adecuada.

Velasco Andrade-Tamayo Ortiz, (2020) analizaron el uso de riego del río Javita de la provincia de Santa Elena, en este estudio se verificó que en la población se la utiliza para el riego de cultivos en el norte de la provincia, la metodología es mediante recopilación de datos para ver como consumen el agua, el estudio se hace con la finalidad de ahorrar agua y su uso sea adecuado.

Los materiales y métodos.- se estimó mediante el área del río Javita perteneciente a la comuna Colonche, se considera como bosque seco y bosque garua, es un bosque que por el mal uso de este líquido posee sequía, erosiones en el suelo, pérdida en la biodiversidad entre otros efectos que son insignificantes.

### **1.3. Fundamentos teóricos**

Modelado.- Representación de la realidad en donde se identifica el diseño, evaluación y optimización de los sistemas de fabricación (Maheut, 2021).

Simulación.- Herramienta que aportan al avance de la tecnología y la sustentabilidad, permiten el fortalecimiento a las técnicas y desarrollo para mejorar la eficiencia de algo que se quiere proyectar y ver los resultados a futuros (Bernal & Bernal Pérez, 2015).

Cadena de distribución.- Se encarga de los bienes o servicios que son entregados, es decir, es el encargado de que los productos salgan desde un origen y lleguen a un destino teniendo como objetivo la satisfacción del cliente (Fernández et al., 2020).

Modelo de transbordo.- Es un modelo que se basa al modelo de transporte, en donde consiste enviar productos, es decir nodos de origen, nodos de transbordo y nodos de destinos para encontrar las rutas críticas y ver la ruta óptima donde se trasladarán los productos (TAHA, 2012)

Producción.- Es una secuencia de operaciones. Desde la transformación de una materia prima hasta un producto, con la finalidad que cumpla con la satisfacción de los clientes y las necesidades (Caba et al., 2011)

Cacao.- Fruta comestible, se puede sacar varios productos de esta fruta que son de uso comestible para todas las personas, es una de las frutas de mayor exportación e

importación y se catalogan por dos: cacao Nacional y Cacao CCN-5 (Cañadas Salazar & Sablón Cossío, 2019)

#### **1.4. Recapitulación del capítulo 1**

En el presente capítulo se estudió las dos variables de estudio, cadena de distribución con transbordo y la otra variable que se basó en la producción agrícola, la investigación se realizó mediante la revisión sistemática de la literatura, partiendo de información de confianza (es decir artículos científicos). La cadena de suministro se basa en la adquisición de un producto, esta se encarga de que el pedido llegue a su destino.

Deduciendo de este concepto; la cadena de suministro con transbordo está asociado con el modelo de transporte, buscó satisfacer tanto las ofertas como la demanda de un producto, es la encargada de distribuir y transportar los productos a un lugar donde se genere ganancia y minimice los costos.

La producción agrícola se estudia varias investigaciones, factores importantes que benefician, en esto se menciona el uso del agua y el cuidado del suelo entre otros.

## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Marco metodológico

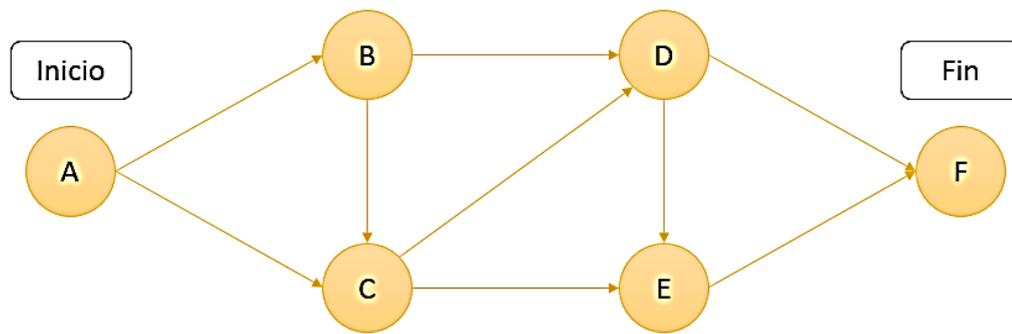
El presente trabajo en concordancia con la investigación de los artículos científicos busca el modelado y simulación referente a la cadena de distribución con transbordo para la producción agrícola del cacao en el Cantón Santa Elena, Ecuador; se realizó en la parroquia Manglaralto y Colonche que se dedican a la agricultura, el problema que radicó es la distribución y los costos al momento de vender los quintales de cacao; en primer lugar se procedió a detallar en que consiste el modelado de cadena de distribución con transbordo, luego se procedió a la identificación de la población y muestra para verificar el número de personas que se encuestan, procedente a esto se detallaron los instrumentos, técnicas e instrumentos para la recopilación de datos y se finalizó esta sección con la operacionalización de las variables.

##### *2.1.1. Modelos de redes de distribución*

El modelado de redes consiste básicamente en orígenes como los destinos, en este modelado está asociado con los modelos de transporte y modelos de asignación, el modelo de transbordo consiste en una extensión al modelo original de transporte (Eppen et al., 2000). Bajo este contexto el modelo de transbordo consiste en aumentar un nodo (transbordo), este nodo permitirá que los productos de inicio lleguen a ese nodo y este permite distribuir a los destinos, obteniendo una mejor ruta evitando que los costos de transporte sean elevados y también genere ganancia.

Las redes de distribución está compuesta por un diagrama en donde se demuestra símbolos de nodos y arcos, los nodos está compuesta por un círculo que es de gran importancia, los nodos pueden ser de origen (O), Transbordo (T) y destinos (D). Los arcos está representada en forma de flecha que indican el sentido y dirección, En la figura 6 se representa el diagrama de redes de distribución (Edison, 2018).

**Figura 6** Gráfica de redes de distribución



Nota: elaborado por el autor basado en (Edison, 2018).

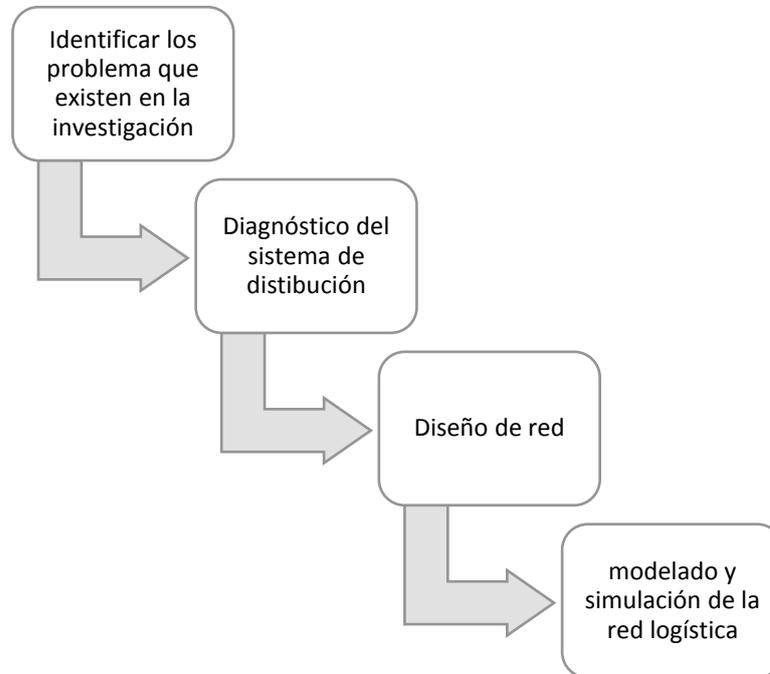
### **Metodología de redes de distribución**

La metodología para dar solución a problemas es una herramienta que ayudará a tomar una decisión, esta interviene entre los investigadores como los clientes, la IO es un arte y ciencia que permite la descripción de modelar el problema siguiendo algoritmos para demostrar los resultados de los programas matemáticos TAHA, (2012). Algunos establecen que para llevar a cabo una metodología se debe emplear los siguientes pasos: 1) Recolección de datos de interés, 2) Formular un modelo y simulación en base al problema, 3) Realizar un procedimiento en computadora para solucionar el problema, 4) probar el modelado y si es necesario mejorarlo, 5) Preparar el modelo para su aplicación y 5) Puesta en marcha. Otros autores basados en revisión bibliográfica redactan los siguientes pasos: i) Identificar el problema, ii) plantea alternativas para solución, iii) Elección de alternativas, iv) desarrollar una solución y v) evaluar la solución.

Las redes de distribución en la cadena de suministro, para la elaboración de una metodología se estudia los factores es decir, las fortalezas y las debilidades de los problemas que se presenta en la CD, la distribución quiere decir los algoritmos para vender y almacenar los productos desde su punto de origen (proveedor) hasta su final (Clientes). En esta sección el autor especifica la clasificación de almacenaje con fabricantes, distribuidores y vendedores: i) envió directo, ii) envió directo y consolidación en tránsito, iii) entrega por mensajería, iv) entrega a domicilio, v) recolección por parte del cliente y vi) recolección para el cliente(Chopra & Meindl, 2013).

Bajo este contexto la metodología que se va a implementar para resolver el problema de cadena de distribución con transbordo para la producción agrícola, está demostrado en la figura 7.

**Figura 7** Metodología de redes de distribución



Nota: Elaborado por el autor en base a revisión bibliográfica

### **2.1.2. Modelo de transbordo**

El modelo transbordo proviene del modelo de transporte, es muy relevante esta aplicación en las industria, según TAHA, (2012) este modelado se basa en nodos de inicio, nodos intermedios (transbordo) y para finalizar los nodos de destinos. En este contexto se trata de enviar los productos mediante nodos intermedios hasta el destino llegando a un análisis de donde será la ruta crítica óptima.

#### **Formulas del modelo de transbordo**

$$\text{Minimizar costo} = \sum_i^m \sum_j^n c_{ij}x_{ij}$$

Sujetos a:

$$\sum_j^n x_{ij} \leq s_i \quad i = 1,2,3, \dots n$$

$$\sum_i^m x_{ij} \geq d_j \quad j = 1,2,3, \dots m$$

$$\sum_j^n x_{ij} - \sum_i^m x_{ij} = 0$$

$$\sum_j^n x_{ij} \leq s_i = \sum_i^m x_{ij} \geq d_j$$

$$x_{ij} \geq 0: \forall i, j$$

Donde:

$m$  = Número de fuentes

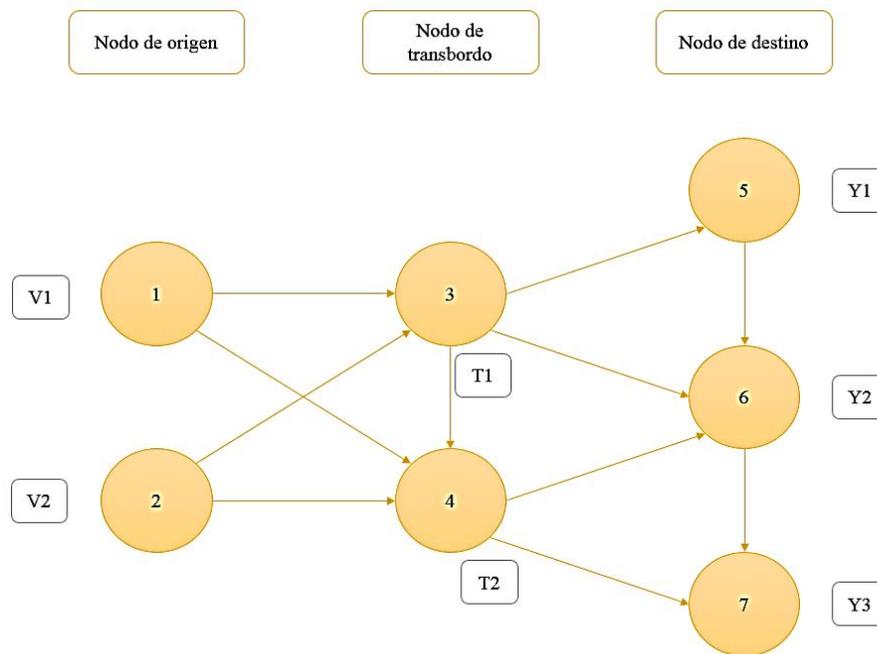
$n$  = Número de destino

$s_i$  = La capacidad de  $i^{\text{th}}$  fuentes (bolsas)

$d_j$  = La demanda de  $j^{\text{th}}$  destino (bolsas)

$c_{ij}$  = el costo de envío unitario entre  $i^{\text{th}}$  fuente y  $j^{\text{th}}$  destino

**Figura 8** Modelado de programación lineal de problema de transbordo.



Nota: Elaborado por el autor en base a revisión bibliográfica.

Las variables del modelado en base a la figura 8, quedan demostrado de la siguiente manera:

$X_{1,3}$  = Cantidades de unidades enviadas desde O1 hacia T1

$X_{1,4}$  = Cantidades de unidades enviadas desde O1 hacia T2

$X_{2,3}$  = Cantidades de unidades enviadas desde O2 hacia T1

$X_{2,4}$  = Cantidades de unidades enviadas desde O2 hacia T2

$X_{3,4}$  = Cantidades de unidades enviadas desde T1 hacia T2

$X_{3,5}$  = Cantidades de unidades enviadas desde T1 hacia D1

$X_{3,6}$  = Cantidades de unidades enviadas desde T1 hacia D2

$X_{4,6}$  = Cantidades de unidades enviadas desde T2 hacia D2

$X_{4,7}$  = Cantidades de unidades enviadas desde T2 hacia D3

$X_{5,6}$  = Cantidades de unidades enviadas desde D1 hacia D2

$X_{6,7}$  = Cantidades de unidades enviadas desde D2 hacia D3

## **Restricciones**

### **Restricciones de oferta:**

$$V1 = X_{1,3} + X_{1,4}$$

$$V2 = X_{2,3} + X_{2,4}$$

### **Restricción de demanda:**

$$Y3 = X_{4,7} + X_{6,7}$$

### **Restricciones de balanceo para nodos únicamente transitorio:**

$$X_{1,3} + X_{2,3} - X_{3,4} - X_{3,5} - X_{3,6} = 0$$

$$X_{1,4} + X_{2,4} + X_{3,4} - X_{4,6} - X_{4,7} = 0$$

### **Restricciones de balanceo para nodos transitorios con requerimiento:**

$$Y1 = X_{3,5} - X_{5,6}$$

$$Y2 = X_{3,6} + X_{4,6} + X_{5,6} - X_{6,7}$$

### **Función objetivo**

$$Z_{min} = X_{1,3} + X_{1,4} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{3,4} + X_{3,5} + X_{3,6} + X_{4,6} + X_{4,7} + X_{5,6} + X_{6,7}$$

## **2.2. Enfoque de investigación**

El trabajo de la investigación según Hernández et al., (2014) comenta que es un enfoque cuantitativo de un proceso en el que se va a recolectar datos, en las comunidades del cantón Santa Elena en secuencia a ello se analizará los datos que se aplicará en el software, y como último paso obtener la solución a la problemática.

