



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

**TEMA:**

**“PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO  
PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL  
SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD,  
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTORA:**

**BAZÁN JOSÉ SHEIDY JUDITH**

**TUTOR:**

**ING. JAQUE PUCA DARWIN GUSTAVO MSc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO  
PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL  
SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD,  
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTORA:**

**BAZÁN JOSÉ SHEIDY JUDITH**

**TUTOR:**

**ING. JAQUE PUCA DARWIN GUSTAVO MSc.**

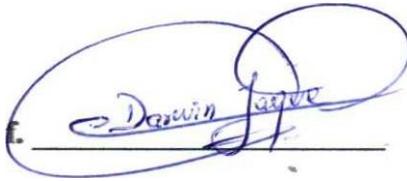
**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

# CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Bazán José Sheidy Judith**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Industrial**.

## TUTOR



**Ing. Jaque Puca Darwin Gustavo, MSc.**

## DIRECTORA DE LA CARRERA

f. 

**Ing. Moreno Alcívar Lucrecia Cristina, PhD**

La Libertad, a los 26 días del mes de Noviembre del año 2024

# **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Ing.

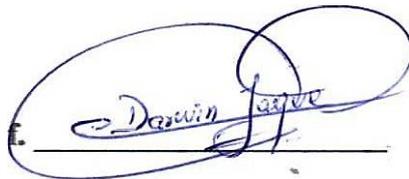
Jaque Puca Darwin Gustavo MSc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena.

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “**PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA**”, elaborado por el Srta. **BAZÁN JOSÉ SHEIDY JUDITH**, 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 haber estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

**TUTOR**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Darwin Jaque', is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a large loop above the name.

**Ing. Jaque Puca Darwin Gustavo, MSc.**

La Libertad, a los 26 días del mes de Noviembre del año 2024

# DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Bazán José Sheidy Judith**

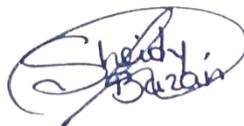
**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, “**PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA**”, previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. 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 26 días del mes de Noviembre del año 2024**

**LA AUTORA**



f. \_\_\_\_\_

**Bazán José Sheidy Judith**

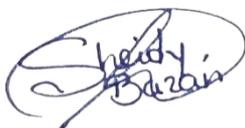
# AUTORIZACIÓN

Yo, **Bazán José Sheidy Judith**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA**”, cuyo contenido, criterios e ideas son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**La Libertad, a los 26 días del mes de Noviembre del año 2024**

**LA AUTORA**

A handwritten signature in blue ink, reading "Sheidy Bazán", enclosed within a blue oval scribble.

f. \_\_\_\_\_

**Bazán José Sheidy Judith**

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación de la “**PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA**” elaborado por la Srta. **BAZÁN JOSÉ SHEIDY JUDITH**, egresada de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 4% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,



**Ing. Jaque Puca Darwin Gustavo, MSc.**

**C.C.: 1803738580**

# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

## CERTIFICO

Que, he revisado el trabajo de Integración Curricular de título: **“PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, elaborado por la estudiante de la Carrera de Ingeniería industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena: **SHEIDY JUDITH BAZÁN JOSÉ**, previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial.

Que, he realizado las observaciones pertinentes en los ámbitos de la gramática, ortografía y puntuación del documento, mismas que han sido acogidas proactivamente por los mencionados estudiantes, corroborando así, que han sido introducidos los ajustes correspondientes en el trabajo en mención.

Por lo expuesto, autorizo a la peticionaria, hacer uso de este certificado como a bien convengan.

Atentamente,



Lcda. Lupe Llangari Morocho  
Magister en DISEÑO Y EVALUACION DE MODELOS EDUCATIVOS  
C.C. 0913153979  
Registro SENESCYT No. 1050-12-86029483  
Teléfono 0985667292

La Libertad, a los 18 días del mes de noviembre del 2024

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por brindarme la fortaleza y sabiduría necesarias para superar cada obstáculo a lo largo de mi vida académica porque sin Él nada de eso hubiera sido posible.

A mis padres Manuel y Gloria quienes han sido mi motor y un pilar fundamental a lo largo de este camino, en particular, agradezco a mi mami quien ha sido un ejemplo de fuerza y perseverancia, gracias por estar conmigo en todo momento.

A mis hermanos Alex y Richard, por cada palabra de aliento, por el amor que me brindan cada día, el apoyo incondicional y por ser mi mayor fuente de motivación, a mi cuñada por ser mi amiga durante todo este tiempo y siempre brindarme palabras alentadoras para no rendirme

A mis amados sobrinos Leonel, Krystel, Derlys, Kenny y Yesly quienes me han dado su amor y han llenado mi vida de risas, ustedes son un pilar muy fundamental en mi vida.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi pareja por su inquebrantable fe en mí y su apoyo incondicional en los momentos más difíciles.

Agradezco a quienes se convirtieron en mis amigos, gracias por cada risa, cada lágrima, en fin, por cada momento compartido dentro y fuera de las aulas de clases, sin ustedes nada de esto hubiese sido igual.

Finalmente quiero agradecer a los distinguidos profesores quienes dejan valiosas enseñanzas en mí. A mi tutor Ing. Darwin Jaque quien con sus conocimientos y apoyo fue una guía para el desarrollo de este trabajo y al Ing. Juan Carlos Muyulema, por su predisposición para la revisión y orientación del trabajo de titulación.

*Bazán José Sheidy Judith*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, quien me ha brindado la fortaleza, el conocimiento y la confianza para vencer cada desafío en este camino.

A mis padres Manuel Bazán y Gloria José, quienes, con su amor incondicional, sacrificios y enseñanzas, han sido mi guía y fortaleza en cada paso del camino. Todo lo que soy y lo que he alcanzado ha sido gracias a ustedes, este logro no es solo mío, también es de ustedes.

A todos aquellos que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo en este trayecto, familiares, amigos y seres queridos, gracias por creer en mí.

Finalmente, me dedico esto a mí misma, por no rendirme ante los obstáculos y los planes inesperados de la vida, porque nadie más que yo conozco todo lo que tuve que superar para llegar hasta aquí, cada esfuerzo y cada sacrificio realizado me hacen sentir orgullosa de ser quien soy y de merecer este logro.

***Bazán José Sheidy Judith***

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.



**ING. LUCRECIA CRISTINA MORENO ALCÍVAR, PhD.**

DIRECTORA DE CARRERA

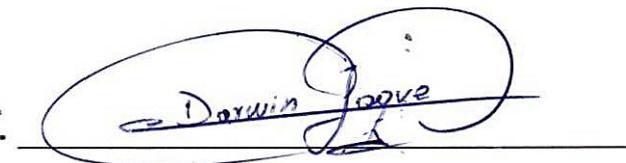
f.



**ING. GERARDO ANTONIO HERRERA BRUNETT, PhD.**

DOCENTE ESPECIALISTA

f.



**ING. DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA, MSc**

DOCENTE TUTOR

f.



**ING. JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA, MEng.**

DOCENTE GUÍA DE LA UIC

# ÍNDICE GENERAL

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>iii</b>
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>v</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>vi</b>
<b>CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO</b> .....	<b>vii</b>
<b>CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA</b> .....	<b>viii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>ix</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>x</b>
<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ÍNDICES DE ANEXOS</b> .....	<b>xviii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURA Y TABLA DE SÍMBOLOS</b> .....	<b>xix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xx</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>22</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>28</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>28</b>
1.1    Antecedentes investigativos.....	28
1.2    Estado del arte.....	31
1.2.1    Red bibliométrica entre países con mayor influencia relacionado con el Modelo Colaborativo.....	35
1.2.2    Países con el mayor número de citas.....	36
1.2.3    Red bibliométrica entre organizaciones educativas. ....	37
1.3    Discusión del Capítulo I .....	50
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>52</b>

