



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA

DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO OPTIMIZADO
PARA LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA EN
LA PROVINCIA DE SANTA ELENA - ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:

MENÉNDEZ ZARUMA CHRISTINA MICHELLE

TUTOR:

ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng

La Libertad, Ecuador

2023

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL**

TEMA:

**“DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO
OPTIMIZADO PARA LA CADENA DE SUMINISTRO
AGROALIMENTARIA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA -
ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORA:

MENÉNDEZ ZARUMA CHRISTINA MICHELLE

TUTOR:

ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

UPSE

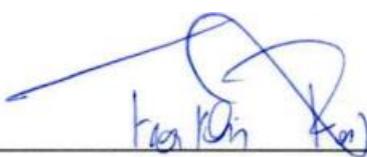
CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **MENÉNDEZ ZARUMA CHRISTINA MICHELLE**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Industrial**.

TUTOR

f. 
Ing. Muyulema Allajca Juan Carlos MEng.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Reyes Soriano Franklin Enrique Mgtr.

La Libertad, a los 7 días del mes de agosto del año 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing.

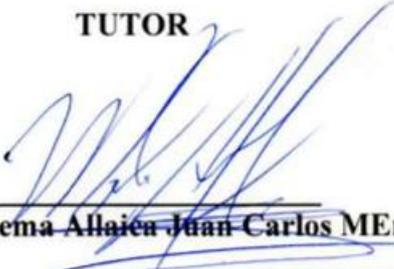
Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena.

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO OPTIMIZADO PARA LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA - ECUADOR”, elaborado por la Srta. MENÉNDEZ ZARUMA CHRISTINA MICHELLE, 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.

La Libertad, a los 7 días del mes de agosto del año 2023

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Menéndez Zaruma Christina Michelle

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO OPTIMIZADO PARA LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA EN LA PROVINCIA DE 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 7 días del mes de agosto del año 2023

AUTORA

f. 
Menéndez Zaruma Christina Michelle

AUTORIZACIÓN

Yo, **Menéndez Zaruma Christina Michelle**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO OPTIMIZADO PARA LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA - ECUADOR**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

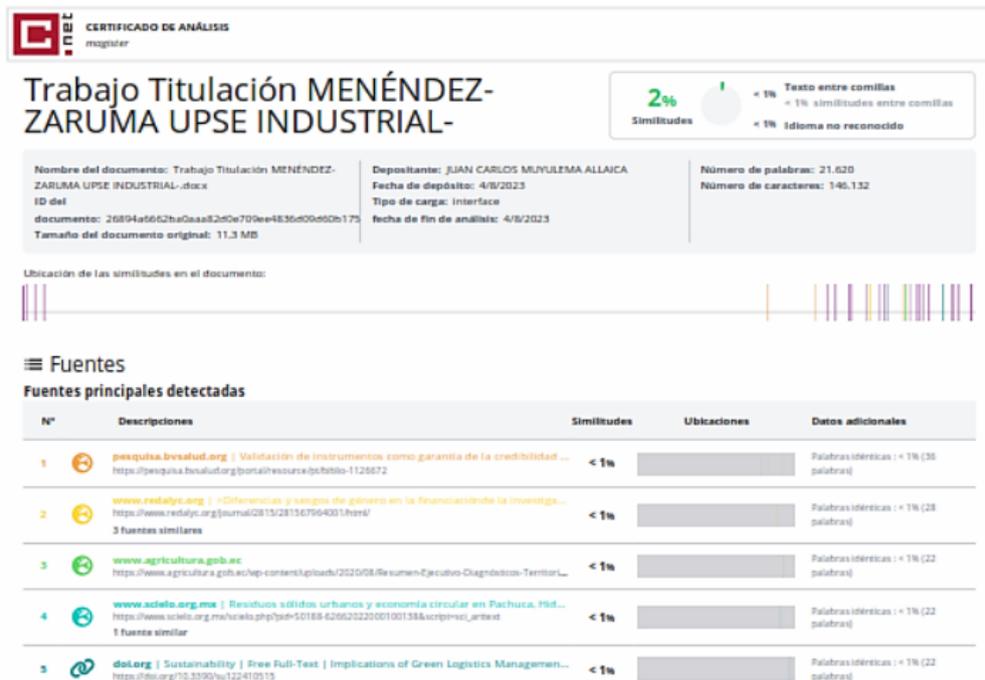
La Libertad, a los 7 días del mes de agosto del año 2023

AUTORA

f. 
Menéndez Zaruma Christina Michelle

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular con tema “DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO OPTIMIZADO PARA LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA - ECUADOR” elaborado por la Srta. MENÉNDEZ ZARUMA CHRISTINA MICHELLE, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el Software antiplagio: Compilatio Magister, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, el presente trabajo de titulación, se encuentra con un 2% de similitud, siendo esta valoración permitida, por consiguiente, se procede a emitir el presente informe.



Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f. _____

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MEng.

C.C.: 0603932450

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

NARCISA GARCÍA CAJAPE
LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MÁSTER EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
DOCENTE DE LENGUA Y LITERATURA - LEXICOLOGÍA

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

A petición de la interesada, tengo a bien certificar que he realizado la revisión y análisis del contenido del presente trabajo de investigación curricular:

“DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO OPTIMIZADO PARA LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA - ECUADOR” De la señorita: MENÉNDEZ ZARUMA CHRISTINA MICHELLE C.I: 0924866049, egresada de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial.

Que el mencionado trabajo, en el contexto general, cumple con los requisitos lingüísticos dados por la Real Academia Española para el uso de idioma español.

Certificación, que otorga en la ciudad de Santa Elena, a los treinta y un días del mes de julio del dos mil veintitrés.

CERTIFICA.

Lic. Narcisca García Cajape

C.I. 1307095818

Información Personal						
Identificación:	1307095818	Imprimir Información				
Nombres:	GARCIA CAJAPE NARCISA DEL JESUS					
Género:	FEMEHIÑO					
Nacionalidad:	ECUADOR					

Título(s) de cuarto nivel o posgrado						
Título	Institución de Educación Superior	Tipo	Reconocido Por	Número de Registro	Fecha de Registro	Observación
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL	UNIVERSIDAD UTE	Nacional		1022-13-86038224	2013-09-03	

Título(s) de tercer nivel de grado						
Título	Institución de Educación Superior	Tipo	Reconocido Por	Número de Registro	Fecha de Registro	Observación
LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN ESPECIALIDAD EDUCACIÓN BÁSICA	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	Nacional		1031-02-270083	2002-09-27	
PROFESORA DE SEGUNDA ENSEÑANZA ESPECIALIDAD EDUCACIÓN BÁSICA	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	Nacional		1031-02-270084	2002-09-27	

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, ser supremo en quien toda mi vida he puesto mi fe, mis anhelos, mi presente y mi futuro.

Agradezco a mi abuela y mi madre, mujeres maravillosas, fuertes, valientes, quienes con su amor, paciencia y sabiduría me han guiado, educado y han formar mi carácter. A mi familia en general, quienes con amor y consejo me han incentivado para continuar superándome.

A esos compañeros que se volvieron amigos, y a mi tutor por su incondicional apoyo.

Christina Michelle Menéndez Zaruma

DEDICATORIA

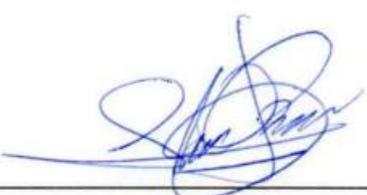
El presente proyecto lo dedico a Dios, porque reconozco que sin Él no lo hubiera podido lograr. A mi abuela y mi madre quienes siempre me animaron, apoyaron y confiaron en mí. A ustedes que me hacen falta cada día, con quienes quisiera poder compartir físicamente este momento, pero estoy segura, que si estuvieran en este mundo se alegrarían conmigo, espero estén orgullosos de mis pequeños pasos.

Christina Michelle Menéndez Zaruma

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____

Ing. REYES SORIANO FRANKLIN ENRIQUE Mgtr.
DIRECTOR DE CARRERA

f.  _____

Ing. BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA

f.  _____

Ing. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng.
DOCENTE TUTOR

f.  _____

Ing. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS MEng.
DOCENTE DE LA UIC

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
DEDICATORIA	x
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	xi
ÍNDICE GENERAL	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	7
MARCO TEÓRICO	7
1.1. Antecedentes investigativos	7
1.2. Estado del arte	13
1.3. Recapitulación del Capítulo I	18

CAPÍTULO II	19
MARCO METODOLÓGICO	19
2.1. Enfoque de investigación	19
2.2. Diseño de investigación	20
2.3. Procedimiento metodológico	21
2.4. Población y muestra	22
2.4.1. Población.....	22
2.4.2. Muestra.....	24
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos (Adaptada a la unidad de análisis y tipo de estudio)	27
2.5.1. Métodos de recolección de los datos	27
2.5.2. Técnicas de recolección de los datos.....	27
2.5.3. Instrumentos de recolección de los datos	28
2.6. Variable (s) del estudio (Adaptada al tipo y diseño de la investigación).....	29
2.7. Procedimiento para la recolección de los datos	30
2.8. Plan de análisis e interpretación de resultados	31
2.9. Recapitulación del capítulo II	33
CAPÍTULO III	34
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1. Marco de resultados	34
3.1.1. Validación del instrumento de recolección de datos.	34
3.1.2. Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación.....	46
3.1.3.1. Definición de hipótesis.....	47
3.1.3.2. Comprobación de hipótesis mediante análisis de varianza ANOVA	47
3.2. Propuesta de mejora	63
3.2.1. Tema 63	
3.2.2. Introducción.....	63
3.2.3. Descripción del modelo basado en agentes	65
3.2.4. Intención.....	66
3.2.5. Simplificación.....	66

3.2.6.	Modelo conceptual	66
3.2.7.	Modelo analítico.....	67
3.2.8.	Validación de modelo computacional.	68
3.2.9.	Análisis de escenarios y resultados.	72
3.2.10.	Presupuesto.....	76
3.2.11.	Modelo matemático.....	79
3.3.	Discusión de los resultados	81
3.4.	Resumen parcial.....	84
3.5.	Limitaciones y futuras líneas de investigación	84
	CONCLUSIONES	86
	RECOMENDACIONES	87
	REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)	88
	ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MATRIZ DE PONDERACIÓN MÉTODO AHP	15
TABLA 2. MATRIZ DE IMPORTANCIA DEL FACTOR DENTRO DEL MODELO (R+C) E INFLUENCIA DE LOS DEMÁS FACTORES SOBRE EL FACTOR (R-C)	16
TABLA 3. ESTRATIFICACIÓN POBLACIONAL PYMES	24
TABLA 4. ESTRATIFICACIÓN MUESTRAL.....	26
TABLA 5. ESTRATIFICACIÓN MUESTRAL BAJO CRITERIO ESTADÍSTICA DE CONVENIENCIA.....	26
TABLA 6. ETAPAS PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS	30
TABLA 7. PLAN DE ANÁLISIS MÁS INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	32
TABLA 8. VALIDACIÓN POR EXPERTOS DEL CUESTIONARIO.	36
TABLA 9. CONFIABILIDAD ALFA DE CRONBACH.....	37
TABLA 10. VALIDEZ DE CONSTRUCTO PRUEBA DE KMO Y BARTLETT	38
TABLA 11. VALIDEZ DE CONCORDANCIA KENDALL.....	38
TABLA 12. HERRAMIENTAS ADOPTADAS PARA MITIGAR RIESGO EN ESLABÓN DE LA AFSC.....	41
TABLA 13. INDICADORES BAJO ESCENARIOS ANOVA.....	48
TABLA 14. FISHER CALCULADO A TRAVÉS DE ANOVA.....	62
TABLA 15. AGENTES QUE CONFORMAN EL SISTEMA	68
TABLA 16. ESCENARIOS A ANALIZAR.....	73
TABLA 17. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	76
TABLA 18 (A). CÁLCULOS PARA VAN, TIR, PR	77
TABLA 18 (B). CÁLCULOS PARA VAN, TIR, PR	78
TABLA 19. VARIABLES DE AGENTES PARA MODELADO MATEMÁTICO.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. FLUJOGRAMA DE LA PROBLEMÁTICA INVESTIGATIVA.....	4
FIGURA 2. RED DE CORRELACIÓN	8
FIGURA 3. RED BIBLIOMÉTRICA DE INSTITUCIONES CON MAYOR APORTE EN CADENAS DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIAS	9
FIGURA 4. CLASIFICACIÓN POR GRUPOS DE CONTROLADORES E IMPULSORES.....	14
FIGURA 5. DIAGRAMA CAUSAL DE LOS PRINCIPALES IMPULSORES.....	17
FIGURA 6. DISEÑO DEL PROCESO METODOLÓGICO.....	21
FIGURA 7. PLAN DIRECCIONADO A RECOLECCIÓN DE DATOS	27
FIGURA 8. FASES DE LA METODOLOGÍA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS COMO GARANTÍA DE LA CREDIBILIDAD EN LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	28
FIGURA 9. PRINCIPAL ACTIVIDAD PRODUCTIVA.....	39
FIGURA 10. ESLABÓN DE MAYOR RIESGO SEGÚN ACTIVIDAD PRODUCTIVA	40
FIGURA 11. EFECTIVIDAD DE HERRAMIENTAS APLICADAS EN LOS ESLABONES DE LA AFSC.....	41
FIGURA 12. COSTO DE TRANSPORTE DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA	42
FIGURA 13. INVERSIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE ACUERDO AL SECTOR	43
FIGURA 14. PRODUCCIÓN EN KG DE CADA ACTIVIDAD PRODUCTIVA	44
FIGURA 15. USO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS.....	44
FIGURA 16. ACTIVIDAD PRODUCTIVAS Y USO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS	45
FIGURA 17. FLUJOGRAMA PARA SIMULACIÓN.	66
FIGURA 18. MODELO CONCEPTUAL.....	67
FIGURA 19. MODELO ANALÍTICO	67
FIGURA 20. PROCESO PARA VALIDACIÓN DE MODELO COMPUTACIONAL	69
FIGURA 21. ESCENARIO BASE REPRESENTADO.....	69
FIGURA 22. CODIFICACIÓN DE AGENTES.....	70
FIGURA 23. PROCESO DE COMPILACIÓN.....	70
FIGURA 24. EXHIBICIÓN Y LOCALIZACIÓN DE ERRORES.....	71
FIGURA 25. SIMULACIÓN DEL ESCENARIO.	71
FIGURA 26. MODELO SIMULADO DEL ESCENARIO.....	72
FIGURA 27. ESCENARIO 1, ESCENARIO BASE.....	74
FIGURA 28. ESCENARIO2. SATURACIÓN DE MERCADO.....	75
FIGURA 29. COMPARACIÓN DE ESCENARIO 1 Y ESCENARIO 2.	75

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO EN SOFTWARE VOSVIEWER	99
ANEXO B: CUESTIONARIO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	100
ANEXO C: FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR EXPERTOS.	103
ANEXO D: SOLICITUD PARA REALIZAR ENCUESTA A PYMES DEL SECTOR PRIMARIO DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.	119
ANEXO E: EVIDENCIA DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS.	120
ANEXO F: TABULACIÓN DE LOS DATOS EN EL SOFTWARE IBM SPS STATISTICS 25.	122
ANEXO G: TABLA DE VALORES F DE LA DISTRIBUCIÓN DE FISHER.	124

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

AFC: Agricultura familiar campesina

AFSC: Cadena de suministro Agroalimentaria

SC: Cadenas de suministro

GSC: Cadena de suministro verde

CO2: Dióxido de carbono

DEMATEL: Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

EC: Economía Circular

SCM: Gestión de cadena de suministro

CSCM: Gestión Cadena de suministro de circular

MIPRO: Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca

MCDM: Método de toma de decisiones multicriterio

MBA: Modelado basado en agentes

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

PYMES: Pequeñas y medianas empresas

PEA: Población económicamente activa

AHP: Proceso Jerárquico Analítico

SRI: Servicio de Rentas Internas

SCVS: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

VD: Variable Dependiente

VD: Variable Dependiente

CPS: Producción y consumo sostenible

“DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO OPTIMIZADO PARA LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA - ECUADOR”

Autor: Menéndez Zaruma Christina Michelle

Tutor: ING. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

RESUMEN

La cadena de suministro agroalimentaria (AFSC, por sus siglas en inglés) abarca el conjunto de actividades interrelacionadas que van desde la granja hasta la mesa. Las operaciones de este tipo de cadenas de suministro suelen ser poco eficientes debido a la sensibilidad de los productos, la resistencia por parte de los productores y la falta de apoyo gubernamental. En ese sentido se evidenció la mejoría en el sistema con la propuesta del diseño de un modelo colaborativo optimizado para la AFSC en la provincia de Santa Elena-Ecuador. A través de un análisis bibliométrico se demostró la importancia de la investigación, de igual forma se identificaron herramientas para las AFSC con una perspectiva circular. El desarrollo del estudio respondió a un enfoque cuantitativo con una orientación metodológica descriptiva-correlacional. La técnica de recolección de datos fue la encuesta con su instrumento el cuestionario, este último se validó mediante el método de Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. Posteriormente, los resultados de la recolección de datos se trataron mediante el software SPSS-25. La fiabilidad de los datos recolectados mediante el estadístico Alfa de Cronbach alcanzó 0,789, considerado como muy bueno. Los datos posibilitaron el desarrollo de un modelo colaborativo optimizado, bajo un modelado basado en agentes (MBA) idóneo para el análisis de interacciones entre eslabones. El MBA requirió de tres escenarios de simulación, i) Escenario base, ii) Saturación de mercado, iii) Teoría de juegos colaborativos. Los resultados evidencian que el tercer escenario permite la optimización de la AFSC. La inversión para la implementación del modelo colaborativo optimizado entre eslabones alcanzó a \$ 10.168,75 dólares americanos, recuperable en un periodo de tiempo inferior a cinco años.

Palabras Claves: (Cadena de suministro agroalimentaria, fiabilidad, modelado basado en agentes, optimización, colaboración)

“DESIGN OF AN OPTIMIZED COLLABORATIVE MODEL FOR THE AGRI-FOOD SUPPLY CHAIN IN THE PROVINCE OF SANTA ELENA-ECUADOR”

Author: Menéndez Zaruma Christina Michelle

Tutor: ING. Muyulema Allaica Juan Carlos MEng.

ABSTRACT

The agri-food supply chain (AFSC) encompasses the set of interrelated activities from farm to fork. The operations of such supply chains are often inefficient due to product sensitivity, producer resistance and lack of government support. In this sense, the improvement in the system was evidenced with the proposal of the design of an optimized collaborative model for the AFSC in the province of Santa Elena-Ecuador. Through a bibliometric analysis, the importance of the research was demonstrated, in the same way, tools were identified for the AFSC with a circular perspective. The development of the study responded to a quantitative approach with a descriptive-correlational methodological orientation. The data collection technique was the survey with its instrument the questionnaire, the latter was validated by means of the Validation of Instruments method as a guarantee of credibility in scientific research. Subsequently, the results of data collection were processed using SPSS-25 software. The reliability of the data collected by means of Cronbach's Alpha statistic reached 0.789, considered as very good. The data enabled the development of an optimized collaborative model, under an agent-based modeling (MBA) suitable for the analysis of interactions between links. The MBA required three simulation scenarios, i) Base scenario, ii) Market saturation, iii) Collaborative game theory. The results show that the third scenario allows the optimization of the AFSC. The investment for the implementation of the optimized collaborative model between links reached US \$ 10.168,75, recoverable in a period of less than five years.

Key words: (Agri-food supply chain, reliability, agent-based modeling, optimization, collaboration)

INTRODUCCIÓN

Las cadenas de suministro agroalimentarias (Agri-Food Supply Chain, por sus siglas en inglés AFSC) incluye un cúmulo de actividades consecutivas que van desde la granja a la mesa, lo que comprende cultivar la tierra y producción de cultivos, de igual forma el procesamiento (transformación), análisis, empaque, almacenamiento, transporte, mercadeo y distribución de los productos (Shi et al., 2021).

Las AFSC tienen un sin número de características que las distinguen del resto de cadenas de suministro (SC); las diferencias más significativas son i) la naturaleza de producción, cuya base son los procesos biológicos, lo que implica una vulnerabilidad significativa y un aumento de riesgo; ii) naturaleza de los productos, cuyas características particulares son la caducidad y vulnerabilidad que requiere un tipo específica de SC; iii) actitudes del consumidor y sociedad frente a la inocuidad alimentaria (seguridad alimentaria), bienestar animal de igual forma los impactos ambientales (Vafadarnikjoo et al., 2023).

A lo largo de los sistemas alimentarios operan un sinnúmero de individuos y organizaciones, como actores directos (empresas que suministran y compran a lo largo de las AFSC, finalmente el consumidor), mientras que el rol de actores indirectos (gobierno, organizaciones no gubernamentales (ONG), ciudadanos) influyen en práctica e interacciones, las posiciones éticas pueden variar entre estos actores, así como sus posturas y diferencias (Manning et al., 2023).

Las AFSC son un sistema extenso y complejo por lo que, este presenta dificultades para ser optimizadas frente a distintos objetivos, teniendo en cuenta los impactos de la sociedad, el medio ambiente y la economía (Drofenik et al., 2022). No obstante, las AFSC presentan un impacto significativo para el medio ambiente ya que proporcionan el 18% de todas las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global (Drofenik et al., 2023).

Los sistemas agroalimentarios a nivel mundial tienen el reto de mantener y preservar los recursos naturales, así como los ecosistemas, esto de la mano del rol que deben cumplir el mismo que es alimentar a la población la misma que tiene un acelerado crecimiento (Antonelli et al., 2022).

Comprender la relación existente entre el cambio climático y la comercialización de productos del sector económico primario requiere una investigación profunda (Janssens et al., 2020). Es por ello que Gouel & Laborde, (2021) en su estudio menciona que relacionar las economías es significativo debido a que el comercio se consideraría fundamental para la adaptación a los desafíos relacionados con el cambio climático, ya que si el clima local se vuelve inadecuado para la producción agrícola de productos tradicionales las regiones con excedentes de estos productos pueden comercializar con las localidades que tienen déficit, asistiendo de esta forma con la seguridad alimentaria (Santeramo & Lamonaca, 2022).

Los desafíos de sostenibilidad que enfrentan las AFSC son sumamente complejos, los mismos que contienen intereses, objetivos, conocimiento, toma de decisiones fragmentadas, y distintas visiones del mundo (Hassoun et al., 2022). Es por ello que surge la necesidad de comprender y transformar el conocimiento sobre la sostenibilidad en prácticas que generen un cambio marcado. El desafío requiere la integración de procesos complejos relacionados a alimentos, medioambiente y dinero, en el cual actúan múltiples agentes intersectoriales (Hvitsand et al., 2022).

En la agenda de desarrollo global de reducción de la pobreza, crecimiento inclusivo y sostenibilidad ambiental, tanto la producción y consumo de alimentos aún se consideran fundamentales (Mausch et al., 2020). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas abordan los problemas relacionados a la sostenibilidad (Naciones Unidas, 2019) por lo tanto, los retos que enfrenta el sistema agroalimentario se ubican en un escenario complejo y requieren cambios en los sistemas de producción y consumo de alimentos (Zagonari, 2020).

Por otro lado, América Latina y el Caribe son una región exportadora de productos agroalimenticios responsables del 14% de la producción mundial de productos pesqueros y agrícolas, lo que conlleva a que esta región registre un movimiento anual de 160 000 millones de dólares estadounidenses, adicional a ello, Centroamérica, México incluido destinan cerca del 9% de sus exportaciones a la subregión, mientras Sudamérica destina aproximadamente 14% de sus exportaciones a países de la región, y el resto va fuera (FAO, 2020). Sin embargo, como motivo de la pandemia Covid-19, la AFSC ha tenido interrupciones lo que ha representado pérdidas en el sector, es por ello la necesidad de fortalecer y desarrollar acciones en

conjunto que permitan el intercambio comercial de los alimentos garantizando la seguridad alimentaria (CEPAL, 2020).

En Ecuador la AFSC presenta múltiples desafíos, entre los más destacados están i) el ámbito de producción, al tener un acceso limitado al recurso hídrico para el riego del producto; ii) falta de comunicación entre los involucrados en la SC; iii) falta de financiamiento, es decir el único capital con el que cuentan los pequeños agricultores es propio, en otras palabras, los pequeños agricultores no acuden a entidades financieras para obtener un capital de trabajo (Moreno Miranda et al., 2019).

La provincia de Santa Elena en el marco agroindustrial es conocida por su variedad de productos del mar y la tierra, los mismo que cuentan con ventajas competitivas en la región, ya que en su mayoría se han abierto camino en mercados internacionales PRO ECUADOR, (2021), siendo estas PYMES que cuentan con legitimidad ante el estado ecuatoriano. Sin embargo, estudios y datos estadísticos de la AFSC de la provincia de Santa Elena no existen, es por ello la importancia de este estudio.

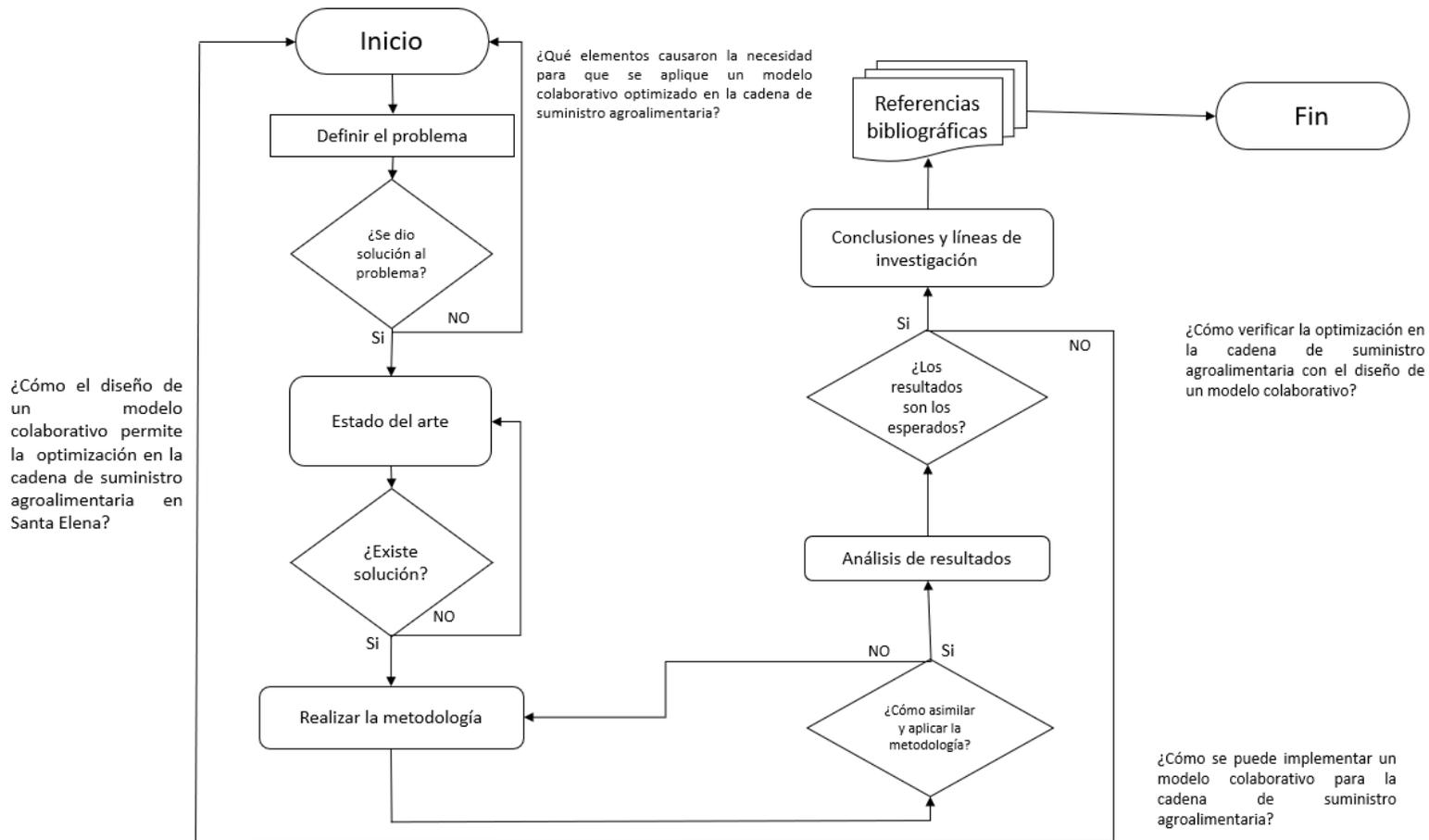
La AFSC es un sistema de organización, en donde los distintos actores buscan mejorar la calidad de los productos, sin embargo, los múltiples desafíos que enfrentan causan la disrupción a lo largo de la cadena (Boukid & Castellari, 2021).

Es por ello que existe la necesidad de fortalecer los vínculos entre cada eslabón, y una integración más robusta entre cada nivel de la misma, promoviendo así un mayor desempeño para las organizaciones y un mejor desempeño a lo largo de la SC.

El trabajo separado y lineal que existe a lo largo de AFSC, genera que por falta de comunicación los distintos agentes tomen decisiones que buscan únicamente el beneficio personal, como consecuencia existen pérdidas de productos, tiempo y una interacción decadente entre cada involucrado, generado así a lo largo de la SC desperdicios que se traducen en impactos negativos hacia el medio ambiente.