El **método cuantitativo**: la investigación a realizar presenta un tipo de método, en la cual necesita datos para su respectiva aplicación en el software, deduciendo con lo que detalló el autor Hernández et al., (2014) coincide con este modelo, una vez obtenido los datos se procede analizar mediante estadística con la finalidad de ver los resultados y escoger la ruta o red de distribución factible para nuestro producto cacao.

### **2.3. Diseño de investigación**

En relación al diseño de investigación según (Hernández et al., 2014) menciona que existen tres tipos de investigación: cuantitativa, cualitativa y mixta. De acuerdo a la lectura del libro, el trabajo de investigación en el que se asocia es de tipo cuantitativa, de acuerdo al tipo de investigación es no experimental que indicó que es la recolección de datos en las comunas de producción agrícola del cantón Santa Elena. Se considera que es de tipo exploratorio como también descriptivo.

Deduciendo con la lectura, el método se establece en relación de método inductivo-deductivo y analítico-sintético.

- Método inductivo-deductivo.- este método permitió recolectar datos en concordancia con la variable de cadena de distribución con transbordo, los datos se obtuvo mediante una entrevista dirigida al Ing. Víctor de la A y una encuesta dirigido a los pobladores de las comunas del cantón Santa Elena. esto permitió llegar a una conclusión específica mediante la exploración, descripción y también generar perspectivas teóricas para luego realizar una prueba con los datos obtenidos en el modelado y simulación. (Hernández et al., 2014)
- Método analítico-sintético.- permitió visualizar la actualidad de ambas variables, es decir cómo se aplica la cadena de distribución en la producción agrícola de cacao (*Theobroma Cacao L.*) en el cantón Santa Elena, Ecuador. Este método se establece desde un examen individual para luego evaluarlas de una forma integrar y verificar que comportamiento tiene. (Hernández et al., 2014)

### **2.4. Población y muestra**

#### ***2.4.1. Población (cuando el estudio lo requiera)***

Para la población, se realizó un estudio de las personas que dedican a la venta del cacao en las comunidades que se encuentran en el norte del cantón Santa Elena, se hizo de manera estratificada en las parroquias Colonche y Manglaralto. En la Tabla 2 se visualiza el número de personas que se dedican a la agricultura de las cuales se procedió a realizar el cálculo de la muestra para proceder a encuestar.

**Tabla 2** Muestra de personas que se dedican a la agricultura en el Cantón Santa Elena.

<b>Parroquia</b>	<b>Comunidades</b>	<b>Productores de cacao</b>	<b>(%)</b>
Manglaralto	Dos Mangas	20	7%
	Loma Alta	35	12%
Colonche	Cerezal Bellavista	76	26%
	Manantial de	67	23%
	Guangala		
	Las Balsas	62	22%
	Febres Cordero	27	9%
<b>Total</b>		<b>287</b>	<b>100%</b>

Fuente: autor basado en revisión bibliográfica

#### 2.4.2. Muestra

La fórmula para determinar el tamaño de la muestra es la siguiente:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

$$N = 287$$

$$Z = 95\% = 1,96$$

$$P = 50\% = 0,5$$

$$Q = 50\% = 0,5$$

$$D = 5\% = 0,05$$

Aplicando la formulación de muestra nos da el resultado de:

$$n = \frac{(287) * (1,96) * (0,5) * (0,5)}{(0,05)^2 * (287 - 1) + (1,96) * (0,5) * (0,5)}$$

$$n = 117$$

Un total de 117 personas encuestadas en cada una de las comunidades.

### **Muestra estratificada para cada comunidad**

*Tabla 3 Muestra estratificada.*

<i>Parroquia</i>	<i>Comunidades</i>	<i>(%)</i>	<i>Población encuestada</i>
Manglaralto	Dos Mangas	7%	8
	Loma Alta	12%	14
Colonche	Cerezal Bellavista	26%	31
	Manantial de Guangala	23%	27
	Las Balsas	22%	25
	Febres Cordero	9%	11
	<b>Total</b>		<b>100%</b>

Fuente: autor basado en revisión bibliográfica

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

### *2.5.1. Métodos de recolección de los datos*

El método de recolección de datos se basó en:

- Entrevista

Fue dirigido al Sr Ing. Víctor de la A, encargado del ministerio de agricultura y ganadería, las preguntas fueron de manera abierta ya que se necesita saber cómo es la producción del cacao en todo el Cantón Santa Elena y cuáles son sus costos de transporte al momento de trasladar el producto desde las plantaciones hasta los clientes.

- Encuesta

La encuesta fue dirigido a los agricultores del Cantón Santa Elena, se la realizó con preguntas cerradas para el diagnóstico de la cadena de distribución de cada comuna o recinto y ver la problemática que tienen todos los agricultores.

### **2.5.2. Técnicas de recolección de los datos**

Mediante la técnica para recolección de datos fue mediante preguntas abiertas y cerradas, esta se la hizo para obtener datos que se aplicarán en el modelado y verificar la solución mediante los resultados que genere el software.

### **2.5.3. Instrumentos de recolección de los datos**

Según (Hernández et al., 2014) existen varios instrumentos para recolectar, el autor menciona mediante cuestionarios, que estas se pueden generar mediante preguntas abierta como cerradas, estas preguntas que se va a realizar debe tener varias características: deben ser claras, precisas y concisas; las preguntas deben ser breves; no realizar preguntas para que el encuestado no sea incomode; no deben asociarse con instituciones; entre otras características que se mencionan en el libro.

En este contexto, las preguntas que se aplicaron en el presente trabajo de investigación fue mediante preguntas cerradas, cumpliendo con todas la características que se mencionó anteriormente, más adelante se evidenciara las pregunta que se hicieron a los agricultores.

Para la recolección de datos se utiliza la siguiente herramienta:

- Encuesta para estratificar el registro.
- Entrevista.
- IBM SPSS Statistics 25
- Minitab 19
- Lingo 19.0

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

- Variable Independiente: Cadena de distribución con transbordo
- Variable Dependiente: Producción agrícola

### 2.6.1. Operacionalización de las variables

**Tabla 4** Operacionalización de variables

<b>Variable Independiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e Instrumento</b>
<b>Cadena de distribución con transbordo</b>	Es una adaptación del modelo de transporte, busca satisfacer las ofertas y demandas del cliente desde su punto de origen a su destino minimizando costo(TAHA, 2012).	Estrategia	Distribución Transporte	Entrevista y encuesta
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e Instrumento</b>
<b>Producción agrícola</b>	La producción agrícola es una actividad importante en la CS, permite distribuir los alimentos a nivel nacional e internacional, satisfaciendo las demandas de los clientes y ayuda a la economía (Pinedo, 2020).	Producción	Reducción de costos	Entrevista y encuesta

Nota: Elaborado por el autor.

## 2.7. Plan de análisis de resultado

*Tabla 5 Plan de análisis de resultados*

N°	Objetivos	Acciones	Herramienta de apoyo	Resultados esperados
1	Determinar los conceptos de las diferentes variables mediante artículos y revistas científicas, para el sustento de temática relacionadas con la cadena de distribución agrícola.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelos aplicado por los diferentes autores</li> <li>2. Revisión de la literatura.</li> </ol>	Revisión sistemática de la literatura	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conceptos en base al tema de investigación.</li> <li>2. Metodología aplicada en cada variable.</li> </ol>
2	Elaborar una metodología, para el diagnóstico del estado actual de la cadena de distribución de la producción agrícola del cacao en el cantón Santa Elena, Ecuador	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metodología en base a los problemas de redes de distribución del cacao</li> <li>2. Entrevista para ver el estado situacional de la cadena de transbordo.</li> <li>3. Encuesta a cada uno de las personas que se dedican a la agricultura.</li> </ol>	<p>Fiabilidad de los datos que se obtuvieron en la encuesta</p> <p>Cadena de distribución con transbordo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulaciones que se va a aplicar</li> <li>2. Población y muestra con su estratificación</li> </ol>

---

<b>3</b> Plantear un modelo de la cadena de distribución, basado en investigación de operaciones, para la minimización de costos de transbordo en la distribución de la producción agrícola del cacao.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer los instrumentos de fiabilidad de la encuesta.</li> <li>2. Programas para la validez.</li> <li>3. Análisis de la fiabilidad.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas software.</li> <li>• Lingo 19.0</li> <li>• IBM SPSS</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicación del modelado</li> <li>2. Rutas de transbordo donde se va a distribuir el cacao,</li> </ol>
--	--	---	---

---

Nota: Elaborado por el autor

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Identificación los problemas en la investigación.**

En esta sección se detalla los resultados de los datos recopilados mediante la entrevista y encuesta que se realizó en el Cantón Santa Elena estratificada en la parroquia Manglaralto y Colonche dentro de las cuales se demostró datos consistentes, relevantes y pertinentes, para demostrar su validez y fiabilidad de los instrumentos aplicados.

Los pasos que se procedió a demostrar son los siguientes: estado actual de la producción agrícola del cacao, ii) Diagnostico de la cadena de distribución, iii) Diseño de la red y iv) Implementación de la red logística, que permitirá modelar para finalmente discutir.

##### ***3.1.1. Resultados de la entrevista***

La entrevista fue dirigido a el Sr. Ing. Víctor de la A, se efectúa con el fin de obtener los datos de la producción agrícola de las comunidades que se dedican a la agricultura en el cantón Santa Elena, las preguntas realizada fueron de manera abiertas.

En el cantón Santa Elena se diagnosticó que las comunidades (Dos mangas, Loma Alta, Cerezal Bellavista, Manantial de Guangala, Las Balsas y Febres Cordero) que se dedican a la agricultura del cacao, mediante una entrevista al Sr. Víctor de la A los datos que se recopilaron de la situación actual de la producción agrícola por año son: Comuna Dos Mangas con una producción anual de 120 qq de cacao, Comuna Loma Alta con una producción de 90 qq de cacao, Comuna Cerezal Bellavista con 140 qq de cacao, Manantial de Guangala con 30 qq de cacao, la comuna Las Balsa con un promedio de 200 qq de cacao y Febres Cordero con un promedio de 50 qq de cacao. Las personas en cada comunidad son un aproximado de 287 persona entre ellos de sexo masculino y femenino, la edad promedio de los agricultores es de 20 a 40 años, se basó que los costos de transporten varían por la distancia y por los fletes, la entrevista también se mencionó que el cantón Santa Elena se dedica a cultivar dos tipos de cacao, El nacional y el CCNC51.

### 3.1.2. Resultados de la encuesta

#### 3.1.2.1. Validez y del instrumento

La técnica fue tomada de la investigación precedera de Gavilanez-Dalgo et al., (2021) y otros de la misma que fue valida por un comité de tres expertos de la materia sobre la producción del cacao y el mismo instrumento fue replicado por Morales-Intriago et al., (2018), Rodriguez-Guevara & Ospina-Ladino, (2020) y aprobado por expertos por lo tanto se considera dentro del trabajo investigativo pertinente la aplicación de dicho instrumento. Debido que dicho cuestionario se lo aplicó tomando en consideración la muestra y población objeto de estudio los cuales serán posteriormente replicados y aplicados su fiabilidad mediante alfa de Cronbach.

La validación de la técnica con su instrumento el cuestionario, se llevó a cabo la utilización 12 preguntas por lo cual se tomó como referencia a autores con su base de dato lo que conlleva a un estudio de instrumento válido con su respectivo codificación, esto permite que el instrumento sea viable, con la primera ronda se superó y empecé el 50% de aceptación, posteriormente se hizo la segunda ronda de la presentación de las preguntas para la encuesta, esto permitió que en la segunda ronda todas las preguntas sean válidas para llevar a cabo las encuesta hacia los agricultores.

#### 3.1.2.2. Análisis de los resultados de la encuesta

##### **Pregunta 1** ¿Sexo del agricultor?

En la tabla 6. Se demuestra las cantidades de sexo masculino y femenino, mediante la encuesta realizada, da como resultados que fueron un total de 117 personas; de sexo femenino un total de 36 y de sexo masculino un total de 81, esto se refiere a las personas que se dedican a la agricultura.

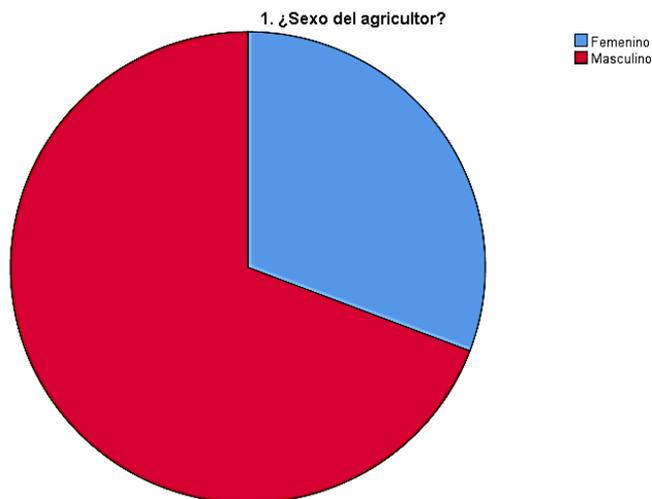
**Tabla 6** Sexo del agricultor

<b>Pregunta 1. ¿Sexo del agricultor?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Femenino	36	30,8	30,8	30,8
	Masculino	81	69,2	69,2	100,0
	Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

En la Figura 9. Se muestra un diagrama circular de ambos sexo donde el área con color rojo pertenece al sexo masculino con un porcentaje de 69,2% y el área con color celeste perteneciente al sexo femenino es de 30,8%. En este sentido la mayoría de personas que se dedican a la agricultura es de sexo masculino.