<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>52</b>
2.1 Enfoque de investigación.....	52
2.2 Diseño de la investigación .....	54
2.3 Procedimiento metodológico .....	54
2.4 Población y muestra.....	57
2.4.1 Población .....	57
2.4.2 Muestra estratificada.....	58
2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
2.5.1 Métodos de recolección de los datos .....	60
2.5.2 Técnicas de recolección de los datos .....	61
2.5.3 Instrumentos de recolección de datos .....	62
2.6 Variables de estudio.....	62
2.7 Procedimiento para la recolección de los datos. ....	63
2.8 Plan de análisis e interpretación de los datos.....	64
2.9 Discusión del Capítulo II .....	66
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>67</b>
<b>MARCO DE RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>67</b>
3.1 Marco de resultados .....	67
3.1.1 Validación del instrumento.....	67
3.1.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación.....	91
3.1.3.1 Definición de hipótesis. ....	91
3.1.3.2 Comprobación de hipótesis mediante análisis de varianza ANOVA. ....	92
3.2 Propuesta de mejora.....	102
3.2.1 Tema de la propuesta .....	102
3.2.2 Introducción de la propuesta.....	102
3.2.3 Metodología.....	104

3.2.4	Descripción del modelado basado en agentes.....	105
3.2.5	Intención .....	106
3.2.6	Simplificación.....	106
3.2.7	Sistema real.....	106
3.2.8	Modelo Conceptual.....	108
3.2.9	Modelo analítico .....	109
3.2.10	Modelo matemático. ....	112
3.2.11	Validación del modelo computacional .....	116
3.2.12	Análisis de escenarios .....	121
3.2.13	Presupuesto .....	129
3.3	Discusión de los resultados.....	131
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>134</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>135</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>136</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>149</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Preguntas de investigación.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 2. Diseño del protocolo de búsqueda. ....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 3. Países con el mayor número de citasiones.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4. Matriz Referencial.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 5. Matriz de ponderación (AHP).....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 6. Empresas del sector agroalimentario del Cantón La Libertad.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 7. Tipo de empresa del sector agroalimentario del Cantón La Libertad.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 8. ESTATIFICACIÓN por conveniencia. ....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 9. Etapas para el tratamiento de los datos.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 10. Plan de análisis e interpretación de los datos.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 11. Validación por expertos del cuestionario.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 12. Criterios para el cálculo del Alfa de Cronbach. ....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 13. Confiabilidad del Alfa de Cronbach.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 14. Valor Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 15. Prueba de KMO y Bartlett.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 16. Validez externa del instrumento. ....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 17. Resumen de los resultados.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 18. Indicadores del ANOVA. ....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 19. Cálculo del estadístico de Fisher. ....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 20. Resultados de la correlación de Pearson.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 21. Tabla de simbología. ....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 22. Tabla de simbología. ....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 23. Agentes dentro del sistema. ....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 24. Parámetros del modelo conceptual.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 25. Simbología de la modelación. ....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 26. Análisis de sensibilidad aplicando la teoría de juegos. ....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 27. Comparación de indicadores ..... </i>	<i>128</i>
<i>Tabla 28. Presupuesto del proyecto. ....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 29. Inversión.....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 30. Flujo de caja.....</i>	<i>130</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Flujograma de la problemática investigativa.</i>	25
<i>Figura 2. Línea Metodológica.</i>	31
<i>Figura 3. Red Bibliométrica entre países con mayor influencia relacionado con el Modelo Colaborativo.</i>	35
<i>Figura 4. Red bibliométrica entre organizaciones educativas.</i>	37
<i>Figura 5. Técnicas cuantitativas individuales.</i>	38
<i>Figura 6. Técnicas cuantitativas combinadas.</i>	38
<i>Figura 7. Soluciones de las técnicas cuantitativas combinadas.</i>	39
<i>Figura 8. Técnicas cualitativas individuales.</i>	40
<i>Figura 9. Soluciones de las técnicas cualitativas individuales.</i>	40
<i>Figura 10. Protocolo para la evaluación del índice de sostenibilidad en el sector agroalimentario del cantón La Libertad.</i>	46
<i>Figura 11. Protocolo de investigación.</i>	53
<i>Figura 12. Diseño del proceso metodológico.</i>	55
<i>Figura 13. Plan para la recolección de datos.</i>	60
<i>Figura 14. Etapas para la validación del instrumento.</i>	61
<i>Figura 15. Actividades industriales en el cantón La Libertad.</i>	74
<i>Figura 16. Canales de distribución actuales.</i>	74
<i>Figura 17. Sistema productivo.</i>	75
<i>Figura 18. Procesos productivos.</i>	76
<i>Figura 19. Toneladas diarias de producción.</i>	77
<i>Figura 20. Toneladas de desperdicios generados.</i>	78
<i>Figura 21. Sostenibilidad empresarial.</i>	79
<i>Figura 22. Compromiso con el medio ambiente.</i>	79
<i>Figura 23. Contribución de un modelo colaborativo.</i>	80
<i>Figura 24. Gestión de desperdicios.</i>	81
<i>Figura 25. Utilización de los residuos generados.</i>	82
<i>Figura 26. Importancia de los sistemas circulares.</i>	83
<i>Figura 27. Implementación de nuevas herramientas.</i>	83
<i>Figura 28. Recursos de las generaciones futuras.</i>	84
<i>Figura 29. Colaboración entre empresas para alcanzar la sostenibilidad.</i>	85

<b>Figura 30.</b> <i>Cumplimiento de los ODS.</i> .....	86
<b>Figura 31.</b> <i>Representación simplificada del proceso del modelado.</i> .....	104
<b>Figura 32.</b> <i>Flujo de la simulación.</i> .....	105
<b>Figura 33.</b> <i>Sistema actual.</i> .....	107
<b>Figura 34.</b> <i>Modelo conceptual</i> .....	108
<b>Figura 35.</b> <i>Modelo analítico.</i> .....	109
<b>Figura 36.</b> <i>Validación del modelo computacional.</i> .....	116
<b>Figura 37.</b> <i>Parámetros de los agentes.</i> .....	118
<b>Figura 38.</b> <i>Compilación de los agentes.</i> .....	119
<b>Figura 39.</b> <i>Simulación de los escenarios.</i> .....	120
<b>Figura 40.</b> <i>Beneficio individual.</i> .....	122
<b>Figura 41.</b> <i>Índice de sostenibilidad sin cooperación.</i> .....	123
<b>Figura 42.</b> <i>Escenario actual.</i> .....	124
<b>Figura 43.</b> <i>Escenario propuesto a un año.</i> .....	125
<b>Figura 44.</b> <i>Escenario propuesto en 10 años.</i> .....	126
<b>Figura 45.</b> <i>Escenario propuesto en 30 años.</i> .....	127
<b>Figura 46.</b> <i>Comparación del índice de sostenibilidad (actual – propuesto).</i> .....	128

## ÍNDICES DE ANEXOS

<i>Anexo A. Software Vosviewer para bibliometría .....</i>	<i>149</i>
<i>Anexo B. Técnica e instrumento para recolección de datos .....</i>	<i>150</i>
<i>Anexo C. Solicitud dirigida para la recolección de datos .....</i>	<i>154</i>
<i>Anexo D. Formato para validación del instrumento.....</i>	<i>155</i>
<i>Anexo E. Evidencia de validación del instrumento por experto .....</i>	<i>157</i>
<i>Anexo F. Evidencias de recolección de información .....</i>	<i>159</i>
<i>Anexo G. Tabla de valores F de la distribución de Fisher. ....</i>	<i>167</i>
<i>Anexo H. Resultados del cuestionario .....</i>	<i>168</i>

## **LISTA DE ABREVIATURA Y TABLA DE SÍMBOLOS**

**ACV:** Análisis del Ciclo de Vida

**AHP:** Proceso Jerárquico Analítico

**ANOVA:** Análisis de Varianza.

**EC:** Economía Circular

**FLS:** FlexSim

**KMO:** Kaiser-Meyer-Olkin

**MBA:** Modelado Basado En Agentes

**MCDM:** Método de toma de decisiones multicriterio

**ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible

**PYMES:** Pequeñas y medianas empresas

**RSL:** Revisión Sistemática de la Literatura

**SCVS:** Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

**SPPS:** Statistical Package for the Social Sciences.

**SRI:** Servicio de Rentas Internas

**VD:** Variable Dependiente

**VI:** Variable Independiente

**VSM:** Value Stream Mapping

**$\alpha$ :** Alfa de Cronbach

**Sig:** Significancia

“PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**Autor:** Bazán José Sheidy Judith