Con el fin de generar un aporte claro y sencillo en la Figura 1, a través de un flujograma se expresa la respuesta de la problemática de la investigación.

Figura 1. *Flujograma de la problemática investigativa*



Nota: *Elaborado por autor.*

Bajo este contexto, el presente trabajo se basó en un modelo colaborativo optimizado de la AFSC en la provincia de Santa Elena, con la finalidad buscar una interacción más sólida entre cada agente de la SC, promoviendo una dinámica circular.

Como resultado de la necesidad de implementar estructuras sostenibles que mitiguen el impacto ambiental y la obtención de rentabilidad.

Es por ello que se desarrollaron tres escenarios para la AFSC, el primer escenario se denominó como escenario base, el segundo plantea un entorno en el que existe sobreproducción en el mercado y un tercer ambiente en el que empleó la teoría de juegos colaborativa.

Adicional a ello se calculó el presupuesto de la propuesta, así como herramientas económicas que permitieron determinar y demostrar la factibilidad del proyecto, ya sea en un entorno pesimista, como en uno optimista.

En ese sentido el presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador. Con el propósito de garantizar el cumplimiento del hito, se llevarán a cabo los siguientes objetivos específicos.

- Revisar bibliográficamente mediante análisis bibliométrico para la categorización de la variable.
- Estructurar una metodología mediante una secuencia lógica para la formulación del modelo.
- Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.

El presente trabajo se lleva a cabo con el propósito de aportar con información idónea y vanguardista a todos los interesados en AFSC de la provincia de Santa Elena, posiblemente productores y algunas PYMES intentan poner en marcha ideas amigables con el ambiente que a su vez sean rentables, sin embargo, la ausencia de información y estudios relacionados podrían representar un cierto grado de riesgo

cuando se trata de la implementación. Es por ello la importancia de este estudio, ya que se pretende abarcar una línea productiva poco estudiada en la provincia.

La base que se consideró para el desarrollo de este trabajo de titulación radicó en la necesidad existente en el sector productivo primario de contar con herramientas que permitan optimizar y presentar beneficios para los eslabones que componen la AFSC.

Por lo tanto, los beneficiarios directos del presente estudio son todas las personas interesadas en mejorar la AFSC, así como las que quieren conocer el funcionamiento de esta SC en la provincia, de esta forma se proporciona una mejora integral.

Bajo este contexto, el diseño a través de la aplicación de un modelado matemático replicable en esta investigación respalda la factibilidad del estudio. El mismo que resultaría como una herramienta adaptable para distintas empresas, así como de consulta e impulsora para futuras investigaciones.

El compendio de la presente investigación por capítulos es el siguiente:

Capítulo I: Abarca un análisis bibliométrico en el que se presentan los antecedentes de la investigación, adicionalmente se identifican controladores e impulsores como herramientas adaptables que permiten la sostenibilidad de las AFSC a la a través de un enfoque analítico híbrido.

Capítulo II: Engloba la metodología que se estableció para llevar a cabo el trabajo de investigación. De tal forma que se definieron los alcances, planes de evaluación, actuación, técnicas y herramientas a aplicar para el desarrollo de la investigación. Esto, con la finalidad de aplicar una correcta estructura metodológica, de tal forma que se puede definir correctamente la población, así como la muestra de estudio, garantizando un adecuado procesamiento de datos y el análisis de los mismos, lo que impulsó el desarrollo del presente escrito.

Capítulo III: Se plasman los resultados obtenidos de la fase de levantamiento y análisis de datos, así como los escenarios propuestos para la ejecución el modelado, constatando el adecuado cumplimiento de los objetivos de la investigación.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

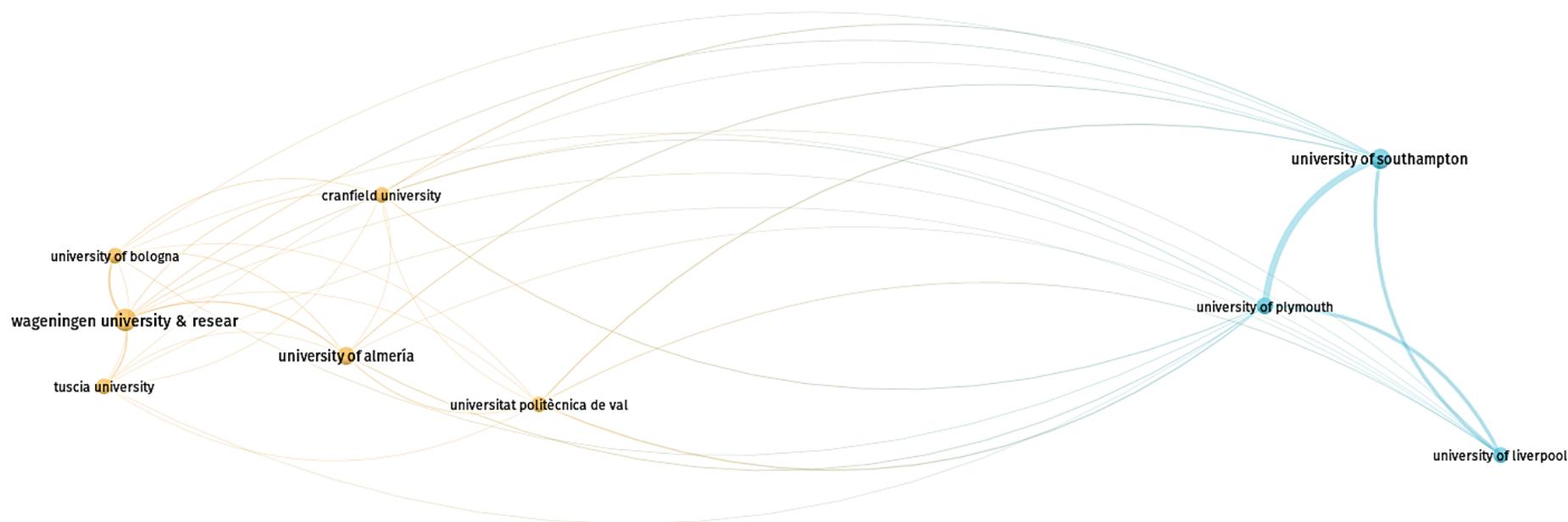
1.1. Antecedentes investigativos

Con la finalidad de conocer, entender, analizar e interpretar desde perspectivas innovadoras, la importancia que ha logrado tener en los últimos años el estudio de AFSC, se ha considerado realizar un análisis bibliométrico (Dong et al., 2023) basado en concitación de las bases intelectuales que mayor aporte han generado a través de publicaciones en relacionadas a este tema. Los criterios que se consideraron para la aplicación de este método fueron: i) Título y resúmenes que estén direccionados a AFSC; ii) Tipo de publicación artículos; iii) Los estudios tienen que haber sido publicados entre el periodo 2018-2023, iv) Los artículos deben de ser de acceso abierto.

En ese sentido, la Figura 2, que consta de un mapa de red, muestra en cinco clusters la relación y fuerza de interacción entre el núcleo de revistas que otorgan información científica. Siendo el primer cluster representado por el color rojo, se puede observar que la revista *British food journal* es la que tiene un mayor nivel de fuerza en correlación hacia el resto de la red, en este cluster están agrupadas las revistas que difunden ciencia direccionada a sistemas agrícolas y economía. Mientras que el segundo cluster caracterizado por el color verde, muestra que *Internacional journal of production economics* es la revista cuya correlación es mayor, este cluster agrupa investigaciones relacionadas a logística y negocios industriales. El tercer cluster representado por el color azul, permite visualizar una mayor fuerza de correlación por parte de la revista *Trends in food science & technology*, la característica de este cluster es la relación existente de información referente a producción agrícola e industrial. El cuarto cluster cuyo color característico es amarillo, muestra que la correlación más fuerte representa a la revista *Technological forecasting and social change*, en este grupo se encuentran estudios relacionados a logística, ingeniería e IoT. El quinto cluster caracterizado por el color lila, es el que cuenta con mayor número de revistas con una marcada fuerza de correlación, siendo *Journal of cleaner production*, *Sustainability*, *Resources conservation and recyclin*, y *The science of the total enviroment* las más sobresalientes, en dónde se encuentran agrupados estudios

En la Figura 3, se puede observar una red bibliométrica en la que se identifican las universidades que mayor aporte científico han generado en base a AFSC, la red consta de dos clusters. A la derecha de la red se encuentra el primer cluster representado por el color rojo, en el que destacan 3 universidades con mayor fuerza de enlace, estas son: University of Bolongno, Wageningen University & Research, y, Tuscia University. Sin embargo, en el miso cluster se identifican tres instituciones más con una fuerza de conexión significativa las mismas que son: Cranfield University, University of Almería, Universidad Politécnica de Valencia. El segundo cluster (verde), está destacan tres instituciones con relevante fuerza en sus enlaces, estas son University of Southampon, University of Plymouth, University of Liverpool.

Figura 3. Red Bibliométrica de Instituciones con mayor aporte en cadenas de suministro agroalimentarias



Nota: Elaborado por autor.

Bajo este contexto, según Rico Lugo et al., (2023) un tercio de los productos a lo largo de las AFSC se pierden, al ser estos alimentos perecibles, adicional a ello, estas SC emiten 3.6 giga toneladas de CO_2 .

Por lo que Liu et al., (2021) resalta que a lo largo de las AFSC tradicionales (lineales) al hacer uso de recursos no renovables se generan pérdidas y desperdicios de muchos productos, lo que conlleva a que las AFSC obtengan ganancias a costa de precios elevados en los productos, así como aumento significativo del impacto ambiental lo que repercute en la aceptación y percepción de la sociedad.

Por lo que considerar el costo de que significa los daños ambientales, trae consigo propuestas de preservación de los recursos naturales, mismos que previenen riesgos sociales y desgaste económico (Rao et al., 2020). Es por ello que El Ayoubi & Radmehr, (2023), considera que es posible alcanzar los objetivos sostenibles mediante la adopción de esquemas de gestión de cadena de suministro verdes (GSCM) desde el inicio de la producción hasta el consumidor.

Sin embargo, los desafíos que presentan las AFSC, tiene una relación evidente con los ecosistemas, el suelo y los climas que presenta cada región, por lo que ha surgido necesidad de crear definiciones y herramientas que sean adaptables a la circularidad de las AFSC, es decir un entorno en donde todos los agentes involucrados a lo largo de SC interactúen entre sí con la finalidad de mejorar la trazabilidad a lo largo de la misma, aumentando así la inocuidad de los alimentos, la conservación de la biodiversidad, promueve el reciclaje, la reutilización de los productos considerados desperdicios o pérdidas, lo que se traduce en la creación de bucles circulares, empleando así la agricultura regenerativa (Cañas et al., 2020).

Trivellas et al., (2020) llevaron a cabo un estudio en el cual se exploró los efectos que conlleva poner en práctica un sistema de logística verde en negocios sostenibles y el desempeño de la AFSC, haciendo uso de herramientas como encuestas y entrevistas centradas en el desempeño ambiental, social, agro industrial, compromiso del gobierno, la sociedad civil, y los agricultores. Dio como resultado que la comunicación, intercambio de información, logística y uso de empaque ecológicos, están directamente relacionados con el desarrollo económico y social.

Mientras que Sani et al., (2021), en un estudio analizaron la transición de las AFSC hacia una Economía Circular (EC) en una región de Italia, en donde tomaron en consideración barreras tales como criterios políticos, ópticas legales y financieras direccionadas al uso de tecnología orientada hacia el mercado. Como resultado de la investigación detectaron que la simplificación de impuestos para empresas eco-amigables (verdes), apoyo por parte del gobierno, el peso de los criterios de los consumidores, la adopción de infraestructura, son estímulos que impulsan hacia iniciativas de EC a las AFSC.

En tanto que, Navazi et al., (2019) realizaron un estudio de ubicación de ruta verde, el mismo que constaba de entrega y distribución sincrónica para un producto de ciclo de vida corto (perecedero), en el mismo se utilizaron tres funciones objetivas, éstas son: maximizar la implementación de la red, maximizar la satisfacción social, minimizar efectos secundarios ambientales.

Lan, (2019) construyó una cadena de suministro verde (Green Supply Chain, por sus siglas en inglés GSC), de modelo cooperativo entre productor y vendedor (supermercado), el mismo que se basó en juego de Stackelberg bajo la perspectiva de toma de decisiones centralizados y descentralizados. Al no hacer uso de datos reales, empleó un ejemplo para analizar la sensibilidad que tienen los consumidores frente a productos sostenibles y los costos que estos implicaban, así como una producción estocástica. Como resultados obtuvo que la sensibilidad del cliente al consumo de productos verdes (ecológicos) es directamente proporcional a la disposición que tiene a pagar por productos alimenticios de origen ecológico.

En América Latina y el Caribe la AFSC suele ser poco eficiente debido a la generación de desperdicios resultantes de las cosechas y residuos procedentes de la transformación de los alimentos, aunque en la región empieza a emerger el término bioeconomía existen barreras tales como la falta de educación e información en el tema, resistencia de los productores debido a su avanzada edad, falta de apoyo e incentivos gubernamentales y una agricultura familiar desestructurada (CEPAL, 2019). En América Latina y el Caribe estudios relacionados a la valoración de residuos procedentes de la agricultura es de suma importancia para el sector agrícola y la agricultura familiar, ya que el 88% de las exportaciones en América del Norte y América Central son emitidas por la agricultura familiar, mismos que hacen uso del

68% de las tierras, mientras que América del Sur es responsable del 82% de las exportaciones de origen agroalimentario, y hacen uso del 18% de las tierras (IICA, 2020).

En Ecuador, se han llevado a cabo estudios y proyectos que han permitidos que el país avance en el sector agrícola en el ámbito de la sostenibilidad, tal es el caso de la aprobación del proyecto “Sello de la agricultura familiar campesina” (AFC), lo que permite que los productos de las provincias de Esmeraldas, Carchi y Sucumbíos ingresen con mejor realce al mercado, de igual forma productores de bio-insumos y técnicos de apoyo a la agricultura se han capacitado para garantizar el control de calidad del suelo agrícola (IICA, 2019).

En ese marco, el 14 de julio de 2021 el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador socializó la propuesta “Santa Elena la primera provincia orgánica del Ecuador”, con apoyo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario – Agrocalidad, la Comisión Interamericana de Agricultura Orgánica (CIAO), y la Prefectura de Santa Elena. Por lo que los productos del sector marcarían la diferencia al ser más amigables con el ambiente, garantizado así la producción de alimentos con mayor inocuidad alimenticia a nivel nacional e internacional.

La provincia de Santa Elena cuenta con un área de 35,301.93 hectáreas destinadas para la agricultura, de las cuales el 33.02% de su extensión es territorio óptimo para el pasto, mientras que el 26.30% del territorio nacional óptimo para el cultivo de canola se encuentra en esta provincia, del total territorial óptimo para el cultivo de vid el 20.46% corresponde a Santa Elena, así mismo del total territorial óptimo para el cultivo de algodón el 29.23% se centra en esta provincia (MAG, 2020). Por lo que una orientación hacia prácticas sostenibles en el sector agrícola de Santa Elena, impulsaría el surgimiento de estudios y diseños de AFSC con enfoque de circuito cerrado (aplicación de EC).

Por lo que el presente trabajo propone, un diseño colaborativo para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena, impulsado la optimización en la misma.

1.2. Estado del arte

El Proceso Jerárquico Analítico (AHP) es un método de toma de decisiones multicriterio (MCDM), en el cual se combina un análisis cualitativo y cuantitativo, mismo que facilita la toma de decisiones en sistemas complejos cuando resulta complicado cuantificar por completo (Zheng et al., 2021).

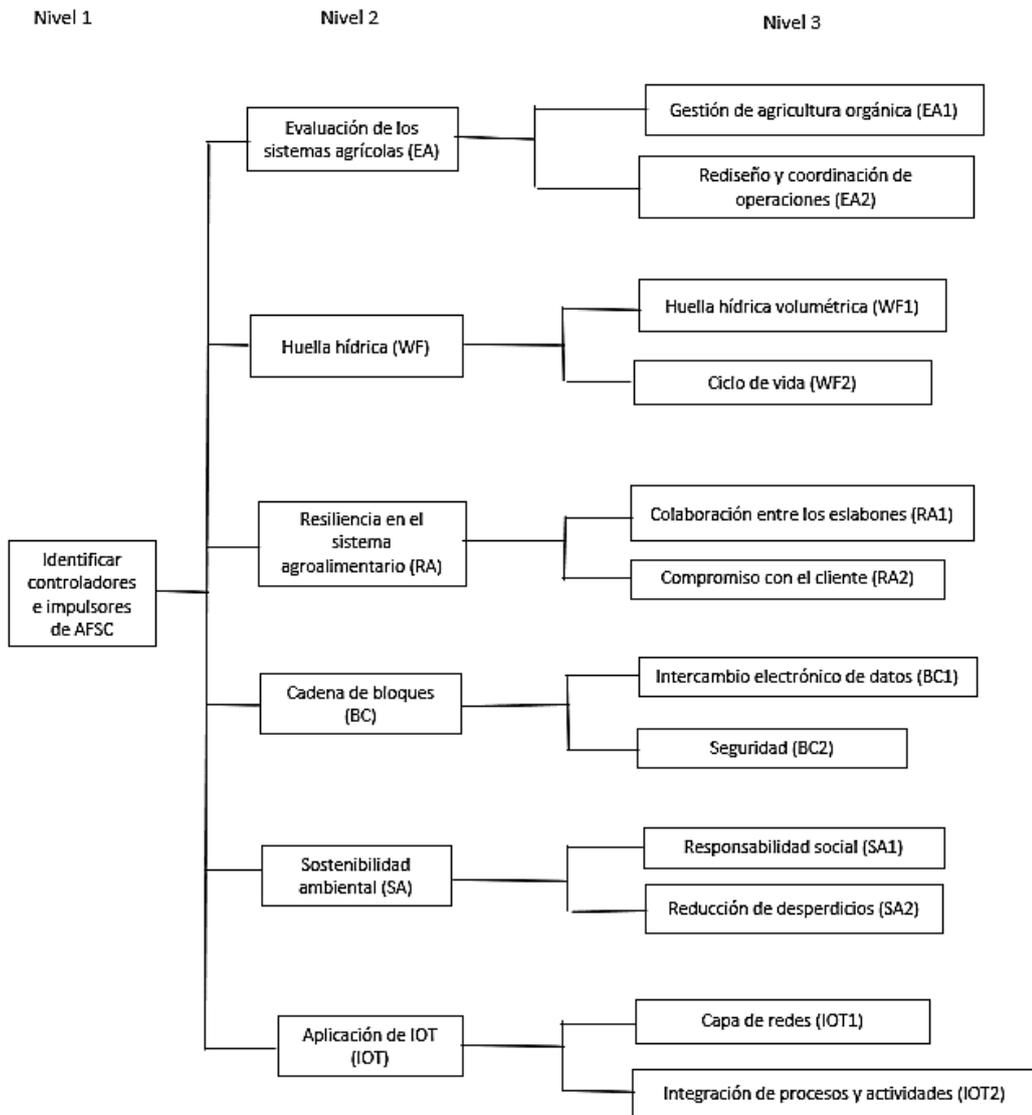
En AHP, los expertos e interesados quienes se encargan de tomar las decisiones otorgan sus preferencias sobre criterios o alternativas mediante la comparación de pares (PCM) a través de matrices, mismas que a menudo se relacionan por medio de preferencia recíproca multiplicativa (RPR) (Lin & Kou, 2021).

Mientras que el Método Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL), es un método cuya característica es permitir calcular el peso de los criterios y determina la relación de causalidad frente a los demás criterios, los resultados de este método se pueden expresar a través de un ranking (Özdemirci et al., 2023).

Además, DMATEL también proporciona la relación contextual entre los factores que se han considerado, tanto de datos primarios como secundarios, es decir estos se pueden implementar en distintos softwares para el respectivo análisis (Komsiyah et al., 2023), adicionalmente este método puede resolver problemas modernos en distintas áreas del conocimiento, mismos que se pueden representar por medio de matrices y gráficos, teniendo en cuenta el intervalo del número, lo que proporciona la flexibilidad del modelo (Wang et al., 2023).

Tomando como base el artículo “Análisis de herramientas para la implementación en cadena de suministro agroindustriales con un enfoque híbrido AHP-DEMATEL”, el mismo que se encuentra en proceso de publicación y cuya autoría corresponde a Menéndez-Zaruma Christina Michelle, a continuación, se presentan los impulsores y controladores que impulsan la sostenibilidad en las AFSC (Figura 4).

Figura 4. Clasificación por grupos de controladores e impulsores



Nota: Basado en datos de Menéndez-Zaruma, (2023)

En la Tabla 1, se demuestra que Evolución de los sistemas agrícolas (EA) es el controlados más significativo, mismo que tiene una ponderación de (0.314). Seguidamente, Huella hídrica (WF) sería el controlador que ocupa el segundo lugar con un peso de ponderación de 0.231, mientras que, Resiliencia en el sistema agroalimentario (RA) es el controlador que se encuentra en tercer lugar cuya ponderación es 0.115; el controlador que se ubica en cuarto lugar es, Cadenas de Bloques (BC) mismo que le corresponde una ponderación de 0.093; seguido se

encuentra (quinto lugar) el controlador Sostenibilidad ambiental (SA) con una ponderación de 0.075; finalmente, se posiciona en sexto lugar el controlador Aplicación de IOT (IOT) obteniendo una ponderación de 0.034.

Con una Conciencia de relación (CR) de 0.094, misma que es menor a 0.1 como lo determina el método, se valida la evaluación de los resultados, calificándolos como consistentes.

Tabla 1. *Matriz de ponderación método AHP*

Controladores	Matriz Normalizada						Ponderación	CR= CI/RI
Evaluación de los sistemas agrícolas (EA)	0.441	0.608	0.304	0.063	0.260	0.208	0.314	0.094
Huella hídrica (WF)	0.147	0.203	0.507	0.063	0.260	0.208	0.231	
Resiliencia en el sistema agroalimentario (RA)	0.147	0.041	0.101	0.038	0.156	0.208	0.115	
Cadena de bloques (BC)	0.008	0.041	0.034	0.013	0.026	0.125	0.093	
Sostenibilidad ambiental (SA)	0.088	0.068	0.034	0.003	0.052	0.208	0.075	
Aplicación de IOT (IOT)	0.088	0.041	0.020	0.004	0.010	0.042	0.034	

Nota: *Adaptado de Menéndez-Zaruma (2023)*

En la Tabla 2, se expresa el resultado (ranking) de la aplicación del método DEMATEL, en donde se describe en la primera columna los códigos correspondientes a cada impulsor, así como el impacto total que ejerce cada impulsor sobre los demás (R), de igual forma se indica el impacto que todos los factores ejercen sobre el impulsor

(C), la importancia del factor dentro del modelo (R+C), y la influencia de los demás factores sobre el factor (R-C), final mente se puede visualizar el valor umbral que obtuvo el método.

En el ranking 1, se encuentra la denominación EA2, mismo código que representa al impulsor Rediseño y coordinación de operaciones (Todos los impulsores con sus respectivos códigos se encuentran en la Figura 4.); el ranking 3 se encuentra el impulsor Reducción de desperdicios (SA2); el ranking 5 corresponde al factor Gestión de agricultura orgánica (EA1); en el ranking 10 se encuentra el impulsor Ciclo de vida (WF2); en el ranking 12 se ubica el impulsor Huella hídrica volumétrica (WF1) (Tabla 2).

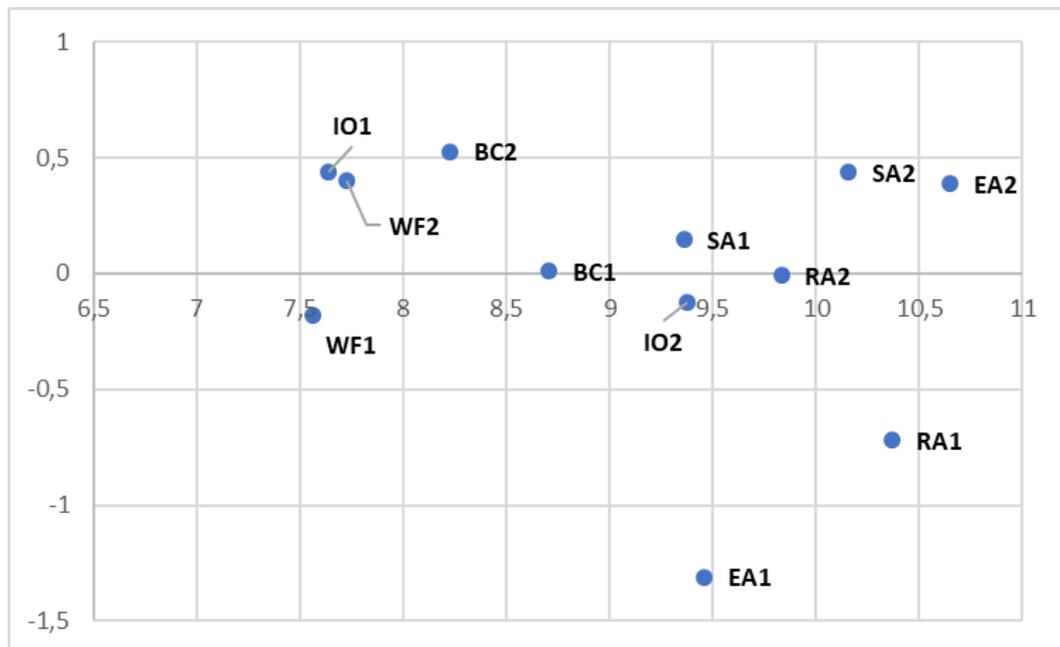
Tabla 2. Matriz de importancia del factor dentro del modelo (R+C) e influencia de los demás factores sobre el factor (R-C)

Impulsores	R	C	R+C	R-C	Ranking	Valor Umbral
EA1	4,07216181	5,38291642	9,45507823	-1,31075461	5	0,38
EA2	5,5172017	5,12840849	10,6456102	0,38879321	1	
WF1	3,68916962	3,86992201	7,55909162	-0,18075239	12	
WF2	4,06233351	3,6606673	7,7230008	0,40166621	10	
RA1	4,82448149	5,54477336	10,3692548	-0,72029187	2	
RA2	4,9111451	4,91982867	9,83097376	-0,00868357	4	
BC1	4,35949592	4,34769955	8,70719547	0,01179636	8	
BC2	4,37487015	3,84789532	8,22276547	0,52697483	9	
SA1	4,751948	4,60669525	9,35864325	0,14525276	7	
SA2	5,29576355	4,85913751	10,1549011	0,43662604	3	
IO1	4,03672603	3,60022746	7,63695349	0,43649857	11	
IO2	4,62331913	4,75044467	9,3737638	-0,12712554	6	

Nota: Adaptado de Menéndez-Zaruma (2023)

Finalmente, en la Figura 5, se pueden observar los impulsores causales mismos que se encuentran sobre el eje X, siendo estos: Capas de redes (IOT1), Ciclo de vida (WF2), Seguridad (BC2), Responsabilidad social (SA1), Reducción de desperdicios (SA2), Rediseño y coordinación de operaciones (EA2) y los impulsores de efecto, por debajo del eje X: Huella hídrica volumétrica (WF1), Integración de procesos y actividades (IOT2), Gestión de agricultura orgánica (EA1), Colaboración entre los eslabones (RA1).

Figura 5. Diagrama causal de los principales impulsores



Nota: Basado en datos en (Menéndez-Zaruma, 2023)

1.3. Recapitulación del Capítulo I

La importancia que ha tenido en los últimos años el estudio de las AFSC se ha visto reflejada en la cantidad de organizaciones que han desarrollado estudios al respecto, con una tendencia muy marcada en colaboraciones interinstitucionales (Figura 3), de igual forma el realce que ha tenido esta temática es evidente al analizar la fuerza de interacción entre cada núcleo de las revistas científicas que publican información respecto a investigaciones relacionadas (Figura 2).

Considerando los múltiples desafíos a los que se enfrentan las AFSC, tales como el ciclo de vida de los alimentos, la generación de desperdicios como resultado de la agricultura y transformación de los productos, se han considerado el estudio y análisis de herramientas que permitan a la SC ser más sostenible, promoviendo la interacción entre cada agente que la integra, en ese marco se pretende que todos los implicados obtengan beneficios y el impacto ambiental se reduzca.

Por lo que, la generación de un modelado de AFSC resulta pertinente, ya que con este se logra representar la aplicabilidad de impulsores que permitan un adecuado funcionamiento de la AFSC, lo que permite una optimización a lo largo de la misma. Es por ello que, con base al análisis pertinente de investigaciones relacionados AFSC, el presente estudio se plantea la incógnita ¿Cómo el diseño de un modelo colaborativo permite la optimización en la cadena de suministro agroalimentaria en Santa Elena? En ese sentido, se demostró bajo una minuciosa exploración respaldada por los respectivos antecedentes, la viabilidad de un modelado colaborativo de la AFSC en Santa Elena.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de investigación

En el capítulo I se empleó una metodología de toma de decisiones multicriterio (MCDM) usando AHP y DEMATEL. En primer lugar, AHP sirve para cuantificar la toma de decisiones en sistemas complejos. En segundo lugar, DEMATEL determina el peso de los criterios y las relaciones entre ellos. De manera que, la investigación se fundamentó en una metodología analítica híbrida (Capítulo I, sección 1.2). En dónde se demostró la importancia que tiene la aplicación de herramientas replicables que permiten la sostenibilidad de las AFSC, sin embargo, debido al dinamismo de estas SC el riesgo que se asume al implementar nuevas herramientas es significativo. Por lo tanto, se pudo evidenciar la viabilidad pertinente que se genera al llevar a cabo un diseño de un modelado colaborativo optimizado para la AFSC en la provincia de Santa Elena.