**Figura 9** Sexo del agricultor



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 2** ¿Edad del agricultor?

En la Tabla 7. Se aprecia el rango de la edad de cada uno de las personas encuestadas, obteniendo como resultado de: 20 a 40 años un total de 47 personas, de 41 a 60 años con un total de 52 personas y mayores a 60 años de edad un total de 18 personas.

**Tabla 7** Edad del agricultor

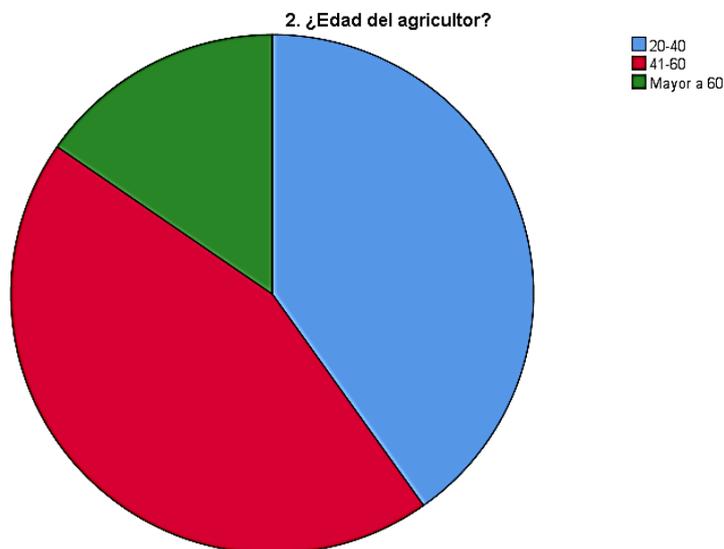
Pregunta 2. ¿Edad del agricultor?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	20-40	47	40,2	40,2	40,2
	41-60	52	44,4	44,4	84,6
	Mayor a 60	18	15,4	15,4	100,0
	Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

En la figura 10 se aprecia un diagrama circular de los 3 rangos de edad, donde cada área sombreada significa: el color celeste pertenece al rango de 20 años a 40 años de edad con un porcentaje de 40,2%, el área de color rojo pertenece a el rango de 41 años a 60 años de edad con un porcentajes de 44,4% y el área de color verde perteneciente

a mayores de 60 años con un porcentaje de 15,4%. En conclusión, las personas que se dedican a la agricultura son de 41 a 60 años.

**Figura 10** Edad del agricultor



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 3** ¿Nivel de estudio?

En la tabla 8 se muestra a la población estratificada que se encuestó de acuerdo a su nivel de estudio con los resultados de: Nivel de educación primaria con frecuencia de 39 personas, secundaria con 59 personas y superior con un total de 19 personas. En la tabla se puede apreciar los valores porcentuales de cada muestra que se realizó.

**Tabla 8** Nivel de estudio

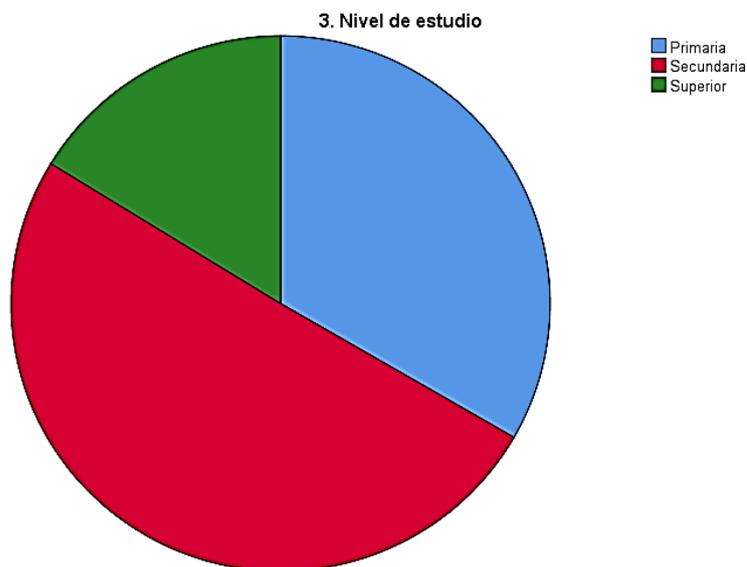
Pregunta 3. Nivel de estudio					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Primaria	39	33,3	33,3	33,3
	Secundaria	59	50,4	50,4	83,8
	Superior	19	16,2	16,2	100,0
	Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

En la Figura 11 se visualiza el diagrama circular de los diferentes niveles de estudio. El área sombreada de color celeste pertenece al nivel de estudio de educación primaria con un porcentaje de 33,3, el área de color rojo indica el nivel de estudio secundaria

con porcentaje de 50,4% y el área sombreada de color verde que indica el nivel de estudio superior con un total de 16,2% personas. En conclusión los habitantes que se encuestaron en su mayoría tienen el nivel de educación secundaria.

**Figura 11** Nivel de estudio



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 4** ¿Comuna a la que pertenece?

En la Tabla 9 se visualizan las comunidades de donde habitan los encuestados que se dedican a la agricultura, en conclusión la frecuencia hace referencia a la muestra estratificada para realizar la encuesta, la tabla también indica los porcentajes de cada una de los pobladores de las comunas.

**Tabla 9** Comunidades

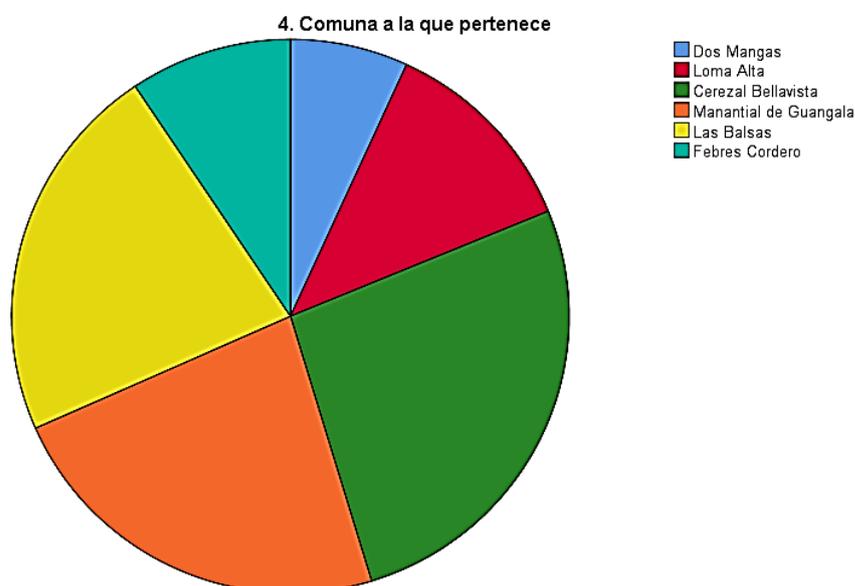
**Pregunta 4. Comuna a la que pertenece**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Dos Mangas	8	6,8	6,8	6,8
	Loma Alta	14	12,0	12,0	18,8
	Cerezal Bellavista	31	26,5	26,5	45,3
	Manantial de Guangala	27	23,1	23,1	68,4
	Las Balsas	26	22,2	22,2	90,6
	Febres Cordero	11	9,4	9,4	100,0
	Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

En la figura 12. Está representado por los porcentajes de las comunas donde habitan cada uno de los encuestado, la Comuna Dos Mangas área de color azul con 6,8%, la comuna Loma Alta área de color rojo con un total de 12%, la comuna Cerezal Bellavista de área sombreada verde con un total de 26,5%, Manantial de Guangala con un área de color anaranjado representado por 23,1%, las Balsas con un área de color amarillo con un porcentaje de 22,2 % y el área sombreada por el color celeste que pertenece a Febres Cordero con un 11%. En conclusión es ara que tiene el mayor porcentaje que pertenece a Cerezal Bellavista indica donde hay mayor pobladores que se dedican a la producción agrícola.

**Figura 12** Diagrama de pastel de las comunidades



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 5** ¿Cantidad de quintales de cacao que produce la finca?

En la Tabla 10 se visualiza el rango en el cultivo de cacao, es decir la producción de quintales de cacao que genera cada finca. En el rango de 20 a 40 qq es la producción de 34 persona, la producción de 21 a 40 qq de 53 personas, la producción de 41 a 60 qq que pertenece a 19 persona y la producción de mayor a 60 quintales con un total de 11 personas. En conclusión la producción agrícola de todos los habitantes es de 21 a 40 qq por año.

**Tabla 10** Rango de quintales de cacao de producción

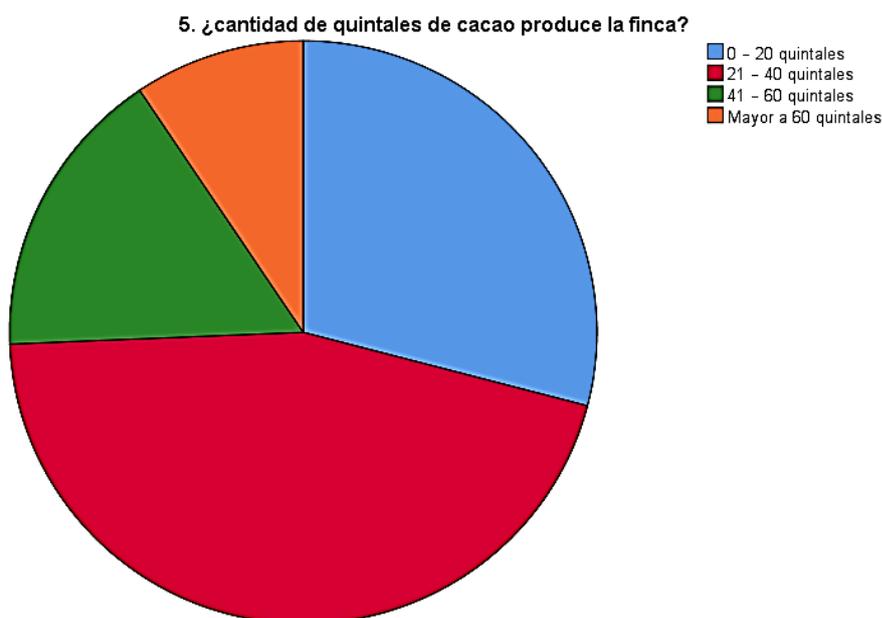
**Pregunta 5. ¿Cantidad de quintales de cacao que produce la finca?**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido 1 – 20 quintales	34	29,1	29,1	29,1
21 – 40 quintales	53	45,3	45,3	74,4
41 – 60 quintales	19	16,2	16,2	90,6
Mayor a 60 quintales	11	9,4	9,4	100,0
Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

En la figura 13 del diagrama circular se muestra la producción en porcentajes de cada encuesta. Obteniendo como resultado que la población con mayor porcentaje es de 21 a 40 qq, es decir que en la mayoría de las fincas esa es su producción con porcentaje de 45,3%, seguido por 29,1% de 0 a 20qq, y luego con 16,4% de 1 a 20 qq.

**Figura 13** Diagrama de Pastel producción de QQ de cacao



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 6** ¿Cuál es el costo de transporte desde la finca a su punto de distribución?

En la Tabla 11 se muestra que la mayoría de personas pagan de \$6 a \$10 dólares por el costo de transporte desde su punto de distribución hacia las fincas, los demás pobladores pagan de 11 a 15 dólares debido a varias causas.

**Tabla 11** Costos de transporte finca a distribución

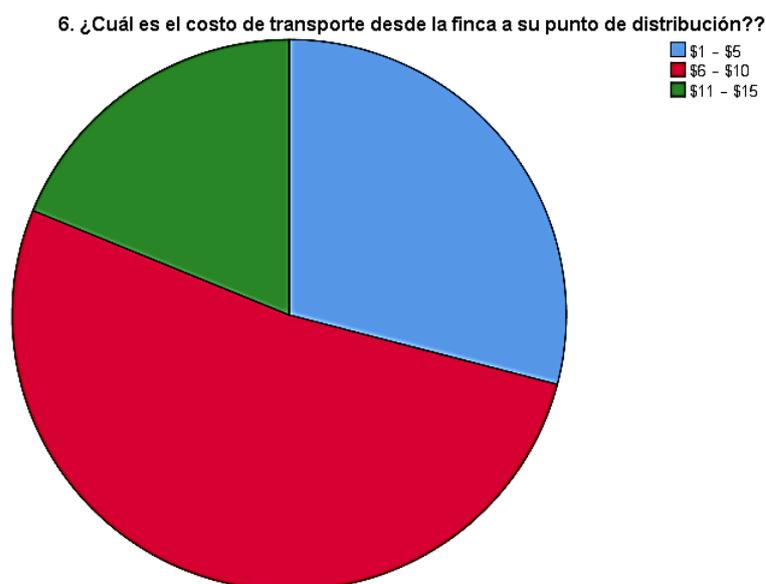
**Pregunta 6. ¿Cuál es el costo de transporte desde la finca a su punto de distribución**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$1 – \$5	34	29,1	29,1	29,1
	\$6 – \$10	61	52,1	52,1	81,2
	\$11 – \$15	22	18,8	18,8	100,0
	Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

En la figura 14 del diagrama circular, el área de color rojo representa a 52,1%, el área sombreada de color celeste con un porcentaje de 29,1% y el área de color verde con un total de 18,8%, en conclusión como se explicó en la anterior figura, la población en su mayoría cancela de \$6 a \$10 dólares.

**Figura 14** Diagrama de pastel QQ de cacao desde finca hacia puntos de distribución



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 7** ¿en qué punto de distribución vende sus quintales?