**Tutor:** Ing. Jaque Puca Darwin Gustavo MSc.

## **RESUMEN**

Los sistemas agroalimentarios a nivel mundial representan un desempeño fundamental en la economía, dado que generan un valor dentro de cada organización mediante la producción de bienes. Los sistemas actuales que se llevan dentro del sector presentan una baja compatibilidad ambiental debido a que su enfoque está en la sobreexplotación de los recursos naturales, sin tener en consideración las repercusiones negativas para la biodiversidad. Este modelo de negocio genera grandes problemáticas, como el cambio climático y la degradación del suelo, poniendo en peligro la sostenibilidad de las futuras generaciones. Ante lo expuesto, se ha propuesto una mejora dentro de los sistemas agroalimentarios del sector mediante un modelo de negocio colaborativo en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, a través del estudio del análisis bibliométrico se destaca la relevancia de la investigación, mediante la toma de decisiones de multicriterio (MCSM) y el proceso de jerarquía analítica (AHP), se identificaron las herramientas adecuadas para el desarrollo del modelo colaborativo, la metodología fue de tipo descriptivo-correlacional. Se aplicaron encuestas con un Alfa de Cronbach de 0.926, indicando la fiabilidad de los criterios establecidos. Además, con la información recopilada se planteó el estudio de cuatro escenarios utilizando un enfoque de MBA, que facilitó el análisis de interacciones entre los agentes implicados, los escenarios que se estudiaron fueron: escenario actual, propuesto a un año, propuesto a 10 años y propuesto a 30 años, dando como resultado que el mejor escenario para alcanzar un índice de sostenibilidad óptimo en el sector agroalimentario es el escenario propuesto para 30 años, la inversión necesaria para implementar este modelo en los sectores agroalimentarios del cantón La Libertad asciende a \$10.626,09 dólares estadounidenses, con una recuperación proyectada en un plazo inferior a los cinco años.

**Palabras claves:** *Modelo colaborativo, sector agroalimentario, sostenibilidad, sinergia.*

"PROPOSAL OF A SYNERGISTIC COLLABORATIVE MODEL FOR THE EVALUATION OF SUSTAINABILITY IN THE AGRI-FOOD SECTOR, IN THE CANTON OF LA LIBERTAD, PROVINCE OF SANTA ELENA".

**Author:** Bazán José Sheidy Judith

**Tutor:** ING. Jaque Puca Darwin Gustavo MSc.

## **ABSTRACT**

Agri-food systems worldwide represent a fundamental performance in the economy, since they generate value within each organization through the production of goods. The current systems that are carried within the sector, have a low environmental compatibility because its focus is on the overexploitation of natural resources, without taking into consideration the negative impact on biodiversity. This business model generates major problems, such as climate change and soil degradation, endangering the sustainability of future generations. In view of the above, an improvement in the agri-food systems of the sector has been proposed through the design of a collaborative business model in the canton of La Libertad, province of Santa Elena, through the study of the bibliometric analysis the relevance of the research is highlighted, through the multicriteria decision making (MCSM) and the analytical hierarchy process (AHP), the appropriate tools for the development of the collaborative model were identified. The methodology was descriptive-correlational. Surveys were applied with a Cronbach's Alpha of 0.926 indicating the reliability of the criteria established. In addition, with the information collected the study of four scenarios was proposed using a modeling approach based on agents, which facilitated the analysis of interactions between the agents involved, the scenarios that were studied were: current scenario, proposed for one year, proposed for 10 years and proposed for 30 years, resulting in the best scenario to achieve an optimal sustainability index in the agri-food sector is the scenario proposed for 30 years, the investment needed to implement this model in the agri-food sectors of the canton La Libertad amounts to \$10. 626.09 US dollars, with a projected payback in less than five years.

**Key words:** *Collaborative model, Agri-food sector, Sustainability, Synerg*

## INTRODUCCIÓN

La industria agroalimentaria a nivel global está sujeta a cambios, y con el rápido aumento de la población, que fue de 3300 millones de personas en 1965 a 7790 millones en 2020, se produce una práctica ineficiente que conlleva a la sobreexplotación de recursos y aumento del consumismo (De Melo et al., 2022). En particular, se han tomado medidas como “los ODS” con el fin de preservar los recursos naturales y mantener una producción sostenible. Los desafíos de sostenibilidad que enfrenta la industria agroalimentaria son cada vez más complejos; debido a esto, surge la necesidad de crear vínculos entre industrias con el fin de contribuir a lograr un consumo y producción responsables (Shaikh et al., 2024). Bajo este contexto, Marvuglia et al., (2022); Ribeiro - Bortoleto, (2024) presentan el modelado basado en agentes (MBA) como una herramienta tecnológica que permite simular diferentes escenarios bajo distinta complejidad, con la finalidad de tener una idea clara y una proyección visual de los efectos de las interacciones entre los agentes, convirtiéndose así en una herramienta viable para la toma de decisiones, mientras que el ciclo de vida ambiental (ACV) permite la evaluación de la sostenibilidad ambiental de los sistemas. La implementación de instrumentos tecnológicos y la transición de procesos lineales a circulares es una necesidad recurrente para mitigar el impacto ambiental, mejorar la producción y realizar una nueva gestión de los residuos generados en los procesos productivos (Acosta et al., 2024).

En Iberoamérica la implementación de un modelo sostenible es crucial para aumentar la ventaja competitiva de las empresas; sin embargo, aún hay desafíos que deben abordarse. En países como México, aproximadamente el 37% de los alimentos producidos para el consumo humano es desperdiciado, lo que genera un foco de atención y crea la necesidad de estudiar y evaluar el sistema agroalimentario creando subproductos derivados de los desperdicios generados por la industria con el fin de promover la economía circular y a su vez reducir el impacto ambiental (Hluszko et al., 2024; Quintero et al., 2023). En su estudio proponen un modelo colaborativo entre empresas agroalimentarias en el cual puedan trabajar de manera asociada y obtener beneficios mutuos en términos de sostenibilidad. Este modelo es desarrollado con la ayuda de herramientas tecnológicas de modelado y simulación que contribuyen a las iniciativas de la EC, ya que bajo este sistema se puede realizar el diseño de un modelo que cumpla con las especificaciones requeridas, de tal manera que, se evalúe el escenario con resultados óptimos y eficientes, y dentro del marco de la economía circular se puedan evidenciar los

índices de sostenibilidad de la propuesta. En este sentido, la innovación de sistemas y tecnologías en el sector agroalimentario se considera esencial para el desempeño de las empresas y alcanzar los ODS (Ancín et al., 2022; Bada et al., 2017; Hariyani et al., 2024).

En Ecuador, la búsqueda hacia una economía circular presenta varios desafíos; entre los más destacados están i) el control conductual percibido de los actores, es decir, las creencias y actitudes de las personas frente a los cambios, ii) la actitud y presión social; además, cabe recalcar que la industria ecuatoriana se desarrolla bajo sus propios principios y recursos, mientras que para un emprendedor resulta favorable crear dependencias con el fin de participar en una economía circular (Acosta et al., 2024). Este estudio propone un marco de EC basado en cuatro factores: i) principios, ii) partes interesadas, iii) impulsores y iv) estrategias, acompañado de técnicas de recolección de datos como encuestas, lo que permite identificar el déficit de la información sobre EC, además de evaluar y analizar la implementación de estrategias de EC en las empresas (Sucozhañay et al., 2022). Para Ecuador, un país en vías de desarrollo de acuerdo con Sánchez et al., (2020), es necesario adoptar medidas en búsqueda de la sostenibilidad, y se propone la utilización de herramientas de modelado que permitan la interacción de varios agentes con el fin de tener una perspectiva de escenarios propuestos y los resultados permitan realizar una correcta toma de decisiones (Naranjo et al., 2023).

La zona 5, que en sus territorios comprende el cantón La Libertad, desarrolla su economía en tres actividades principales, las cuales son: agricultura, pesca y ganadería, produciendo así productos no solo para el consumo local sino también para exportación. Sin embargo, el desarrollo del sistema productivo presenta varios desafíos entre los que se destaca i) problemas de financiamiento, ii) carencia de infraestructura, iii) falta de asociatividad en PYMES y iv) prácticas agrícolas no adecuadas, lo que significa que el sistema es precario y realizan sus actividades sin medir el daño ambiental que ocasionan las prácticas ineficientes de producción y consumo, además, de que no promueven la cooperación entre empresas de tal manera que obtengan beneficios mutuos (Secretaría Nacional de Planificación, 2023).