En ese sentido, con base en herramientas que permitieron cuantificar el realce de información referente al estudio, se determinó el enfoque metodológico correspondiente a la investigación, al consistir de procesos sistemáticos y ordenados siguiendo una secuencia lógica para obtener resultados pertinentes al problema (Monje-Álvarez, 2011), el trabajo responde a un enfoque cuantitativo. Teniendo presente que un alcance descriptivo tiene el propósito de explicar características relevantes y tendencias de la población de estudio, por otro lado, un alcance correlacional enfatiza la asociación de variables a través de un patrón destinado a la población (Hernández-Sampieri et al., 2018), bajo estos antecedentes se determinó que la mejor ruta para este proceso investigativo se articula a un alcance descriptivo-correlacional.

Por lo tanto, manteniendo ese perfil Veiga et al., (2008);(Hernández-Sampieri et al., 2018) mencionan que una investigación descriptiva-correlacional, tienen como finalidad evidenciar la relación, así como la descripción del entorno tal cual, a su vez miden dos variables evitando así la influencia de fuerza de una tercera variable entre ellas, en correspondencia a ello, al final del siguiente apartado (2.2), se detalla a profundidad la relación del estudio con el alcance descriptivo-correlacional.

2.2. Diseño de investigación

Al analizar el diseño de investigación, se conoce que, los estudios que se llevan a cabo sin la manipulación predeterminada de las variables y únicamente analiza el desarrollo de los sucesos en un entorno natural, corresponden al diseño de investigación no experimental (Hernández-Sampieri et al., 2018), sobre esa base, se determinó el tipo de estudio del presente trabajo, acoplándose al tipo no experimental. De igual forma, considerando que una investigación transversal se caracteriza porque los datos a analizar son recolectados en un periodo de tiempo determinado (Montano, 2023), el presente estudio tiene una correspondencia en la categoría transeccional o transversal. Así mismo, teniendo en cuenta la existencia de los tres tipos (cuantitativo, cualitativo y mixto) de planteamiento (Hernández-Sampieri et al., 2018), siendo un planteamiento cuantitativo aquel que por medio de grados de asociación establece la relación entre variables, al igual que la concretización de los resultados obtenidos a través de la muestra, de modo que se logra inferir las causas que determinan el comportamiento de una población (Neill & Cortez-Suárez, 2018), este estudio se articula al tipo de planteamiento cuantitativo.

El estudio retrospectivo es aquel que dirige los controles hacia atrás en el tiempo con la finalidad de determinar características que estuvieron presentes con mayor frecuencia en la población de estudio (Corona-Martínez et al., 2021). En esta investigación se compararon sucesos estudiados previamente a nivel mundial, regional, nacional y local, que permitió obtener información relevante, la cual impulsó el progreso del proceso investigativo, con estos antecedentes, el estudio se acopló a un diseño de tipo retrospectivo.

Dirigiendo así, la clasificación por variables de acuerdo al tipo de investigación conceptualizadas en la sección anterior, a continuación, estas se describen en correspondencia al estudio:

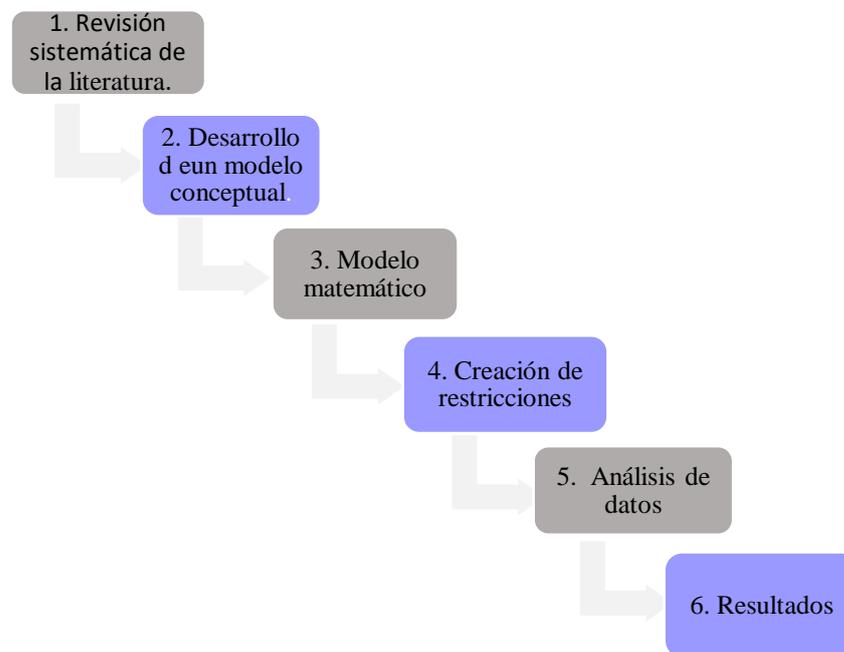
- **Investigación Descriptiva:** Analizó la repercusión de las variables independiente y dependiente (modelo colaborativo optimizados y AFSC, expuestos con anterioridad), de tal forma que se describe las características puntuales de las actividades, procesos referentes al alcance del estudio.

- **Investigación Correlacional:** Delimitó el nivel de correspondencia entre la variable dependiente e independiente, siendo el tipo de estudio que evidencia la posibilidad de adaptar un modelo colaborativo (sostenible) en la AFSC en Santa Elena.

2.3. Procedimiento metodológico

Para realizar un adecuado procedimiento metodológico, el presente estudio está basado en el estudio De et al., (2022), en el mismo que se llevó a cabo un modelo de una SC optimizada, se hizo uso de una secuencia lógica para la formulación del modelo.

Figura 6. *Diseño del proceso metodológico*



Nota: *Elaborado por autor basado en (De et al., 2022)*

1. **Revisión sistemática de la literatura (RSL):** Esta fase se llevó a cabo mediante búsqueda, filtración, evaluación e interpretación de artículos científicos relacionados a AFSC, a través de motores de búsqueda como Sciencedirect, Scopus y Dimensions, con la intención de comprender qué es y cómo funciona la AFSC, considerando esta SC como una de las más complejas debido a la diversidad de productos y las características propias de estos.

- 2. Desarrollo del modelo conceptual:** En esta fase se diseñó el funcionamiento de una AFSC de tres eslabones (productor, centro de procesamiento o centro de distribución y consumidor), en correspondencia a la primera fase (RSL), para así abordar y plasmar la complejidad de los criterios iniciales del comportamiento de la AFSC.
- 3. Modelo matemático:** Esta fase se desarrolló conforme al marco conceptual previamente analizado y representado, partiendo de un modelo práctico se construyeron ecuaciones matemáticas mediante las cuales se demostró el comportamiento de la AFSC.
- 4. Creación de restricciones:** Esta fase se ejecutó en concordancia a la información obtenida a través del instrumento de recolección de datos, mediante el cual se obtuvo información relacionados al costo de producción, costo de transporte, entre otros, lo que permitió crear restricciones, y así minimizar los costos frente a estos factores,
- 5. Análisis de datos:** Para el cumplimiento de esta fase se examinaron los parámetros primarios de entrada incluidos en los modelos matemáticos, tras la resolución de los modelos matemáticos propuestos en los distintos escenarios se analizaron los resultados, consecutivamente se llevaron a cabo las respectivas comparaciones.
- 6. Resultados:** En esta fase se presentaron los resultados obtenidos de los escenarios desarrollados, de tal forma que se proporcionó información que respalda la veracidad del modelado ejecutado.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Población es el conjunto total de elementos con similares características (personas, animales u objetos) que pertenecen al mismo universo sobre el cual se investiga, esta que se delimita desde el planteamiento del problema (Condori-Ojeda, 2020); (Hernández-Sampieri et al., 2018).

En Ecuador, según el Servicio de Rentas Internas SRI, (2012) el término PYME hace referencia al conjunto de micro, pequeñas y medianas empresas, mismas que presentan características propias tales como: orden jurídico (sociedades) o no

jurídico (personas naturales), el volumen en ventas, capital social, número de trabajadores y su nivel de producción. En relación a ello, el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca MIPRO categoriza a este tipo de entidades económicas de la siguiente forma:

- **Microempresa:** Unidad productiva que pose entre 1 a 9 trabajadores, y cuenta con un ingreso anual bruto igual o menor a cien mil (US \$ 100.000,00) dólares de los Estados Unidos de América.
- **Pequeña empresa:** Unidad productiva que pose entre 10 a 49 trabajadores, y cuenta con un ingreso anual bruto entre cien mil unos (US \$ 100.001,00) y un millón (US \$ 1000.000,00) de dólares de los Estados Unidos de América.
- **Mediana empresa:** Unidad productiva que pose entre 50 a 199 trabajadores, y cuenta con un ingreso anual bruto entre millón uno (USD 1'000.001,00) y cinco millones (USD 5'000.000,00) dólares de los Estados Unidos de América.)

MIPRO, (2022) resalta que el 34% de la actividad productiva del país es generada por PYMES, lo que representa USD 38.755 millones de dólares en ventas anuales.

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Prefectura de Santa Elena, (2019) las principales actividades económicas según la ocupación de la población son: agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, lo que representa el 19,27% de la población económicamente activa (PEA), estas actividades se ubican en la categoría sector primario.

En la Tabla 3, se presenta la población que se tomó para llevar a cabo la investigación, de acuerdo con la metodología la población representa a las micro, pequeñas y medianas empresas del sector agroalimentario de la provincia de Santa Elena, mismas que fueron seleccionadas por estratificación poblacional de acuerdo a los tres cantones que conforman la provincia (Santa Elena, La Libertad y Salinas).

Estratificación poblacional del sector agroalimentario

Tabla 3. *Estratificación poblacional PYMES*

N.º	Estratos de provincia	N.º de PYMES	Porcentaje
1	Santa Elena	68	40.72%
2	La Libertad	17	10.18%
3	Salinas	82	49.10%
Total		167	100%

Nota: *Elaborado por autor*

La población de estudio fue correctamente estratificada (Tabla 3), ya que la provincia de Santa Elena está conformada por tres cantones, considerados estratos en el presente estudio, cada estrato contiene varias empresas agroalimentarias, las cuales se identificaron en el sistema de Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SCVS), (2023) y el SRI, (2023) como ente administrador tributario.

2.4.2. *Muestra*

El tamaño de la muestra permite a los investigadores conocer cuántos entes se consideran oportunos estudiar (Blanco, 2011). Considerando que la muestra debe de incluir cualidades que sean exactas a la de la población (debe de ser representativa) existen dos grupos para clasificar las técnicas de muestreo: probabilístico y no probabilístico (Del Cid-Pérez et al., 2007).

En marcado a ello, existen un sinnúmero de fórmulas para calcular la muestra, para García-García et al., (2013) la fórmula para establecer el tamaño de la muestra es la siguiente:

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

Donde:

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza 95% (1.96)

P = Probabilidad de éxito 50 %

Q = Probabilidad de fracaso 50 %

D = Error máximo admisible 5%

Por lo tanto, al hacer uso de la fórmula para calcular la muestra, el tamaño de muestra es el siguiente:

$$n = \frac{167 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (167 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n \approx 117$$

Muestra estratificada

Con la finalidad de incluir y obtener datos acerca de todos los segmentos (cantones) que conforman la población (provincia) se optó por usar la técnica de muestreo estratificado (Del Cid-Pérez et al., 2007)

Por lo tanto, para llevar a cabo el muestreo estratificado Blanco, (2011) se hizo uso de criterios de inclusión y exclusión Mena Mejía et al., (2022) contrastando con las características de la población de acuerdo a la información conceptual referente al sector agroalimentario.

En ese sentido, como resultado de la aplicación de la técnica se obtuvieron 117 datos muestrales, mismos que abarcan los estratos (sector agroalimentario de los cantones: Santa Elena, La Libertad y Salinas) pertenecientes a la población de estudio (provincia de Santa Elena, Ecuador). En la Tabla 4, se detallan los porcentajes pertenecientes a la población estratificada.

Tabla 4. Estratificación Muestral

Nº	Estratos de Provincia	Porcentaje	Nº de PYMES
1	Santa Elena	40,72%	48
2	La Libertada	10,18%	12
3	Salinas	28,40%	57
TOTAL		100%	117

Nota: Elaborado por autor

Debido a la falta de colaboración y cese de funciones, se empleó el criterio estadístico por conveniencia Blanco, (2011), mismo que dio como resultado un total de 30 PYMES del sector agroalimentario de la provincia de Santa Elena, las cuales se encuentran distribuidas en los respectivos estratos (cantones). En la Tabla 5, se detallan la cantidad de PYMES correspondientes a cada estrato.

Tabla 5. Estratificación muestral bajo criterio estadística de conveniencia

Nº	Estratos de Provincia	Nº de PYMES	Criterio de inclusión y exclusión	Diferencia	Nº de PYMES
1	Santa Elena	48		36	12
2	La Libertad	12	Falta de colaboración y cese de funciones	9	3
3	Salinas	57		42	15
Total		117	-	87	30

Nota: Elaborado por autor

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

2.5.1. Métodos de recolección de los datos

Para llevar a cabo el desarrollo de una investigación científica existen distintos métodos, mismos que a través de una secuencia lógica permiten relacionar datos entre sí, estos son: i) método analítico, ii) método sintético, iii) método inductivo, iv) método deductivo (Del Cid-Pérez et al., 2007).

El método analítico consiste en analizar los distintos componentes del sistema, desde lo general hasta lo específico, lo que permite relacionar características importantes del objeto de estudio (Del Cid-Pérez et al., 2007).

Hernández-Sampieri et al., (2018) menciona que recolectar los datos pertinentes para llevar a cabo la investigación implica, trazar un plan minucioso en el cual se describan las etapas a ejecutar con un diseño específico, en la Figura 7, se expone el plan orientado a la recopilación de datos.

Figura 7. Plan direccionado a recolección de datos

Plan			
¿A quiénes está dirigido? Encargados que pertenezcan y que cubran el área de logística y CS.	¿En dónde se localizan? Sector agroalimentario Santa Elena-Ecuador	¿A través de qué método se recolectaran los datos? Cuestionario proporcionado por estudiante	¿Mediante qué técnica se analizará los datos? Encuesta

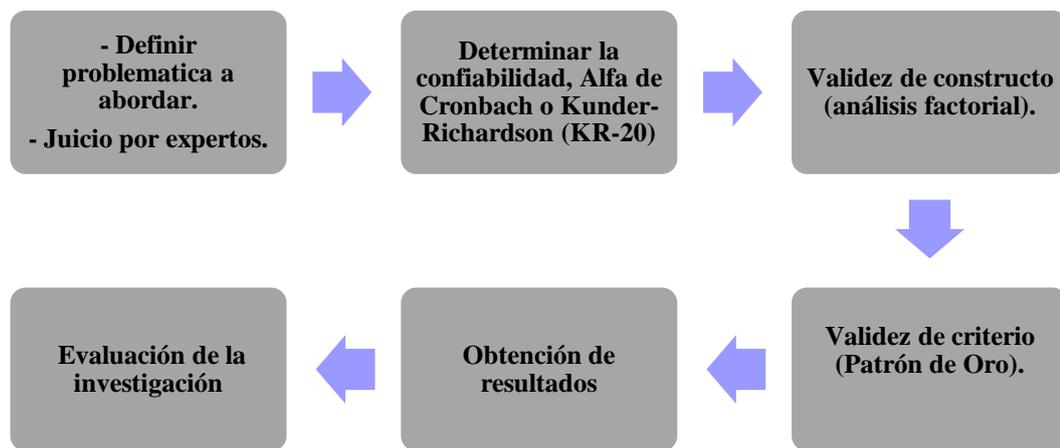
Nota: Elaborado por autor basado en (Hernández-Sampieri et al., 2018)

2.5.2. Técnicas de recolección de los datos

Con la finalidad de recolectar y registrar información que permitan llevar a cabo el estudio se empleó la técnica de encuesta la cual está valorada mediante el método de Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las

investigaciones científicas propuesto por (López-Fernández Raúl et al., 2019). LA finalidad de esta metodología es garantizar que el instrumento de investigación sea fiable. Para llevar a cabo el método fue necesario ejecutar de forma sistemática las siguientes fases (Figura 8).

Figura 8. Fases de la metodología Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas



Nota: Elaborado por autor basado en (López-Fernández Raúl et al., 2019).

2.5.3. Instrumentos de recolección de los datos

Utilizar instrumentos de recolección de datos es fundamental en una investigación debido a la necesidad de extraer información válida para el desarrollo del estudio, y así medir las variables del mismo (Del Cid-Pérez et al., 2007).

En base a ello, con la finalidad de recolectar datos, los investigadores disponen de un sin número de instrumentos de recolección de datos, mismo que pueden ser cualitativos, cuantitativos o mixtos (Hernández-Sampieri et al., 2018).

Con la intención de obtener información sobre la muestra de estudio de forma ordenada y sistemática se empleó la encuesta como técnica de recolección de datos, para ello se desarrolló y aplicó un cuestionario, en el que existen interrogantes dirigidas a la variable independiente (Modelado colaborativo optimizado) y dependiente AFSC, con la finalidad de realizar un levantamiento de datos estadísticos para el diseño de un

modelado colaborativo optimizado de la AFSC en la provincia de Santa Elena. Para ello fue necesario obtener datos de fuentes primarias, por lo que a través de una estratificación muestral por conveniencia de la población se determinó el número de empresas de las se recolectó información, haciendo uso del cuestionario desarrollado, mismo que se valoró al aplicar el método de Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas propuesto por López-Fernández Raúl et al., (2019), el cual consta de seis faces descritas en la sección anterior (2.5.2) Figura 8, a su vez estas se encuentran divididas en momentos, para llevar a cabo el segundo momento de la primera fase fue necesaria la validación del instrumento a través de un juicio de expertos. Para la selección de expertos que conformaron el comité se emplearon los siguientes criterios de inclusión y exclusión: i) Los expertos deben formar parte de la academia de la academia, ii) los expertos tienen que tener mínimo cinco años realizando investigación, iii) dentro de sus publicaciones mínimo una tiene que estar relacionada al sector productivo primario (agroalimentario).

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

Un análisis apropiado de las variables permite que la investigación pueda ser replicable con la finalidad de obtener resultados similares que permitan la aplicación de los hallazgos obtenidos (Miranda-Novales & Villasís-Keever, 2016).

En una investigación cuantitativa las variables permiten la separación de características, atributos o particularidades, puntualizando así aspectos ligados a tema de estudio (Carballo-Barcos & Guelmes-Valdés, 2016).

Considerando la importancia de las variables dentro de una investigación cuantitativa, es relevante verbalizar los conceptos de variable independiente y variable dependiente:

- **Variable Independiente (VI):** hace referencia a la causa (procedimiento o estímulo).
- **Variable Dependiente (VD):** especifica el resultado de la causa.

En relación con ello, se procedió a establecer las variables del estudio:

- **VI:** Modelado colaborativo optimizado.
- **VD:** Cadena de suministro agroalimentaria (AFSC).

2.7. Procedimiento para la recolección de los datos

Procesar información conlleva el análisis, cumplimiento de conceptos, delimitación de hechos, sistematización y reorganización de forma lógica de los resultados arrojados por las técnicas de recolección de datos empleadas en la población y muestra de estudio (Figueredo et al., 2019).

En la Tabla 6, se describen las etapas a seguir para el tratamiento de datos. La primera etapa hace referencia al tratamiento de datos, para el cumplimiento de esta, se llevó a cabo la ejecución de tres actividades. La segunda etapa consiste en la presentación de datos, misma que se concretó con el desarrollo de tres actividades.

Tabla 6. *Etapas para el tratamiento de datos*

Nº	Etapas	Actuaciones
1	Tratamiento de datos	1. Contrastación la información agrupada.
		2. Ratificación de la información a causa de respuestas inconsistentes.
		3. Sistematización de la información.
2	Presentación de datos	1. Presentación escrita de los resultados de la aplicación del cuestionario relacionado a Cadenas de Suministro agroalimentarias.
		2. Presentación de resultados a través herramientas estadísticas.
		3. Presentación de los resultados a través de gráficos para una comprensión adecuada.

Nota: *Elaborado por autor basado en (Figueredo et al., 2019); (Pucha-Medina et al., 2019).*

2.8. Plan de análisis e interpretación de resultados

En esta sección se constató la relevancia del cumplimiento de los objetivos específicos expuestos en la investigación, es por ello que, se elaboró un plan mediante el cual se detalló que para la ejecución del primer objetivo específico fue necesario realizar una de revisión bibliográfica mediante análisis bibliométrico para la categorización de la variable (sección 1.1).

Seguidamente se llevó a cabo la proyección del acopio de los datos, para ello se empleó un instrumento de recolección de datos. Para el cuestionario aplicado se desarrolló un plan de validación mediante el método “Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas” propuesto por (López-Fernández Raúl et al., 2019) sección (2.2.5), Figura (8).

Posteriormente, se expusieron las técnicas empleadas para la recolección de datos, y para el instrumento de recolección de datos previamente validado por un comité de expertos, adicional a ello se presentó el análisis correspondiente al levantamiento de datos realizado en campo como resultado de la aplicación del cuestionario, para ello se utilizó el software IBM SPSS Statistics 25 como herramienta para demostrar la viabilidad y fiabilidad al medir el grado de concordancia Kendall y correlación Spearman, sección (3.1.2).

Con el propósito de proporcionar una comprensión adecuada del plan de análisis e interpretación de resultados que se obtuvieron al ejecutar de los objetivos específicos, la Tabla 8, describe de los procesos que se llevaron a cabo e instrumentos empleados para el efecto.

Tabla 7. *Plan de análisis más interpretación de resultados*

Nº	Objetivos específicos	Procedimientos	Instrumentos	Producto previsible
1.	Objetivo específico 1: Revisar bibliográficamente mediante análisis bibliométrico para la categorización de la variable.	1. Revisión de literatura	1. RSL. 2. Base de datos. 3. Software VOSviewer. 4. MCDM	1. Sinergia entre variables 2. Detección de herramientas para la AFSC.
		2. Análisis de red bibliométrica		
		3. Enfoque híbrido AHP-DEMATEL		
2.	Objetivo específico 2: Estructurar una metodología mediante una secuencia lógica para la formulación del modelo.	1. Planeación para obtención de datos.	1. Técnica metodológica para recolección de datos. 2. Método de Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. 3. Etapas para desarrollo de modelado en bases teóricas.	1. Determinación de la metodología. 2. Estratificación poblacional y muestral. 3. Etapas estructuradas para modelar.
		2. Planeación de validación de cuestionario.		
		3. Fases para el desarrollo de modelado.		
3.	Objetivo específico 3: Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena	1. Ejecución de la técnica para recolección de datos	1. Software SPSS-25. 2. Análisis de varianza ANOVA. 3. Software Anylogic.	1. Presentación de datos en tabulaciones. 2. Exhibición de modelado para la optimización de AFSC. 3. Especificación de las conclusiones del estudio.
		2. Análisis y fiabilidad de datos.		
		3. Elaboración del modelado.		

Nota: *Elaborado por autor*

2.9. Recapitulación del capítulo II

La metodología adoptada para el desarrollo del presente estudio se estableció al realizar un análisis de los enfoques de la investigación, en dónde se determinó que la investigación corresponde al grupo de enfoque cuantitativo, de igual forma que definió el alcance del estudio al aplicar el método de estratificación poblacional y muestral, seguidamente se describió el plan de evaluación y actuación correspondientes al levantamiento de datos en campo, posterior a ello se definieron y verbalizaron las variables de estudio (VI y VD). Posteriormente, se definió la encuesta como técnica para recolección de datos, y la herramienta aplicada para ello fue un cuestionario, mismo que se validó con la aplicación del método de Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas propuesto por (López-Fernández Raúl et al., 2019), en donde fue necesario un comité de expertos para la validación, mismos que fueron seleccionados por medio de criterios de inclusión y exclusión, posterior a ello, para el análisis de resultados se comprobó la viabilidad y fiabilidad al medir el grado de concordancia Kendall y correlación Spearman, para ello se utilizó el software SPSS-25.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Marco de resultados

En el capítulo II se detalló (Sección 2.1.) el enfoque metodológico del presente trabajo de investigación (enfoque cuantitativo), caracterizado por seguir un proceso sistemático de secuencia lógica. Seguidamente a través de un alcance descriptivo se identificó las características y tendencias relevantes de la población. Adicional a ello, mediante un alcance correlacional se logró enfatizar la asociación de las variables VD y VI (Sección 2.2.). Lo cual dio lugar a la exposición del procedimiento metodológico (sección 2.3.) y la selección de la métodos, técnica e instrumento para la recolección de datos (Sección 2.5.)

En ese sentido, una vez construido y validado el instrumento de recolección de datos, para lo cual fue necesario un juicio por expertos (sección 3.1.1.), este se aplicó a la muestra estatificada de estudio, lo que permitió la obtención de resultados. Mismos que permitieron la categorización del eslabón de la AFSC con mayor riesgo según la actividad productiva (agricultura, ganadería y pesca), de igual forma se detectó la herramienta que ha permitido mitigar el riesgo que enfrenta el eslabón de la AFSC, así como el porcentaje efectividad de la misma. Además, se obtuvo información referente al costo de transporte de los productos, costo de combustible de los productos y valor monetario de la inversión para el proceso de producción según la actividad productiva.

Seguidamente definieron las hipótesis nula y alternativa, y a través del análisis de varianza ANOVA se hizo la comprobación de hipótesis, lo cual permitió la aceptación de la hipótesis alternativa. Lo que dio paso a la esquematización del modelado conceptual, en base a ello se construyó un modelo analítico, con lo cual se pudo realizar el MBA.

3.1.1. Validación del instrumento de recolección de datos.

Para llevar a cabo la evaluación del instrumento de recolección de datos se ejecutaron las siguientes fases, tomadas de (López-Fernández Raúl et al., 2019).

Fase 1: Definir el problema

a) Construcción del cuestionario

Con base en el marco teórico y antecedentes (Capítulo I), se procedió a construir el instrumento de recolección de datos (ANEXO B), mismo que constó de 15 interrogantes, a su vez se garantizó el tratamiento adecuado de los datos, y respeto a la privacidad de las empresas, por lo que el cuestionario se contestó de forma anónima.

b) Juicio por expertos

Con la finalidad de garantizar que las preguntas planteadas en el cuestionario sean claras, relevantes, precisas, coherentes y pertinentes. Se conformó una terna de expertos, cuyos perfiles fueron previamente analizados, para ello se consideraron criterios de inclusión y exclusión (sección 2.5.3.). Los expertos fueron contactados por medio de llamadas telefónicas, la documentación fue proporcionada a cada experto a través de e-mail, de igual forma la recepción de las respuestas. En ese sentido los expertos hicieron comentarios frente a la extensión de las preguntas, número de preguntas, las cifras monetarias de las opciones de respuesta y términos empleados en tres preguntas, estas observaciones se tomaron en cuenta , por lo que se realizaron las respectivas correcciones, lo que permitió que el cuestionario mejore en aspectos técnicos y gramaticales. En la Tabla 8. se detalla las puntuaciones que cada juez otorgó respecto a la adecuación y pertinencia de las interrogantes, para ello se utilizó la escala de tipo Likert (Luna-Maldonado et al., 2017), en donde: **1** = muy en desacuerdo; **2** = en desacuerdo; **3** = en desacuerdo más que en acuerdo; **4** = de acuerdo más que en desacuerdo; **5** = de acuerdo; **6** = muy de acuerdo. Por lo que, con una calificación igual o mayor a 4 la pregunta se considera válida.

Tabla 8. Validación por expertos del cuestionario.

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS					VALIDACIÓN pregunta (SÍ/NO)
N.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
1	Adecuación	5	6	5	16	5.33	SÍ (5.16)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
2	Adecuación	5	6	5	16	5.33	SÍ (5.16)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
3	Adecuación	5	6	5	16	5.33	SÍ (5.495)
	Pertinencia	6	6	5	17	5.66	
4	Adecuación	5	4	5	14	4.66	SÍ (4.995)
	Pertinencia	5	6	5	16	5.33	
5	Adecuación	5	5	5	15	5	SÍ (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
6	Adecuación	5	4	5	14	4.66	SÍ (4.83)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
7	Adecuación	5	5	5	15	5	SÍ (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
8	Adecuación	5	5	5	15	5	SÍ (5.165)
	Pertinencia	6	5	5	16	5.33	
9	Adecuación	5	5	5	15	5	SÍ (5.165)
	Pertinencia	5	6	5	16	5.33	
10	Adecuación	5	4	5	14	4.66	SÍ (4.995)
	Pertinencia	5	6	5	16	5.33	
11	Adecuación	4	3	5	12	4	SÍ (4.5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
12	Adecuación	5	5	5	15	5	SÍ (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
13	Adecuación	5	5	5	15	5	SÍ (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
14	Adecuación	5	5	5	15	5	SÍ (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
15	Adecuación	4	5	5	14	5	SÍ (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	

Nota: Elaborado por autor.