En la Tabla 12. Lo que indica es que donde mayor venta desde la finca hasta los centros de distribución es en la ciudad de Guayaquil con un total de 48 personas que venden hacia esa ciudad, seguido de Duran, Triunfo, Pedro Carbo y otros,

**Tabla 12 Puntos de distribución**

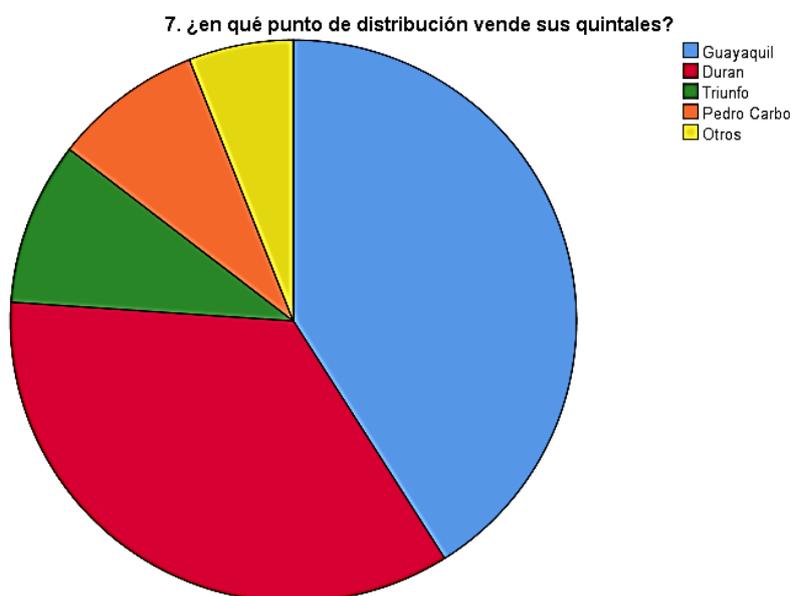
**Pregunta 7. ¿En qué punto de distribución vende sus quintales?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Guayaquil	48	41,0	41,0	41,0
	Durán	41	35,0	35,0	76,1
	Triunfo	11	9,4	9,4	85,5
	Pedro Carbo	10	8,5	8,5	94,0
	Otros	7	6,0	6,0	100,0
	Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

En la figura 15. En el diagrama circular, el área que esta sombreada por el color celeste pertenece a Guayaquil con 41%, luego esta Durán con área de color rojo con el 35%, seguido por el Triunfo de área sombreada verde con 9,4%, el área de color anaranjado pertenece a Pedro Carbo con 8,5% y la última región sombreada de color amarillo que es otra ciudades con el 6%. En conclusión el área con mayor porcentaje de venta pertenece a Guayaquil.

**Figura 15 Puntos de distribución**



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 8 ¿Costo de transporte desde su punto de distribución hacia los clientes?**

Los costos de transportes se escogió mediante rangos, esto debido a que puede variar debido a las cantidades que va transportar ya que el volumen de la producción cambia por la cosecha, en la Tabla 13 se muestra que los costos desde distribución hacia los

clientes son de \$11 a \$20 dólares de 60 agricultores, seguido de \$21 a \$30 dólares y otros que pagan de \$1 a \$10 dólares.

**Tabla 13** Costos de transporte de distribución a cliente

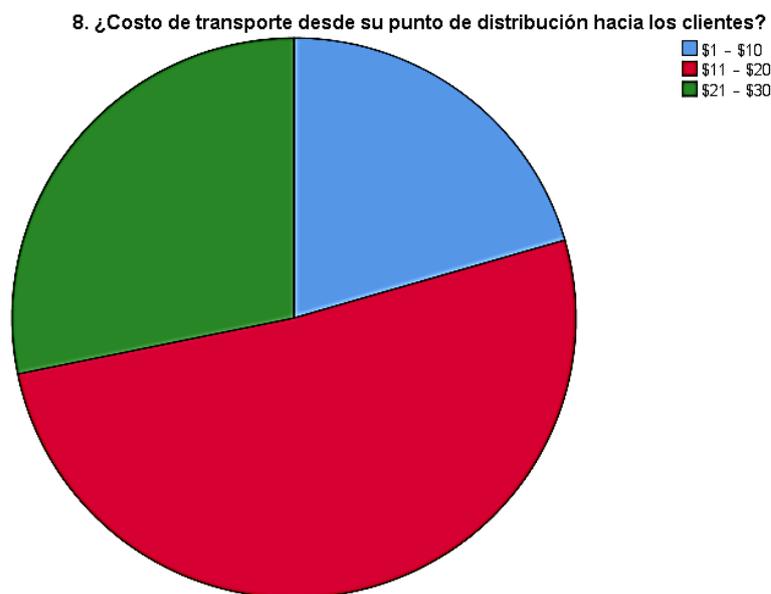
**Pregunta 8. ¿Costo de transporte desde su punto de distribución hacia los clientes?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$1 – \$10	24	20,5	20,5	20,5
	\$11 – \$20	60	51,3	51,3	71,8
	\$21 – \$30	33	28,2	28,2	100,0
Total		117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

En la Figura 16 se representa que el área sombreada de color rojo pertenece de \$11 a \$20 dólares con un porcentaje equivalente a 51,3%, el área de color verde de \$21 a \$30 dólares con un porcentaje de 28,2% y por último los costos de \$1 a \$10 dólares con un equivalente a 20,5%..

**Figura 16** Costos de transporte Finca a Puntos de distribución



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 9** ¿cantidad de quintales que vende a cada cliente?

La producción en quintales desde los puntos de distribución a cliente, la demanda es de 21 a 40 quintales de cacao, seguido por 1 a 20 quintales de cacao y los últimos que piden de 41 a 60 quintales como se muestra en la Tabla 14.

**Tabla 14** Quintales de venta a cada cliente

**Pregunta 9. ¿Cantidad de quintales que vende a cada cliente?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1 – 20 quintales	37	31,6	31,6	31,6
	21 – 40 quintales	53	45,3	45,3	76,9
	41 – 60 quintales	27	23,1	23,1	100,0
	Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

En la figura 17. El porcentaje al área de color celeste perteneciente a 1 a 20 qq con un porcentaje de 31,6%, seguido del área de color rojo de 21 a 40 qq con el porcentaje de 45,3% y el área de color verde que pertenece de 41 qq a 60 qq con un 23,1%. en conclusión el área de mayor venta hacia los clientes es de 21 a 40 quintales.

**Figura 17** QQ de cacao a cada cliente



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 10** ¿Transporte del cacao?

El transporte de cacao se puede hacer de diferentes formas, por vehículo propio o por fletes. En vehículo propio le puede ser de gran ayuda pues los costos serán inferior al de un flete. En la Tabla 15 la mayoría de persona al momento de transportar lo hace mediante fletes es decir 67 personas y por vehículo propio un total de 50 personas.

**Tabla 15** Modo de transporte del cacao

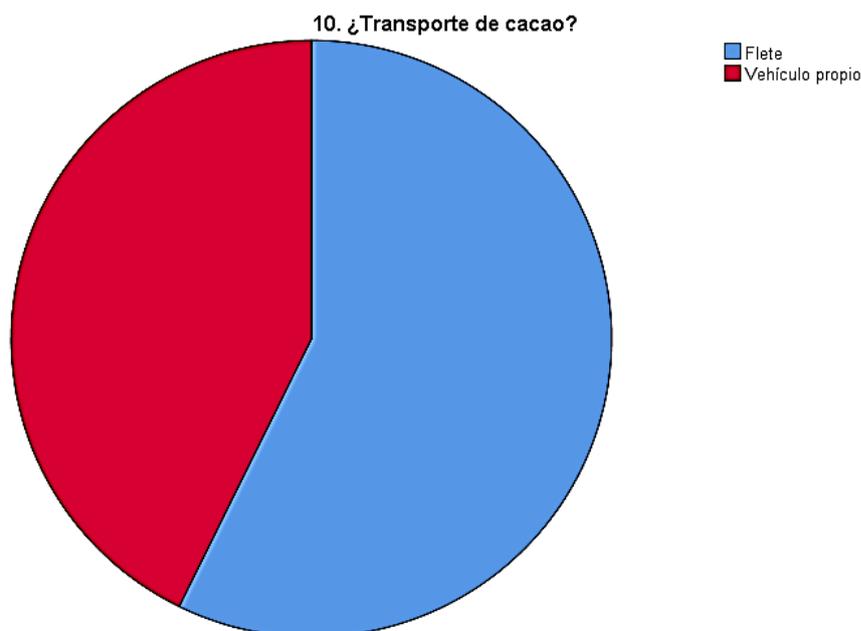
**Pregunta 10. ¿Transporte de cacao?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Flete	67	57,3	57,3	57,3
	Vehículo propio	50	42,7	42,7	100,0
	Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

En la Figura 18. El área sombreada de color celeste es de flete con un porcentaje de la población de 57,3% y el área de color rojo con el 42,7% pertenece a vehículo propio.

**Figura 18** Medio de transporte



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 11** ¿Precio del cacao?

Cada agricultor al momento de vender, el precio del cacao puede variar considerando que uno de los factores puede ser la venta al por mayor en otras palabras a mayor compra menor el precio de venta. En la Tabla 16 la mayoría de los agricultores el precio del cacao es de \$90 dólares, seguido de \$100 y \$80 dólares.

**Tabla 16 Precio del cacao**

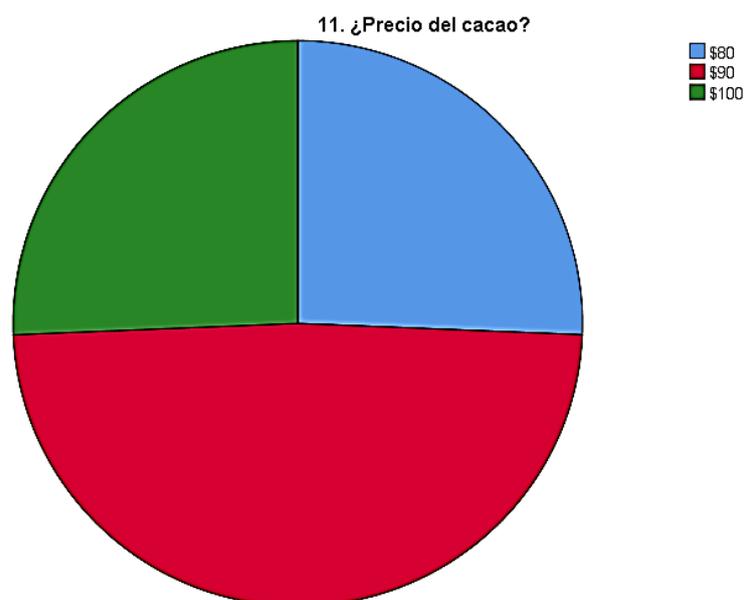
**Pregunta 11. ¿Precio del cacao?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	\$80	30	25,6	25,6	25,6
	\$90	57	48,7	48,7	74,4
	\$100	30	25,6	25,6	100,0
	Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

La figura 19. El 25,8% pertenece al precio de venta de \$80 dólares con área sombreada de color celeste, el área de color rojo pertenece a precio de venta de \$90 con porcentaje de 48,7% y por último el color verde con un porcentaje de 25,6% con precio de venta de \$100. En conclusión como se explicó en la anterior tabla, la mayoría de los agricultores el precio de venta es de \$90 dólares con 48,7%.

**Figura 19 Precio del cacao**



Nota: Elaborado por el autor

**Pregunta 12 ¿Tipo de cacao que cultiva?**

En Ecuador existen dos variedades de cultivos de cacao, existe el tipo Nacional y el de Tipo CCNC-51. En la Tabla 17 se muestra la agricultura de las comunidades encuestada, 55 personas se dedican a cultivar y cosechar el cacao Nacional, 43 personas encuestadas cosecha el cacao CCNC51 y 19 personas se dedican al cultivo y cosecha de ambos.

**Tabla 17 Tipo de cacao**

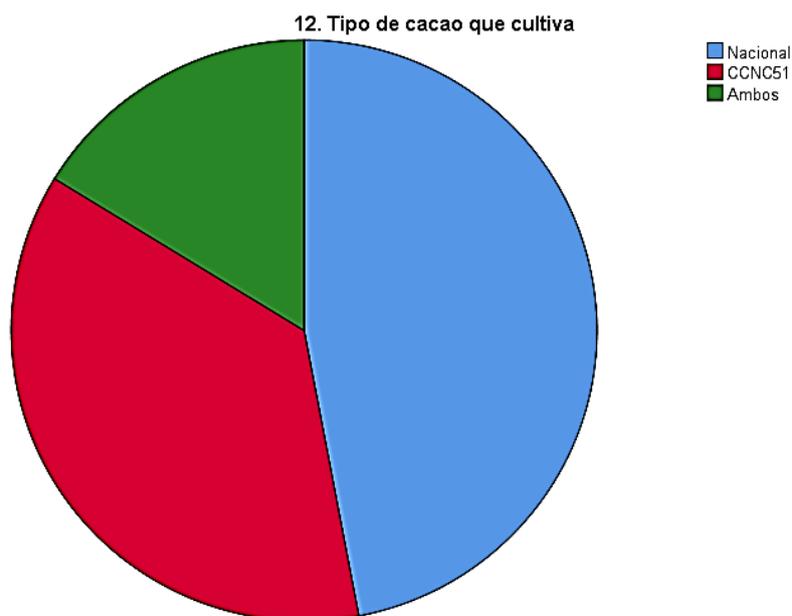
**Pregunta 12. Tipo de cacao que cultiva**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nacional	55	47,0	47,0	47,0
	CCNC51	43	36,8	36,8	83,8
	Ambos	19	16,2	16,2	100,0
	Total	117	100,0	100,0	

Nota: Elaborado por el autor

La figura 20. El área de color celeste con un 47% pertenece a la agricultura del cacao nacional, el área de color rojo pertenece a 36,8% personas que cosechan y cultivan el cacao CCNC51 y el área de color verde con 16,2% perteneciente a ambos. En conclusión la mayoría se dedica a la agricultura del cacao nacional.