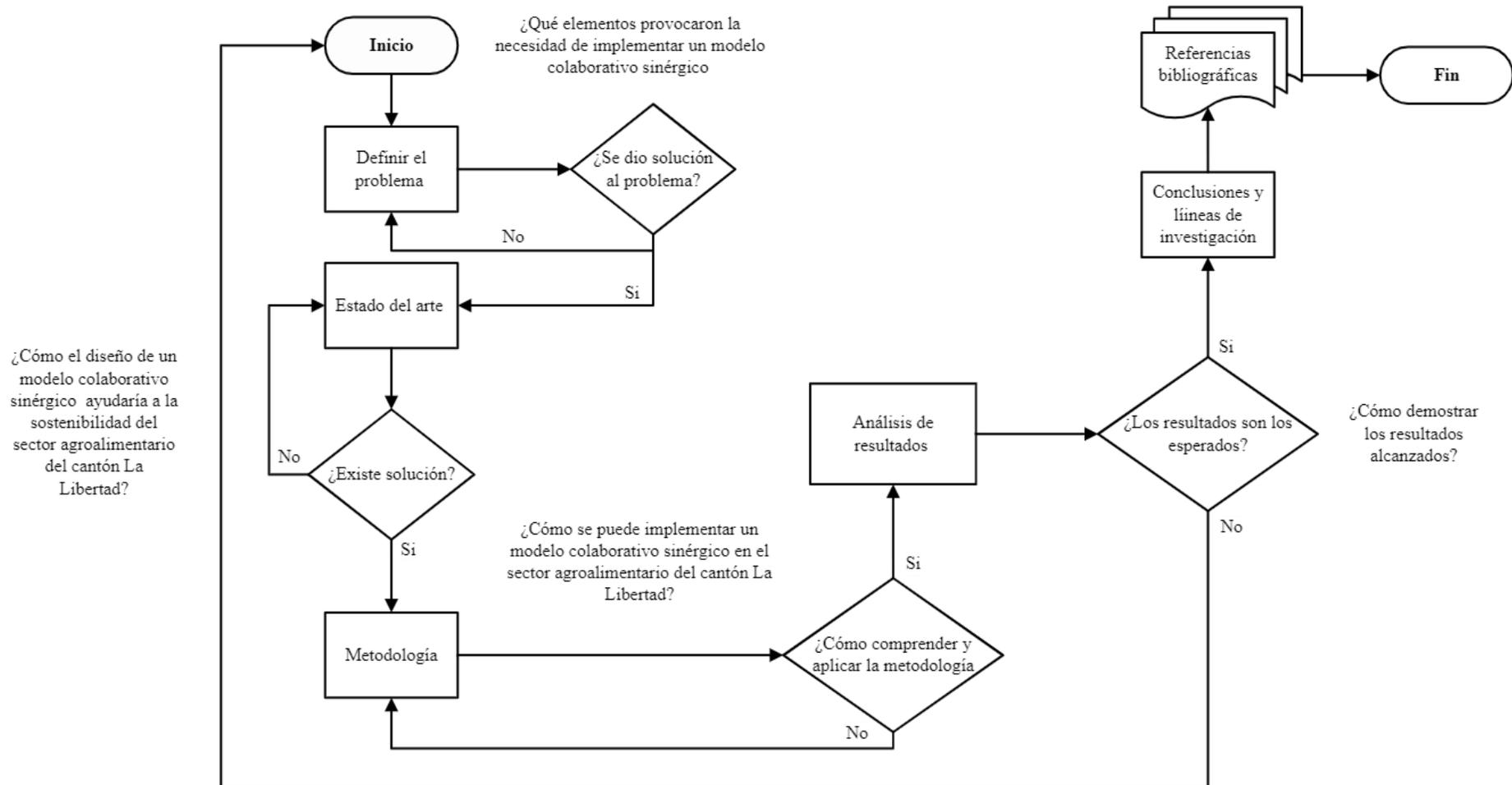
Es por ello que existe la necesidad de integrar y crear vínculos entre agentes o partes interesadas que trabajen por un beneficio común, tratando de mitigar las consecuencias generadas por las malas prácticas laborales, como la pérdida de productos y tiempo, lo que trae consigo impactos negativos al medio ambiente y, su vez, una

generación de desperdicio. Adoptar este nuevo sistema en el que se promueva la cooperación y un manejo eficiente de recursos es fundamental para impulsar el modelo de desarrollo sostenible.

El modelo colaborativo sinérgico para la evaluación de la sostenibilidad en el cantón La Libertad tiene como finalidad conformar la unión de diversas partes interesadas en el desarrollo de la evaluación continua de las prácticas agroalimentarias en búsqueda de la cooperación de los agentes involucrados en este sector. Bajo esta premisa se pretende realizar un modelado basado en agentes (ABM) en el que se lleven a cabo diversos entornos de simulación con la finalidad de evaluar cuál de los entornos resulta favorable para mejorar el sector en niveles ambientales y socioeconómicos. Se recomiendan asociaciones sinérgicas entre los distintos organismos implicados en la industria agroalimentaria para promover prácticas resilientes y sostenibles. El estudio incorpora el análisis de información para identificar áreas clave y de mejora con el fin de aplicar tácticas eficaces para mitigar los impactos ambientales.

El modelo se creó con la finalidad de fomentar las prácticas sostenibles que contribuyan a un desarrollo medioambiental, social y económico equilibrado. El diagrama de flujo de la Figura 1 expone las respuestas al problema del estudio.

**Figura 1.** Flujograma de la problemática investigativa.



*Nota:* Elaborado por la autora.

Ante lo expuesto anteriormente, el trabajo de titulación se basó en un modelo colaborativo sinérgico para evaluar la sostenibilidad en el sector agroalimentario del cantón La Libertad, como resultado de buscar la cooperación entre organismos competentes que permitan mitigar el impacto ambiental y generar beneficios cooperativos en un período de tiempo.

Según lo mencionado anteriormente se plantea el objetivo de investigación que permita abordar la problemática presentada. Con el propósito de alcanzar la propuesta deseada se establecen los siguientes hitos:

**Objetivo General:**

Proponer un modelo colaborativo para la evaluación de la sostenibilidad en el sector agroalimentario, Cantón La Libertad, Provincia de Santa Elena.

**Objetivos Específicos:**

- Revisar la bibliografía existente basándose en una RSL y AHP para el sustento de las variables
- Establecer un marco metodológico mediante técnicas y métodos de investigación, para el levantamiento de la información de los parámetros de un modelo colaborativo.
- Diseñar un modelo colaborativo basado en diferentes entornos de simulación para el establecimiento de entornos cooperativos para mantener la sostenibilidad del sector agroalimentario

La importancia de este trabajo de titulación se justifica en la necesidad de brindar un aporte en conocimientos a los interesados en el sector agroalimentario del cantón La Libertad, contribuyendo a cambiar los paradigmas del sistema productivo actual y promoviendo la sostenibilidad ambiental y socioeconómica, ya que este es uno de los objetivos primordiales para poder establecer sinergias entre el sector y las industrias. Debido a que es un tema poco abordado en el cantón, surge la importancia de este estudio.

El presente trabajo es de carácter innovador; beneficia a pequeñas y medianas empresas del sector agroalimentario que pretendan realizar una transición de sus sistemas lineales a uno circular en búsqueda de la sostenibilidad, ya que aporta conocimientos acerca del modelo colaborativo y su implementación trae consigo beneficios, tales como

mejoras en el proceso productivo, además de la utilización eficiente de recursos, lo que conlleva a disminuir los índices de generación de desperdicios, la vinculación con la comunidad, la cooperación empresarial y el impacto ambiental.

La viabilidad se fundamenta en el recurso metodológico llevado a cabo, partiendo de la situación inicial de la empresa, ya que es fundamental obtener datos verídicos para proceder a realizar el modelado; posteriormente, los resultados que muestre el modelo permitirán evaluar y seleccionar el mejor escenario, en el que se pueda establecer un beneficio cooperativo y los índices de sostenibilidad bajo el modelo cooperativo sean crecientes.

El estudio de investigación se estructura en tres capítulos de la siguiente forma:

**Capítulo I:** Abarca un análisis bibliométrico para la obtención de los antecedentes investigativos que permitan el sustento de la investigación; adicionalmente, se traza la ruta o protocolo de investigación y, posteriormente, se realiza el método AHP que permitirá identificar la herramienta para implementar el modelo colaborativo.