Fase 2: Determinar confiabilidad

La importancia de llevar a cabo esta fase radicó en determinar la confiabilidad del instrumento de recolección de datos, para su posterior aplicación. Para ello se calculó el Alfa de Cronbach, para lo cual existen criterios establecidos (Tuapantadactó et al., 2017):

- Coeficiente]0.9- 1] es excelente
- Coeficiente]0.7- 0.9] es muy bueno
- Coeficiente]0.5-0.7] es bueno
- Coeficiente]0.3- 0.5] es regular
- Coeficiente [0-0.3] es regular

Lo que significa que el cuestionario tiene una consistencia muy buena (Tabla 9.)

Tabla 9. Confiabilidad Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,789	16

Nota: Elaborado por autor.

Fase 3: Determinar validez de constructo

Esta fase se llevó a cabo, con la finalidad de determinar la validez interna del cuestionario. Para ello, se consideró realizar un análisis factorial, en donde se llevó a cabo la Prueba de esfericidad de Bartlett, misma que demuestra que tan fuerte es la intercorrelación de las variables, siendo los valores entre 0 y 1, siendo cero una significatividad muy alta (López-Agudo & Gutiérrez-Proveche, 2019). En la Tabla 10. Se describe el resultado de la Prueba de Bartlett, y la prueba KMO misma que arrojó un valor mayor a 0.8 lo que demuestra la pertinencia de la matriz de datos.

Tabla 10. *Validez de constructo Prueba de KMO y Bartlett*

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	,831	
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	189,975
	gl	45
	Sig.	,000

Nota: Elaborado por autor.

Fase 4: Validez de criterio

Esta fase hace referencia a la validez externa, para ello se midió el grado de concordancia Kendall, cuyos valores deben situarse entre 0 y 1, cuyos criterios son (Pelegrín-Rodríguez et al., 2016):

- W=1 total concordancia entre los expertos
- W=5 equilibrio de concordancia entre los expertos
- W=0 desacuerdo total entre los expertos

En la Tabla 11. Se observa que el coeficiente Kendall es de 0.095, por lo que, al existir un alto nivel de concordancia entre los expertos, se puede concluir que el instrumento es válido.

Tabla 11. *Validez de concordancia Kendall*

Estadísticos de prueba	
N	3
W de Kendall a	,905

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

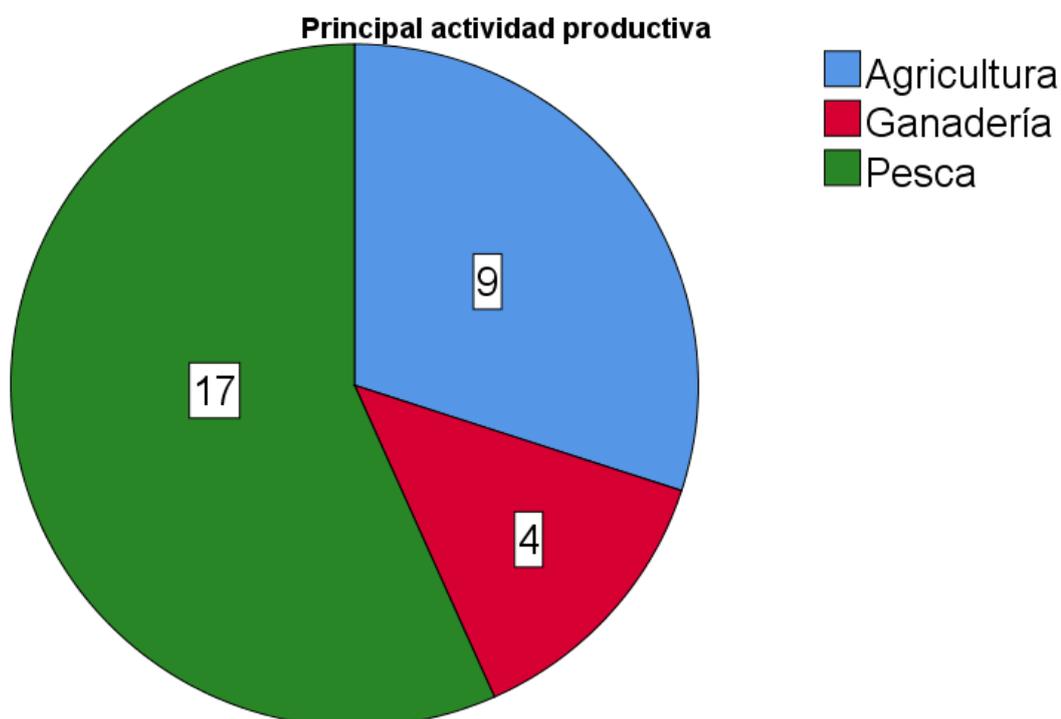
Nota: Elaborado por autor.

Fase 5: Obtención de resultados

Para llevar a cabo el levantamiento de datos se realizó un muestreo por conveniencia (Capítulo II, Sección 2.4.2), dando como resultado que la encuesta se aplicaría a 30 PYMES del sector productivo primario de la provincia de Santa Elena,

con ese contexto, una vez que se levantó datos, se determinó que de las 30 PYMES que se encuestaron 17 se dedican a la pesca, 9 a la agricultura y 4 a la ganadería descritas a continuación (Figura 9).

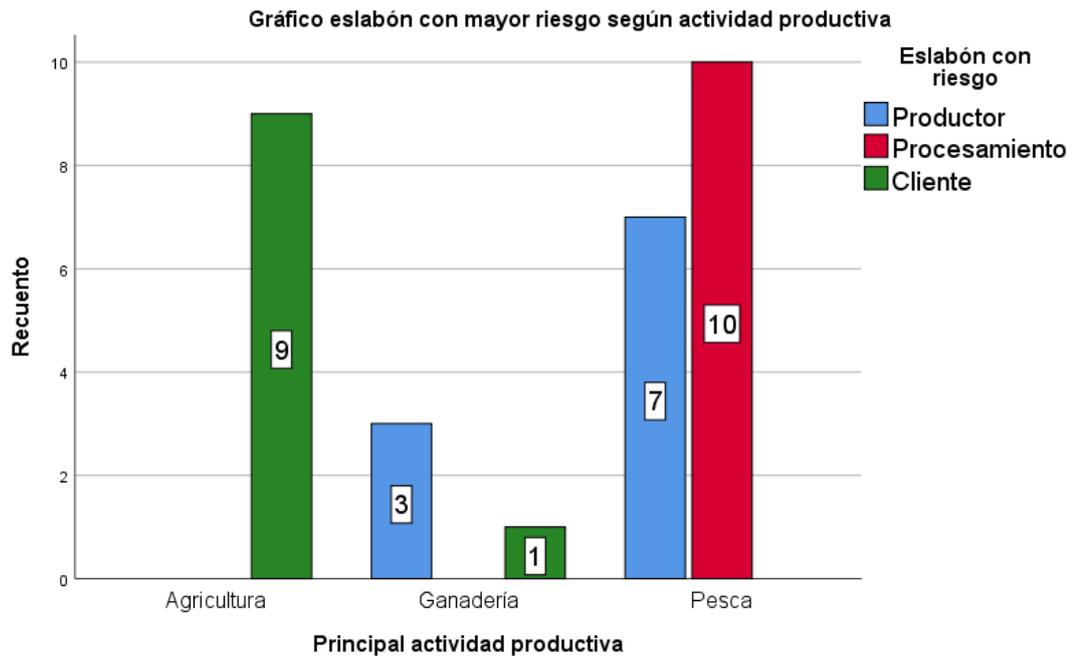
Figura 9. *Principal actividad productiva.*



Nota: *Elaborado por autor.*

En la Figura 10, se detalla la respuesta a la pregunta 3 ¿Señale en que eslabón, a lo largo de la cadena de suministro agroalimentaria consideran que existen riesgos de pérdidas de productos?, considerando tres eslabones (productor, procesamiento, cliente) de la AFSC, las respuestas en el sector de la agricultura se orientaron hacia el eslabón cliente (mercado), en el sector ganadero consideran que en los eslabones productor y cliente existen riesgos, sin embargo, en el sector pesquero los eslabones que presenta riesgos son el productor y el cliente.

Figura 10. *Eslabón de mayor riesgo según actividad productiva*



Nota: *Elaborado por autor.*

En la Tabla 12, se detalla según la actividad productiva que herramientas han implementado para mitigar el riesgo en el eslabón de la AFSC que los productores han considerado vulnerable. En el sector agrícola han considerado enfatizar su producción de acuerdo al ciclo de vida del producto, en el sector ganadero han adoptado herramientas tales como el rediseño y coordinación de operaciones, ciclo de vida del producto y colaboración entre eslabones, mientras que en el sector pesquero han considerado adoptar las herramientas de rediseño y coordinación de operaciones, ciclo de vida del producto y colaboración entre los eslabones de la SC.

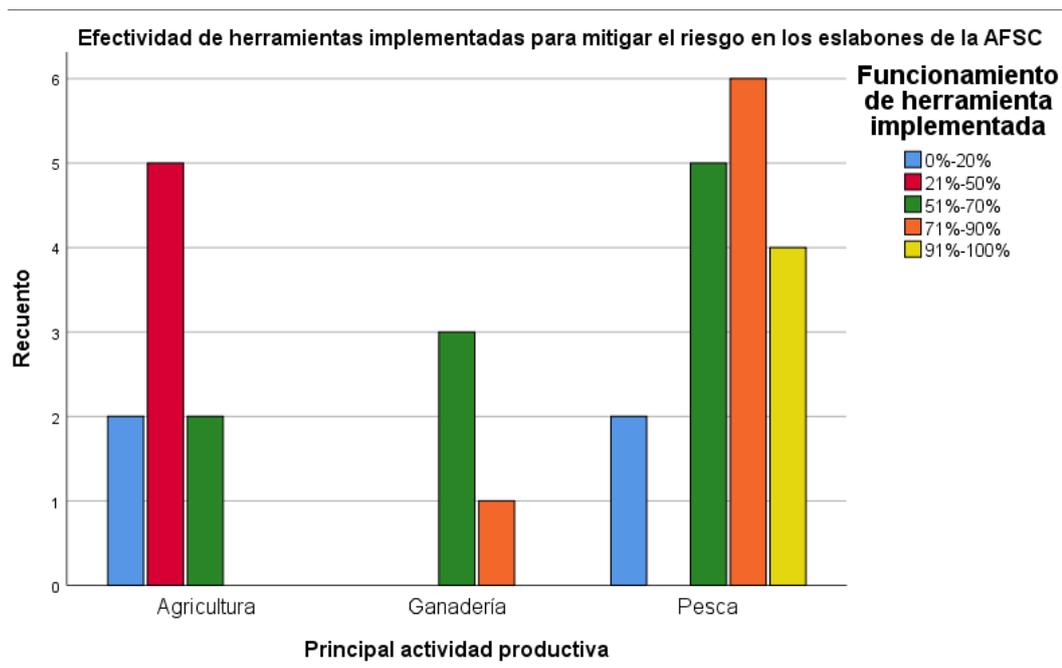
Tabla 12. Herramientas adoptadas para mitigar riesgo en eslabón de la AFSC.

Principal actividad productiva y Herramienta para mitigar riesgo en eslabón de la AFSC		Recuento			Total
		Herramienta para mitigar riesgo en eslabón			
		Rediseño y coordinación de operaciones	Ciclo de vida del producto	Colaboración entre los eslabones de la SC	
Principal actividad productiva	Agricultura	0	9	0	9
	Ganadería	2	1	1	4
	Pesca	6	11	0	17
	Total	8	21	1	30

Nota: Elaborado por autor.

En la Figura 11, en consistencia a las respuestas de los encuestados, se detalla según la actividad productiva el porcentaje de efectividad que han tenido las herramientas implementadas para mitigar los riesgos en los eslabones de la AFSC. En el sector agrícola, las herramientas implementadas han sido efectivas hasta un 70%, en el sector ganadero la efectividad de las herramientas alcanza un 70%, mientras que en sector pesquero la efectividad llega hasta un 91%.

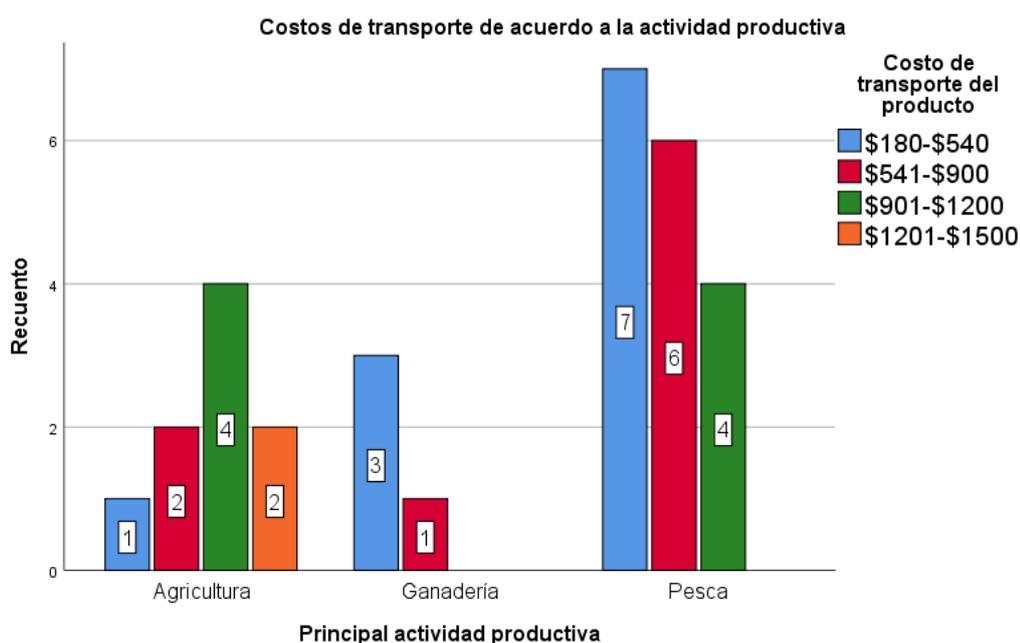
Figura 11. Efectividad de herramientas aplicadas en los eslabones de la AFSC



Nota: Elaborado por autor.

Los datos levantados se realizaron a productores del sector productivo primario, para ello se les solicitó que llenen el cuestionario con información de acuerdo a su actividad y con referencia a 2 hectáreas de cultivo para agricultores, una faena (ciclo) de pesca para los pescadores y de igual forma para el sector ganadero. Con esos antecedentes, el costo de producción para cada sector oscila entre \$180 a \$1500 para el sector de la agricultura, \$180-\$900 para el sector ganadero, finalmente para el sector pesquero los precios de transporte de producto se encuentran en un rango de \$180-\$1200 (Figura 12).

Figura 12 Costo de transporte de acuerdo a la actividad productiva.

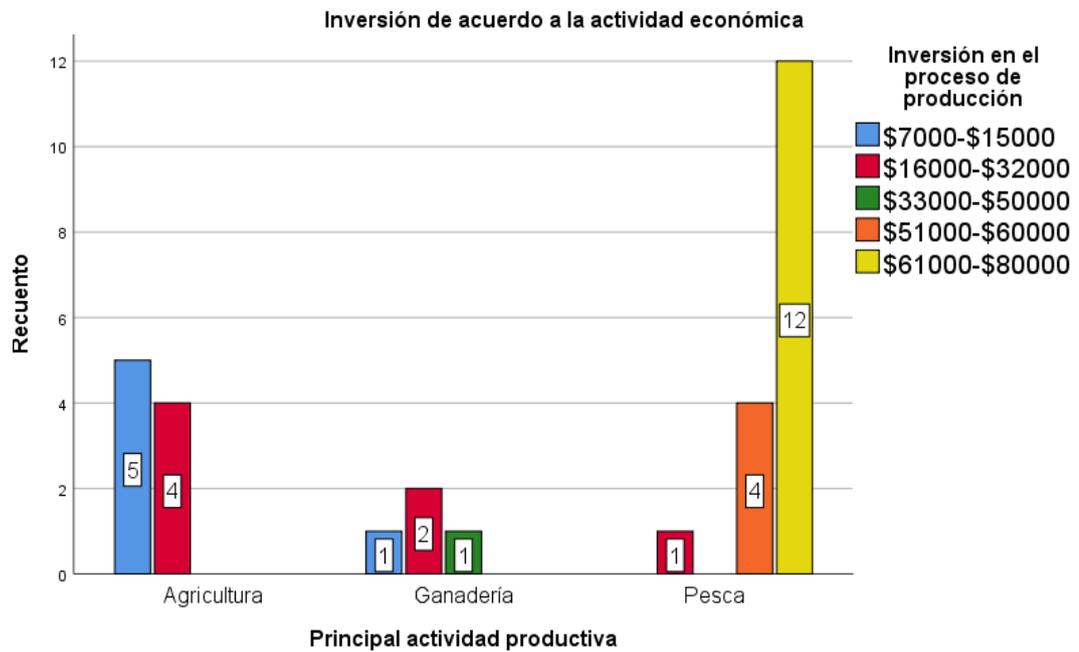


Nota: Elaborado por autor.

Para conocer el monto de inversión en cada actividad del sector primario, se solicitó a los encuestados que contesten el cuestionario con información de acuerdo a su actividad y con referencia a 2 hectáreas de cultivo para agricultores, una faena de pesca (ciclo) para los pescadores y de igual forma para el sector ganadero. De acuerdo a lo expresados anteriormente, el sector agrícola invierte entre \$7000 a \$32000, el

sector ganadero invierte entre \$7000 a \$50000, mientras que el sector pesquero realiza una inversión que oscila entre \$16000 a \$80000 (Figura13).

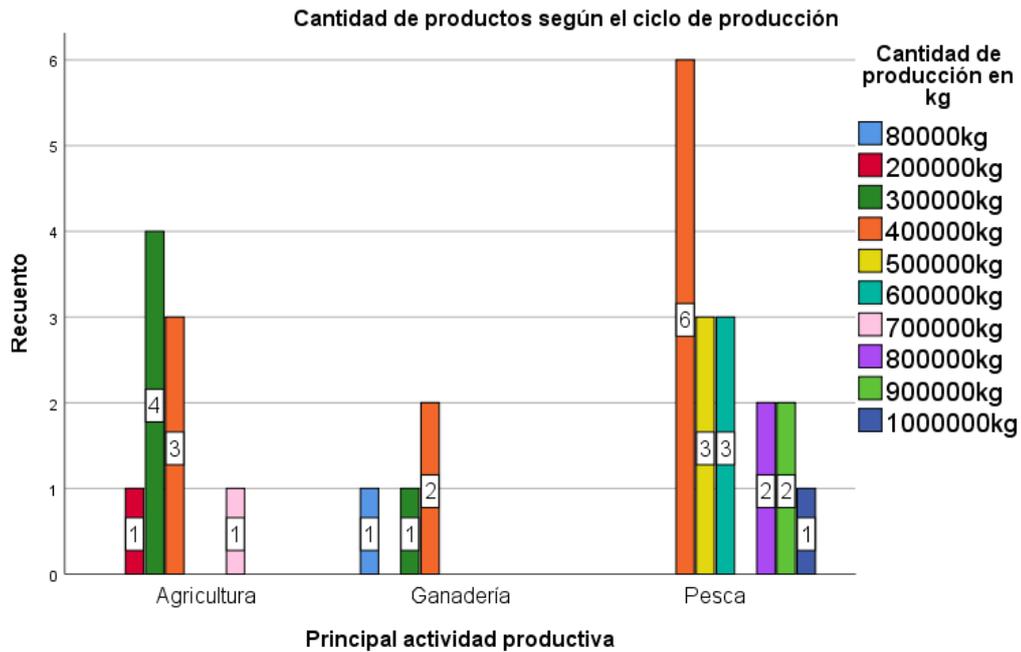
Figura 13. *Inversión para la producción de acuerdo al sector*



Nota: Elaborado por autor.

En la Figura14, se detalla la cantidad (kg) de producción que genera cada actividad en, 2 hectáreas de cultivo para agricultores, un ciclo de pesca para los pescadores y de igual forma para el sector ganadero. El sector agrícola produce entre 200000kg a 700000kg, el sector ganadero tiene una producción entre 80000kg a 400000kg, mientras que el sector pesquero genera una producción de 400000kg a 1000000kg.

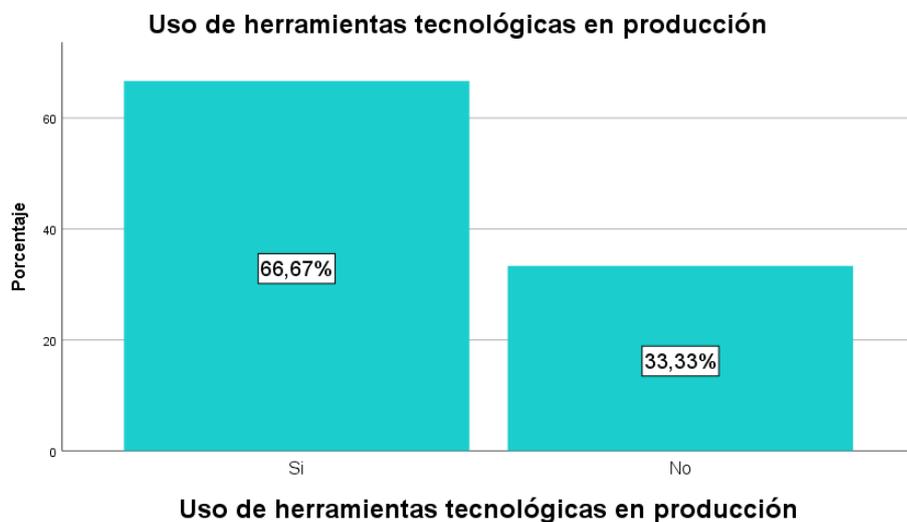
Figura 14. Producción en kg de cada actividad productiva



Nota: Elaborado por autor.

En la Figura 15, está representado el porcentaje de productores que hacen uso de herramientas tecnológicas en un proceso de producción, un 66.67% de los productores indicaron que, si hacen uso de herramientas tecnológicas, mientras que un 33.33% no usan estas herramientas en la etapa de producción.

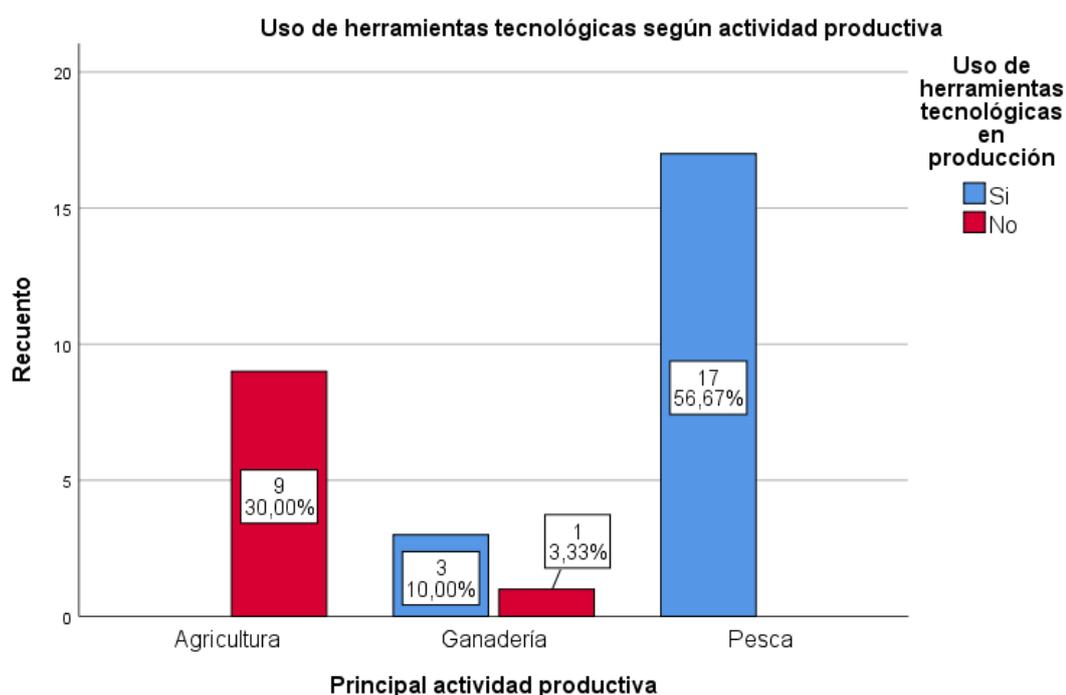
Figura 15. Uso de herramientas tecnológicas



Nota: Elaborado por autor.

En la Figura 16, se describe la cantidad y porcentaje del total de encuestados que corresponde a cada actividad productiva, de igual forma se detalla si hacen uso o no de herramientas tecnológicas. Siendo el 30% de los encuestados que corresponden al sector agrícola los que no usa herramientas tecnológicas en su sistema de producción, mientras que de los encuestados (4) que corresponden al sector ganadero el 10% si usa herramientas tecnológicas y el 3.33% no hace uso de estas, finalmente del total de encuestados el sector pesquero representa el 56.67%, y todos hacen uso de herramientas tecnológicas.

Figura 16. Actividades productivas y uso de herramientas tecnológicas



Nota: Elaborado por autor.

Fase 6: Evaluación de la investigación

Con los hallazgos obtenidos una vez realizado el levantamiento de datos a la muestra estratificada bajo el criterio estadístico de conveniencia, en el sector productivo primario de la provincia de Santa Elena, se pudo determinar que, en consistencia a su ubicación geográfica, el 56.67% del sector se dedica la pesca, siendo esta actividad la que mayor inversión demanda ya que esta oscila en un rango de \$16000 a \$80000 con una producción entre 400000kg a 1000000kg por faena de pesca. Mientras que, la agricultura representa el 30% del sector productivo primario, de

acuerdo al producto que se cultive teniendo de referencia un cultivo de dos hectáreas de terreno, la producción puede estar aproximadamente entre 200000kg a 700000kg, para lo cual es necesaria una inversión de \$7000 a \$32000 por hectárea. Finalmente, la ganadería representa el 13.33% del sector productivo primario, considerando un ciclo de producción mensual esta actividad genera un 80000kg a 400000kg con una inversión que oscila entre los \$7000 a \$50000.

3.1.2. Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación

Pasar de una gestión de cadena de suministro (SCM) lineal a una gestión de cadena de suministro de circular (CSCM), es necesario la incorporación de pensamientos circulares, tanto en la SCM como en los ecosistemas de la misma, sean estos naturales o industriales (Zhang et al., 2021), por lo tanto, el vínculo y la interacción entre los agentes que componen cada eslabón de la AFSC, implica el progreso en la toma de decisiones para el sector agroalimentario, pese a la particular de este (SgROI, 2022).

Es por ello que, para el análisis y tabulación de datos del cuestionario aplicado (Anexo B), referentes a la optimización de la AFSC, con orientación hacia la circularidad, se determinó plantear hipótesis con base en análisis de varianza.

Con la intención de realizar la debida justificación de hipótesis se ejecutó el análisis de varianza multifactorial ANOVA, mismo que analiza la interrelación de los factores, al hacer uso de la comparación entre varianza y prueba de hipótesis (Zhou et al., 2022).

La hipótesis nula (H_0) es la que el investigador trata de rechazar, la hipótesis alternativa (H_a) detalla la variedad entre lo investigado y lo que se estima, por lo tanto, al momento de hacer el cálculo para considerar una de las hipótesis, si el resultado obtenido no se encuentra dentro del rango establecido por la H_0 , esta es rechazada dando lugar a la aceptación de la H_a (Demarest & van den Berg, 2022).

Para el análisis ANOVA, al establecer la significancia, es importante considerar el valor del coeficiente F, el cual determina la correlación entre las variables con los resultados obtenidos al desarrollar el análisis, este índice se encuentra establecido en concordancia con los grados de libertad, y el intervalo de confianza en la tabla de F (Anexo F) (Bertinetto et al., 2020 ; Eltaweel et al., 2022).

En la presente investigación se analizó la variable independiente (Modelado colaborativo optimizado) con el propósito de otorgar una resolución a la hipótesis actual la cual cuenta con la debida comprobación.

3.1.3.1. Definición de hipótesis

Hipótesis nula (H0)

El diseño de un modelo colaborativo optimizado no incide en la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena, Ecuador.

Hipótesis alternativa (Ha)

El diseño de un modelo colaborativo optimizado incide en la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena, Ecuador.

3.1.1.1. Comprobación de hipótesis mediante análisis de varianza ANOVA

Para verificar las hipótesis se hizo uso del análisis de varianza ANOVA mismo que se usa en diseño de experimentos con datos cuantificados obtenidos de las alternativas de respuesta.

Condición de decisión

- Para considerar la H0 el número de Fisher calculado (Fc.) es igual o menor a Fisher tabulado (Ft).

$$H_0 = F_c. \leq F_t$$

- Para considerar la Ha el número de Fisher calculado (Fc.) es igual p mayor a Fisher tabulado (Ft).

$$H_a = F_c. \geq F_t$$

Recalcando la condición de decisión en base a los escenarios ANOVA se detalla los siguientes criterios:

- K: Número de grupos

- n_i : Lado de muestra del grupo i
- n : Lado de la muestra general, incluye ($\sum n_i, i = 1$ a k)
- \bar{x}_i : Promedio del grupo i
- \bar{x} Promedio general ($\sum x_{i,j} / n, i=1$ a $k, j=1$ a n_i)
- S_i : Desviación estándar del grupo i .