**Figura 20 Tipo de cacao**



Nota: Elaborado por el autor

### 3.1.2.3. *Fiabilidad del instrumento*

#### Cuestionarios

El cuestionario que se implementó para la recolección de datos es de 12 preguntas con respuestas cerradas, se la aplico a los agricultores del cantón de Santa Elena, Ecuador. Tomando en consideración las comunidades que se dedican al cultivo de cacao, con la finalidad de diagnosticar el problema de la cadena de distribución con transbordo.

#### Fiabilidad o validez de la encuesta

Para medir la fiabilidad se utilizó el programa SPSS 25, en donde se aplicó los datos recolectados de la encuesta que se le hizo a los agricultores de cacao del cantón Santa Elena, la fiabilidad se la demostró mediante alfa de Cronbach.

Según (Tachiiri & Ohta, 2004), el método alfa de Cronbach es un instrumento de recolección de datos que sirve para verificar la fiabilidad de los datos de una encuesta, se permite ver mediante varias expresiones: equivalencia, homogeneidad, estabilidad entre otros.

Aplicando el programa IBM SPSS nos dio los siguientes resultados:

En la Tabla 18 se muestra el total de las encuestas que fueron dirigidas a los agricultores del cantón Santa Elena, en donde se verifico que el caso validado esta expresado al 100% en este sentido ningún encuestado fue excluido.

**Tabla 18** *Procedimiento de casos*

#### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	117	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	117	100,0

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

Nota: Elaborado por el autor

En la Tabla 19 se demuestra el valor de la fiabilidad de las encuestas, con un total de 0,716 de fiabilidad con referencia a las 12 preguntas que se hizo a la población de las

comunas que se dedican a la cosecha de productos alimenticios. El método que se utilizó es alfa de Cronbach en el programa IBM SPSS.

**Tabla 19** *Fiabilidad*

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
<u>Alfa de Cronbach</u>	<u>N de elementos</u>
,716	12

Nota: Elaborado por el autor

**Tabla 20** *Rangos de fiabilidad*

<b>Rangos</b>	<b>Magnitud</b>
0,81 a 1,00	Muy Alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy Baja

Nota: Elaborado por el autor

El rango de fiabilidad de nuestra encuesta se encuentra en el rango alto ya que nuestra fiabilidad es de 0,721. En otras palabras, genera confianza de los datos de la encuesta que se ha obtenido en el análisis estadístico.

### **3.2. Diagnóstico situacional**

Referente a la encuesta que se realizó se puede apreciar que las personas que se dedican a la producción del cacao es de sexo masculino, con un rango de edad de 41 a 60 años, el nivel de estudio que posee la población es de nivel secundaria, las comunidades que tiene mayor población de agricultores es la comuna Bellavista, Las Balsas y Manantial de Guangala esto debido a que el área de cultivos posee más hectáreas que las otras comunidades, el rango de cantidades a nivel de las comunas que poseen finca de cacao se producción es de 21 a 40 quintales con un costo de transporte en relación de Plantación a los puntos de distribución de \$6 a \$11 USD, los puntos de distribución de mayor venta son de Guayaquil y Durán con un costos de \$11 a \$20 dólares, la cantidad de quintales con respecto al desino (clientes) es de 21 a 40 quintales de cacao mediante transporte de vehículo propio y por fletes, pero esto la mayoría de los agricultores le

hace por fletes para trasladar los quintales. El precio de quintal de cacao es de \$90 dólares debido a las cantidades que se vende, los agricultores se dedican al cultivo y cosecha de dos tipos de cacao (Nacional y CCNC-51) pero en su mayoría se dedica a el cacao nacional.

Dado a los resultados en algunos recintos la producción de cacao es elevado por su distancia de esta forma hace que ellos produzcan menos en otro es favorable porque tiene como distribuir, para dar solución a la problemática que se presente en estos sectores es importante emplear un modelado y simulación de la cadena de distribución para poder reducir los costos de transbordo, por esta razón se desea hacer un modelado para que todos los agricultores que se dediquen al cacao puedan vender todos sus productos ya que en algunos sitios donde se hizo la encuesta el producto se daña al no ser vendido, la finalidad es que cumpla tanto oferta como demanda, que los costos de transporte no sean muy elevados, buscar nuevos puntos de ventas, a continuación se presenta un modelo de propuesta para mejorar la producción de cacao y optimizar la cadena de distribución.

### **3.3. Diseño de la red a partir de un caso de estudio**

En la Tabla 21 se muestra la producción de las comunidades, los costos de transporte y los puntos de distribución, se ha tomado este caso de estudio porque la comunas existe una problemática al no poder vender su producto, estos datos son obtenidos mediante la entrevista que fue dirigido al Ing. Víctor de la A. Las comunidades se encuentran situadas al norte del cantón Santa Elena, los costos de distribución que se detallan son de acuerdo a las distancias de transporte, el entrevistado menciona que puede variar debido que hay productores que hacen por vehículo propio o por flete, siendo otro factor importante la distancia a donde van distribuido y para finalizar se muestra los puntos de distribución que se encuentran en las ciudades de la provincia del Guayas.

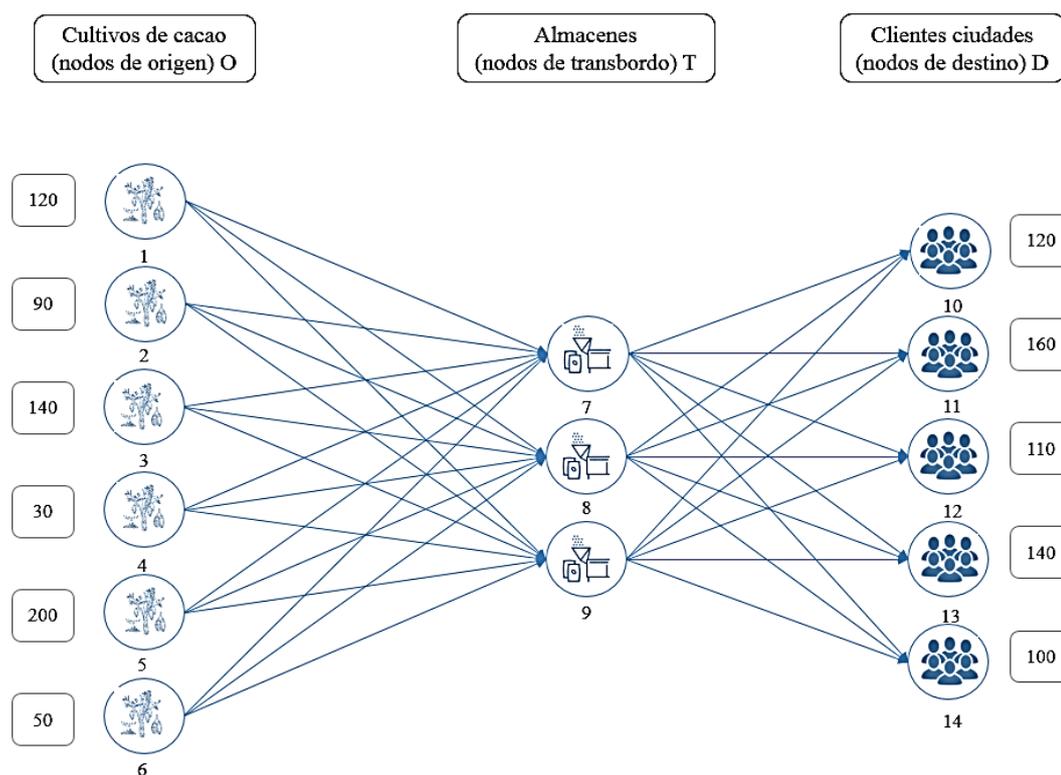
**Tabla 21** Producción y costos de transporte

<b>Comunidades</b>	<b>Producción del cacao</b> (año)	<b>Costos de transportes</b> (\$)
Dos Mangas	120	10
Loma Alta	90	20
Cerezal Bellavista	140	15
Manantial de Guangala	30	15
Las Balsas	200	20
Febres Cordero	50	15
<b>Total</b>	<b>630</b>	<b>95</b>
<b>Puntos de ventas</b>		
AGROEXPORT		
COMERCIAL VELIZ		
AGROEXPORTADORA GUANGALA		

Nota: Elaborado por el autor

En la elaboración de la cadena de distribución con transbordo de la producción agrícola del cacao, realizada en las comunidades del cantón Santa Elena, Ecuador. En la figura 12 se muestra que consiste con nodos de origen O1, O2, O3, O4, O5 y O6 (Comunas), que tienen sentidos a los almacenes o puntos de distribuciones denotados como nodos de transbordo: T1, T2 y T3, las dirección y sentido están representado por costos de transporte (i,j). Una vez llegando a los nodos de transbordo se distribuyen a los clientes (Almacenes), Estos nodos se denominan de destinos: D1, D2, D3, D4 y D5, desde los nodos de transbordo a los nodos de destinos, se toma en consideración los costos de transporte (j,k). En la figura los nodos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 son nodos de origen, los nodos 7, 8 y 9 son los nodos de transbordo y los nodos 10, 11, 12, 13 y 14 son nodos de destinos.

**Figura 21** Diagrama de redes de distribución con transbordo



Nota: Elaborado por el autor en base a revisión bibliográfica.

La Tabla N 22 se muestra los costos de transporte desde su punto de origen (cultivos de cacao) hacia el nodo de transbordo, el nodo de transbordo está representado por los almacenes que es la encargada de vender a los diferentes clientes.

**Tabla 22** Costo unitario de transporte, relación O-T.

Cultivos de cacao (Nodo de origen)	Almacenes (Nodo de transbordo) [Cantidades expresados en dólares]		
	T1	T2	T3
O1	\$7	\$13	\$6
O2	\$5	\$7	\$5
O3	\$10	\$12	\$12
O4	\$12	\$14	\$10
O5	\$8	\$8	\$10
O6	\$7	\$6	\$8

Nota: elaborado por el autor.

En la Tabla N 23. Está representada por los costos unitarios desde la Almacenes (T) hacia los clientes (D) que adquieren el cacao (es decir los costos desde los puntos de distribución hacia los clientes).

**Tabla 23** Costos unitarios de transporte, Relación T-D.

Almacenes (Nodo de transbordo)	Clientes (Nodo de destinos) [Cantidades expresados en dólares]				
	D1	D2	D3	D4	D5
T1	\$12	\$6	\$10	\$6	\$12
T2	\$14	\$8	\$12	\$8	\$11
T3	\$10	\$10	\$15	\$7	\$16

Nota: elaborado por el autor

En este modelado que se aplicó mediante la investigación y recolección de datos, existen dos nodos (T-D): Nodos de origen (comunas). En el nodo 1 (Dos mangas) la producción de cacao que vende es de 120 qq/año, mientras que el nodo 2 (Loma Alta) la producción de cacao es de 90 qq/año, el nodo 3 (Cerezal Bellavista) con 140 qq/año, el nodo 4 (Manantial de Guangala) con 30 qq/año, nodo 5 (Las Balsas) con 200 qq/año y nodo 6 (Febres Cordero) con 50 qq/año ; los nodos de destinos (clientes), está representado por D1 adquiere 120 qq de cacao, D2 adquiere 160 qq de cacao, D3 adquiere una cantidad de 110 qq, D4 con 140 qq y D5 una cantidad de 100 qq de cacao.

### **3.4. Modelado matemático para la cadena de distribución con transbordo para la producción agrícola.**

#### **3.3.1. Formulaciones para el modelado**

En esta sección de programación lineal para elaborar el modelado de transbordo se debe basar en las formulaciones que se obtuvieron mediante la revisión bibliográfica, está representada por formulación de nodos de origen, nodos de transbordo, nodos de destino y los arcos (dirección y sentido); cada ecuación está representada de la siguiente manera:

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

Sujeto a:

$$\sum X_{ij} - \sum x_{ij} \leq s_i \quad (\text{nodos de origen } i)$$

Arcos de salida    Arcos de entrada

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

Arcos de salida    Arcos de entrada

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

Arcos de salida    Arcos de entrada

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

Donde:

$X_{ij}$ : Número de unidades enviadas desde los nodos  $i$  a  $j$

$C_{ij}$ : Costo unitario enviadas desde los nodos  $i$  a  $j$

$s_i$ : Suministro u oferta del nodo de origen  $i$

$d_j$ : Demanda del nodo de destino  $j$

### **Restricciones**

#### **Restricciones de oferta**

$$X_{1,7} + X_{1,8} + X_{1,9} \leq 120$$

$$X_{2,7} + X_{2,8} + X_{2,9} \leq 90$$

$$X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} \leq 140$$

$$X_{4,7} + X_{4,8} + X_{4,9} \leq 30$$

$$X_{5,7} + X_{5,8} + X_{5,9} \leq 200$$

$$X_{6,7} + X_{6,8} + X_{6,9} \leq 50$$

### **Restricciones de nodos de balanceo para nodos únicamente transitorio**

$$X_{7,10} + X_{7,11} + X_{7,12} + X_{7,13} + X_{7,14} = X_{1,7} + X_{2,7} + X_{3,7} + X_{4,7} + X_{5,7} + X_{6,7}$$

$$X_{7,10} + X_{7,11} + X_{7,12} + X_{7,13} + X_{7,14} - X_{1,7} - X_{2,7} - X_{3,7} - X_{4,7} - X_{5,7} - X_{6,7} = 0$$

$$X_{8,10} + X_{8,11} + X_{8,12} + X_{8,13} + X_{8,14} = X_{1,8} + X_{2,8} + X_{3,8} + X_{4,8} + X_{5,8} + X_{6,8}$$

$$X_{8,10} + X_{8,11} + X_{8,12} + X_{8,13} + X_{8,14} - X_{1,8} - X_{2,8} - X_{3,8} - X_{4,8} - X_{5,8} - X_{6,8} = 0$$

$$X_{9,10} + X_{9,11} + X_{9,12} + X_{9,13} + X_{9,14} = X_{1,9} + X_{2,9} + X_{3,9} + X_{4,9} + X_{5,9} + X_{6,9}$$

$$X_{9,10} + X_{9,11} + X_{9,12} + X_{9,13} + X_{9,14} - X_{1,9} - X_{2,9} - X_{3,9} - X_{4,9} - X_{5,9} - X_{6,9} = 0$$

### **Restricciones de balanceo para nodos transitorios con requerimiento**

$$X_{7,10} + X_{8,10} + X_{9,10} = 120$$

$$X_{7,11} + X_{8,11} + X_{9,11} = 160$$

$$X_{7,12} + X_{8,12} + X_{9,12} = 110$$

$$X_{7,13} + X_{8,13} + X_{9,13} = 140$$

$$X_{7,14} + X_{8,14} + X_{9,14} = 100$$

### **Función objetivo**

$$\begin{aligned} Z_{min} = & X_{1,7} + X_{1,8} + X_{1,9} + X_{2,7} + X_{2,8} + X_{2,9} + X_{3,7} + X_{3,8} + X_{3,9} + X_{4,7} + X_{4,8} \\ & + X_{4,9} + X_{5,7} + X_{5,8} + X_{5,9} + X_{6,7} + X_{6,8} + X_{6,9} + X_{7,10} + X_{7,11} \\ & + X_{7,12} + X_{7,13} + X_{7,14} + X_{8,10} + X_{8,11} + X_{8,12} + X_{8,13} + X_{8,14} + X_{9,10} \\ & + X_{9,11} + X_{9,12} + X_{9,13} + X_{9,14} \end{aligned}$$