**Capítulo II:** Se estableció un marco metodológico para llevar a cabo el trabajo de investigación. En este se definieron los alcances, las técnicas y las herramientas a aplicar para el desarrollo de la investigación. Se orienta en la recolección de datos, que permitirá determinar de manera correcta la población y muestra de estudio, garantizando así el flujo adecuado de datos y el posterior análisis de estos.

**Capítulo III:** Los resultados obtenidos en la etapa de recopilación y análisis de datos se registran, de la misma manera que los escenarios propuestos para llevar a cabo el modelado, cumpliendo adecuadamente con los objetivos de la investigación.

# CAPITULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes investigativos

A nivel global, se ha evidenciado un creciente interés por parte de las empresas para adaptar medidas sostenibles, de tal manera que la investigación contribuya a modificar los sistemas tradicionales y se desarrollen nuevos modelos enfocados en la economía circular (González et al., 2019). Por su parte, Haseli et al., (2024) afirman lo conveniente de generar cooperaciones con organizaciones, buscando así que ambas obtengan una ganancia y los resultados se vean reflejados en la integridad y responsabilidad social de las empresas.

En América Latina es notorio el desgaste ambiental que existe; por la mala práctica laboral y falta de control de los recursos, los efectos se ven reflejados en la contaminación ambiental, el agotamiento de recursos naturales y altos niveles de desperdicios; sin embargo, con los estudios realizados se están estableciendo nuevas políticas que contribuyen a que las empresas adopten medidas innovadoras y sostenibles (Ospina-Mateus et al., 2023a). En el contexto actual, donde la competencia entre las industrias es intensa, la resiliencia de nuevos modelos que promuevan y apliquen la producción de alimentos sostenibles se ha convertido en un factor crucial, se destaca la importancia de evaluar la sostenibilidad en el sector agroalimentario con el objetivo de crear productos alimenticios que sean sostenibles para el consumo, a través de una revisión sistemática de la literatura, que incluyó 128 artículos sobre la evaluación de la sostenibilidad, se demostró la necesidad de comprender cómo los procesos colaborativos y participativos influyen en el desarrollo sostenibles de los sistemas agroalimentarios (Orou et al., 2023).

Alcanzar la sostenibilidad en empresas industriales y comerciales se ha convertido en un reto importante, pero es relevante reconocer que la cooperación entre empresas es una solución idónea para proporcionar un equilibrio en el rendimiento de la sostenibilidad con las estrategias competitivas, por lo que es esencial examinar sistemas empresariales integrados en lugar de enfocarse en entidades individuales, con la finalidad de promover la cooperación en la economía circular (Kharrat et al., 2022; Rapp et al., 2023).

El estudio realizado indica que los resultados del modelo aplicado para la creación de un espacio colaborativo entre socios generan beneficios tanto económicos como ambientales; igualmente, se subraya la importancia de implementar la EC. A partir de un análisis exhaustivo, se concluye que el interés en el desempeño de la EC está en constante crecimiento, como lo reflejan las tendencias actuales; China se destaca como el país más productivo en este ámbito, representando el 20% de las publicaciones. Este liderazgo se manifiesta en las actividades colaborativas que China realiza con diversos países; es importante señalar que, en cuanto a la colaboración con países de Latinoamérica, esta se desarrolla en dos redes principales: Francia, Indonesia y Brasil, mientras que otra cooperación se establece entre China, Pakistán, Arabia Saudita y Ecuador (Aloui et al., 2021, Mora-Contreras et al., 2023).

En su estudio, buscan contribuir a la EC y promover el desarrollo sostenible en Ecuador a través de la utilización eficiente de los recursos; esto se logra considerando que, aunque la agroindustria es un sector clave para la economía ecuatoriana, también es responsable de un alto índice de contaminación; por lo tanto, el estudio se enfoca en cómo identificar soluciones que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos y en cómo fomentar un enfoque colaborativo en el sector, con la finalidad de que la agroindustria ecuatoriana avance hacia un modelo más sostenible y respetuoso con el medio ambiente (Orejuela-Escobar et al., 2021).

La EC es un modelo orientado hacia la sostenibilidad ambiental con el objetivo de mitigar el impacto ambiental, la eficacia de este modelo depende de las actividades y procesos logísticos implementados, con un enfoque central en las acciones de reducir – reciclar – reutilizar, alineándose a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), este modelo está diseñado para beneficiar a las empresas, la sociedad y la biodiversidad, destacando la necesidad de una intervención y colaboración conjunta entre todas las partes involucradas, el estudio de caso presentando se centra en desarrollar y proponer un modelo que facilite la transición de sistemas lineales hacia la EC, siendo conceptualizado, refinado y validado a lo largo de la investigación, lo que permitió su aplicación en el contexto industrial, confirmando su utilidad y eficacia (Krstić et al., 2022, Taddei et al., 2024).

Se realizó un estudio sobre la economía circular (EC) en las PYMES del sector agroalimentario en Reino Unido, en el cual se destacan los beneficios competitivos que este modelo ofrece, tales como la mitigación de las barreras de costos y riesgos y el impulso a la adopción de operaciones circulares. El estudio concluye que la implementación de la EC dentro de los modelos colaborativos genera oportunidades y beneficios ambientales y económicos, además de proporcionar una ventaja competitiva y resiliencia dentro de la cadena de suministros agroalimentarios (McDougall et al., 2022).

Wang et al., (2023), llevaron a cabo un estudio sobre el impacto ambiental y económico de las estrategias sinérgicas para el tratamiento de residuos orgánicos en parques eco industriales, basados en el principio de “cero residuos”, los resultados del estudio fueron favorables, mostrando una mejora en la reducción de los residuos de un 38,8% al 88,2% en los impactos ambientales gracias a la aplicación del modelo sinérgico, demostrando la eficacia de este sistema en el tratamiento de residuos orgánicos y en la disminución del impacto ambiental.

Un estudio realizado en la cuenca del río Amarillo, China, que utilizó simulaciones de escenarios y descomposición de procesos para evaluar el efecto sinérgico entre eficiencia productiva (EP) y eficiencia económica (EE), evidenció que la sinergia entre ambos factores es significativa, especialmente en escenarios múltiples simulados, los resultados confirman que este sistema puede integrarse para fomentar la cooperación y mejorar las condiciones ambientales, del mismo modo, un estudio abarcado en los sistemas agroalimentarios en Alemania, subraya la necesidad de adoptar nuevos enfoques para optimizar los sistemas ineficientes, enfocándose en mejorar la sostenibilidad alimentaria y promoviendo prácticas amigables con los ecosistemas (Bigliardi et al., 2024, Feng et al., 2024).

Los antecedentes de la investigación revelan la necesidad de estudiar el cambio de los modelos actuales, a modelos sinérgicos en el sector agroalimentario, con el fin de garantizar la sostenibilidad en sus dimensiones ambientales, económicas y sociales, bajo este contexto, el presente trabajo de integración curricular tiene como objetivo principal proponer un modelo colaborativo sinérgico que permita la evaluación de la sostenibilidad en el sector agroalimentario del cantón La Libertad, en la provincia de Santa Elena, con la finalidad de alcanzar una sostenibilidad productiva a largo plazo.