En base a los escenarios ANOVA, en la Tabla 13, se establecen los siguientes indicadores.

Tabla 13. Indicadores bajo escenarios ANOVA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Estadística F
Grupos (Entre grupos)	$K-1$	$SS = \sum_{i=1}^k n_i(\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$MSG = \frac{SSG}{k-1}$	$F = \frac{MSG}{MSE}$
Error (Dentro de grupos)	$k-1$	$SSE = \sum_{i=1}^k (n_i - 1)s_i^2$	$MSE = \frac{SSE}{n-k}$	
Total	$k-1$	$SS (total)=SSG+SSE$	$\sigma = \frac{SS(total)}{n-1}$	

Nota: Elaborado por autor.

Cálculos de resultados obtenidos

1) Promedios de alternativas de respuestas

$$\text{Promedio agricultura} = \frac{9+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.6 \quad (\text{Ec.1})$$

$$\text{Promedio ganadería} = \frac{4+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.266$$

$$\text{Promedio pesca} = \frac{17+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 1.133$$

$$\text{Promedio productor} = \frac{0+10+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.667$$

$$\text{Promedio procesamiento} = \frac{0+10+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.667$$

$$\text{Promedio cliente} = \frac{0+10+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.667$$

$$\text{Promedio gestión de agricultura orgánica} = \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0$$

$$\text{Promedio rediseño y coordinación de operaciones} = \frac{0+0+8+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.533$$

$$\text{Promedio ciclo de vida del producto} = \frac{0+0+21+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 1.4$$

$$\text{Promedio colaboración entre eslabones de AFSC} = \frac{0+0+1+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.066$$

$$\text{Promedio responsabilidad social} = \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0$$

$$\text{Promedio 0\%-20\%} = \frac{0+0+0+4+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.267$$

$$\text{Promedio 21\%-50\%} = \frac{0+0+0+5+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.333$$

$$\text{Promedio 51\%-70\%} = \frac{0+0+0+10+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.667$$

$$\text{Promedio 71\%-90\%} = \frac{0+0+0+0+7+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.467$$

$$\text{Promedio 91\%-100\%} = \frac{0+0+0+4+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.267$$

$$\text{Promedio 40000kg} = \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0$$

$$\text{Promedio 80000kg} = \frac{0+0+0+0+1+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.067$$

$$\text{Promedio 200000kg} = \frac{0+0+0+0+1+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.067$$

$$\text{Promedio 300000kg} = \frac{0+0+0+0+5+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.337$$

$$\text{Promedio 400000kg} = \frac{0+0+0+0+11+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.733$$

$$\text{Promedio } 500000\text{kg} = \frac{0+0+0+0+3+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.2$$

$$\text{Promedio } 600000\text{kg} = \frac{0+0+0+0+3+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.2$$

$$\text{Promedio } 700000\text{kg} = \frac{0+0+0+0+1+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.066$$

$$\text{Promedio } 800000\text{kg} = \frac{0+0+0+0+2+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.133$$

$$\text{Promedio } 900000\text{kg} = \frac{0+0+0+0+2+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.133$$

$$\text{Promedio } 1000000\text{kg} = \frac{0+0+0+0+1+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.067$$

$$\text{Promedio } \text{si} = \frac{0+0+0+0+0+28+0+0+0+1+0+0+0+0+0}{15} = 1.6$$

$$\text{Promedio } \text{no} = \frac{0+0+0+0+0+2+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.133$$

$$\text{Promedio } \$7000-\$15000 = \frac{0+0+0+0+0+0+6+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.4$$

$$\text{Promedio } \$1600-\$32000 = \frac{0+0+0+0+0+0+7+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.46$$

$$\text{Promedio } \$33000 - \$50000 = \frac{0+0+0+0+0+0+1+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.06$$

$$\text{Promedio } \$51000 - \$60000 = \frac{0+0+0+0+0+0+4+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.266$$

$$\text{Promedio } \$61000 - \$80000 = \frac{0+0+0+0+0+0+12+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.8$$

$$\text{Promedio } 10\%-20\% = \frac{0+0+0+0+0+0+28+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 1.866$$

$$\text{Promedio } 21\%-30\% = \frac{0+0+0+0+0+0+1+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.06$$

$$\text{Promedio } 31\%-40\% = \frac{0+0+0+0+0+0+1+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0.06$$

$$\text{Promedio } 41\%-50\% = \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0$$

$$\text{Promedio } 51\%-60\% = \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0$$

$$\begin{aligned}
\text{Promedio } 61\%-70\% &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0 \\
\text{Promedio } 71\%-80\% &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0 \\
\text{Promedio } 81\%-90\% &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0 \\
\text{Promedio } 91\%-100\% &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0 \\
\text{Promedio } \$180-\$540 &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+11+0+0+0+0}{15} = 0.73 \\
\text{Promedio } \$541-\$900 &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+9+0+0+0+0}{15} = 0.6 \\
\text{Promedio } \$901-\$1200 &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+8+0+0+0+0}{15} = 0.53 \\
\text{Promedio } \$1201-\$1500 &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+2+0+0+0+0}{15} = 0.13 \\
\text{Promedio } \$120-\$200 &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+14+0+0+0+0}{15} = 0.93 \\
\text{Promedio } \$201-\$281 &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+8+0+0+0+0}{15} = 0.53 \\
\text{Promedio } \$282-\$362 &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+6+0+0+0+0}{15} = 0.4 \\
\text{Promedio } \$363-\$450 &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+2+0+0+0+0}{15} = 0.13 \\
\text{Promedio si} &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+30+0+0+0+0}{15} = 2 \\
\text{Promedio no} &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0 \\
\text{Promedio si} &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+30+0+0+0+0}{15} = 2 \\
\text{Promedio no} &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0 \\
\text{Promedio si} &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+30+0+0+0+0}{15} = 2 \\
\text{Promedio no} &= \frac{0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0}{15} = 0
\end{aligned}$$

$$\text{Promedio colaboración entre eslabones de AFSC} = (0.066 - 0.5492)^2 = 0.230$$

$$\text{Promedio responsabilidad social} = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio 0\%-20\%} = (0.267 - 0.5492)^2 = 0.079$$

$$\text{Promedio 21\%-50\%} = (0.333 - 0.5492)^2 = 0.046$$

$$\text{Promedio 51\%-70\%} = (0.667 - 0.5492)^2 = 0.013$$

$$\text{Promedio 71\%-90\%} = (0.26 - 0.5492)^2 = 0.083$$

$$\text{Promedio 91\%-100\%} = (0.267 - 0.5492)^2 = 0.079$$

$$\text{Promedio 40000kg} = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio 80000kg} = (0.067 - 0.5492)^2 = 0.23$$

$$\text{Promedio 200000kg} = (0.067 - 0.5492)^2 = 0.23$$

$$\text{Promedio 300000kg} = (0.337 - 0.5492)^2 = 0.045$$

$$\text{Promedio 400000kg} = (0.733 - 0.5492)^2 = 0.033$$

$$\text{Promedio 500000kg} = (0.2 - 0.5492)^2 = 0.12$$

$$\text{Promedio 600000kg} = (0.2 - 0.5492)^2 = 0.12$$

$$\text{Promedio 700000kg} = (0.066 - 0.5492)^2 = 0.23$$

$$\text{Promedio 800000kg} = (0.133 - 0.5492)^2 = 0.17$$

$$\text{Promedio 900000kg} = (0.133 - 0.5492)^2 = 0.17$$

$$\text{Promedio 1000000kg} = (0.067 - 0.5492)^2 = 0.23$$

$$\text{Promedio si} = (1.6 - 0.5492)^2 = 1.10$$

$$\text{Promedio no} = (0.133 - 0.5492)^2 = 0.17$$

$$\text{Promedio \$7000-\$15000} = (0.4 - 0.5492)^2 = 0.53$$

$$\text{Promedio \$1600-\$32000} = (0.46 - 0.5492)^2 = 0.007$$

$$\text{Promedio } \$33000 - \$50000 = (0.06 - 0.5492)^2 = 0.23$$

$$\text{Promedio } \$51000 - \$60000 = (0.266 - 0.5492)^2 = 0.08$$

$$\text{Promedio } \$61000 - \$80000 = (0.8 - 0.5492)^2 = 0.06$$

$$\text{Promedio } 10\% - 20\% = (1.866 - 0.5492)^2 = 1.73$$

$$\text{Promedio } 21\% - 30\% = (0.06 - 0.5492)^2 = 0.23$$

$$\text{Promedio } 31\% - 40\% = (0.06 - 0.5492)^2 = 0.23$$

$$\text{Promedio } 41\% - 50\% = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio } 51\% - 60\% = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio } 61\% - 70\% = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio } 71\% - 80\% = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio } 81\% - 90\% = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio } 91\% - 100\% = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio } \$180 - \$540 = (0.73 - 0.5492)^2 = 0.03$$

$$\text{Promedio } \$541 - \$900 = (0.6 - 0.5492)^2 = 0.025$$

$$\text{Promedio } \$901 - \$1200 = (0.53 - 0.5492)^2 = 0.0003$$

$$\text{Promedio } \$1201 - \$1500 = (0.13 - 0.5492)^2 = 0.17$$

$$\text{Promedio } \$120 - \$200 = (0.93 - 0.5492)^2 = 0.14$$

$$\text{Promedio } \$201 - \$281 = (0.53 - 0.5492)^2 = 0.0003$$

$$\text{Promedio } \$282 - \$362 = (0.4 - 0.5492)^2 = 0.02$$

$$\text{Promedio } \$363 - \$450 = (0.13 - 0.5492)^2 = 0.17$$

$$\text{Promedio } \text{si} = (2 - 0.5492)^2 = 2.10$$

$$\text{Promedio } \text{no} = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio si} = (2 - 0.5492)^2 = 2.10$$

$$\text{Promedio no} = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio si} = (2 - 0.5492)^2 = 2.10$$

$$\text{Promedio no} = (0 - 0.5492)^2 = 0.30$$

$$\text{Promedio si} = (1.33 - 0.5492)^2 = 0.60$$

$$\text{Promedio no} = (0.66 - 0.5492)^2 = 0.012$$

3) Suma de cuadrados por grupo

$$\text{SS Promedio agricultura} = 1.19 * 15 = 17.85 \quad (\text{Ec.4})$$

$$\text{SS Promedio ganadería} = 0.080 * 15 = 1.2$$

$$\text{SS Promedio pesca} = 0.34 * 15 = 5.1$$

$$\text{SS Promedio productor} = 0.23 * 15 = 3.45$$

$$\text{SS Promedio procesamiento} = 0.01 * 15 = 0.15$$

$$\text{SS Promedio cliente} = 0.01 * 15 = 0.15$$

$$\text{SS Promedio gestión de agricultura orgánica} = 0.30 * 15 = 4.5$$

$$\text{SS Promedio rediseño y coordinación de operaciones} = 0.00026 * 15 = 0.0039$$

$$\text{SS Promedio ciclo de vida del producto} = 0.723 * 15 = 10.84$$

$$\text{SS Promedio colaboración entre eslabones de AFSC} = 0.230 * 15 = 3.45$$

$$\text{SS Promedio responsabilidad social} = 0.30 * 15 = 4.5$$

$$\text{SS Promedio 0\%-20\%} = 0.079 * 15 = 1.185$$

$$\text{SS Promedio 21\%-50\%} = 0.046 * 15 = 0.69$$

$$\text{SS Promedio 51\%-70\%} = 0.013 * 15 = 0.195$$

$$\text{SS Promedio 71\%-90\%} = 0.083 * 15 = 1.24$$

$$\text{SS Promedio 91\%100\%} = 0.079 * 15 = 1.18$$

SS Promedio 40000kg = $0.30 * 15 = 4.5$

SS Promedio 80000kg = $0.23 * 15 = 3.45$

SS Promedio 200000kg = $0.23 * 15 = 3.45$

SS Promedio 300000kg = $0.045 * 15 = 0.675$

SS Promedio 400000kg = $0.033 * 15 = 0.495$

SS Promedio 500000kg = $0.12 * 15 = 1.8$

SS Promedio 600000kg = $0.12 * 15 = 1.8$

SS Promedio 700000kg = $0.23 * 15 = 3.45$

SS Promedio 800000kg = $0.17 * 15 = 2.55$

SS Promedio 900000kg = $0.17 * 15 = 2.55$

SS Promedio 1000000kg = $0.23 * 15 = 3.45$

SS Promedio si = $1.10 * 15 = 16.5$

SS Promedio no = $0.17 * 15 = 2.55$

SS Promedio \$7000-\$15000 = $0.53 * 15 = 7.95$

SS Promedio \$1600-\$32000 = $0.007 * 15 = 0.105$

SS Promedio \$33000 - \$50000 = $0.23 * 15 = 3.45$

SS Promedio \$51000 - \$60000 = $0.08 * 15 = 1.2$

SS Promedio \$61000 - \$80000 = $0.06 * 15 = 0.9$

SS Promedio 10%-20% = $1.73 * 15 = 25.95$

SS Promedio 21%-30% = $0.23 * 15 = 3.45$

SS Promedio 31%-40% = $0.23 * 15 = 3.45$

SS Promedio 41%-50% = $0.30 * 15 = 4.5$

SS Promedio 51%-60% = $0.30 * 15 = 4.5$

$$\text{SS Promedio } 61\%-70\% = 0.30 * 15 = 4.5$$

$$\text{SS Promedio } 71\%-80\% = 0.30 * 15 = 4.5$$

$$\text{SS Promedio } 81\%-90\% = 0.30 * 15 = 4.5$$

$$\text{SS Promedio } 91\%-100\% = 0.30 * 15 = 4.5$$

$$\text{SS Promedio } \$180-\$540 = 0.03 * 15 = 0.45$$

$$\text{SS Promedio } \$541-\$900 = 0.025 * 15 = 0.375$$

$$\text{SS Promedio } \$901-\$1200 = 0.0003 * 15 = 0.0045$$

$$\text{SS Promedio } \$1201-\$1500 = 0.17 * 15 = 2.55$$

$$\text{SS Promedio } \$120-\$200 = 0.14 * 15 = 2.1$$

$$\text{SS Promedio } \$201-\$281 = 0.0003 * 15 = 0.0045$$

$$\text{SS Promedio } \$282-\$362 = 0.02 * 15 = 0.3$$

$$\text{SS Promedio } \$363-\$450 = 0.17 * 15 = 2.55$$

$$\text{SS Promedio } si = 2.10 * 15 = 31.5$$

$$\text{SS Promedio } no = 0.30 * 15 = 4.5$$

$$\text{SS Promedio } si = 2.10 * 15 = 31.5$$

$$\text{SS Promedio } no = 0.30 * 15 = 4.5$$

$$\text{SS Promedio } si = 2.10 * 15 = 31.5$$

$$\text{SS Promedio } no = 0.30 * 15 = 4.5$$

$$\text{SS Promedio } si = 0.60 * 15 = 9$$

$$\text{SS Promedio } no = 0.012 * 15 = 0.18$$

(Ec.5)

$$\text{SS General} = 17.85 + 1.2 + 5.1 + 3.45 + 0.15 + 0.15 + 4.5 + 0.0039 +$$

$$10.84 + 3.45 + 4.5 + 1.185 + 0.69 + 0.195 + 1.24 + 1.18 + 4.5$$

$$+ 3.45 + 3.45 + 0.675 + 0.495 + 1.8 + 1.8 + 3.45 + 2.55 + 2.55$$

$$\begin{aligned}
&+3.45 + 16.5 + 2.55 + 7.95 + 0.105 + 3.45 + 1.2 + 0.9 + 25.95 + 3.45 + 3.45 \\
&\quad + 4.5 + 4.5 + 4.5 + 4.5 + 4.5 + 4.5 + 4.5 + 4.5 + 0.375 + 0.0045 + 2.55 \\
&\quad + 2.1 + 0.0045 + 0.3 + 2.55 + 31.5 + 4.5 + 31.5 + 4.5 + 31.5 \\
&\quad + 4.5 + 9 + 0.18
\end{aligned}$$

$$SS \text{ General} = 302.9229$$

4) Cálculo de varianza

$$S^2 = \frac{1}{n-1} = \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2 \quad (\text{Ec.6})$$

$$S \text{ agricultura} = 5.4$$

$$S \text{ ganadería} = 1.06$$

$$S \text{ pesca} = 19.26$$

$$S \text{ productor} = 6.67$$

$$S \text{ procesamiento} = 6.67$$

$$S \text{ cliente} = 6.67$$

$$S \text{ gestión de agricultura orgánica} = 0$$

$$S \text{ rediseño y coordinación de operaciones} = 4.26$$

$$S \text{ ciclo de vida del producto} = 29.4$$

$$S \text{ colaboración entre eslabones de AFSC} = 0.067$$

$$S \text{ responsabilidad social} = 0$$

$$S \text{ 0\%-20\%} = 1.06$$

$$S \text{ 21\% -50\%} = 1.66$$

$$S \text{ 51\%-70\%} = 6.667$$

$$S 71\%-90 = 3.265$$

$$S 91\%100\% = 1.066$$

$$S 40000\text{kg} = 0$$

$$S 80000\text{kg} = 0.067$$

$$S 200000\text{kg} = 0.067$$

$$S 300000\text{kg} = 1.66$$

$$S 400000\text{kg} = 8.06$$

$$S 500000\text{kg} = 0.6$$

$$S 600000\text{kg} = 0.6$$

$$S 700000\text{kg} = 0.066$$

$$S 800000\text{kg} = 0.26$$

$$S 900000\text{kg} = 0.26$$

$$S 1000000\text{kg} = 0.06$$

$$S \text{ si} = 52.26$$

$$S \text{ no} = 0.26$$

$$S \$7000-\$15000 = 2.4$$

$$S \$1600-\$32000 = 3.26$$

$$S \$33000 - \$50000 = 0.06$$

$$S \$51000 - \$60000 = 0.266$$

$$S \$61000 - \$80000 = 9.6$$

$$S 10\%-20\% = 52.26$$

$$S 21\%-30\% = 0.06$$

$$S 31\%-40\% = 0.06$$

$$S_{41\%-50\%} = 0$$

$$S_{51\%-60\%} = 0$$

$$S_{61\%-70\%} = 0$$

$$S_{71\%-80\%} = 0$$

$$S_{81\%-90\%} = 0$$

$$S_{91\%-100\%} = 0$$

$$S_{\$180-\$540} = 8.06$$

$$S_{\$541-\$900} = 5.4$$

$$S_{\$901-\$1200} = 4.26$$

$$S_{\$1201-\$1500} = 0.26$$

$$S_{\$120-\$200} = 13.066$$

$$S_{\$201-\$281} = 4.266$$

$$S_{\$282-\$362} = 2.4$$

$$S_{\$363-\$450} = 0.26$$

$$S_{si} = 60$$

$$S_{no} = 0$$

$$S_{si} = 60$$

$$S_{no} = 0$$

$$S_{si} = 60$$

$$S_{no} = 0$$

$$S_{si} = 26.66$$

$$S_{no} = 6.66$$

(Ec.7)

$$\sum s = 5,4 + 1,06 + 19,29 + 6,67 + 6,67 + 6,67 + 0 + 4,26 + 29,4 +$$

0,067 + 0 + 1,06 + 1,66 + 6,667 + 3,265 + 1,066 + 0 + 0,067 + 0,067 +
 1,66 + 8,06 + 0,6 + 0,6 + 0,066 + 0,26 + 0,26 + 0,06 + 52,26 + 0,26 + 2,4 +
 3,26 + 0,06 + 0,266 + 9,6 + 52,26 + 0,06 + 0,06 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 +
 8,06 + 5,04 + 4,26 + 0,26 + 13,066 + 2,266 + 2,24 + 0,26 + 60 + 0 + 60 + 0 +
 60 + 0 + 26,66 + 6,66

$$\sum s = SSE = 474.163$$

5) **Cálculo de cuadrado medio**

$$MSG = \frac{SSG}{K-1} \quad (\text{Ec.8})$$

$$MSG = \frac{302.9229}{59 - 1}$$

$$MSG = 5.222$$

$$MSE = \frac{SSG}{n-K} \quad (\text{Ec.9})$$

$$MSE = \frac{474.163}{885 - 59}$$

$$MSE = 0.574$$

$$S = \frac{SS(\text{total})}{n-1} \quad (\text{Ec.10})$$

$$S = \frac{777.0859}{885 - 1}$$

$$S = 0.879$$

6) Estadístico de F calculado

$$F = \frac{MSG}{MSE} \quad (\text{Ec.11})$$

$$F = \frac{5.222}{0.574}$$

$$F = 9.097$$

En la Tabla 14, se presenta el resultado final en dónde se detalló el valor de Fisher calculado a través del análisis ANOVA.

Tabla 14. Fisher calculado a través de ANOVA

Variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Estadístico Fc.	F α 0,95
Grupo	302.9229	58	5.222	9.097	1.344974
Error	474.163	826	0.574		
Total	777.0859	884			

Nota: Elaborado por autor.

En la tabla de Fisher (Anexo G), existe ausencia de F α para los grados de libertad de los cálculos anteriores, se procedió a realizar el cálculo de interpolación lineal mismo que se consideró al ser un método simple para obtener un valor intermedio a través de la conexión de dos o más puntos con bases conocidas (Chapra & Canale, 2007).

$$f_1(x) = f(x_0) + \left(\frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} \right) (x - x_0) \quad (\text{Ec.12})$$

$$Cp = Cp_0 + \left(\frac{Cp_1 - Cp_0}{T_1 - T_0} \right) (T - T_0) \quad (\text{Ec.13})$$

500 → 1.345

826 → x

1000 → 1.332

$$Cp = 1.345 + \left(\frac{1.332-1.345}{1000-500}\right)(826 - 500) \quad (\text{Ec.12,13})$$

$$Cp = 1.345 + \left(\frac{-0.013}{500}\right)(326)$$

$$Cp = 1.345 + (-0.000026)$$

$$Cp = 1,344974$$

En base a los grados de libertad, mismos que se establecen en concordancia al estadístico de F en el grupo y el error calculado, se puede afirmar que:

- Si el $F_c = 9,097 < F$ de la tabla de distribución $F_t = 1,344974$; se contempla la H_0 excluyendo así la H_a .
- Si el $F_c = 9,097 > F$ de la tabla de distribución $F_t = 1,344974$; se contempla la H_0 excluyendo la H_a .

En ese sentido, se demostró que el valor F_c es mayor al F de la tabla de distribución de Fisher, como resultado del análisis del levantamiento de datos y análisis de las variables: Modelado colaborativo optimizado y Cadena de suministro agroalimentaria, rechaza la H_0 y se acepta la H_a , la cual expresa; “El diseño colaborativo optimizado de una AFSC para la provincia de Santa Elena, Ecuador, es viable”.

3.2. Propuesta de mejora

3.2.1. Tema

PROPUESTA DE DISEÑO COLABORATIVO OPTIMIZADO DE LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.

3.2.2. Introducción

Promover mejoras en la sostenibilidad en la AFSC es un trabajo de riesgo, debido a que se involucran dimensiones económicas, ambientales y sociales, a su vez estas tienen que incorporarse a sistemas coherentes para tener aceptación, en este caso

se necesita de políticas que impulsen medidas que involucren el cambio climático y la seguridad alimentaria (Mattas et al., 2022).

La seguridad alimentaria y la reducción de desperdicios son dos factores importantes y de gran relevancia para la gestión de la AFSC, ya que de la producción mundial de alimentos un >33% se desperdicia precisamente por no tener una gestión adecuada (Sharma et al., 2023), ante ello los eslabones de la SC tienen que enfrentarse a la escases de recursos, cambio climático, la generación de desechos, crear un entorno de producción sostenible y a su vez promover la sostenibilidad económica (Beier et al., 2018).

Las AFSC incorporan a productores, empresas y consumidores, es por ello que el lugar en el que se producen los productos caracteriza la reputación de los mismos, es así que, los sistemas locales agroalimentarios tienen la singularidad de aportar valor a los productos que se obtienen en la región generando un vínculo entre el medioambiente y la economía regional (Žmija et al., 2019).

La producción y consumo sostenible (CPS) es el impulsor clave hacia un reforma económica y crecimiento sostenible, ya que se su principio es promover un desarrollo sostenible y producción responsable (Chauhan et al., 2021). Actualmente, con la intención de ser más amigables con el ambiente se ha empleado herramientas de sostenibilidad para las AFSC tales como logística inversa, cadenas de suministro de circuito cerrado (Aryee et al., 2023).

En ese sentido, adoptar medidas que permitan reducir al máximo el desgaste de los recursos está directamente relacionada con una EC (Kirchherr et al., 2017). La EC, está ligada con el concepto de producción limpia ya que ambos buscan evitar la contaminación por desperdicios, al utilizar los desechos como materia prima para el siguiente agente, al mismo tiempo impulsan el uso eficiente de recursos tales como agua, energía, capital, recurso humano, entre otros (Corona et al., 2019).

En la actualidad existen explicaciones y pruebas contundentes para que las empresas acojan a la EC como modelo para transformar la sostenibilidad ambiental, social y económica (Croft et al., 2018; Kristoffersen et al., 2020; Chiaroni et al., 2022) , sin embargo, pese a la existencia de información de EC en empresas, existe solo un

porcentaje reducido de información para las PYME, es por ello que son pocas las que apuntan a prácticas sostenibles (De Giacomo & Bleischwitz, 2020).

Teniendo en cuenta los riesgos que implica adoptar medidas circulares en una AFSC debido a los riesgos que existen a lo largo de ella, existen enfoques metodológicos que ayudan en la toma de decisiones frente a desafíos y oportunidades, estas herramientas son el mapeo de valor, evaluación de ciclo de vida, el modelado y simulación de escenarios (Howard et al., 2022).

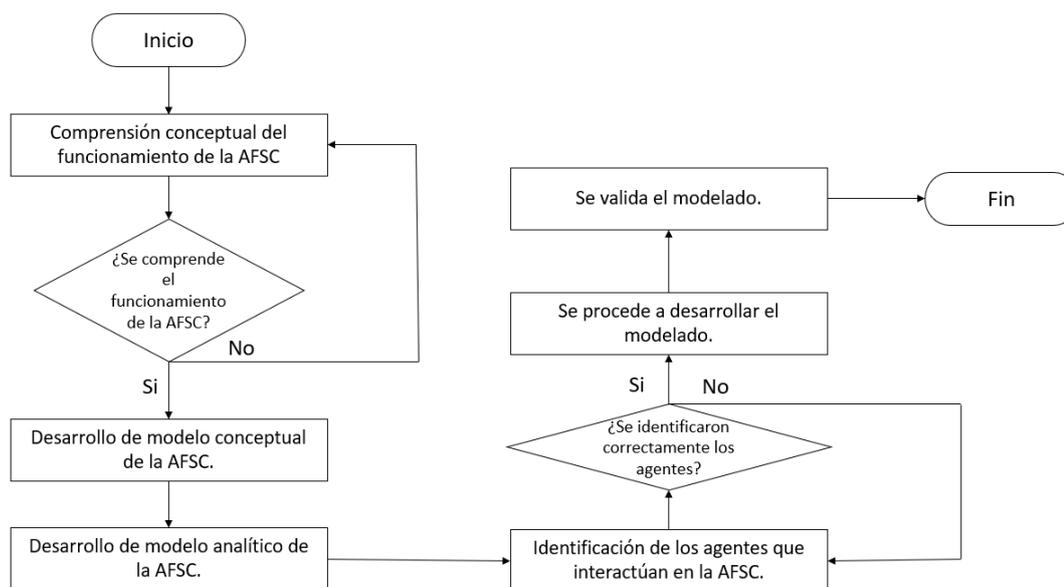
La integración de componentes en un escenario complejo, permite a través de simulación realizar experimentos mediante un modelado de un grupo de variables las cuales van evolucionando con el tiempo, para simular sistemas compuestos por distintos agentes es necesario modelar todo el sistema con herramientas de simulación monolíticas otra forma sería simular el sistema en una co-simulación (Alfalouji et al., 2023).

Debido a los avances tecnológicos existen un sinnúmero de softwares para desarrollar modelados basados en agentes (MBA), por ejemplo, AgentSheets, Anylogic, JABM, FlexSim, entre otros (Huerta-Barrientos, 2014; Susatama et al., 2017) estos facilitan una proyección virtual del entorno real, en donde se obtienen respuestas dinámicas referente a las interacciones entre los agentes (Achmad et al., 2021).

3.2.3. Descripción del modelo basado en agentes

Para llevar a cabo el MBA la metodología computacional se empleó en base a la conjetura conceptual, analítica y la observación. Para ello se hizo uso del software anylogic en su versión gratuita para uso académico, la elección del programa se debió a la capacidad de representar un escenario real en simulación 3D, para realizar el modelado se siguió la secuencia (Figura 17).

Figura 17. *Flujograma para simulación.*



Nota: *Elaborado por autor.*

3.2.4. Intención

EL modelado de una AFSC se elaboró con propósito de optimizar la AFSC en la provincia de Santa Elena, Ecuador, incentivando así un entorno circular, modelando y simulando distintos escenarios para una toma de decisiones sostenible a lo largo de la SC.