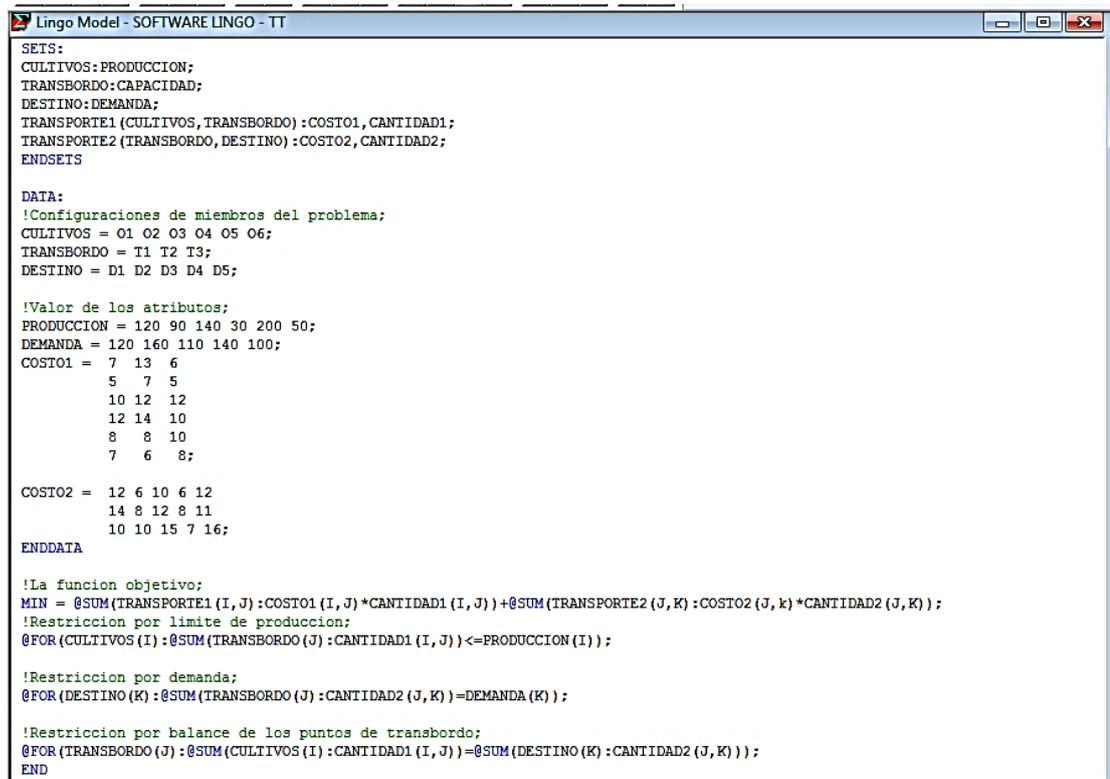
## Función objetivo incluyendo los nodos de Origen – Transbordo – Destino

$$\begin{aligned} Z_{min} = & C_{1,7} * X_{1,7} + C_{1,8} * X_{1,8} + C_{1,9} * X_{1,9} + C_{2,7} * X_{2,7} + C_{2,8} * X_{2,8} + C_{2,9} * X_{2,9} \\ & + C_{3,7} * X_{3,7} + C_{3,8} * X_{3,8} + C_{3,9} * X_{3,9} + C_{4,7} * X_{4,7} + C_{4,8} * X_{4,8} \\ & + C_{4,9} * X_{4,9} + C_{5,7} * X_{5,7} + C_{5,8} * X_{5,8} + C_{5,9} * X_{5,9} + C_{6,7} * X_{6,7} \\ & + C_{6,8} * X_{6,8} + C_{6,9} * X_{6,9} + C_{7,10} * X_{7,10} + C_{7,11} * X_{7,11} + C_{7,12} * X_{7,12} \\ & + C_{7,13} * X_{7,13} + C_{7,14} * X_{7,14} + C_{8,10} * X_{8,10} + C_{8,11} * X_{8,11} + X_{8,12} \\ & * X_{8,12} + C_{8,13} * X_{8,13} + C_{8,14} * X_{8,14} + C_{9,10} * X_{9,10} + C_{9,11} * X_{9,11} \\ & + C_{9,12} * X_{9,12} + C_{9,13} * X_{9,13} + C_{9,14} * X_{9,14} \end{aligned}$$

### 3.3.2. Solución aplicando el MT

Para la solución del modelado matemático, se utilizó el software Lingo 19.0, programación lineal; una vez identificado las ofertas, demandas y costos de transporte del problema, se procede a programar en el software como se muestra en la figura 14.

Figura 22 Programación en el software Lingo 19.0



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

DATA:
!Configuraciones de miembros del problema;
CULTIVOS = 01 02 03 04 05 06;
TRANSBORDO = T1 T2 T3;
DESTINO = D1 D2 D3 D4 D5;

!Valor de los atributos;
PRODUCCION = 120 90 140 30 200 50;
DEMANDA = 120 160 110 140 100;
COSTO1 = 7 13 6
        5 7 5
        10 12 12
        12 14 10
        8 8 10
        7 6 8;