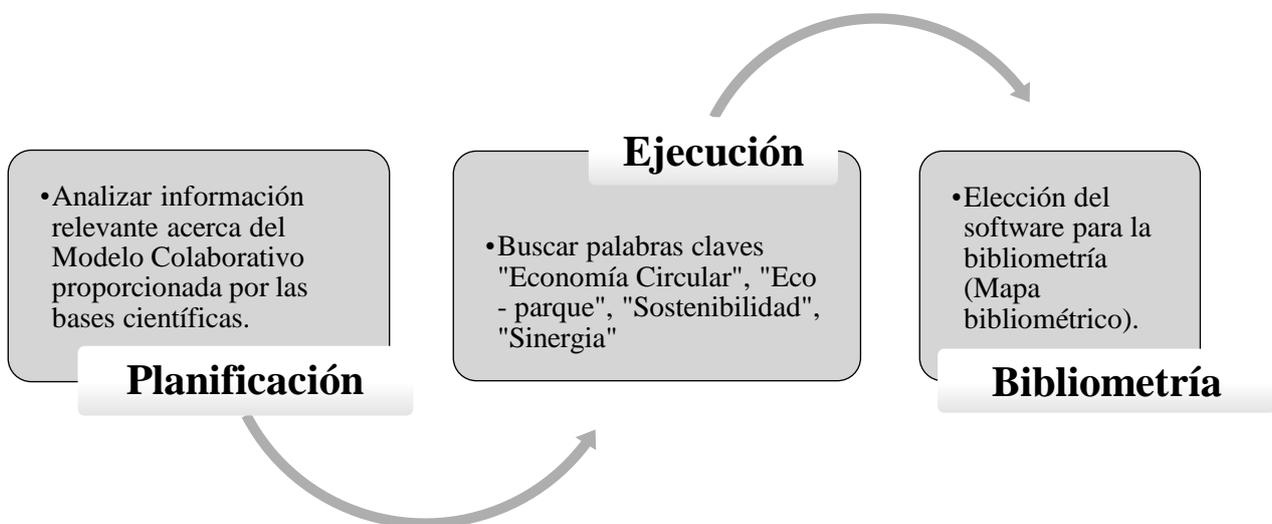
## 1.2 Estado del arte

Para desarrollar el trabajo de titulación, se utilizó un análisis bibliométrico basado en Ospina-Mateus et al., (2023b), este es un método estadístico y cuantitativo que permite evaluar la creciente evolución de las investigaciones científicas sobre un tema en específico, estableciendo sinergia entre países, revistas científicas, instituciones y autores.

MCDM, o mejor conocido como toma de decisiones con múltiples criterios, engloba una serie de métodos que posibilitan la incorporación estructurada de factores relevantes en la planificación, con el fin de categorizar un grupo limitado de opciones o componentes en función de las preferencias, a través de la evaluación de un modelo matemático que, suele estructurarse en forma de matriz de decisión (Jorge-García et al., 2023).

Según algunos especialistas, el método de jerarquía analítica (AHP) es una técnica fundamental para la toma de decisiones centralizada. En este método, las alternativas o elementos se evalúan, clasifican y jerarquizan en función de su valor o utilidad, basándose solo en los datos relativos entre ellos, comparando sus valores en pares (Gökler & Boran, 2023). A continuación, en la Figura 2, se describen las directrices metodológicas que deben seguirse.

*Figura 2. Línea Metodológica.*



*Nota: Elaborado por la autora basado en (Ospina – Mateus et al, 2023b)*

Se utilizaron normas de inclusión y exclusión para escoger los artículos más relevantes siguiendo varias fases: (I) Se analizó toda la información relevante sobre la variable “Modelo colaborativo” disponible en las bases científicas; (II) se realizaron búsquedas en diversos motores de exploración utilizando palabras clave como “Sinergia,” “Eco – parque,” “Economía Circular,” “Sostenibilidad”; (III) se empleó el software Vosviewer para llevar a cabo el análisis bibliométrico.

## **1) Planificación**

### **a) Revisión de los modelos colaborativos**

A nivel global, la economía lineal caracterizada por el modelo de “extraer – producir - desechar”, predomina en las industrias agroalimentarias, sin embargo, resulta esencial transitar hacia nuevos modelos colaborativos que se alineen a un enfoque circular, el cual busca una comprensión integral de los sistemas y su interacción con el entorno a lo largo de todo el ciclo de vida de los procesos, dichos sistemas no solo aportan beneficios económicos, sino también ambientales y sociales, fundamentándose en la cooperación entre industrias, estas redes sinérgicas han permitido reducir 635 000 toneladas de CO<sub>2</sub> y ahorrar 87 000 toneladas de materias primas anualmente (Arce et al., 2023).

A medida que la población mundial sigue creciendo, la demanda de alimentos ha aumentado significativamente, y en varias regiones ya se enfrentan a graves problemas relacionados con una nutrición adecuada y saludable. En este contexto, los sistemas agroalimentarios enfrentan múltiples desafíos, como la creciente competencia por las tierras cultivables, la escasez de agua y los efectos del cambio climático, que ponen en duda las capacidades de producción actuales y futuras. Asimismo, el sector es uno de los principales contribuyentes al cambio climático y otros impactos. Desde el punto de vista ambiental, frente a estos desafíos, los modelos colaborativos ofrecen un enfoque prometedor para garantizar una producción eficiente con utilización de recursos y, al mismo tiempo, garantizar un suministro continuo de alimentos saludables de calidad constante (Buchholz et al., 2023).

### **b) Planteamiento de las preguntas de investigación**

A partir de las aportaciones de González Chávez et al., (2019) y Haseli et al., (2024), se establecieron tres preguntas de investigación clave como base para la

formulación de los objetivos de esta revisión de la literatura, se optó por centrarse en el marco conceptual, lo que facilitó una definición precisa de los propósitos de la investigación, además, estas preguntas fundamentales guiaron la búsqueda de información relevante sobre los modelos colaborativos en un contexto operativo, permitiendo así definir dos enfoques principales para la estructuración tanto de los objetivos como de las preguntas de investigación en coherencia con las necesidades de la investigación y los propósitos establecidos por los autores citados.

Las preguntas de investigación alineadas con los respectivos objetivos se enumeran en la Tabla 1.

- **OB1:** Realizar una revisión a fondo de la bibliografía pertinente, centrándose en las variables de interés.
- **OB2:** Identificar y evaluar los artículos elegidos según los criterios de inclusión y exclusión establecidos anteriormente.
- **OB3:** Compilar herramientas, técnicas y métodos de investigación pertinentes para el tema de la investigación.

*Tabla 1. Preguntas de investigación.*

N°	Preguntas de investigación	OB
<b>P1</b>	¿Cuál es la producción por países?	
	Exponer una visión general de la literatura entre 2019 – 2023.	<b>OB1</b>
<b>P2</b>	¿Cuál es la calidad de los artículos científicos elegidos por instituciones educativas?	
	Determinar la Calidad de los artículos seleccionados.	<b>OB2</b>
<b>P3</b>	¿Cuáles son las herramientas o métodos para el modelo colaborativo industrial?	
	Recopilar herramientas, procesos y métodos relacionados con el tema de estudio.	<b>OB3</b>

*Nota: Elaborado por la autora.*

La Tabla 1, expone las preguntas de investigación alineadas a los objetivos que se cumplieron, en este caso la P1 y P2 cumplen con los OB1 y OB2, y están relacionadas a la producción por países y la calidad de artículos científicos elegidos por instituciones educativas, mientras que la P3 tiene relación con el OB3 sentando las bases para la tabulación de la información que se presenta en la (Tabla 4).

### c) Protocolo de búsqueda

Para llevar a cabo una búsqueda específica relacionada con el tema del trabajo de titulación, se aplican varios filtros los cuales se detallan en la Tabla 2. Entre los criterios de inclusión y exclusión se toman en cuenta la utilización de palabras claves que direccionan la búsqueda, año de publicación, idioma y las restricciones económicas.

*Tabla 2. Diseño del protocolo de búsqueda.*

<b>Criterios de Inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Buscar palabras claves "Economía Circular", "Eco - parque", "Sostenibilidad", "Sinergia"	Artículos en idiomas inglés y español
Publicaciones realizadas en 2019 – 2023.	Áreas de investigación: ingeniería y desarrollo sostenible.
Artículos de libre acceso.	Artículos sin restricción económica.

*Nota: Elaborado por la autora.*

Primero, se restringió la búsqueda a estudios relevantes de los últimos cuatros años; luego, se seleccionaron artículos que contuvieran las palabras clave en sus títulos y resúmenes; además, se priorizaron artículos de acceso libre (sin ninguna restricción económica); y, finalmente, se eligieron aquellos pertenecientes a la categoría de ingeniería.

## 2) Ejecución

Los datos relacionados con la investigación se exportaron a la base de datos científica Dimensions; utilizando el software Vosviewer, se aplicaron paquetes y herramientas de visualización avanzadas para crear gráficos descriptivos y representaciones visuales de los datos para facilitar la interpretación de los resultados del análisis bibliométrico. Estas visualizaciones son cruciales para analizar y mostrar las

tendencias y patrones en los datos, ofreciendo una visión detallada del panorama investigativo subyacente.