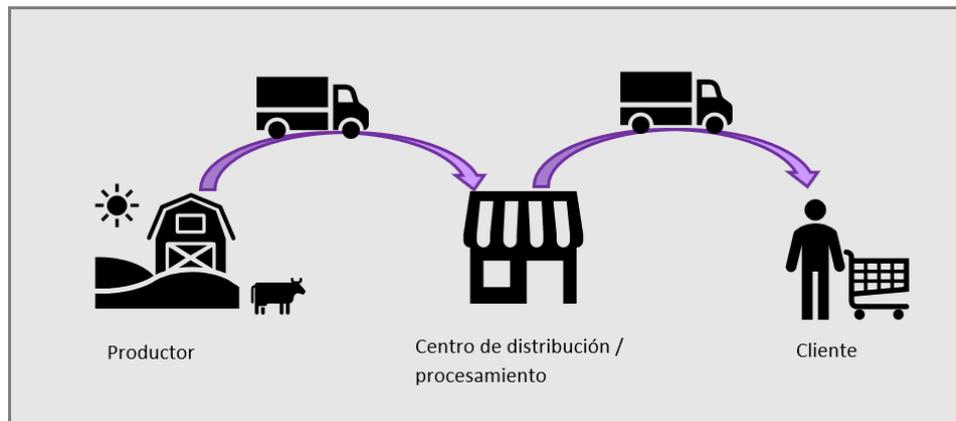
3.2.5. Simplificación

3.2.6. Modelo conceptual

Con el propósito de presentar un entorno natural en el que todos los integrantes del sistema se encuentren representados para la simulación, se llevó a cabo un modelo conceptual, el cual condiciona el MBA, por lo que fue necesario determinar el desarrollo de técnicas analíticas.

En la Figura 18, se representa el modelo conceptual en el cual se bosqueja las condiciones reales del ecosistema natural.

Figura 18. Modelo Conceptual



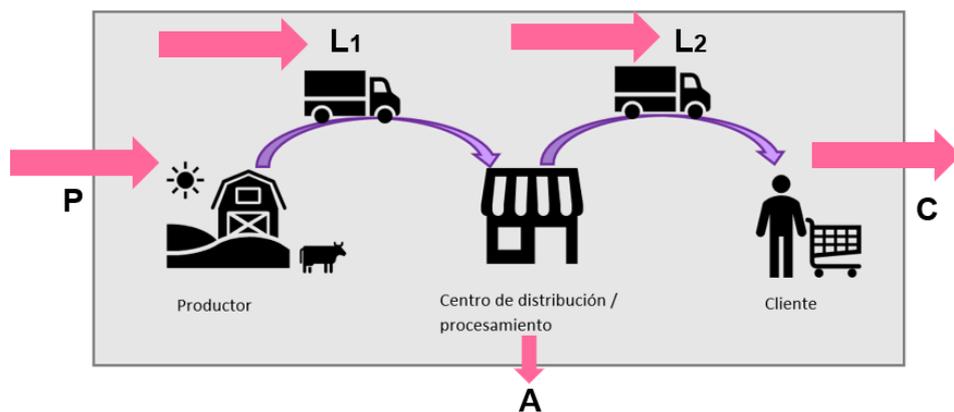
Nota: Elaborado por autor.

3.2.7. Modelo analítico

Para realizar un correcto análisis del funcionamiento del modelo conceptual, en el cual se asocian las distintas características técnicas de los agentes, es necesario la creación de un modelo analítico, el cual cuenta con un lenguaje apropiado para llevar a cabo la simulación, a través del software (Anylogic) que se empleó.

El modelo analítico se encuentra representado en la Figura 19, en donde se observa las expresiones analíticas correspondientes a cada eslabón en concordancia con el modelo conceptual.

Figura 19. Modelo analítico



Nota: Elaborado por autor.

En donde cada variable expresada en el modelo analítico hace referencia a:

- **P:** Productor
- **L:** Camiones
- **A:** Centro distribución
- **C:** Cliente

A continuación (Tabla 77), se describe los agentes que conforman el sistema del modelo analítico detallado previamente (Figura 19).

Tabla 15. *Agentes que conforman el sistema*

Categoría del agente	Agente	Actividad
Entrada	Productor	Cultivo, pesca, ganadería de producto primario
Almacenamiento	Centros de distribución / procesamiento	Acopio de producto primario
Logística	Camiones	Distribución de productos primarios
Consumidor	Cliente	Adquisición de productos primarios

Nota: Elaborado por autor.

En relación al conjunto de agentes y las variables asociadas a ellos, se logró definir la interacción de estos a través de las siguientes fórmulas:

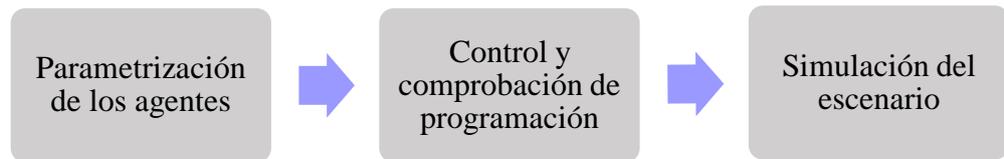
$$\sum P + \sum L = A \quad (\text{Ec.1})$$

$$\sum A + \sum L = C \quad (\text{Ec.2})$$

3.2.8. Validación de modelo computacional.

Para llevar a cabo la validación del modelo computacional, se ejecutaron los siguientes pasos:

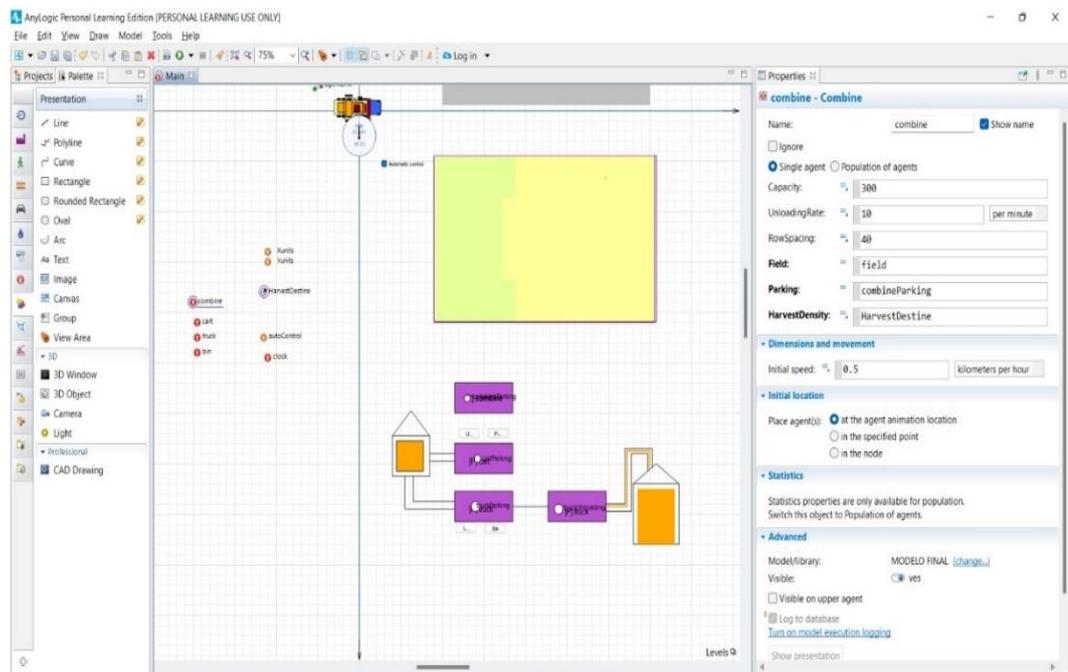
Figura 20. *Proceso para validación de modelo computacional*



Nota: *Elaborado por autor basado en (Aydt et al., 2009).*

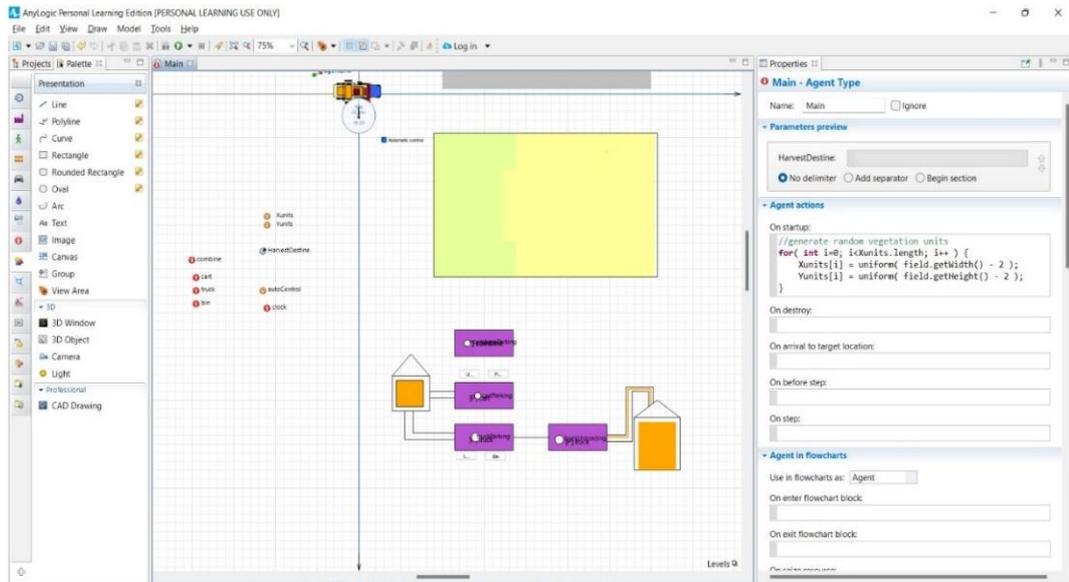
Paso 1. Parametrización de los agentes: Para llevar a cabo este paso, en primera instancia se seleccionó el software para, posterior a ello, en base en los datos obtenidos (sección 3.1.1, fase 5) y el escenario previamente bosquejado (Figura 18.). Se procedió a insertar los agentes y los parámetros correspondientes (Figuras 21, 22.)

Figura 21. *Escenario base representado.*



Nota: *Elaborado por autor.*

Figura 22. Codificación de agentes.



Nota: Elaborado por autor.

Paso 2. Control y comprobación de programación: Con la intención de tener control sobre el diseño creado y ratificar que el modelado se encuentre correctamente configurado, se procedió a compilar el modelo (Figura 23.), lo que demostró que no existían errores (Figura 24).

Figura 23. Proceso de compilación.

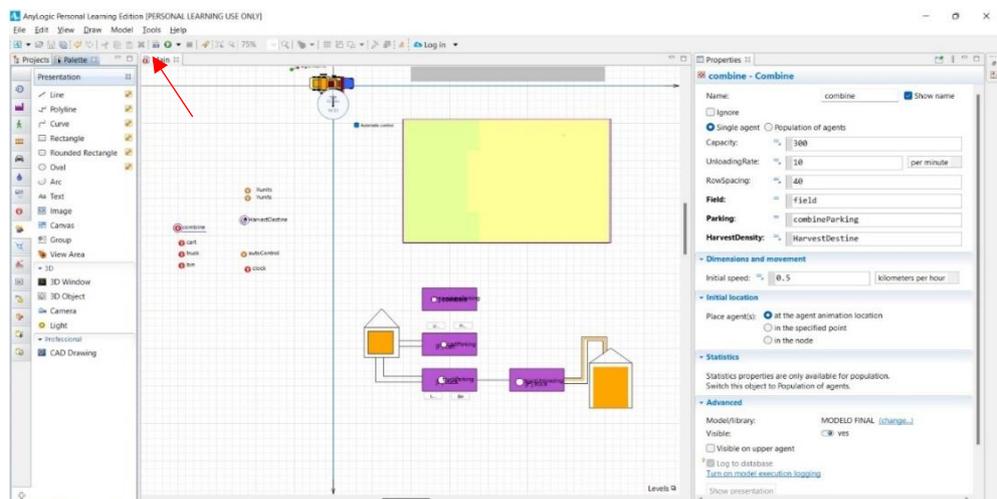
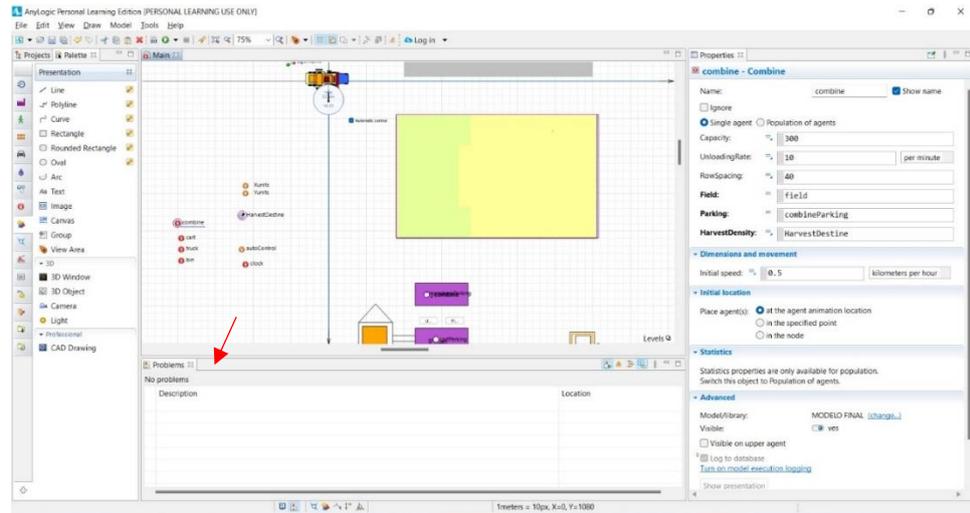


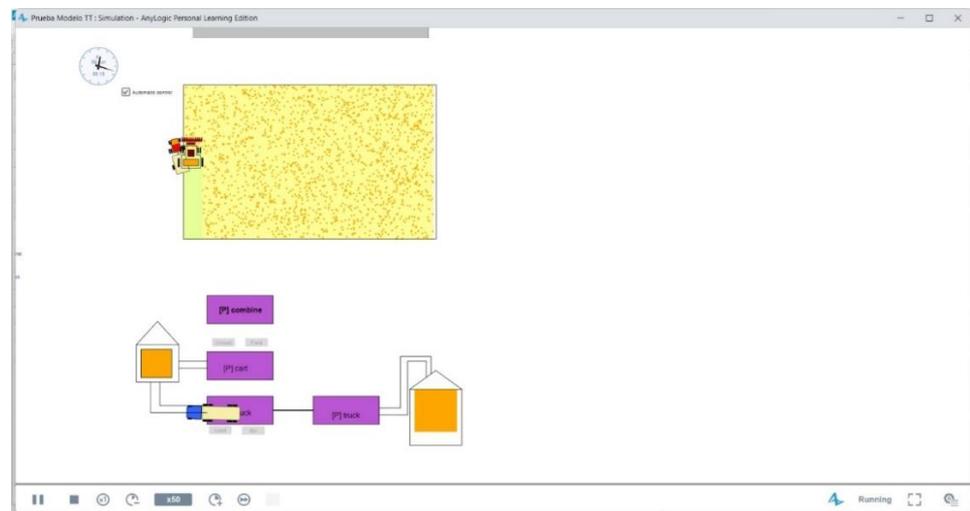
Figura 24. Exhibición y localización de errores.



Nota: Elaborado por autor.

Paso 3. Simulación del escenario: En este paso se procedió a correr la simulación 3D, del modelo creado, en donde se observó el correcto funcionamiento de este (Figuras 25, 26.)

Figura 25. Simulación del escenario.



Nota: Elaborado por autor.

Figura 26. *Modelo simulado del escenario.*



Nota: *Elaborado por autor.*

3.2.9. Análisis de escenarios y resultados.

En esta sección se procedió a analizar tres escenarios y sus resultados, para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena. Los ambientes que se observaron corresponden al sector agrícola, mismo que se analizaron con base en los datos obtenidos de la muestra estratificada de estudio de la presente investigación (capítulo II).

Teniendo en cuenta que la teoría de juegos es una herramienta que permite analizar distintos escenarios para una mejor toma de decisiones, se procedió a analizar los resultados en base a la teoría de juegos cooperativos, en donde los jugadores (agentes), tienen la oportunidad de interactuar y formar coaliciones, de tal forma que se llegan a un acuerdo beneficioso para ambos.

Tabla 16. Escenarios a analizar

Escenario	Característica	Existencia de cooperación
Base	Productor → intermediario → cliente final	No
Saturación de mercado	Productor → intermediario → cliente final	No
Escenario 3		Si

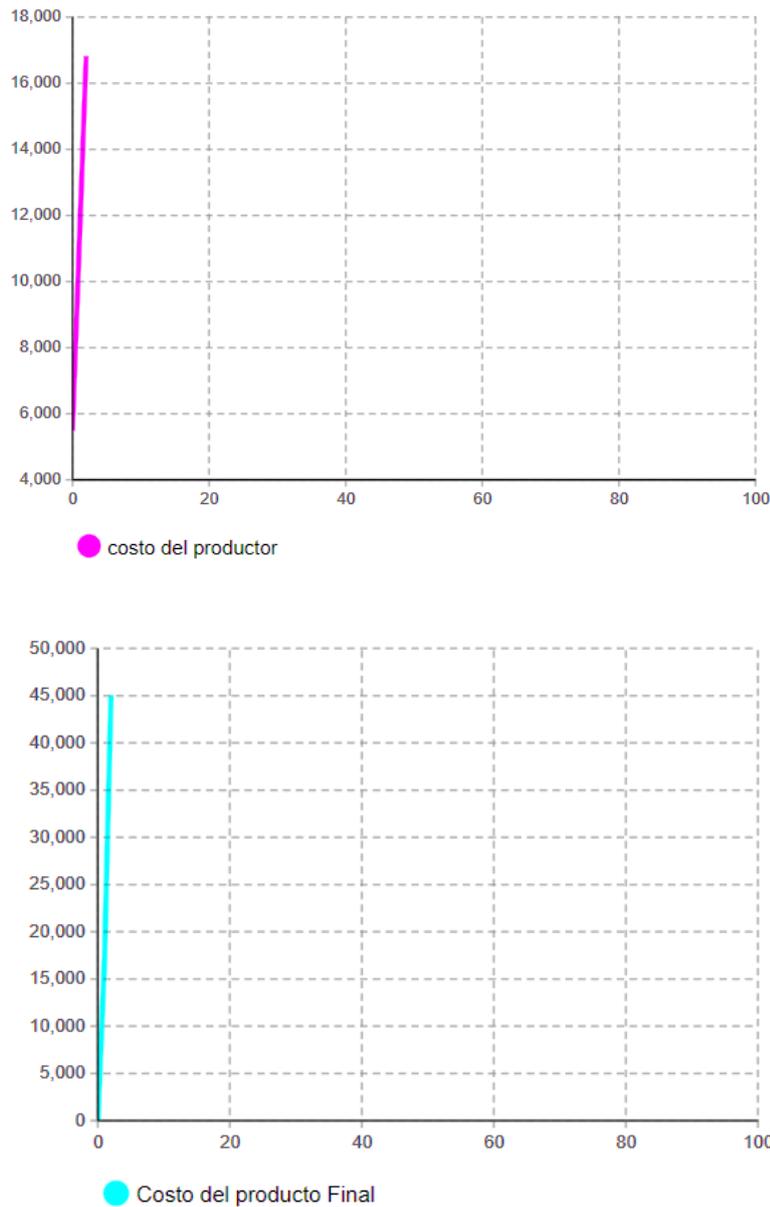
Nota: Elaborado por autor.

Escenario 1. Escenario base: En este escenario se analiza el comportamiento del mercado y el margen de ganancias que obtiene el productor. El funcionamiento es el siguiente: el primer agente (agricultor) cultiva la tierra, cuando el ciclo de producción ha finalizado y el producto es cosechado, inicia la primar etapa de logística, en donde el productor contrata un camión para transportar todo el producto hasta un centro de transferencia mayorista para proceder a vender el producto, una vez terminada la comercialización, el segundo agente (intermediario) que se encuentra en centro de acopio se encarga de almacenar el producto hasta que surja un cliente (tercer agente) interesado en el producto, el tercer agente adquiere el producto y este a su vez hace uso de un sistema de logística para movilizar los frutos hacia el destino final.

En base a los datos obtenidos, en la primera fase de negociación (productor-intermediario) el primer agente percibe una ganancia del 30%, mientras que el segundo negocio (intermediario-cliente final), el segundo agente tiene una rentabilidad entre el 50% a 60%, finalmente el tercer agente obtiene el producto con un valor en comparación con el primer agente y a eso le añade el costo de logística.

En la Figura 26, se observa el valor económico con el cual el productor vende su producto y el valor en producto final una vez llega al último destino con el cliente final.

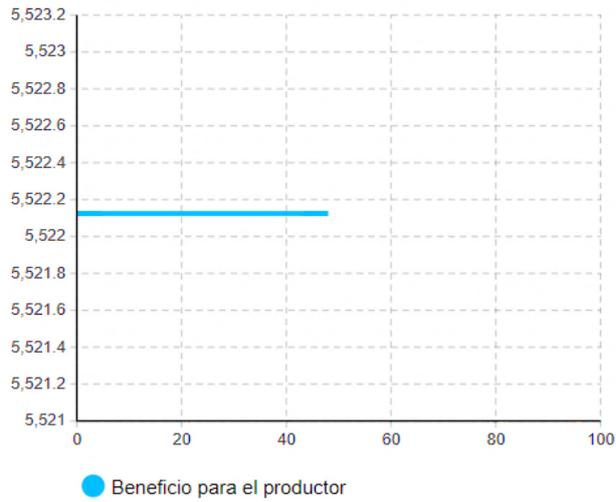
Figura 27. Escenario 1, escenario base



Nota: Elaborado por autor.

Escenario 2. Saturación del mercado: En este escenario se analizó la forma de comercialización tradicional descrita anteriormente (escenario 1). Sin embargo, al ser fluctuante el sistema agroalimentario, fue necesario mantener el enfoque en el sector agrícola, para este caso se consideró que en algunas épocas del año existe abundante producción de un solo producto, por lo que el mercado se satura con este. En ese sentido, se ha analizado si existe beneficio o no para el productor, este recupera la inversión o acepta la oferta del intermediario (Figura 27).

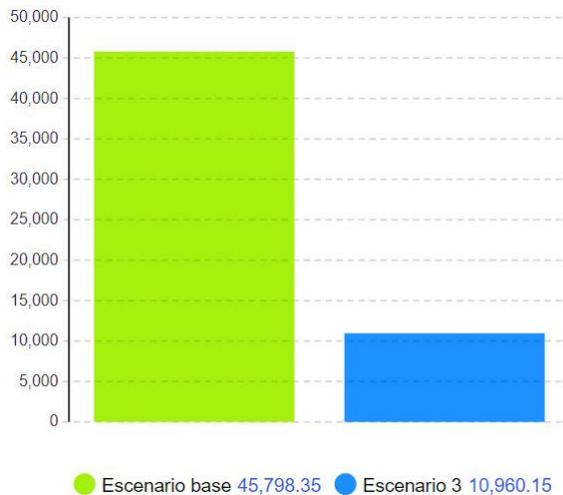
Figura 28. *Escenario2. Saturación de mercado*



Nota: *Elaborado por autor.*

Escenario 3. Cooperación entre los agentes: Este escenario se caracterizó debido a la formación de una coalición entre dos agentes (productor-cliente final), una vez formada la coalición y llegado a un acuerdo entre ambos interesados se ejecuta la negociación. En base a ello en la Figura 28, se analiza el escenario base y el tercer escenario, en donde se puede evidenciar que la opción óptima para el cliente es generar una alianza con el productor.

Figura 29. *Comparación de escenario 1 y escenario 2.*



Nota: *Elaborado por autor.*

3.2.10. Presupuesto

Para la ejecución de este proyecto de investigación, se consideró el salario mínimo sectorial aplicable en el año 2023 emitido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), mientras que para el valor de la licencia del software se realizó la cotización de licencia directamente con el servidor, para el costo de computadora se consideró el precio comercial de una hora de alquiler del equipo, el presupuesto fue de \$ 10.168,75 dólares americanos, los rubros de este se detallan a continuación (Tabla 17).

Tabla 17. *Presupuesto del proyecto.*

Rubro	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Recurso Humano	Modelador	1	\$ 693,00	\$ 693,00
	Internet	3	\$ 24,00	\$ 72,00
Tecnológico	Computadora	952	\$ 0,75	\$ 714,00
	Software	1	\$ 6.200,00	\$ 6.200,00
	Capacitación	1	\$ 300,00	\$ 300,00
Oficina	Materiales de oficina	1	\$ 10,00	\$ 10,00
	Impresiones		\$ 30,00	\$ 30,00
Otros	Transporte		\$ 96,00	\$ 96,00
	Varios		\$ 20,00	\$ 20,00
Subtotal				\$ 8.135,00
Imprevisto 10%				\$ 813,50
Reajuste 15%				\$ 1.220,25
Total			\$ 10.168,75	

Nota: *Elaborado por autor*

Para la propuesta de un modelado optimizado para la cadena de suministro, se necesitó un total en activo fijo de \$10.168,75 dólares americanos, generando durante cinco años flujos de \$3.050,63 dólares americanos, con una tasa de 10%. En concordancia a este escenario, se procedió a calcular las herramientas financieras VAN, TIE, PR, con la finalidad de demostrar la confiabilidad del proyecto frente a la inversión realizada.

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

Por lo tanto, en la Tabla 18 (a), se detallan los cálculos pertinentes para la resolución de las herramientas financieras mencionadas.

Tabla 18 (a). Cálculos para VAN, TIR, PR

	0	1	2	3	4	5
FF	\$ -10.168,75	\$ 3.050,63	\$ 3.050,63	\$ 3.050,63	\$ 3.050,63	\$ 3.050,63
Saldo actualizado 10%	\$ -10.168,75	\$ 2.773,30	\$ 2.521,18	\$ 2.291,98	\$ 2.083,62	\$ 1.894,20
Saldo actualizado acumulado	\$ -10.168,75	\$ -7.395,45	\$ -4.874,27	\$ -2.582,28	\$ -498,66	\$ 1.395,54

Nota: Elaborado por autor.

Donde:

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

- **VNA (\$) = VNA (interés; flujo de caja) + desembolso inicial.**
- **VNA = \$ 11.564,29**

- **VAN (\$) = Beneficio Neto Actualizado (VAN) – Inversión inicial.**
- **VAN = \$1.395,54**

- **TIR (%) = diferencia del valor inicial (costo) y el valor final (retorno de la inversión) de la operación, dividido entre el valor inicial, el resultado se multiplica por 100.**
- **TIR = 15,24%**

- **PR (t) = Inversión inicial / flujo de efectivo por periodo**
- **PR = 4,26 (cuatro años, tres meses)**

En análisis de las herramientas financieras demostraron que, el valor neto actual (VNA) es de \$11.564,29, en contraste con ello se evidencia que el VAN (valor actual neto) refleja una ganancia de \$1.395,54, con una tasa interna de retorno (TIR) de 15,24%, misma que es superior a la planteada (10%), por lo que se puede evidenciar que el periodo de recuperación de la inversión (PR) de dará a los cuatro años, tres meses.

Mientras que, para la propuesta de un modelado optimizado para la cadena de suministro, considerando el tercer escenario en donde existe coalición entre productor

y cliente final, se necesitó un total en activo fijo de \$10.168,75 dólares americanos, generando durante cinco años flujos de \$4.200,00 dólares americanos, con una tasa de 10%. En concordancia a este escenario, se procedió a calcular las herramientas financieras VAN, TIE, PR, con la finalidad de demostrar la confiabilidad del proyecto frente a la inversión realizada.

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

Por lo tanto, en la Tabla 18 (b), se detallan los cálculos pertinentes para la resolución de las herramientas financieras mencionadas.

Tabla 19 (b). Cálculos para VAN, TIR, PR

	0	1	2	3	4	5
FF	\$ -10.168,75	\$ 6.101,25	\$ 6.101,25	\$ 6.101,25	\$ 6.101,25	\$ 6.101,25
Saldo actualizado 10%	\$ -10.168,75	\$ 5.546,59	\$ 5.042,36	\$ 4.583,96	\$ 4.167,24	\$ 3.788,40
Saldo actualizado acumulado	\$ -10.168,75	\$ -4.622,16	\$ 420,20	\$ 5.004,16	\$ 9.171,39	\$ 12.959,79

Nota: Elaborado por autor.

Donde:

- **Tasa (%) = Valor por definición**
- **Tasa= 10%**
- **VNA (\$) = VNA (interés; flujo de caja) + desembolso inicial.**
- **VNA = \$ 23.128,24**
- **VAN (\$) = Beneficio Neto Actualizado (VAN) – Inversión inicial.**
- **VAN = \$12.959,79**
- **TIR (%) = diferencia del valor inicial (costo) y el valor final (retorno de la inversión) de la operación, dividido entre el valor inicial, el resultado se multiplica por 100.**
- **TIR = 52,80%**
- **PR (t) = Inversión inicial / flujo de efectivo por periodo**
- **PR = 1.58 (un año, siete meses)**

En análisis de las herramientas financieras demostraron que, el valor neto actual (VNA) es de \$23.128,24, en contraste con ello se evidencia que el VAN (valor actual neto) refleja una ganancia de \$12.959,79, con una tasa interna de retorno (TIR) de 52,80%, misma que es superior a la planteada (10%), por lo que se puede evidenciar que el periodo de recuperación de la inversión (PR) de dará en un año, siete meses.