COSTO2 = 12 6 10 6 12
        14 8 12 8 11
        10 10 15 7 16;
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(CULTIVOS(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 transbordo;
@FOR(TRANSBORDO(J):@SUM(CULTIVOS(I):CANTIDAD1(I,J))=@SUM(DESTINO(K):CANTIDAD2(J,K)));
END
```

Nota: elaborado por el autor basado en revisión bibliográfica.

Una vez que ya este programado se procede a la observación de los resultado que muestra el programa Lingo 19.0

**Figura 23** Función objetivo, iteraciones, variables y constantes

LINGO/WIN32 19.0.55 (5 May 2022 ), LINDO API 13.0.4099.1		Model Class:	
Licensee info: Eval Use Only		Total variables:	36
License expires: 3 JAN 2023		Nonlinear variables:	0
Global optimal solution found.		Integer variables:	0
Objective value:	10000.00	Total constraints:	15
Infeasibilities:	0.000000	Nonlinear constraints:	0
Total solver iterations:	16	Total nonzeros:	99
Elapsed runtime seconds:	0.07	Nonlinear nonzeros:	0

Model Class:	la sección que se muestra a	En la sección 2. se muestra un
Total var:	continuación, nos muestra una	total de 36 variables y 15
	función objetivo de \$10000,00	constantes.
	que se rige a 16 iteraciones.	

Nota: elaborado por el autor basado en revisión bibliográfica.

**Figura 24** Producción, capacidad y demanda de la propuesta

Variable	Value	Reduced Cost
PRODUCCION( O1)	120.0000	0.000000
PRODUCCION( O2)	90.00000	0.000000
PRODUCCION( O3)	140.0000	0.000000
PRODUCCION( O4)	30.00000	0.000000
PRODUCCION( O5)	200.0000	0.000000
PRODUCCION( O6)	50.00000	0.000000
CAPACIDAD( T1)	0.000000	0.000000
CAPACIDAD( T2)	0.000000	0.000000
CAPACIDAD( T3)	0.000000	0.000000
DEMANDA( D1)	120.0000	0.000000
DEMANDA( D2)	160.0000	0.000000
DEMANDA( D3)	110.0000	0.000000
DEMANDA( D4)	140.0000	0.000000
DEMANDA( D5)	100.0000	0.000000

En la tercera sección se muestra los valores expresado en quintales de las ofertas y demandas (nodos de origen, transbordo y nodos de destinos)

Nota: elaborado por el autor basado en revisión bibliográfica.

**Figura 25** Costos y demandas de la relación O-T-D

DEMANDA ( D5)	100.0000	0.000000
COSTO1 ( O1, T1)	7.000000	0.000000
COSTO1 ( O1, T2)	13.000000	0.000000
COSTO1 ( O1, T3)	6.000000	0.000000
COSTO1 ( O2, T1)	5.000000	0.000000
COSTO1 ( O2, T2)	7.000000	0.000000
COSTO1 ( O2, T3)	5.000000	0.000000
COSTO1 ( O3, T1)	10.000000	0.000000
COSTO1 ( O3, T2)	12.000000	0.000000
COSTO1 ( O3, T3)	12.000000	0.000000
COSTO1 ( O4, T1)	12.000000	0.000000
COSTO1 ( O4, T2)	14.000000	0.000000
COSTO1 ( O4, T3)	10.000000	0.000000
COSTO1 ( O5, T1)	8.000000	0.000000
COSTO1 ( O5, T2)	8.000000	0.000000
COSTO1 ( O5, T3)	10.000000	0.000000
COSTO1 ( O6, T1)	7.000000	0.000000
COSTO1 ( O6, T2)	6.000000	0.000000
COSTO1 ( O6, T3)	8.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( O1, T1)	30.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( O1, T2)	0.000000	6.000000
CANTIDAD1 ( O1, T3)	90.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( O2, T1)	90.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( O2, T2)	0.000000	2.000000
CANTIDAD1 ( O2, T3)	0.000000	1.000000
CANTIDAD1 ( O3, T1)	140.0000	0.000000
CANTIDAD1 ( O3, T2)	0.000000	2.000000
CANTIDAD1 ( O3, T3)	0.000000	3.000000
CANTIDAD1 ( O4, T1)	0.000000	1.000000
CANTIDAD1 ( O4, T2)	0.000000	3.000000
CANTIDAD1 ( O4, T3)	30.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( O5, T1)	150.0000	0.000000
CANTIDAD1 ( O5, T2)	50.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( O5, T3)	0.000000	3.000000
CANTIDAD1 ( O6, T1)	0.000000	1.000000
CANTIDAD1 ( O6, T2)	50.000000	0.000000
CANTIDAD1 ( O6, T3)	0.000000	3.000000

La cuarta sección esta representada por los nuevos costos de transporte y cantidad, desde los nodos de origen a los nodos de transbordo.

Nota: elaborado por el autor basado en revisión bibliográfica.

En la Tabla N 24. Están expresado la cantidad óptima al transportar los quintales de cacao una vez aplicado el modelado matemático de programación lineal.

**Tabla 24** Cantidad de transporte O-T.

Cultivos de cacao (Nodo de origen)	Almacenes (Nodo de transbordo) [Cantidades de quintales]		
	T1	T2	T3
O1	30	0	90
O2	90	0	0
O3	140	0	0
O4	0	0	30
O5	150	50	0
O6	0	50	0

Nota: elaborado por el autor.

Una vez aplicado el modelado, relación O-T, muestra como resultados de la siguiente manera; para el nodo O1 al nodo T1 la cantidad optima es de 30 quintales de cacao, desde el nodo O1 hasta el nodo T3 requiere una cantidad de 90 quintales de cacao, desde O2 a T1 una cantidad de 90 quintales de cacao, desde O3 a T1 una cantidad de 140 quintales de cacao, desde O4 a T3 una cantidad de 30 quintales de cacao, desde O5 a T1 una cantidad de 150 quintales de cacao, desde O5 hasta T2 una cantidad de 50 quintales de cacao y desde O6 a T2 una cantidad de 50 quintales de cacao

En la Tabla 25. Se muestra las cantidades de quintales que se requieren desde los nodos de transporte hasta los nodos de destino y queda demostrado de la siguiente manera.

**Tabla 25** Cantidad de transporte, Relación T-D.

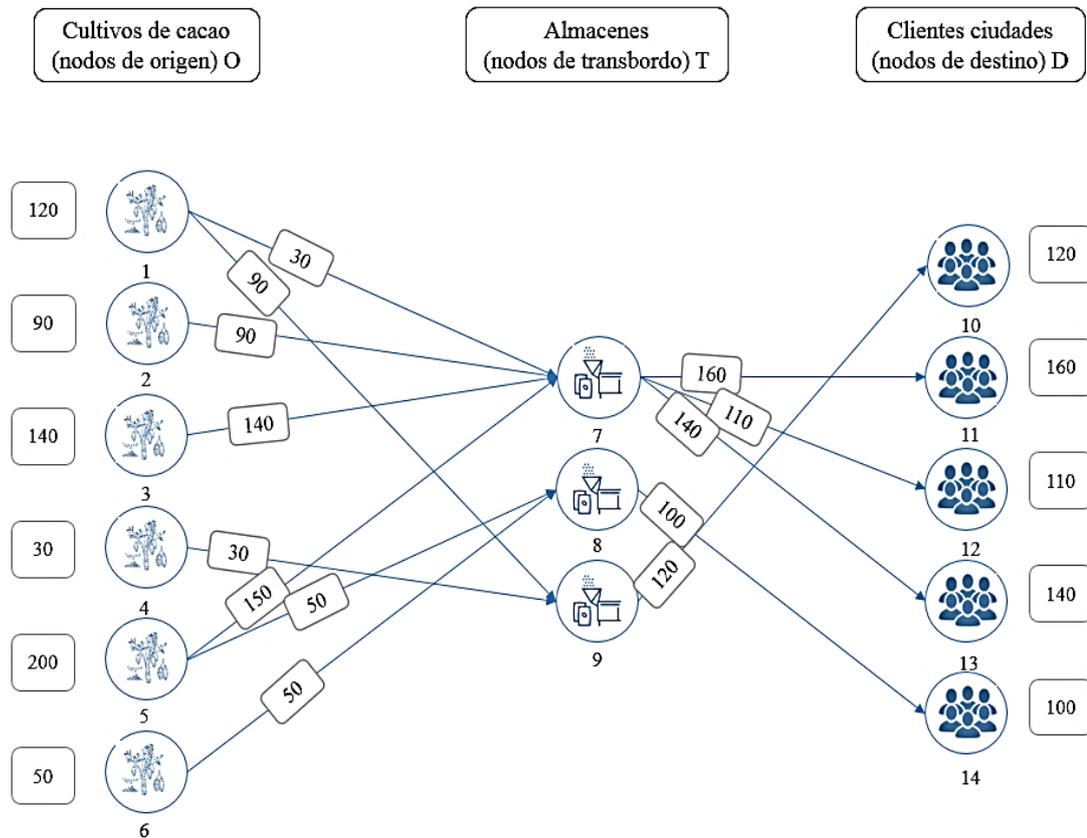
Almacenes (Nodo de transbordo)	Clientes (Nodo de destinos) [Cantidades expresados en dólares]				
	D1	D2	D3	D4	D5
T1	0	160	110	140	0
T2	0	0	0	0	100
T3	120	0	0	0	0

Nota: elaborado por el autor.

Aplicando el modelo de programación, el resultado se demostró de la siguiente manera; desde nodo T1 hasta D2 requiere una cantidad de 160 quintales de cacao, los nodos T1 hasta D3 una cantidad de 110 quintales de cacao, el nodo T1 hasta el nodo D4 adquiere una cantidad de 140 quintales de cacao, desde T2 a D5 adquiere una cantidad de 100 quintales de cacao y el ultimo nodo T3 hasta D1 adquiere una cantidad de 120 quintales de cacao.

En la Figura N 26. Se muestra el grafico de cómo será el sentido una vez aplicando el programa, basándose en los resultados obtenido.

**Figura 26** Cadena de distribución con transbordo para la producción agrícola.



Nota: Elaborado por el autor en base a revisión bibliográfica.

En el Figura 27. Una vez aplicando el modelado matemático, el resultado de costo de minimización anual de transporte es de \$10000,00 por año para la distribución del cacao.

**Figura 27** Costos de transporte mensual aplicando el modelado.

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	10000.00	-1.000000
2	0.000000	4.000000
3	0.000000	6.000000
4	0.000000	1.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	3.000000
7	0.000000	5.000000
8	0.000000	-20.000000
9	0.000000	-17.000000
10	0.000000	-21.000000
11	0.000000	-17.000000
12	0.000000	-22.000000
13	0.000000	-11.000000
14	0.000000	-11.000000
15	0.000000	-10.000000

Nota: Elaborado por el autor en el programa Lingo 19.0

### 3.5. Presupuesto estimado para la implementación del modelado de cadena de suministro con transbordo.

En la Tabla 26 se muestra los valores representado en USD que se necesitan para implementar el modelado y simulación de cadena de distribución con transbordo para la agricultura del cacao, en primer lugar se obtiene un valor por mano de obra de \$3.000, siguiendo con el otro rubro, equipos de oficinas \$3.775 y el último rubro otros, por algún imprevisto del proyecto se estima la cantidad de \$2.748. Obteniendo un presupuesto del proyecto de \$11.903,75.

*Tabla 26 Presupuesto del proyecto*

<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Mano de Obra	Investigación	1	\$3000	\$3000
	Resmas	3	\$5	\$15
	Internet	2	\$28	\$56
Equipos de oficina	Computadora	1	\$1500	\$1500
	Impresora	1	\$800	\$800
	Software	2	\$700	\$1400
	Esferográfico	1	\$4	\$4
Otros	Alimentación	5	\$4,5	\$22,5
	Transporte	1	\$20	\$20
	Anillado		\$4	\$4
	Empastado		\$1,5	\$1,5
	Capacitación recursos		\$700	\$700
				\$2000
Subtotal				\$9523
Imprevisto (10%)				\$952,3
Reajuste (15%)				\$1428,45
<b>TOTAL</b>				<b>\$11903,75</b>

Nota: Elaborado por el autor.

### 3.6. Marco de discusión

Los autores Samantha-Almalik, (2019). Establecen un modelado de transbordo de programación en Excel, se representó con 9 nodos, basándose desde el punto de origen directamente hacia los nodos de destinos (O-D) y la relación (O-T-D), se hace esto para satisfacer tanto la oferta como la demanda.

Los resultados una vez aplicado el modelado matemático, donde el nodo de origen parte directamente al nodo de destino, en otras palabras los clientes quedan satisfecho y se cumplen que la oferta debe ser mayor o igual a la demanda del modelado.

Los costos de transporte en el modelado, el costo real es de \$21.925.800,00 y el valor del costo aplicando el modelado es de \$21.368.400,00. Se ahorraron un costo de \$557.400. Tomando en consideración que se aplicó cantidades elevadas determinado políticamente, en conclusión el modelado fue bien planteado debido que se redujo el costo de transporte y buscaron la distribución óptima de los fertilizantes a los diferentes clientes que quedaron satisfechos con los productos.

Los autores Villamarín Padilla et al., (2019), utilizaron el modelo matemáticos de programación lineal, el resultado que buscó es minimizar los costos de transporte sobre la comercialización de combustibles a diferentes ciudades del Ecuador, para ello utilizo el método de transporte (esquina noroeste, Vogel, costo menor y Russel), una vez procediendo a calcular con los diferentes métodos: el método de esquina noroeste dio como resultado un costo de \$223.074,00; el método de costo menor da como resultado la cantidad de \$206.354,00; el método de Vogel el costo es de \$206.354,00 y el método Russel da la misma cantidad que los dos métodos anteriores \$206.354,00. En este sentido mediante los métodos que se aplicaron, los resultados minimizan los costos de transporte, tomando en consideración que los métodos que mayormente reducen son: Costo menor, Vogel y Russel con un total de \$206.354,00 como costo de transporte.

Garg et al.,(2021). los autores establecen que se utilizan varios métodos de modelado de transbordo, demostrando que ciertos modelados brindaron resultados que son erróneos, la problemática se hizo mediante dos etapas como función objetivo, el trabajo se basó en la venta de vehículos donde tiene los tres nodos (O-T-D), pero en la cual los datos que tienen la problemática son borroso (es decir magnitudes inciertas), la misma que busca solucionar, que su caso de estudio sea aplicado y de gran ayuda, los resultado que se brindaron son en comparación con los resultado de revisiones bibliográficas.

Siddiqui et al., (2018). Los autores se basaron en una problemática que esta a su vez se divide en tres sub-problemática, utilizando software Gurobi 6.0, el autor se dedicó a el envío de productos refinaos del petróleo una vez aplicando el software se

encuentra que los medios de transporte sirven como solución en diferentes tipos o efectos que se encuentran al momento de trasladar los productos refinados, es decir, tiene varios métodos de traslado; mediante sistemas de tuberías y cuando se producen riesgos ambientales como solución para trasladar el petróleo es mediante vía marítima (buques), pero hay que tener en cuenta que algunos productos refinados del petróleo no se podrán trasladar mediante este medio de transporte por algún factor que se presente.

Según los autores Cuervo Cruz et al., (2022). Elaboró un modelo logístico que se centra en la CS, se basó en los modelos de taxonomía en 4 tipos: inventario de ubicación (LIP), enrutamiento de ubicación (LRP), enrutamiento de inventario (IRP) y problema de enrutamiento de inventario y de ubicación (LIRP). Como resultado de aplicar tipos se utilizaron métodos como heurística, metaheurística, simulación y exactos.

El modelo LIP se consideró como un modelo estratégico y táctico, con la finalidad de buscar una localización de una planta y ver los centros donde más fluidamente tenga ventas en sus productos. Tiene como objetivo satisfacer las demandas del cliente y si en tal caso no se cumple con la satisfacción del cliente lo que busca este modelado es buscar otra distribución que a su vez dependerá de la capacidad y demanda.

El modelo LRP es un modelo estratégico operativo, que tiene una relación entre localización-ruteo, y es el encargado de que los productos que se van a distribuir tengan una distancia corta para que mediante ello se genere la minimización de costos y así aumentar los servicios.

Los modelos IRP se basó en tres métodos importantes: atención al cliente, rutas de los transportes y cuántos se pueden almacenar en las bodegas o depósitos. Para aplicar este modelo se debe basar en datos antiguos con datos actuales, demandas, disponibilidad de transporte, costos de transporte que incluyen a los conductores y los centros donde van a ser ubicados y distribuidos.

Los modelos LIRP es la relación de inventario, localización y ruteos es una combinación de los modelos ya explicados, es decir, requiere datos de los productos es decir, cantidades y costos, ver la ubicación de una nueva planta o centro donde tenga mayor salida el producto y los ruteos que básicamente consisten en el medio de

transporte (aérea, marítima y terrestre), buscando la minimización de costos y distribución óptima.

Bajo este contexto el modelado proporciono información que permitió conocer la mejor decisión sobre cuántas unidades se deben enviar desde las finca (O) a cada almacén (T) y a cada cliente (D). Teniendo el menor costo de distribución posible. Adicionalmente se conoció las cantidades expresados en dólares americanos, estimados en \$10.000, que se requerirá para la distribución de la producción.

## CONCLUSIONES

Se profundizaron los conceptos teóricos, mediante la revisión sistemática de la literatura, lo que implica las variables de investigación pertenecientes a cadena de distribución y producción agrícola del cacao, a partir de búsquedas bibliográficas, en base de datos como: ScienceDirect, SpringerLink, DOTA, Scielo, Redalyc, Dialnet y Google académico. Se analizó en artículos científicos de diferentes autores reconocidos, sobre la actualización de la cadena de distribución con transbordo.

Se ha alineado una metodología para el diagnóstico del estado actual de la cadena de distribución agrícola en las comunidades de la parroquia Manglaralto y Colonche, llegando a la conclusión de que es factible la aplicación de instrumentos informáticos provenientes de la investigación de operaciones con enfoque cuantitativo, la cual permite tomar decisiones optimas a través de diferentes pasos, modelos y métodos enfocados en dar solución a problemas de transbordo.

La relación de los agricultores, almacenes y clientes se ha logrado materializar, a partir de la optimización de la cadena logística con la transportación de la producción del cacao, además, la satisfacción de la demanda sobre la comercialización diagnosticada, a lo que constituye un aporte económico en esta actividad. Como contribución de los resultados de este trabajo de investigación, se cumplió con el objetivo de minimizar los costos de transbordo de la producción agrícola del cacao mediante un modelo de la cadena de distribución, comenzando con un costo de transporte de \$35.810 por cada cantidad enviada hacia los diferentes nodos, aplicando el modelado obtenemos una cantidad de \$10.000, en este contexto los valores que se ahorran es de \$25.810 por costo de transporte.

## **RECOMENDACIONES**

Al utilizar métodos como la revisión sistemática de la literatura, se recomienda la búsqueda de información actualizada, mediante base de datos de mayor trascendencia en los últimos tiempos, lo cual aceptará de manera más concreta y precisa los vacíos de investigación, con la ayuda de este método se dan a conocer los conceptos y modelos que pueden aplicar las personas que desean comprender sus trabajos bibliográficos.

Para el diseño metodológico se recomienda la descripción de los procesos que deben ser considerados, para el correcto uso de las herramientas informáticas mencionadas, lo cual efectuará validez y fiabilidad de este trabajo, con ayuda de artículos científicos, para un mejor manejo de la base de datos y poder desarrollar el modelado.

Para el mejor desempeño de la red de distribución se recomienda la propuesta para el mejoramiento de la producción agrícola, esto ayudará a la misma, contribuyendo de manera significativa a la agricultura dentro del cantón Santa Elena, estratificada en la parroquia Manglaralto y Colonche, aumentando así las ganancias y fortaleciendo los factores que influyen en la satisfacción del cliente.

## REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)

- Asencio, L., Villegas, M., Tenemaza, D., & Cedeño, J. (2020). *La Cadena De Valor En Los Emprendimientos Comunitarios De Exportación De Frutas No Tradicionales En Santa Elena-Ecuador. Junio*, 329–349. <https://www.eumed.net/actas/20/desarrollo-empresarial/26-la-cadena-de-valor-en-los-emprendimientos-comunitarios-de-exportacion.pdf>