### 3) Bibliometría

En esta sección, se tratarán las preguntas de investigación planteadas en la fase inicial del estudio; posteriormente, se llevará un análisis detallado y una interpretación exhaustiva de los resultados asociados a cada una de las preguntas. Para la representación gráfica de la búsqueda se empleará el software Vosviewer.

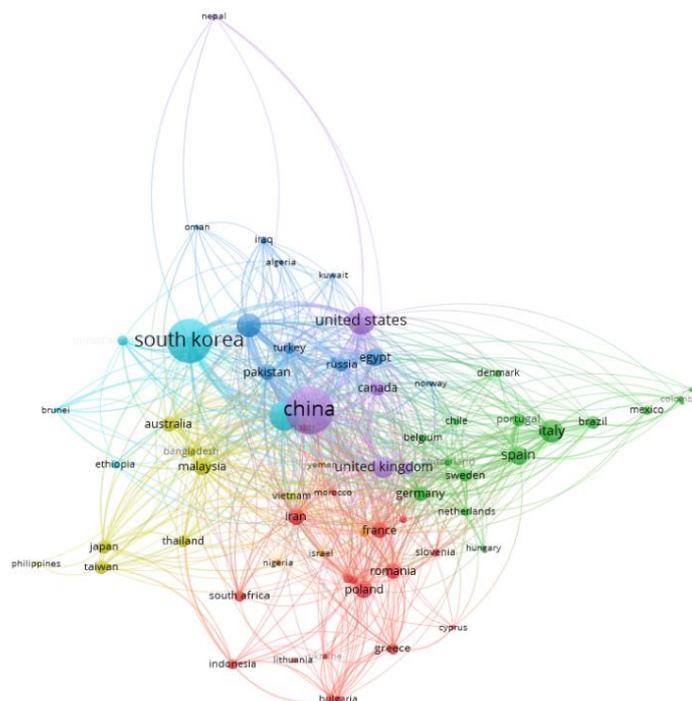
#### P1: ¿Cuál es la producción por países?

##### 1.2.1 Red bibliométrica entre países que más influyen en el Modelo

##### Colaborativo

En la Figura 3, se observa la red bibliométrica que destaca a los países que han realizado las mayores contribuciones en la investigación sobre modelos colaborativos, citando a las 10 naciones más influyentes en este campo entre 2019 y 2023. Los países europeos y asiáticos son los que han aportado más a la difusión científica.

*Figura 3. Red Bibliométrica entre países que más influyen en el Modelo Colaborativo.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

La información se agrupa de la siguiente manera: En el primer puesto tenemos a China con un total de 595 publicaciones, representada con el clúster de color morado; el segundo lugar es para India con un total de 234 publicaciones con el clúster de color celeste. Entre los países de Europa, los más influyentes son Italia y España con un total de 138 y 90 publicaciones, y ambas están representadas por un clúster de color verde. El tamaño del clúster representa el nivel de relación con los demás países.

### 1.2.2 Países con el mayor número de citaciones

En este sentido, en la Tabla 3, se presentan los países que han contribuido en el área de investigación de los modelos colaborativos en búsqueda de mejorar la sostenibilidad y conocer las cooperaciones entre las industrias. La información está dividida en países, número de documentos, citaciones y la fuerza de enlace.

*Tabla 3. Países con el mayor número de citaciones.*

Número	Países	Documentos	Citaciones	Fuerza de enlace
1	China	595	12858	342
2	India	234	7477	305
3	EE. UU.	196	6366	248
4	Francia	63	1185	93
5	Malasia	81	3295	148
6	Alemania	60	1881	92
7	España	90	2259	70
8	Italia	138	3517	77
9	Egipto	82	2687	116
10	Japón	50	949	45

*Nota: Elaborado por la autora.*

La red bibliométrica revela que China ocupa el primer lugar con 12.858 citaciones, seguida por India con 7.477. Entre los países europeos, Francia y Alemania lideran con 93 y 92 citaciones, respectivamente; en cuanto a los países americanos, Estados Unidos es el más citado, con un total de 248 citaciones. Del mismo modo, se puede observar que

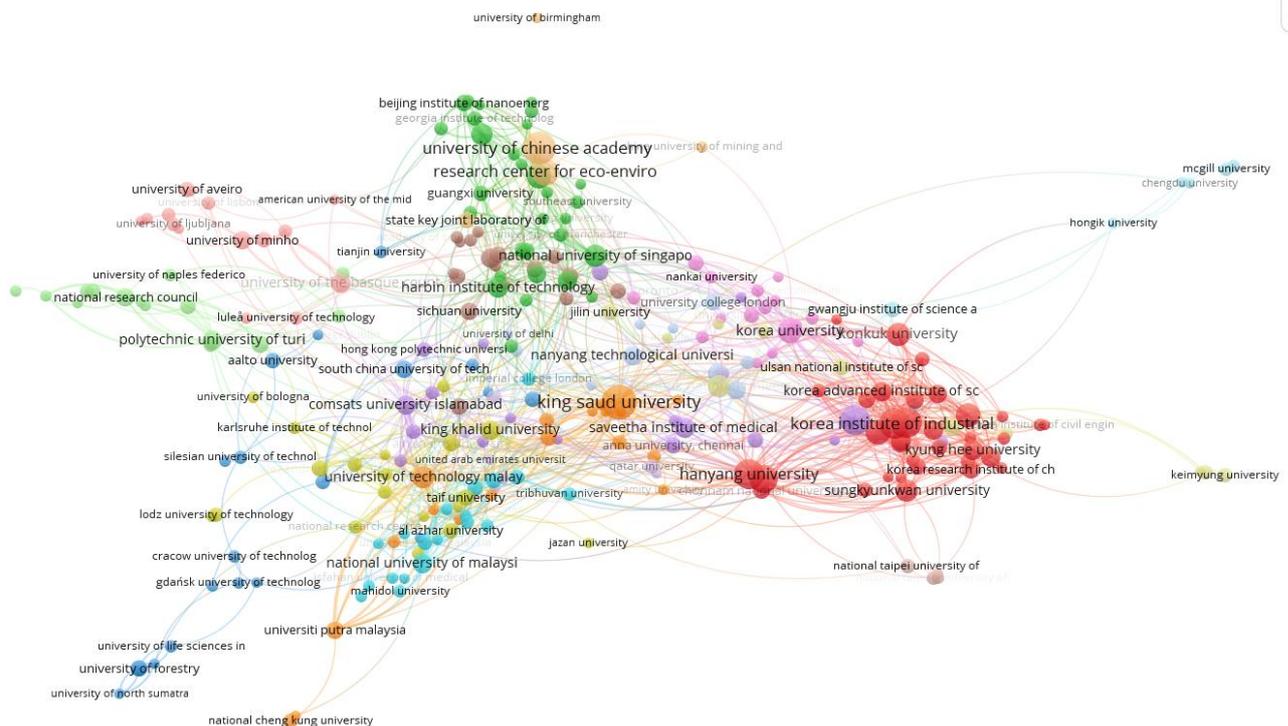
los países que representan una fuerza de enlace mayor son China, India, Estados Unidos, Malasia y Egipto.

**P2: ¿Cuál es la calidad de los artículos científicos elegidos por instituciones educativas?**

### 1.2.3 Red bibliométrica entre organizaciones educativa.

La red bibliométrica de las organizaciones educativas que más han aportado en las publicaciones acerca de los modelados colaborativos se muestra en la Figura 4, y entre los resultados se obtuvo las tres más influyentes, que son: El Instituto Industrial de Corea, la Universidad de Arabia Saudita y la Universidad académica de China.