3.2.11. Modelo matemático.

Los modelados matemáticos son enunciados que permiten la simplificación de problemas del mundo y problemas específicos, el análisis de estos favorece en la toma de decisiones entornos sociales, económicos, ciencias naturales, gestión empresarial, entre otros (Li, 2023)

Llevar a cabo el análisis del modelo matemático surgió de: ¿Puede optimizarse la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena?

Para responder esta interrogante, se presentan las variables relacionadas a los agentes que permitieron llevar a cabo el planteamiento de las ecuaciones (Tabla 19).

Tabla 20. Variables de agentes para modelado matemático

Variable del agente	Agente
P	Productor
L	Camiones
ac	Intermediario (centro acopio)
C	Cliente
G	Ganancia para los agentes

Nota: Elaborado por autor.

Se calculan los costos que conlleva producir el producto, en donde s: representa el costo de la semilla, m_o : mano de obra, n: insumos y a: agua.

$$p = s + m_o + n + a \text{ (Ec.1)}$$

Considerando que el escenario en el que el productor se encarga de la comercialización, es necesario transportar el producto hasta un centro de acopio en donde un intermediario será el primer cliente, para ello, se calcula el costo de logística, en donde se suman las variables referentes al operario(o), costo de combustible(i), distancia recorrida (x)

$$L = o + i + x \quad (\text{Ec.2})$$

Para calcular el costo del producto, con el cual se comercializará al intermediario, se considera la siguiente expresión:

$$cp = p + (0.3 * p) + L \quad (\text{Ec.3})$$

Mientras que el intermediario, tendrá que emplear una expresión en la que el obtenga beneficios al momento de vender el producto al cliente del tercer eslabón. Para ello debe de añadir el costo de almacenamiento (f)

$$ac = cp + (f) \quad (\text{Ec.4})$$

El cliente final, obtendrá el producto a un costo mayor, ya que este tendrá que pagar por el producto que le vende el intermediario y adicional el costo de transporte del producto desde el centro de almacenamiento hasta el destino final (l).

$$C = ac + l \quad (\text{Ec.5})$$

Sin embargo, en un escenario en donde existe cooperación entre productor y cliente final, se puntualiza el escenario de juegos cooperativos, en donde uno de los involucrados llega puede llegar a acuerdos con otro agente en donde ambos obtendrían un resultado beneficio. En donde cP : es el nuevo precio que el productor le coloca al producto, y gf : es el nuevo precio con el cual el cliente final adquiere el producto, entonces:

$$cp < cP \quad ; \quad gf < C$$

En ese sentido, al tener una coalición entre productor – cliente final se obtienen las siguientes ecuaciones.

$$cP = p + (0.6 * p) - L \quad (\text{Ec.6})$$

$$gf = cP + L \quad (\text{Ec.7})$$

El resultado de la cooperación entre productor – cliente final, reflejó como resultado mayor rentabilidad al productor, mientras que el cliente final también tiene beneficio al obtener el producto a menor precio.

3.3. Discusión de los resultados

Analizar la producción de información científica referente a un tema en específico, el impacto que esta ha generado o análisis complejos de redes colaborativas requiere de técnicas específicas debido a la abundante información que se puede encontrar en las distintas bases de datos (Velez-Estevez et al., 2023). En relación a ello la denominada Ciencia de la Ciencia, tiene como característica principal técnicas tales como análisis bibliométrico y análisis de mapas científicos, estas técnicas en la actualidad se complementan con inteligencia artificial, sistemas complejos, incluso modelados matemáticos, con la intención de evidenciar nuevos patrones y conocimientos en la producción científica (Fortunato et al., 2018).

En ese sentido, con la finalidad de realizar una exploración profunda referente a los antecedentes existentes relacionados a AFSC, modelados de AFSC, y optimización de AFSC, se llevó a cabo un análisis bibliométrico en el capítulo I (sección 1.1), obteniendo así una base sólida para el desarrollo del estudio.

Adicional a ello, en este estudio para llevar a cabo el estado del arte (capítulo I, sección 1.2) se analizaron los impulsores y controladores para la AFSC, lo que permitió reforzar el conocimiento de las herramientas que se emplean a lo largo de esta SC.

Así mismo, para la ejecución del capítulo II, con la intención corroborar el enfoque de la investigación, se determinó que esta responde al tipo cuantitativo, con un alcance descriptivo-correlacional (Hernández-Sampieri et al., 2018). De igual

forma el estudio se ubica en la categoría no experimental con un diseño retrospectivo, debido a que realiza un análisis de precedencia (Blanco, 2011; Del Cid-Pérez et al., 2007).

Detallar los aspectos para el desarrollo de la investigación, debidamente justificados, con la intención de dar cumplimiento de los objetivos de la investigación, permite llevar a cabo adecuadamente el estudio (Azüero Azüero, 2019). En relación a ello, se detalló el procedimiento metodológico a ejecutar, basado en (De et al., 2022), para su cumplimiento se siguió una secuencia lógica (sección 2.3.).

Mientras que, para llevar a cabo el levantamiento de datos, se realizó la estratificación de la muestra poblacional, empleando el criterio estadístico muestra por conveniencia (sección 2.4.2.), posterior a ello se hizo uso del método de la encuesta, para lo cual se diseñó un cuestionario (instrumento), mismo que fue validado a través del método de Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas propuesto por (López-Fernández Raúl et al., 2019), para efectos del mismo fue necesario un juicio por un grupo de expertos, mismos que fueron seleccionados a través de criterios de inclusión y exclusión sección (2.5.3.).

Esta investigación planteó tres escenarios para el sistema agroalimentario en el primer escenario (escenario base) desarrollado durante la simulación, se recreó una cadena de suministro agroalimentaria, tradicional, de tres eslabones, para ello se hizo uso de los datos recolectados con anterioridad, el funcionamiento de esta consistía en que los productos agroalimentarios, se transferían a un mercado mayorista o centro de acopio y se realizaba la respectiva negociación entre productor y mayorista, en la última fase, el intermediario vendía la mercadería a un cliente final, siendo el mayorista quien obtenía mejor beneficio económico.

Manteniendo la misma línea, Hezarkhani et al., (2023) en su estudio demuestran que independientemente de la cantidad de tierra que el productor cultive y la cantidad de producción que este obtenga, es relevante considerar el proceso de producción desde la adquisición y calidad de la semilla, el nivel de esfuerzo que este pone durante el proceso de cultivo, los desafíos frente a plagas y el uso de fertilizantes que requiere la planta, sin embargo, la realidad del mercado agrícola referente al costo del producto es otra ya que, este no está determinando por los aspectos anteriormente

citados, la fijación de los precios para productos del agro en los mercados al contado se determina por el precio del producto que este tiene en el momento que se transfiere la producción de la finca al centro de comercialización basados en el precio de venta prevaleciente (del momento), esto quiere decir que los productores no obtienen una paga justa.

El segundo escenario que se simuló, presentó al igual que en el primero el funcionamiento de una AFSC con tres eslabones, sin embargo en este marco se analizó los efectos que tiene al productor la sobreproducción en otras palabras la saturación del mercado con el mismo producto, ante ello el agricultor no obtiene ganancia únicamente recupera la inversión hecha en el ciclo de producción, ya que este al momento de comercializar recibe la paga impuesta por el intermediario.

Como sustento al segundo escenario, Kruseman et al., (2020) en su investigación enfatizan que el desafío de hoy en día es apoyar la transformación rural y agrícola, impulsando la diversidad agrícola, y que el cambio climático, escases de recursos naturales (en términos cuantitativos y cualitativos), generan tensión sobre la agricultura.

El último escenario planteado en esta investigación se apoya en la teoría de juegos cooperativos, los resultados obtenidos demostraron que, al existir una coalición entre el productor y el cliente final, frente a este marco el productor obtenía una mayor ganancia, mientras que el precio del producto final con el cual cliente lo adquiriría no sufría una inflación exagerada, dando como resultado un beneficio significativo para el producto y el consumidor.

L. Liu et al., (2023) consideran relevante la existencia de cadena de valor en el sector agroalimentario, debido a que la existencia de esta permite que los productores se involucren en la comercialización y en la logística permite de cierta forma que estos tengan el control de los productos y obtengan una ganancia justa, estas son opciones válidas que los mismos agricultores han tomado frente a la presión de negociación que enfrentan y el poder de los intermediarios.

Como resultado de este estudio se produjo un artículo científico, mismo que permitió llevar a cabo el estado del arte (sección 1.2), en donde se evidenciaron impulsores y controladores para la AFSC, a través de una metodología analítica híbrida (AHP-DEMATEL).

3.4. Resumen parcial

Una RSL oportuna, llevar a cabo validación del instrumento para la recolección de datos, medición de fiabilidad y el respectivo análisis de los datos obtenidos, permitieron la construcción de un modelo conceptual y analítico sobre el funcionamiento de la AFSC, mismos que sirvieron de base para el desarrollo de la propuesta de la presente investigación.

En ese sentido, la propuesta planteada en el presente estudio se desarrolló a través del modelado computacional proporcionando el análisis de tres escenarios para la AFSC en la provincia de Santa Elena, siendo el último escenario cooperativo, lo que permitió demostrar que se puede optimizar la SC del sector primario a través de la cooperación entre los agentes que intervienen a lo largo de ella, misma que tiene una orientación amigable con el ambiente y hacia la circularidad.

Mientras que el modelado matemático, al constar de ecuaciones de lineales manejables proporcionan una interpretación dócil, sustentando cada uno de los escenarios y las simulaciones desarrolladas.

3.5. Limitaciones y futuras líneas de investigación

La principal limitación se presentó al determinar la población de estudio, ya que el Plan de Ordenamiento Territorial de la provincia de Santa Elena no cuenta con la información exacta sobre el número de PYMES existentes del sector primario, por tal motivo, se acudió a la página web del SRI y de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Adicional a ello, debido a la poca colaboración por parte de la población, se empleó una muestra estratificada por conveniencia.

En relación a lo anteriormente expuesto, lectores interesados no deben limitarse en la presente información, más bien se debe considerar que, un desarrollo sostenible y colaborativo para el sector primario permite mejorar la economía del entorno, cuyo resultado es el desarrollo integral. En ese sentido, es importante analizar con mayor profundidad más entornos colaborativos a lo largo de la AFSC en donde se dé lugar a la simbiosis industrial, promoviendo la innovación y priorizando la sostenibilidad ambiental, de modo que los beneficios obtenidos impulsen a toda la provincia, generando crecimiento a nivel económico y social.

CONCLUSIONES

1. El soporte científico hacia la propuesta de un diseño colaborativo optimizado para la cadena de suministro agroalimentaria se desarrolló a través de un análisis bibliométrico, para el cual se analizaron 392 artículos, la red bibliométrica sustentó la relevancia que ha tenido en los últimos tres años el estudio de las cadenas de suministro agroalimentarias a nivel mundial, de igual forma se hizo uso de un modelo analítico híbrido (AHP-DEMATEL) mediante el cual se expusieron los impulsores y controladores a implementar para una cadena de suministro agroalimentaria con un enfoque circular.
2. A través del análisis de artículos científicos que implementaron simulaciones en softwares para estudios relacionados a modelados de cadenas de suministro y modelados basados en agentes se determinó un marco metodológico el cual consistía en diversas técnicas científicas que permitieron obtener resultados cuyas características fueron la fiabilidad y la confiabilidad lo que ayudó a una adecuada toma de decisiones.
3. Frente a los principales resultados de la tercera etapa investigativa se señalan las siguientes conclusiones:
 - El uso de instrumentos metodológicos tales como método de Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas, software SPSS-25 Alfa de Cronbach, Prueba de KMO y Bartlett y W de Kendall permitieron la validación de la técnica encuesta, así como el cuestionario como instrumento de recolección de datos.
 - A través del software Anylogic se observó de forma virtual el modelo de una cadena de suministro agroalimentaria, permitiendo apreciar que la una coalición optimiza el costo del producto para el cliente final.
 - Tanto en un entorno optimista como es el caso del tercer escenario, como en uno pesimista en el que el beneficio que obtendría el productor sería únicamente del 30% del valor de la inversión, el tiempo de recuperación de la inversión es inferior a los 5 años.

RECOMENDACIONES

1. Fortalecer el uso de diversas metodologías que permitan consolidar el conocimiento del investigador al momento de realizar revisiones teóricas o la creación de nuevos estudios científicos.
2. Efectuar una rigurosa selección de artículos científicos que permitan la replicación de una metodología sistemática idónea para la ejecución adecuada del estudio.
3. Identificar con precedencia metodologías para la validación del instrumento de recolección de datos, de tal forma que el investigador evite retrasos en el proceso de levantamiento de datos.
 - Guiar y reforzar el uso de softwares de simulación, de manera que los estudiantes puedan sustentar sus proyectos de investigación con mayor respaldo a través de simulaciones computacionales si el caso lo requiere.
 - Realizar el cálculo de herramientas financieras (VAN, TIR, PR), para conocer la factibilidad de la propuesta tomando como base un escenario pesimista.

REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)

- Achmad, A. L. H., Chaerani, D., & Perdana, T. (2021). Designing a food supply chain strategy during COVID-19 pandemic using an integrated Agent-Based Modelling and Robust Optimization. *Heliyon*, 7(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08448>
- Alfalouji, Q., Schranz, T., Falay, B., Wilfling, S., Exenberger, J., Mattausch, T., Gomes, C., & Schweiger, G. (2023). Co-simulation for buildings and smart energy systems — A taxonomic review. In *Simulation Modelling Practice and Theory* (Vol. 126). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2023.102770>
- Antonelli, M., Basile, L., Gagliardi, F., & Isernia, P. (2022). The future of the Mediterranean agri-food systems: Trends and perspectives from a Delphi survey. *Land Use Policy*, 120. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106263>
- Aryee, S., Hsiung, H. H., Jo, H., Chuang, C. H., & Chiao, Y. C. (2023). Servant leadership and customer service performance: testing social learning and social exchange-informed motivational pathways. *European Journal of Work and Organizational Psychology*. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2023.2178905>
- Aydt, H., Turner, S. J., Cai, W., Yoke, M., Low, H., & Ayani, R. (2009). *Symbiotic Simulation Model Validation for Radiation Detection Applications*.
- Azuero Azuero, Á. E. (2019). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(8), 110. <https://doi.org/10.35381/r.k.v4i8.274>
- Beier, G., Niehoff, S., & Xue, B. (2018). More sustainability in industry through Industrial Internet of Things? *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/app8020219>
- Bertinetto, C., Engel, J., & Jansen, J. (2020). ANOVA simultaneous component analysis: A tutorial review. In *Analytica Chimica Acta: X* (Vol. 6). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.acax.2020.100061>

- Blanco, C. (2011). *Blanco- metodos de investigación*.
- Boukid, F., & Castellari, M. (2021). Veggie burgers in the EU market: a nutritional challenge? *European Food Research and Technology*, 247(10), 2445–2453. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03808-9>
- Cañas, H., Mula, J., & Campuzano-Bolarín, F. (2020). A general outline of a sustainable supply chain 4.0. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 19, pp. 1–17). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su12197978>
- Carballo-Barcos, M., & Guelmes-Valdés, E. L. (2016). SOME CONSIDERATIONS ABOUT THE VARIABLES IN EDUCATIONAL RESEARCHES. *Revista Científica de La Universidad de Cienfuegos* . <http://rus.ucf.edu.cu/>
- CEPAL. (2019). *Panorama Social de América Latina 2019*. Naciones Unidas, CEPAL.
- CEPAL. (2020). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile CEPAL 2020*.
- Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2007). *Métodos numéricos para ingenieros - 5ª edición*.
- Chauhan, C., Dhir, A., Akram, M. U., & Salo, J. (2021). Food loss and waste in food supply chains. A systematic literature review and framework development approach. *Journal of Cleaner Production*, 295. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126438>
- Chiaroni, D., Fraccascia, L., Giannoccaro, I., & Urbinati, A. (2022). Enabling factors for the diffusion of circular economy and their impacts on sustainability. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 15. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200101>
- Condori-Ojeda. (2020). *Sesión 4 Universo, población y muestra*.
- Corona, B., Shen, L., Reike, D., Rosales Carreón, J., & Worrell, E. (2019). Towards sustainable development through the circular economy—A review and critical assessment on current circularity metrics. In *Resources, Conservation and*

Recycling (Vol. 151). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104498>

Corona-Martínez, L. A., Fonseca-Hernández, M., & Aldereguia-Lima, G. (2021). *Acerca del carácter retrospectivo o prospectivo en la investigación científica*. *About the retrospective or prospective character in scientific research*. <http://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/4501>

Croft, S. A., West, C. D., & Green, J. M. H. (2018). Capturing the heterogeneity of sub-national production in global trade flows. *Journal of Cleaner Production*, 203, 1106–1118. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.267>

De, A., Gorton, M., Hubbard, C., & Aditjandra, P. (2022). Optimization model for sustainable food supply chains: An application to Norwegian salmon. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102723>

De Giacomo, M. R., & Bleischwitz, R. (2020). Business models for environmental sustainability: Contemporary shortcomings and some perspectives. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), 3352–3369. <https://doi.org/10.1002/bse.2576>

Del Cid-Pérez, A., Méndez, R., & Sandoval Recinos Franco. (2007). *Investigación: Fundamentos y metodología*.

Demarest, B., & van den Berg, H. (2022). Kant's theory of scientific hypotheses in its historical context. *Studies in History and Philosophy of Science*, 92, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2022.01.011>

Dong, M., Li, F., & Chang, H. (2023). Trends and hotspots in critical thinking research over the past two decades: Insights from a bibliometric analysis. *Heliyon*, e16934. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16934>

Drofenik, J., Pahor, B., Kravanja, Z., & Pintarič, Z. N. (2023). Multi-objective scenario optimization of the food supply chain – Slovenian case study. *Computers and Chemical Engineering*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2023.108197>

- Drofenik, J., Urbancl, D., Pahor, B., Goričanec, D., Kravanja, Z., & Pintarič, Z. N. (2022). Potential for Production of Energy and Valuable Products from Food Loss and Waste in Slovenia. *Chemical Engineering Transactions*, *94*, 1063–1068. <https://doi.org/10.3303/CET2294177>
- El Ayoubi, M. S., & Radmehr, M. (2023). Green food supply chain management as a solution for the mitigation of food supply chain management risk for improving the environmental health level. *Heliyon*, *9*(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13264>
- Eltaweel, M., Heggy, A. H., Yaseen, Z. M., Alawi, O. A., Falah, M. W., Hussein, O. A., Ahmed, W., Homod, R. Z., & Abdelrazek, A. H. (2022). Application of the ANOVA method in the optimization of a thermoelectric cooler-based dehumidification system. *Energy Reports*, *8*, 10533–10545. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.08.193>
- FAO. (2020). *Food an Agriculture Organization of the United Nations, Italia*.
- Figueredo, A. L. F., Aguilar, R. F. L., & Roselló, M. M. M. (2019). Procedure for the processing of scientific information in the DPI of the Forest Engineering programme. *Biblios*, *75*, 46–61. <https://doi.org/10.5195/biblios.2019.473>
- Fortunato, S., Bergstrom, C. T., Börner, K., Evans, J. A., Helbing, D., Milojević, S., Petersen, A. M., Radicchi, F., Sinatra, R., Uzzi, B., Vespignani, A., Waltman, L., Wang, D., & Barabási, A. L. (2018). Science of science. In *Science* (Vol. 359, Issue 6379). American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.aao0185>
- García-García, J. A., Reding-Bernal, A., & López-Alvarenga, J. C. (2013). *Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica*.
- Gouel, C., & Laborde, D. (2021). The crucial role of domestic and international market-mediated adaptation to climate change. *Journal of Environmental Economics and Management*, *106*. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102408>
- Hassoun, A., Boukid, F., Pasqualone, A., Bryant, C. J., García, G. G., Parra-López, C., Jagtap, S., Trollman, H., Crobotova, J., & Barba, F. J. (2022). Emerging trends in the agri-food sector: Digitalisation and shift to plant-based diets. In *Current*

Research in Food Science (Vol. 5, pp. 2261–2269). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.11.010>

Hernández-Sampieri, Roberto., Fernández-Collado, Carlos., & Baptista -Lucio, Pilar. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Hezarkhani, B., Demirel, G., Bouchery, Y., & Dora, M. (2023). Can “ugly veg” supply chains reduce food loss? *European Journal of Operational Research*.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.01.033>

Howard, M., Yan, X., Mustafee, N., Charnley, F., Böhm, S., & Pascucci, S. (2022). Going beyond waste reduction: Exploring tools and methods for circular economy adoption in small-medium enterprises. *Resources, Conservation and Recycling*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106345>

Huerta-Barrientos, A. (2014). *Modelación y Simulación de Sistemas Complejos basada en Agentes Contenido Introducción*.

Hvitsand, C., Raanaas, R. K., Gjøtterud, S., & Nicolaysen, A. M. (2022). Establishing an Agri-food living lab for sustainability transitions: Methodological insight from a case of strengthening the niche of organic vegetables in the Vestfold region in Norway. *Agricultural Systems*, 199. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103403>

IICA. (2019). *Informe anual de 2019 del IICA*.

IICA. (2020). *Tecnologías de la bioeconomía para valorizar residuos y desperdicios: oportunidades de negocio para la agricultura familiar*. <http://www.>

Janssens, C., Havlík, P., Krisztin, T., Baker, J., Frank, S., Hasegawa, T., Leclère, D., Ohrel, S., Ragnauth, S., Schmid, E., Valin, H., Van Lipzig, N., & Maertens, M. (2020). Global hunger and climate change adaptation through international trade. *Nature Climate Change*, 10(9), 829–835. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0847-4>

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. In *Resources, Conservation and Recycling* (Vol. 127, pp. 221–232). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

- Komsiyah, S., Ayuliana, & Balqis, D. A. (2023). Analysis of decision support system for determining industrial sub-district using DEMATEL-MABAC methods. *Procedia Computer Science*, 216, 499–509. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.162>
- Kristoffersen, E., Blomsma, F., Mikalef, P., & Li, J. (2020). The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies. *Journal of Business Research*, 120, 241–261. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.044>
- Kruseman, G., Mottaleb, K. A., Tesfaye, K., Bairagi, S., Robertson, R., Mandiaye, D., Frija, A., Gbegbelegbe, S., Alene, A., & Prager, S. (2020). Rural transformation and the future of cereal-based agri-food systems. In *Global Food Security* (Vol. 26). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100441>
- Lan, C. (2019). A coordination contract for green agricultural product supply chain with stochastic output. *Journal European Des Systemes Automatises*, 52(4), 347–354. <https://doi.org/10.18280/jesa.520403>
- Li, J. (2023). Evaluation of dynamic growth trend of renewable energy based on mathematical model. *Energy Reports*, 9, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.11.139>
- Lin, C., & Kou, G. (2021). A heuristic method to rank the alternatives in the AHP synthesis. *Applied Soft Computing*, 100. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106916>
- Liu, L., Ross, H., & Ariyawardana, A. (2023). Building rural resilience through agri-food value chains and community interactions: A vegetable case study in wuhan, China. *Journal of Rural Studies*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103047>
- Liu, Y., Wood, L. C., Venkatesh, V. G., Zhang, A., & Farooque, M. (2021). Barriers to sustainable food consumption and production in China: A fuzzy DEMATEL analysis from a circular economy perspective. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 1114–1129. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.07.028>

- López-Agudo, M., & Gutiérrez-Proveche, L. (2019). Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS. *REIRE Revista d' Innovació i Recerca En Educació*, 12 (2). <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.227057>
- López-Fernández Raúl, Avello-Martínez Raidell, Palmero-Urquiza Diana Elisa, Sánchez-Gálvez Samule, & Quintana-Álvarez Moisés. (2019). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar*.
- Luna-Maldonado, M. S., Méndez-Hinojosa, M. L., & Moreno-Peña, A. J. (2017). *Manual práctico para el diseño de la Escala Likert*.
- MAG. (2020). *Resumen Ejecutivo de los Diagnósticos Territoriales del Sector Agrario. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Coordinación General de Planificación y Gestión Estratégica*.
- Manning, L., Brewer, S., Craigon, P. J., Frey, J., Gutierrez, A., Jacobs, N., Kanza, S., Munday, S., Sacks, J., & Pearson, S. (2023). Reflexive governance architectures: Considering the ethical implications of autonomous technology adoption in food supply chains. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 133, pp. 114–126). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.01.015>
- Mattas, K., Tsakiridou, E., Karelakis, C., Lazaridou, D., Gorton, M., Filipović, J., Hubbard, C., Saidi, M., Stojkovic, D., Tocco, B., Tregear, A., & Veneziani, M. (2022). Strengthening the sustainability of European food chains through quality and procurement policies. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 120, pp. 248–253). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.021>
- Mausch, K., Hall, A., & Hambloch, C. (2020). Colliding paradigms and trade-offs: Agri-food systems and value chain interventions. In *Global Food Security* (Vol. 26). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100439>
- Mena Mejía, S. A., Muyulema Allaica, J. C., Bermeo García, M. V., & Reyes Soriano, F. E. (2022). La norma ISO 45001:2018 y la reducción de accidentabilidad en empresas resilientes. Una revisión sistemática. *AlfaPublicaciones*, 4(3.1), 187–213. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.1.247>

- Miranda-Navales, M. G., & Villasís-Keever, M. Á. (2016). Metodología de la investigación. In *Rev Alerg Mex* (Vol. 63, Issue 3). <http://www.revistaalergia.mx>
- Monje-Álvarez, A. C. (2011). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA*.
- Montano, J. (2023). *Investigación Transversal*.
- Moreno Miranda, C., Molina, I., Solís, J., Peñafiel, C., & Moreno, R. (2019). Cadenas agroalimentarias y mecanismos de gobernanza. *Siembra*, 6(2), 001–014. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1566>
- Naciones Unidas. (2019). *The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish*.
- Navazi, F., Sedaghat, A., & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2019). A new sustainable location-routing problem with simultaneous pickup and delivery by two-compartment vehicles for a perishable product considering circular economy. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 790–795. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.212>
- Neill, D. A., & Cortez-Suárez, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*.
- Özdemirci, F., Yüksel, S., Dinçer, H., & Eti, S. (2023). An assessment of alternative social banking systems using T-Spherical fuzzy TOP-DEMATEL approach. *Decision Analytics Journal*, 6, 100184. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100184>
- Pelegrín-Rodríguez, A., Reyes-Hernández, I., Pompa-Ríos, L.-M., Gámez-Azaharez, Y., Álvarez-Rodríguez, J., & Dupotey-Varela, N.-M. (2016). Diseño y validación de un cuestionario para la determinación de necesidades educativas en pacientes. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 77–96. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57956609007>
- PRO ECUADOR. (2021). *Agroindustrial*.
- Pucha-Medina, P. M., Muyulema-Allaica, J. C., Burgos-Arcos, C. L., & Buenaño-Buenaño, E. N. (2019). Gestión de la calidad como estructura del desempeño

operacional en el sector Cooperativo Financiero del segmento cinco de la provincia de Chimborazo. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.* , VI.