- Bernal, J. V., & Bernal Pérez, M. B. (2015). La simulación como herramienta para la mejora en el uso de recursos empresariales. Caso pruebas destructivas de calidad. *Ciencia y Tecnología*, 1(15), 41–54. <https://doi.org/10.18682/cyt.v1i15.309>
- 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(January), 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.005>
- Caba, N., Chamorro, O., & Fontalvo, T. J. (2011). Gestión de la Producción y Operaciones. In *Utec* (Vol. 1, Issue 1). [http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros\\_internet/55847.pdf](http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55847.pdf)
- Cadena, J., Llumiquire, K., Sarzosa, M., & Sarrade, F. (2020). Análisis de la cadena de suministro de las grandes empresas del sector de alojamiento y servicios de comida en el Analysis of the supply chain of the large companies of the accommodation and food services sector in the Metropolitan District of Quito. *Revista Espacios*, 41(September), 2007–2014.
- Cañadas Salazar, I. L., & Sablón Cossío, N. (2019). Análisis de la cadena de suministro de cacao en el contexto de la Amazonia ecuatoriana. *ECA Sinergia*, 10(2), 17. [https://doi.org/10.33936/eca\\_sinergia.v10i2.1483](https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v10i2.1483)
- Cedeño Coll, E. P., & Dilas-Jiménez, J. O. (2022). Producción y exportación del cacao ecuatoriano y el potencial del cacao fino de aroma. *Qantu Yachay*, 2(1), 08–15. <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i1.17>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). Administración de la cadena de suministro. In L. M. C. Castillo (Ed.), *Estrategia, planeación y operación* (Tercera). [http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1340/Administración de la cadena de suministro.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1340/Administración%20de%20la%20cadena%20de%20suministro.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cuervo Cruz, R. A., Martínez Bernal, J., & Orjuela-Castro, J. A. (2022). Modelos logísticos estocásticos aplicados a la cadena de suministro: una revisión de la literatura. *Ingeniería*, 26(3), 334–366. <https://doi.org/10.14483/23448393.16357>
- Drouet-Candel, A. E., Pérez-Castro, T., & Cruz-La Paz, O. V. (2021). *Los sistemas de producción*

*agrícola de las parroquias del norte de la provincia Santa Elena , Ecuador. 42, 1–13.*  
<https://www.redalyc.org/journal/1932/193270002002/193270002002.pdf>

Edison, V. (2018). La investigación operativa - Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas. In H. Claudio (Ed.), *Revista Peruana de Epidemiología* (Vol. 12, Issue 2).  
<https://www.redalyc.org/pdf/2031/203120316002.pdf>

Elizabeth, G., Alulema, M., & César, J. (2020). Aplicación de algoritmos de optimización para la localización de centros de distribución comercial. *ECA Sinergia, 11*(April), 1–13.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.33936/eca\\_sinergia.v11i1.1097](https://doi.org/https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v11i1.1097)

Eppen, G. D., Gould, F. J., Schmidt, C. P., Moore, J. H., & Weatherford, L. R. (2000). *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa* (M. de Anta (ed.); Quinta ed.).  
<https://jrvargas.files.wordpress.com/2009/01/investigacic3b3n-de-operaciones-en-la-ciencia-administrativa-5ta-edicic3b3n.pdf>

Fernández, A. J., Mariana, R., & Peña, S. (2020). *Diseño de un modelo optimizado de red de distribución multiplataforma para el análisis de caso*. Univrsiad Militar Nueva Granada.

Fontalvo-Herrera, T., De-la-Hoz-Granadillo, E., & Mendoza-Mendoza, A. (2019). Los procesos logísticos y la administración de la cadena de Suministro. *Saber, Ciencia y Libertad, 14*(2).  
<https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2019v14n2.5880>

Garg, H., Mahmoodirad, A., & Niroomand, S. (2021). Fractional two-stage transshipment problem under uncertainty: application of the extension principle approach. *Complex & Intelligent Systems, 7*(2), 807–822. <https://doi.org/10.1007/s40747-020-00236-2>

Gavilanez-Dalgo, N. S., Orozco-Ramos, J. M., Moyano-Alulema, J. C., & Brito-Carvajal, J. R. (2021). Evaluación de riesgos ergonómicos en productores de cacao. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 6*(12), 579. <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i12.1433>

Gómez, J. A., Ben-Gal, A., Alarcón, J. J., De Lannoy, G., de Roos, S., Dostál, T., Fereres, E., Intrigliolo, D. S., Krása, J., Klik, A., Liebhard, G., Nolz, R., Peeters, A., Plaas, E., Quinton, J. N., Miao, R., Strauss, P., Xu, W., Zhang, Z., ... Dodd, I. C. (2020). SHui, an EU-Chinese cooperative project to optimize soil and water management in agricultural areas in the XXI century. *International Soil and Water Conservation Research, 8*(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2020.01.001>

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*(2019), 291–298. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.101>

Gutiérrez, A., & Infante, Z. (2017). Determinantes y modelos para medir el desempeño de una cadena de suministro agroalimentaria: Una revisión de la literatura. *Mercados y Negocios, 1*(36), 45–74.

<http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/MYN/article/view/6646/6179>

- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. M. del P. (2014). Metodología de la investigación. In *McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.* (Sexta Edic).
- Hoose, A., Consalter, L. A., & Durán, O. M. (2016). Implementación de un sistema híbrido tipo trabajo constante en progreso (CONWIP) para control de producción en una industria de implementos agrícolas. *Informacion Tecnologica*, 27(2), 111–120. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000200014>
- INEC. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020 Contenido*. INEC. Buenas Cifras Mejores Vidas. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion ESPAC 2020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion ESPAC 2020.pdf)
- Kouchaksaraei, H. R., & Karl, H. (2019). Service function chaining across openstack and kubernetes domains [Keele University]. In *DEBS 2019 - Proceedings of the 13th ACM International Conference on Distributed and Event-Based Systems*. <https://doi.org/10.1145/3328905.3332505>
- Leiras, A., Gonçalves, P., Chawaguta, B., Junior, I. D. B., & Yoshizaki, H. T. Y. (2021). Food aid supply and distribution in insecure regions: world food programme operation analysis in Ethiopia. *Production*, 31, 2–13. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210070>
- Maheut, J. P. (2021). *Matemático Modelado*. <http://hdl.handle.net/10251/158555>
- Mejía-Moreira, J. A., San Andrés-Reyes, P. R., & Paredes-Chávez, I. E. (2018). Logística y canales de distribución para la mejora de procesos. Estudio de Caso NEDERAGRO SA- Período 2019. *INNOVA Research Journal*, 3(6), 155–167. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n6.2018.876>
- Mendoza, F., & Culqui, A. (2020). *Optimización del transbordo entre paraderos tradicionales de transporte urbano. Caso : Intersección Av. Brasil y Av. Bolívar* [UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS]. <https://doi.org/http://doi.org/10.19083/tesis/653674>
- Mitter, H., & Schmid, E. (2021). Informing groundwater policies in semi-arid agricultural production regions under stochastic climate scenario impacts. *Ecological Economics*, 180(June 2020), 106908. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106908>
- Momenitabar, M., Dehdari Ebrahimi, Z., Arani, M., Mattson, J., & Ghasemi, P. (2022). Designing a sustainable closed-loop supply chain network considering lateral resupply and backup suppliers using fuzzy inference system. In *Environment, Development and Sustainability* (Issue 0123456789). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02332-4>
- Morales-Intriago, F., Carrillo-Zenteno, M., Ferreira-Neto, J., Peña-Galeas, M., Briones-Caicedo, W., & Albán-Moyano, M. (2018). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 11(1), 63–69. <https://doi.org/10.18779/cyt.v11i1.222>

- Moreno, R., Cevallos, V., & Balseca, V. (2018). Diseño De Un Modelo De Cadena De Valor Para Las Pymes En La Ciudad De Guayaquil. *Universidad y Sociedad*, 10(3), 134–141. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v10n5/2218-3620-rus-10-05-301.pdf>
- Munim, Z. H., Duru, O., & Ng, A. K. Y. (2021). Transshipment port's competitiveness forecasting using analytic network process modelling. *Transport Policy*, July, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.07.015>
- Passalacqua, B. P., & Molin, J. P. (2020). *PATH ERRORS IN SUGARCANE TRANSSHIPMENT TRAILERS The need for accuracy in sugarcane machine traffic has boosted the adoption of automatic steering systems . These have been used in tractors pulling transshipment trailers . Such sets are long and articulated. 4430, 223–231.* <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n2p223-231/2020>
- Pico-pico, B. F. (2021). *La cadena de producción del Cacao en Ecuador : Resiliencia en los diferentes actores de la producción. 4(2), 152–172.* <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rns/v4n2/2631-2654-rns-4-02-00152.pdf>
- Pinedo, R. (2020, August). Importancia de la agricultura en el desarrollo socio-económico. *Puente Académico*, 16, 1–29. <https://observatorio.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/08/Importancia-de-la-agricultura-en-el-desarrollo-socio-económico.pdf>
- Quispe, A. M., Hinojosa-Ticona, Y., Miranda, H. A., & Sedano, C. A. (2021). Scientific writing series: Systematic review. *Revista Del Cuerpo Medico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 14(1), 94–99. <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.141.906>
- Rangel-Mendoza, J. A., & Silva-Parra, A. (2020). Agroforestry systems of Theobroma cacao L. affects soil and leaf litter quality. *Colombia Forestal*, 23(2), 75–88. <https://doi.org/10.14483/2256201X.16123>
- Roblero, R., & Flores, J. (2022). Captación de agua de lluvia como alternativa para uso en agricultura urbana. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, 11, 111–124. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i11.197>
- Rodriguez-Guevara, J., & Ospina-Ladino, M. (2020). Buenas prácticas de producción de cacao en comunidades víctimas del conflicto, Granada. *Sistema de Agroproducción Agroecología*, 11, 201–232. <https://s3.us-east-1.amazonaws.com/objects.readcube.com/articles/downloaded/sfu/c2a84fc9d4f7d41474c6ac131870fd55e8238cbf0badcc95ebbe72be1a1927ef.pdf?X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Credential=ASIA2A2FUGL6M5BCRA>
- Samantha, R., & Almalik, D. (2019). Integration of transshipment in the transportation coordination of

- fertilizer from manufacturer to consumers in a supply chain system. *International Journal of Mathematics and Statistics Studies*, 3(2), 58–66. <http://www.tjybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>
- 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>
- Song, L., & Wu, Z. (2022). An integrated approach for optimizing location-inventory and location-inventory-routing problem for perishable products. *International Journal of Transportation Science and Technology*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2022.02.002>
- Sui, Q., Li, F., Wu, C., Feng, Z., Lin, X., Wei, F., & Li, Z. (2022). Optimal scheduling of battery charging–swapping systems for distribution network resilience enhancement. *Energy Reports*, 8, 6161–6170. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.04.060>
- 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 and Energy Systems*, 138(November 2021), 107916. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.107916>
- Tachiiri, K., & Ohta, I. (2004). Assessing impact of a large-sized refugee camp on the local vegetation condition with remote sensing : A case study of Kakuma, Kenya. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 3, 1547–1550. <https://doi.org/10.1109/igarss.2004.1370608>
- TAHA, H. A. (2012). *Investigación de operaciones* (Novena edi). <https://fad.unsa.edu.pe/bancayseguros/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/investigacion3b3n-de-operaciones-9na-edicion3b3n-hamdy-a-taha-fl.pdf>
- 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(November 2021), 129777. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129777>
- Tenorio-Rosero, M. L., Veintimilla-Almeida, D. G., & Reyes-Herrera, M. A. (2021). La crisis económica del Covid-19 en el Ecuador: implicaciones y proyectivas para la salud mental y la seguridad. *Revista Investigación y Desarrollo I+D*, 13, 88–102.
- Tolujevs, J. (2021). *Simulation model of oil products transshipment in a seaport transportation , strongly influenced by random factors . the most effective tool for investigating processes at of this approach are used by LLamasoft in the this approach has been further develo. 3.*
- Toro-Ocampo, E. M., Franco-Baquero, J. F., & Gallego-Rendón, R. A. (2016). Modelo matemático

para resolver el problema de localización y ruteo con restricciones de capacidad considerando flota propia y subcontratada. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 17(3), 357–369. <https://doi.org/10.1016/j.riit.2016.07.006>

Velasco Andrade, P. R., & Tamayo Ortiz, C. (2020). Agua en territorios comunales: gestión del riego en el valle del río Javita, provincia de Santa Elena. *Siembra*, 7(1), 027–042. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i1.1865>

Villamarín Padilla, J. M., Aguilar Miranda, G. J., Llamuca Llamuca, J. L., & Villacrés 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>

Yang, C. C., Wong, C. W. Y., & Liao, T. Y. (2021). Logistics quality management practices and performance of international distribution centre operators. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 13(3–4), 300–326. <https://doi.org/10.1504/IJSTL.2021.113987>

# ANEXOS

## *Anexo 1 Preguntas entrevista*



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA

CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

**Entrevista de recolección de datos.**

**Objetivo:** Entrevista. Con preguntas relacionadas al tema de investigación y de respuestas abierta sobre la producción del cacao. En el Cantón Santa Elena, Ecuador.

1.- ¿Nombre de la persona entrevistado?

---

---

2.- ¿Comunidades que se dedican a la agricultura del cacao?

---

---

3.- ¿Cuántas personas se dedican a la agricultura?

---

---

4.- ¿Cuánto es la producción de cacao en cada comuna?

---

---

6.- ¿Puntos de distribución del cacao?

---

---

7.- ¿Costos de transporte?

---

---

## Anexo 2 Encuesta



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA

CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

Encuesta para la recolección de datos.

**Objetivo:** Encuesta a las comunidades que se dedican a la agricultura del cacao. Con preguntas relacionadas al tema de investigación y de respuestas rápida sobre la producción del cacao. En el Cantón Santa Elena, Ecuador.

**1. ¿sexo del agricultor?**

Femenino

Masculino

**2. ¿Edad del agricultor?**

20-40

41-60

Mayor a 60

**3. Nivel de estudio**

Primaria

Secundaria

Superior

**4. Comuna a la que pertenece**

Dos Mangas

Loma Alta

Cerezal Bellavista

Manantial de Guangala

Las Balsas

Febres Cordero



**5. ¿cantidad de quintales de cacao produce la finca?**

- 0 – 20 quintales
- 21 – 40 quintales
- 41 – 60 quintales
- Mayor a 60 quintales

**6. ¿Cuál es el costo de transporte desde la finca a su punto de distribución?**

- \$1 – \$5
- \$6 – \$10
- \$11 – 15
- \$10 – \$20
- Mayor a \$20

**7. ¿en qué punto de distribución vende sus quintales?**

- Guayaquil
- Duran
- Triunfo
- Pedro Carbo
- Otros

**8. ¿Costo de transporte desde su punto de distribución hacia los clientes?**

- \$1 – \$10
- \$11 – \$20
- \$21 – \$30
- Mayor a \$20

**9. ¿cantidad de quintales que vende a cada cliente?**

- 0 – 20 quintales
- 21 – 40 quintales
- 41 – 60 quintales
- Mayor a 60 quintales



**10. Transporte de cacao**

- Flete   
Vehículo propio

**11. Precio del cacao**

- \$80   
\$90   
\$100   
Mayor a \$101

**12. Tipo de cacao que cultiva**

- Nacional   
CCNC51   
Ambos

*Anexo 3 Hectáreas de cultivos de cacao.*



*Hectáreas de cacao*



*Cultivos de Cacao*

*Anexo 4 Evidencia de la entrevista*



*Persona entrevista*

*Secado de cacao*





*Modo de riego*



*Productos derivados del cacao*



*Cacao Nacional*



*Cacao CCN-51*