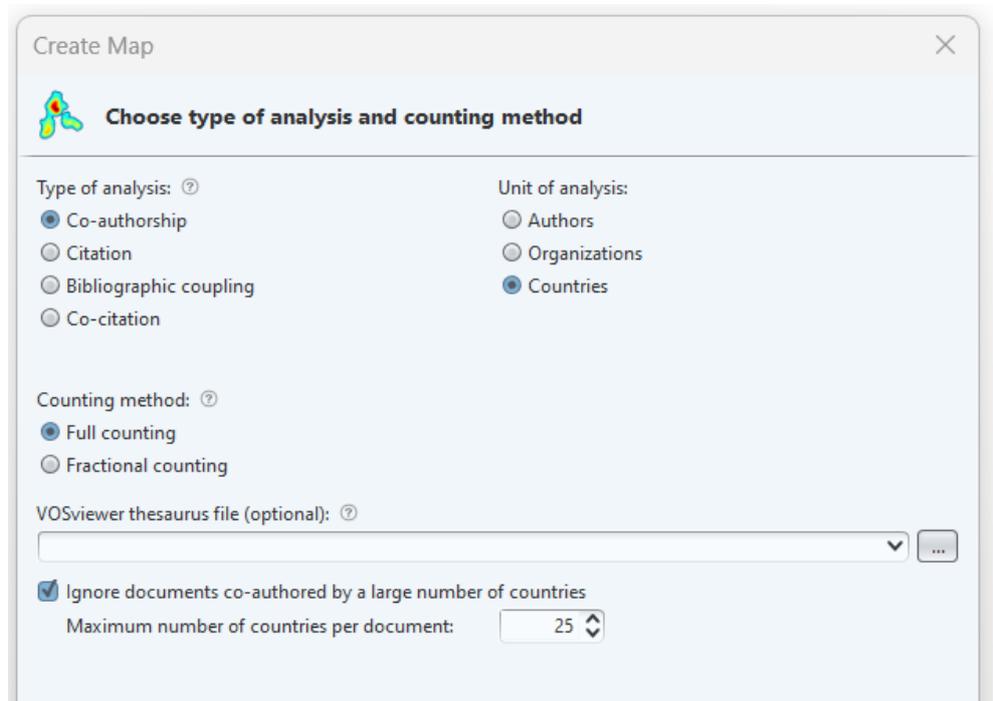
- Rao, S. P. S., Lakshminarayana, S. B., Jiricek, J., Kaiser, M., Ritchie, R., Myburgh, E., Supek, F., Tuntland, T., Nagle, A., Molteni, V., Mäser, P., Mottram, J. C., Barrett, M. P., & Diagona, T. T. (2020). Anti-trypanosomal proteasome inhibitors cure hemolymphatic and meningoencephalic murine infection models of African trypanosomiasis. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/tropicalmed5010028>
- Rico Lugo, S. D., Kimita, K., & Nishino, N. (2023). Characteristics of decision process towards circular food economy: A review. In *Cleaner Logistics and Supply Chain* (Vol. 7). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100104>
- Sani, D., Picone, S., Bianchini, A., Fava, F., Guarnieri, P., & Rossi, J. (2021). An overview of the transition to a circular economy in emilia-romagna region, Italy considering technological, legal–regulatory and financial points of view: A case study. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13020596>
- Santeramo, F. G., & Lamonaca, E. (2022). Standards and regulatory cooperation in regional trade agreements: What the effects on trade? *Applied Economic Perspectives and Policy*, 44(4), 1682–1701. <https://doi.org/10.1002/aep.13276>
- Sgroi, F. (2022). The circular economy for resilience of the agricultural landscape and promotion of the sustainable agriculture and food systems. *Journal of Agriculture and Food Research*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100307>
- Sharma, M., Joshi, S., & Govindan, K. (2023). Overcoming barriers to implement digital technologies to achieve sustainable production and consumption in the food sector: A circular economy perspective. *Sustainable Production and Consumption*, 39, 203–215. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.04.002>
- Shi, W., Healy, M. G., Ashekuzzaman, S. M., Daly, K., Leahy, J. J., & Fenton, O. (2021). Dairy processing sludge and co-products: A review of present and future

- re-use pathways in agriculture. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 314). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128035>
- Susatama, K. D. C., Ruíz, K. A. D., & Arévalo, L. B. (2017). Modelación y simulación basada en agentes como alternativa para el estudio de las organizaciones empresariales. *Ingeniería Solidaria*, *13*(22), 103–119. <https://doi.org/10.16925/in.v13i22.1838>
- Trivellas, P., Malindretos, G., & Reklitis, P. (2020). Implications of green logistics management on sustainable business and supply chain performance: evidence from a survey in the greek agri-food sector. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(24), 1–29. <https://doi.org/10.3390/su122410515>
- Tuapanta-Dacto, J. V., Duque-Vaca, M. A., & Mena-Reinoso, A. P. (2017). ALFA DE CRONBACH PARA VALIDAR UN CUESTIONARIO DE USO DE TIC EN DOCENTES UNIVERSITARIOS. *MktDescubre* .
- Vafadarnikjoo, A., Moktadir, Md. A., Paul, S. K., & Ali, S. M. (2023). A Novel Grey Multi-Objective Binary Linear Programming Model for Risk Assessment in Supply Chain Management. *Supply Chain Analytics*, 100012. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100012>
- Veiga, J., Cabo, D. E., De, E., Fuente Díez, L. A., & Zimmermann Verdejo, M. (2008). MODELOS DE ESTUDIOS EN INVESTIGACIÓN APLICADA: CONCEPTOS Y CRITERIOS PARA EL DISEÑO. In *Med Segur Trab* (Vol. 210).
- Velez-Estevez, A., Perez, I. J., García-Sánchez, P., Moral-Munoz, J. A., & Cobo, M. J. (2023). New trends in bibliometric APIs: A comparative analysis. *Information Processing and Management*, *60*(4). <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2023.103385>
- Wang, H. ling, Zhao, X. fei, Chen, H. jie, Yi, K., Xie, W. chau, & Xu, W. ya. (2023). Evaluation of toppling rock slopes using a composite cloud model with DEMATEL–CRITIC method. *Water Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2023.04.002>

- Zagonari, F. (2020). Environmental sustainability is not worth pursuing unless it is achieved for ethical reasons. *Palgrave Communications*, 6(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-020-0467-7>
- Zhang, A., Wang, J. X., Farooque, M., Wang, Y., & Choi, T. M. (2021). Multi-dimensional circular supply chain management: A comparative review of the state-of-the-art practices and research. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 155. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102509>
- Zheng, Q., Lyu, H. M., Zhou, A., & Shen, S. L. (2021). Risk assessment of geohazards along Cheng-Kun railway using fuzzy AHP incorporated into GIS. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12(1), 1508–1531. <https://doi.org/10.1080/19475705.2021.1933614>
- Zhou, M., Wei, P., & Deng, L. (2022). Research on the factorial effect of science and technology innovation (STI) policy mix using multifactor analysis of variance (ANOVA). *Journal of Innovation and Knowledge*, 7(4). <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100249>
- Żmija, K., Czekaj, M., & Żmija, D. (2019). THE ROLE OF SMALL FARMS IN LOCAL FOOD SYSTEMS. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, XXI(4), 600–611. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.5527>

ANEXOS

Anexo A: Análisis bibliométrico en software VOSviewer



The image shows a screenshot of the 'Create Map' dialog box in VOSviewer. The dialog has a title bar with 'Create Map' and a close button. Below the title bar is a header with a VOSviewer logo and the text 'Choose type of analysis and counting method'. The main area contains several sections of options:

- Type of analysis:** Radio buttons for 'Co-authorship' (selected), 'Citation', 'Bibliographic coupling', and 'Co-citation'.
- Unit of analysis:** Radio buttons for 'Authors', 'Organizations', and 'Countries' (selected).
- Counting method:** Radio buttons for 'Full counting' (selected) and 'Fractional counting'.
- VOSviewer thesaurus file (optional):** A dropdown menu with a search icon and a file selection button.
- Ignore documents co-authored by a large number of countries:** A checked checkbox.
- Maximum number of countries per document:** A spinner box set to '25'.



5. **¿Marque en qué porcentaje considera que las herramientas implementadas ante los riesgos de la cadena de suministro agroalimentaria han funcionado?**

- 0%-20% 21%-50% 51%-70% 71%-90%
- 91%-100%

6. **¿Cuánto es su producción (kg, toneladas)?**

- 40 000kg 80 000 100000kg 200000kg 300000kg
- 400000kg Otro valor _____

7. **¿La oferta actual de su producción satisface la demanda del mercado?, señale su respuesta?**

- Si No

8. **A continuación, indique, ¿cuál es el valor monetario de su proceso de producción?**

- \$7000-\$15000 \$1600-\$32000 \$33000 - \$50000
- \$51000 - \$60000 \$61000 - \$80000

Otro valor _____

9. **¿Marque con una X cuál es el porcentaje que se genera de desperdicio del producto?**

- 10%-20% 21%-30% 31%-40% 41%-50%
- 51%-60% 61%-70% 71%-80% 81%-90%
- 91%-100%

10. **¿Marque con una X cuál es el costo de transporte al momento de hacer el envío del producto?**

- \$180-540 541-\$900 \$ 901-\$1200 \$1201-\$1500

Otro valor _____

11. **¿Marque con una X cuál es el costo del combustible del transporte al momento de hacer el envío del producto?**

- \$120-200 \$201-\$281 \$282-\$362 \$363-\$450

Otro valor _____



12. **¿Los productores del mismo entorno mantienen alguna forma de comunicación entre sí, indique su respuesta?**

Si No

13. **¿Existe intercambio de información entre productores respecto al procesos de producción, marque con una X la respuesta?**

Si No

14. **¿Considera usted conveniente adoptar herramientas que disminuyan la contaminación ambiental, marque con una X la respuesta?**

Si No

15. **¿Utilizan herramientas tecnológicas en su proceso de producción, por ejemplo: drones, GPS, pronóstico de clima?, mencione cuáles.**

Si No

Anexo C: Formato para la validación del instrumento de recolección de datos por expertos.



Formato para validar instrumento de investigación

“DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO OPTIMIZADO PARA LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA - ECUADOR”

Resumen

Las cadenas de suministro agroalimentarias (Agri-Food Supply Chain, por sus siglas en inglés AFSC) incluye un cúmulo de actividades consecutivas que van desde la granja a la mesa, lo que comprende cultivar la tierra y producción de cultivos, de igual forma el procesamiento (transformación), análisis, empaque, almacenamiento, transporte, mercadeo y distribución de los productos.

Actualmente se está ejecutando una investigación para trabajo de titulación, con la finalidad de desarrollar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministro agroalimentaria, para ello es necesario la validación del instrumento base para la recolección de datos.

Formulario

Objetivo del instrumento de investigación:

Recolectar datos a través de un formulario para la obtención de información que permita el desarrollo de un modelado optimizado de la cadena de suministro agroalimentaria.

Gracias por aceptar ser parte del grupo de jueces que validarán el presente cuestionario.

En las respuestas de las escalas tipo Likert, por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las seis opciones que se presentan en los casilleros, siendo:

1 = muy en desacuerdo

2 = en desacuerdo

3 = en desacuerdo más que en acuerdo

4 = de acuerdo más que en desacuerdo

5 = de acuerdo

6 = muy de acuerdo

Pregunta N. °1

¿Cuántos años tiene de funcionamiento su empresa?

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N. °2

¿Marque con una X cuál es su principal actividad productiva?

Agricultura Ganadería Pesca

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º __:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N.º 3

¿Señale en que eslabón a lo largo de la cadena de suministro agroalimentaria consideran que existen riesgos de pérdidas de productos?

Productor Procesamiento/ Centro de distribución Cliente

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N.º 4

¿De las siguientes herramientas señale cuales han adoptado ante el riesgo que existe en la cadena de suministro agroalimentaria?

- Gestión de agricultura orgánica Rediseño y coordinación de operaciones
 Ciclo de vida del producto Responsabilidad social
 Colaboración entre los eslabones de la cadena de suministro agroalimentaria

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación): Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						
Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:						
Motivos por los que se considera no adecuada						
Motivos por los que se considera no pertinente						
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)						

Pregunta N. ° 5

¿Marque en qué porcentaje considera que las herramientas implementadas ante los riesgos de la cadena de suministro agroalimentaria han funcionado?

- 10%-20% 21%-30% 31%-40% 41%-50%
 51%-60% 61%-70% 71%-80% 81%-90%
 91%-100%

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						
Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:						
Motivos por los que se considera no adecuada						
Motivos por los que se considera no pertinente						
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)						

Pregunta N. ° 6

¿Cuánto es su producción (kg, toneladas)?

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación): Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N. ° 7

¿Cubren con toda la demanda, marque con una X su respuesta?

Sí

No

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N.º 8

¿Marque con una X cuánto es el costo de producción?

\$1000 - \$3999

\$4000 - \$7999

\$8000 - \$11999

\$12000 - \$15999

\$16000 - \$19999

\$20000 - \$23999

Otro valor _____

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						
Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:						
Motivos por los que se considera no adecuada						
Motivos por los que se considera no pertinente						
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)						

Pregunta N. ° 9

¿Marque con una X cuál es el porcentaje que se genera de desperdicio del producto?

- 10%-20% 21%-30% 31%-40% 41%-50%
 51%-60% 61%-70% 71%-80% 81%-90%
 91%-100%

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						
Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:						
Motivos por los que se considera no adecuada						
Motivos por los que se considera no pertinente						
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)						

Pregunta N. ° 10

¿Marque con una X cuál es el costo de transporte al momento de hacer el envío del producto?

- \$200 - \$4999
 \$500 - \$799
 \$800 - \$999
 \$1000 - \$1499
 \$1500 - \$1999
 \$ \$2000 - \$2500

Otro valor _____

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						
Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:						
Motivos por los que se considera no adecuada						
Motivos por los que se considera no pertinente						
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)						

Pregunta N.º 11

¿Marque con una X cuál es el costo del combustible del transporte al momento de hacer el envío del producto?

\$200 - \$4999 \$500 - \$799 \$800 - \$999 \$1000 - \$1499

Otro valor _____

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación): Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N. ° 12

¿Existe comunicación entre productores del mismo entorno, marque con una X la respuesta?

Sí

No

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación:						
Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación.						
• Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N. ° 13

¿Existe intercambio de información entre productores respecto al procesos de producción, marque con una X la respuesta?

Si

No

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación:						
Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N.º 3 de la investigación.						
• Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N.º 14

¿Considera usted conveniente adoptar herramientas que disminuyan la contaminación ambiental, marque con una X la respuesta?

Si

No

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N. ° 15

¿Hacen uso de tecnología, por ejemplo: drones, GPS, pronóstico de clima, entre otros? Marque con una X la respuesta.

Si

No

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar): La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación): Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación: Diseñar un modelo colaborativo optimizado para la cadena de suministros agroalimentaria en la provincia de Santa Elena-Ecuador.						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECIFICO N.º 3 de la investigación. • Plantear un modelo de colaboración basado en la optimización de agentes involucrados para la cadena de suministro agroalimentaria de la provincia de Santa Elena.						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta n.º ____:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Anexo D: Solicitud para realizar encuesta a PYMES del sector primario de la provincia de Santa Elena.

Santa Elena 23 de mayo de 2023

Estimado (a)
Jefe encargado de la logística y cadena de suministro
Presente. –

De mi consideración:

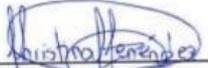
Yo, Menéndez Zaruma Christina Michelle, con cédula de ciudadanía N° 0924866049, me dirijo a usted para exponerle lo siguiente:

Actualmente he finalizado con las materias de la malla curricular de la Carrera de Ingeniería industrial en la Universidad Estatal Península de Santa Elena UPSE, por lo cual me encuentro desarrollando mi Proyecto de Integración Curricular, por tal razón con fines académicos solicito a usted considere la petición de responder a la encuesta con el tema: "DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO OPTIMIZADO PARA LA CADENA DE SUMINISTRO AGROALIMENTARIA EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA - ECUADOR", el cuestionario cuenta con preguntas orientadas para llevar a cabo el modelado computacional.

Es importante resaltar que la información que usted proporcione tendrá un tratamiento de carácter confidencial.

Agradezco la atención otorgada a la solicitud y su relevante colaboración.

Atentamente,


Christina Menéndez Zaruma
christina1632c@gmail.com
Cel:0924866049

Anexo E: Evidencia de la recolección de datos.





Anexo F: Tabulación de los datos en el software IBM SPSS Statistics 25.

Encuesta TI.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 16 de 16 variables

	ID	Funcionamiento	actividad	Establón	Herramientas	Funcionamientoherramientas	Producción	Satisfacción	Inversión	Desperdicio	Transporte	Combustible	Comunicación	Intercambio	Ambiente	Tecnología
1	1	1	3	1	3	5	7	1	4	1	1	1	1	1	1	1
2	2	30	3	1	2	4	5	1	4	1	1	1	1	1	1	1
3	3	38	3	1	2	3	5	1	4	1	1	1	1	1	1	1
4	4	20	2	1	3	4	5	1	2	1	1	1	1	1	1	1
5	5	13	2	3	2	3	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1
6	6	18	3	2	2	1	6	1	5	1	1	1	1	1	1	1
7	7	20	3	2	3	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	1
8	8	15	3	2	3	5	6	1	5	1	2	2	1	1	1	1
9	9	14	3	2	3	4	11	1	5	1	3	3	1	1	1	1
10	10	20	3	2	3	5	7	1	5	1	2	2	1	1	1	1
11	11	12	3	2	3	3	5	1	5	1	1	1	1	1	1	1
12	12	10	3	2	3	3	5	1	5	1	1	1	1	1	1	1
13	13	40	1	3	3	2	4	2	1	1	2	2	1	1	1	1
14	14	20	3	1	3	3	7	1	2	1	2	1	1	1	1	1
15	15	25	3	1	3	4	5	1	4	1	2	1	1	1	1	1
16	16	25	1	3	3	2	5	1	2	1	3	3	1	1	1	1
17	17	25	1	3	3	1	5	1	2	1	3	3	1	1	1	1
18	18	15	1	3	3	2	4	1	2	1	3	2	1	1	1	1
19	19	15	1	3	3	1	3	1	1	1	3	3	1	1	1	1
20	20	20	1	3	3	2	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1
21	21	20	1	3	3	3	8	1	1	1	4	4	1	1	1	1
22	22	20	1	3	3	2	5	1	1	1	2	1	1	1	1	1
23	23	20	1	3	3	3	4	1	1	1	4	4	1	1	1	1
24	24	20	3	2	2	5	9	1	5	1	2	2	1	1	1	1
25	25	25	3	1	2	4	10	1	5	1	3	3	1	1	1	1

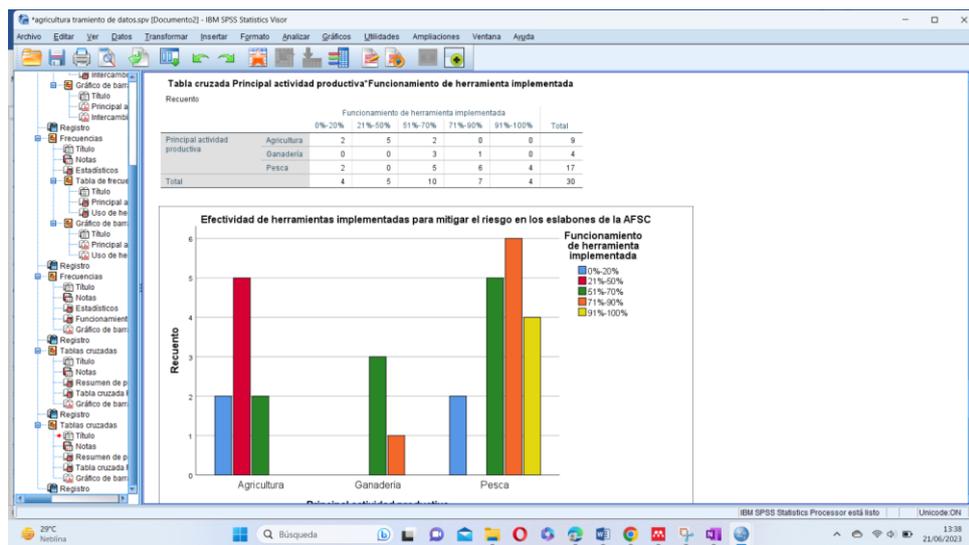
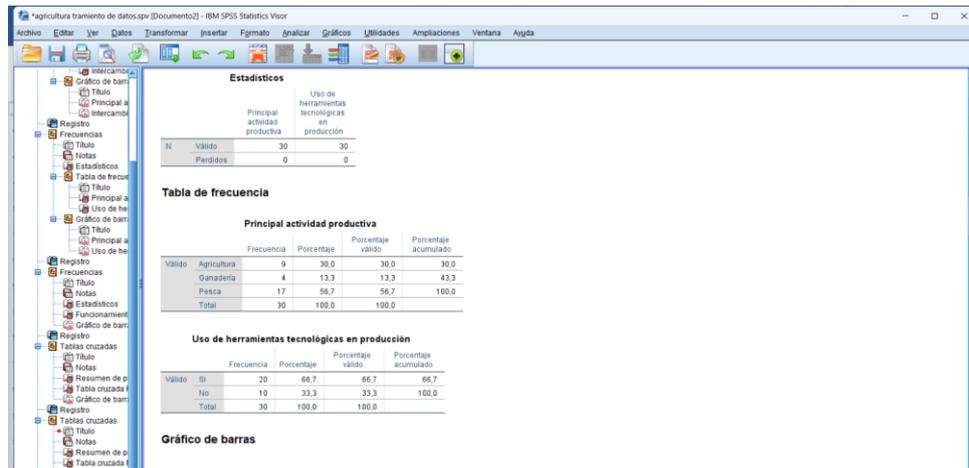
Vista de datos Vista de variables

Encuesta TI.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	ID	Númerico	8	0	Identificador de V	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
2	Funcionam...	Númerico	8	0	Tiempo de funci...	Ninguno	Ninguno	12	Derecha	Escala	Entrada
3	actividad	Númerico	8	0	Principal activid...	{1, Agricultu...	Ninguno	10	Derecha	Nominal	Entrada
4	Establón	Númerico	8	0	Establón con ne...	{1, Productu...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
5	Herramientas	Númerico	8	0	Herramienta pa...	{1, Gestión...	Ninguno	12	Derecha	Ordinal	Entrada
6	Funcionam...	Númerico	8	0	Funcionam...	{1, 0%-20%	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7	Producción	Númerico	8	0	Cantidad de pro...	{1, 80000kg...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
8	Satisfacción	Númerico	8	0	Satisfacción de...	{1, S0}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
9	Inversión	Númerico	8	0	Inversión en el...	{1, \$7000-\$...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	Desperdicio	Númerico	8	0	Procentaje de d...	{1, 10%-20%	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
11	Transporte	Númerico	8	0	Costo de trans...	{1, \$180-\$5...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
12	Combustible	Númerico	8	0	Costo de comb...	{1, \$120-\$2...	Ninguno	10	Derecha	Ordinal	Entrada
13	Comunicación	Númerico	8	0	Comunicación	{1, S0}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
14	Intercamb...	Númerico	8	0	Intercambio de...	{1, S0}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
15	Ambiente	Númerico	8	0	Conviene adopt...	{1, S0}...	Ninguno	10	Derecha	Nominal	Entrada
16	Tecnología	Númerico	8	0	Uso de herrami...	{1, S0}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											

Vista de datos Vista de variables



Anexo G: Tabla de valores F de la distribución de Fisher.

Tabla 5. VALORES F DE LA DISTRIBUCIÓN F DE FISHER

1 - α = 0.95

1 - α = P (F \leq f _{α ,v₁,v₂)}

$v_2 \backslash v_1$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	40	50	60	70	80	90	100	200	500	1000
1	248.307	248.579	248.823	249.052	249.260	249.453	249.631	249.798	249.951	250.096	251.144	251.774	252.196	252.498	252.723	252.898	253.043	253.676	254.062	254.186
2	19.448	19.450	19.452	19.454	19.456	19.457	19.459	19.460	19.461	19.463	19.471	19.476	19.479	19.481	19.483	19.485	19.488	19.491	19.494	19.495
3	8.654	8.648	8.643	8.638	8.634	8.630	8.626	8.623	8.620	8.617	8.594	8.581	8.572	8.566	8.561	8.557	8.554	8.540	8.532	8.529
4	5.795	5.787	5.781	5.774	5.769	5.763	5.759	5.754	5.750	5.746	5.717	5.699	5.688	5.679	5.673	5.668	5.664	5.646	5.635	5.632
5	4.549	4.541	4.534	4.527	4.521	4.515	4.510	4.505	4.500	4.496	4.464	4.444	4.431	4.422	4.415	4.409	4.405	4.385	4.373	4.369
6	3.865	3.856	3.849	3.841	3.835	3.829	3.823	3.818	3.813	3.808	3.774	3.754	3.740	3.730	3.722	3.716	3.712	3.690	3.678	3.673
7	3.435	3.426	3.418	3.410	3.404	3.397	3.391	3.386	3.381	3.376	3.340	3.319	3.304	3.294	3.286	3.280	3.275	3.252	3.239	3.234
8	3.140	3.131	3.123	3.115	3.108	3.102	3.095	3.090	3.084	3.079	3.043	3.020	3.005	2.994	2.986	2.980	2.975	2.951	2.937	2.932
9	2.926	2.917	2.908	2.900	2.893	2.886	2.880	2.874	2.869	2.864	2.826	2.803	2.787	2.776	2.768	2.761	2.756	2.731	2.717	2.712
10	2.764	2.754	2.745	2.737	2.730	2.723	2.716	2.710	2.705	2.700	2.661	2.637	2.621	2.609	2.601	2.594	2.588	2.563	2.548	2.543
11	2.636	2.626	2.617	2.609	2.601	2.594	2.588	2.582	2.576	2.570	2.531	2.507	2.490	2.478	2.469	2.462	2.457	2.431	2.415	2.410
12	2.533	2.523	2.514	2.505	2.498	2.491	2.484	2.478	2.472	2.466	2.426	2.401	2.384	2.372	2.363	2.356	2.350	2.323	2.307	2.302
13	2.448	2.438	2.429	2.420	2.412	2.405	2.398	2.392	2.386	2.380	2.339	2.314	2.297	2.284	2.275	2.267	2.261	2.234	2.218	2.212
14	2.377	2.367	2.357	2.349	2.341	2.333	2.326	2.320	2.314	2.308	2.266	2.241	2.223	2.210	2.201	2.193	2.187	2.159	2.142	2.136
15	2.316	2.306	2.297	2.288	2.280	2.272	2.265	2.259	2.253	2.247	2.204	2.178	2.160	2.147	2.137	2.130	2.123	2.095	2.078	2.072
16	2.264	2.254	2.244	2.235	2.227	2.220	2.212	2.206	2.200	2.194	2.151	2.124	2.106	2.093	2.083	2.075	2.068	2.039	2.022	2.016
17	2.219	2.208	2.199	2.190	2.181	2.174	2.167	2.160	2.154	2.148	2.104	2.077	2.058	2.045	2.035	2.027	2.020	1.991	1.973	1.967
18	2.179	2.168	2.159	2.150	2.141	2.134	2.126	2.119	2.113	2.107	2.063	2.035	2.017	2.003	1.993	1.985	1.978	1.948	1.929	1.923
19	2.144	2.133	2.123	2.114	2.106	2.098	2.090	2.084	2.077	2.071	2.026	1.999	1.980	1.966	1.955	1.947	1.940	1.910	1.891	1.884
20	2.112	2.102	2.092	2.082	2.074	2.066	2.059	2.052	2.045	2.039	1.994	1.966	1.946	1.932	1.922	1.913	1.907	1.875	1.856	1.850
21	2.084	2.073	2.063	2.054	2.045	2.037	2.030	2.023	2.016	2.010	1.965	1.936	1.916	1.902	1.891	1.883	1.876	1.845	1.825	1.818
22	2.059	2.048	2.038	2.028	2.020	2.012	2.004	1.997	1.990	1.984	1.938	1.909	1.889	1.875	1.864	1.856	1.849	1.817	1.797	1.790
23	2.036	2.025	2.014	2.005	1.996	1.988	1.981	1.973	1.967	1.961	1.914	1.885	1.865	1.850	1.839	1.830	1.823	1.791	1.771	1.764
24	2.015	2.003	1.993	1.984	1.975	1.967	1.959	1.952	1.945	1.939	1.892	1.863	1.842	1.828	1.816	1.808	1.800	1.768	1.747	1.740
25	1.995	1.984	1.974	1.964	1.955	1.947	1.939	1.932	1.926	1.919	1.872	1.842	1.822	1.807	1.796	1.787	1.779	1.746	1.725	1.718
26	1.978	1.966	1.956	1.946	1.938	1.929	1.921	1.914	1.907	1.901	1.853	1.823	1.803	1.788	1.776	1.767	1.760	1.726	1.705	1.698
27	1.961	1.950	1.940	1.930	1.921	1.913	1.905	1.898	1.891	1.884	1.836	1.806	1.785	1.770	1.758	1.749	1.742	1.708	1.686	1.679
28	1.946	1.935	1.924	1.915	1.906	1.897	1.889	1.882	1.875	1.869	1.820	1.790	1.769	1.754	1.742	1.733	1.725	1.691	1.669	1.662
29	1.932	1.921	1.910	1.901	1.891	1.883	1.875	1.868	1.861	1.854	1.806	1.775	1.754	1.738	1.726	1.717	1.710	1.675	1.653	1.645
30	1.919	1.908	1.897	1.887	1.878	1.870	1.862	1.854	1.847	1.841	1.792	1.761	1.740	1.724	1.712	1.703	1.695	1.660	1.637	1.630
40	1.826	1.814	1.803	1.793	1.783	1.775	1.766	1.759	1.751	1.744	1.693	1.660	1.637	1.621	1.608	1.597	1.589	1.551	1.526	1.517
50	1.771	1.759	1.748	1.737	1.727	1.718	1.710	1.702	1.694	1.687	1.634	1.599	1.576	1.558	1.544	1.534	1.525	1.484	1.457	1.448
60	1.735	1.722	1.711	1.700	1.690	1.681	1.672	1.664	1.656	1.649	1.594	1.559	1.534	1.516	1.502	1.491	1.481	1.438	1.409	1.399
70	1.709	1.696	1.685	1.674	1.664	1.654	1.646	1.637	1.629	1.622	1.566	1.530	1.505	1.486	1.471	1.459	1.450	1.404	1.374	1.364
80	1.689	1.677	1.665	1.654	1.644	1.634	1.626	1.617	1.609	1.602	1.545	1.508	1.482	1.463	1.448	1.436	1.426	1.379	1.347	1.336
90	1.675	1.662	1.650	1.639	1.629	1.619	1.610	1.601	1.593	1.586	1.528	1.491	1.465	1.445	1.429	1.417	1.407	1.358	1.326	1.314
100	1.663	1.650	1.638	1.627	1.616	1.607	1.598	1.589	1.581	1.573	1.515	1.477	1.450	1.430	1.415	1.402	1.392	1.342	1.308	1.296
200	1.609	1.596	1.583	1.572	1.561	1.551	1.542	1.533	1.524	1.516	1.455	1.415	1.386	1.364	1.346	1.332	1.321	1.263	1.221	1.205
500	1.577	1.563	1.551	1.539	1.528	1.518	1.508	1.499	1.490	1.482	1.419	1.376	1.345	1.322	1.303	1.288	1.275	1.210	1.159	1.138
1000	1.566	1.553	1.540	1.528	1.517	1.507	1.497	1.488	1.479	1.471	1.406	1.363	1.332	1.308	1.289	1.273	1.260	1.190	1.134	1.110