*Figura 4. Red bibliométrica entre organizaciones educativas.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

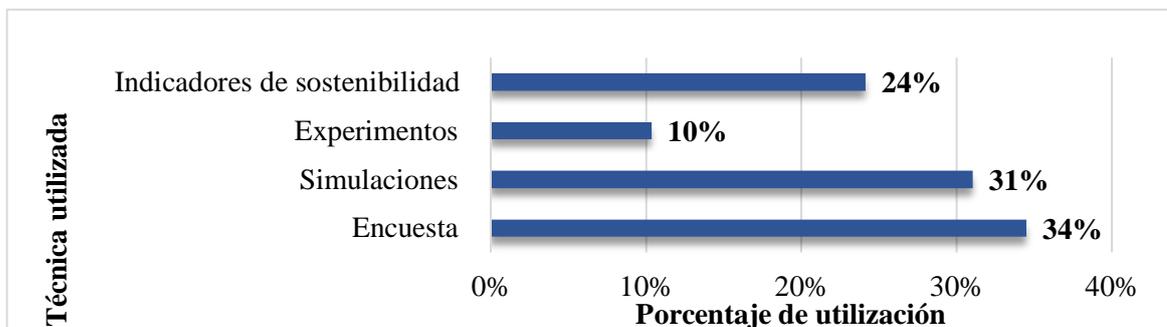
En primer lugar, se encuentra el Instituto Industrial de Corea, representado por el clúster de color rojo; en segundo lugar, la Universidad de Arabia Saudita, representada con el clúster de color naranja; y en tercer lugar, la Universidad académica de China, representada con el clúster de color crema, demostrando que las instituciones que más han aportado divulgación científica y se relacionan con las demás organizaciones pertenecen al continente asiático, tal y como se muestra en la Figura 4.

### **P3: ¿Cuáles son las herramientas o métodos para el modelo colaborativo industrial?**

#### **Paradigma de investigaciones cuantitativa**

Los estudios seleccionados demostraron que en el enfoque cuantitativo la mayor parte de las técnicas que los investigadores utilizaron fueron las encuestas, simulaciones, técnicas de indicadores de sostenibilidad y la experimentación, tal y como se detallan en la Figura 5.

*Figura 5. Técnicas cuantitativas individuales.*

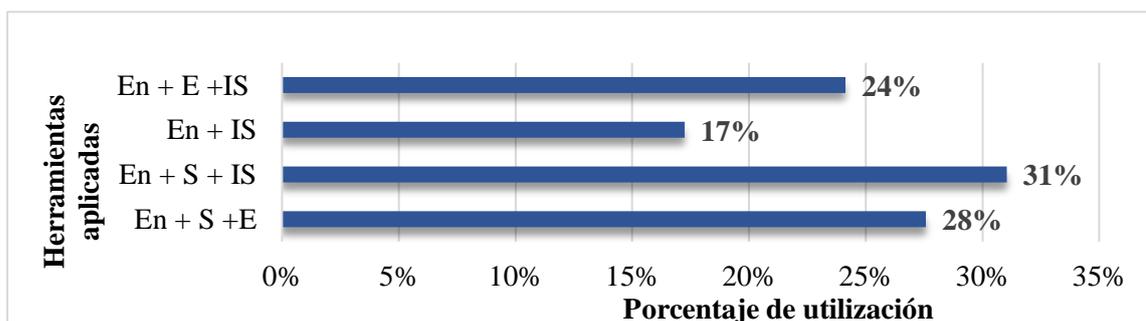


*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Figura 5, la información porcentual de los resultados se detalla de la siguiente manera: las encuestas representadas con un 34%, seguida por las simulaciones con un 31%, en tercer lugar, tenemos a la técnica de indicadores de sostenibilidad con un 24% y con un 10% los experimentos.

El análisis de las técnicas cuantitativas combinadas dio como resultado que, en los estudios seleccionados, la mayor parte utilizó la combinación entre la encuesta, simulaciones y el índice de sostenibilidad; la segunda técnica con mayor utilización fue la encuesta, las simulaciones y los experimentos, seguida de la encuesta, experimentos e índice de sostenibilidad y finalmente la encuesta y el índice de sostenibilidad, como se muestra en la Figura 6.

*Figura 6. Técnicas cuantitativas combinadas.*

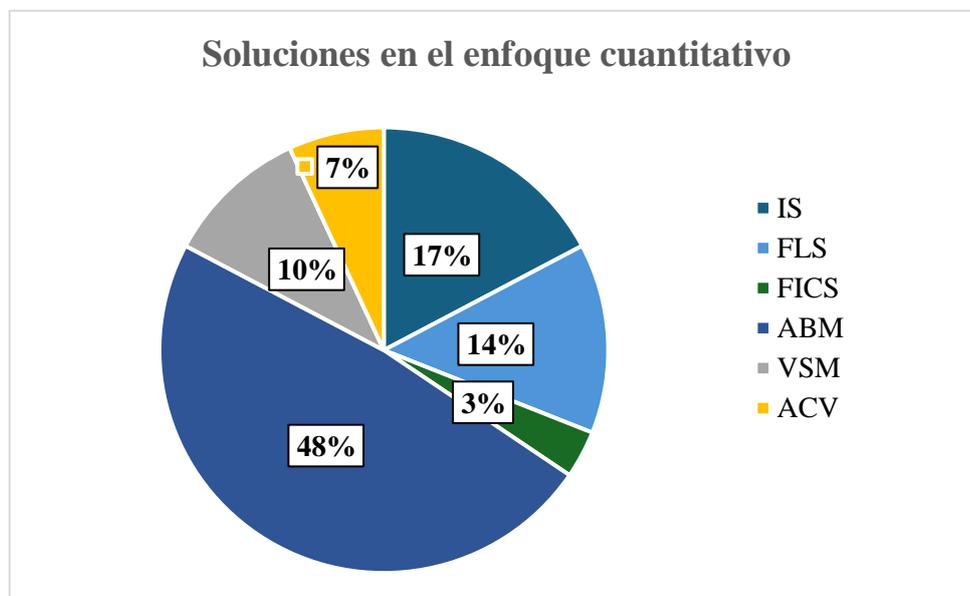


*Nota: Elaborado por la autora.*

Los resultados en porcentajes de utilización son los siguientes: la mayor parte utilizó la combinación entre la encuesta, simulaciones y el índice de sostenibilidad con un 31%; la segunda técnica con mayor utilización fue la encuesta, las simulaciones y los experimentos con un 28%; y con un 24% y 17% las técnicas de encuesta, experimentos e índice de sostenibilidad y lo que es la encuesta y el índice de sostenibilidad respectivamente.

Una vez realizado el análisis de las técnicas cuantitativas individuales y combinadas, se destacaron las principales soluciones, entre las cuales se encuentran la modelación basada en agentes (ABM), el índice de sostenibilidad, simulaciones en FlexSim y el mapeo del flujo del proceso (VSM), mostradas en la Figura 7.

**Figura 7.** Soluciones de las técnicas cuantitativas combinadas.



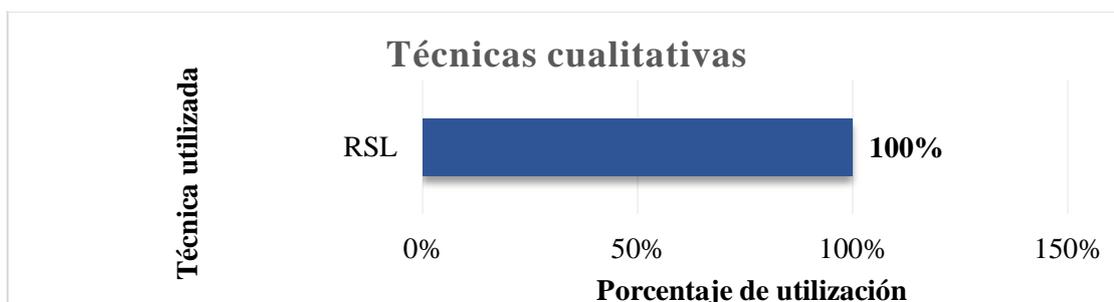
*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Figura 7 se destacan las principales soluciones para los estudios de índices de sostenibilidad, donde la mayoría de los estudios utilizan el Modelado Basado en Agentes (ABM) como principal herramienta para abordar las preguntas planteadas, un 48%, mientras que, por otro lado, un 17% utiliza la evaluación del índice de sostenibilidad. , el 14% utilizó la simulación FlexSim (FLS) como modelo de simulación para resolver problemas y el 10% utilizó diagramas de flujo de procesos (VSM) para mejorar el índice de sostenibilidad.

## Paradigma de investigaciones cualitativas

En la Figura 8, se presenta que en el enfoque cualitativo todos los artículos realizaron una revisión sistemática de la literatura (RSL), mismo que permite al autor buscar información relevante sobre las variables de estudios para sustentar la información presentada, representando el 100% de utilización de la técnica aplicada.

*Figura 8. Técnicas cualitativas individuales.*

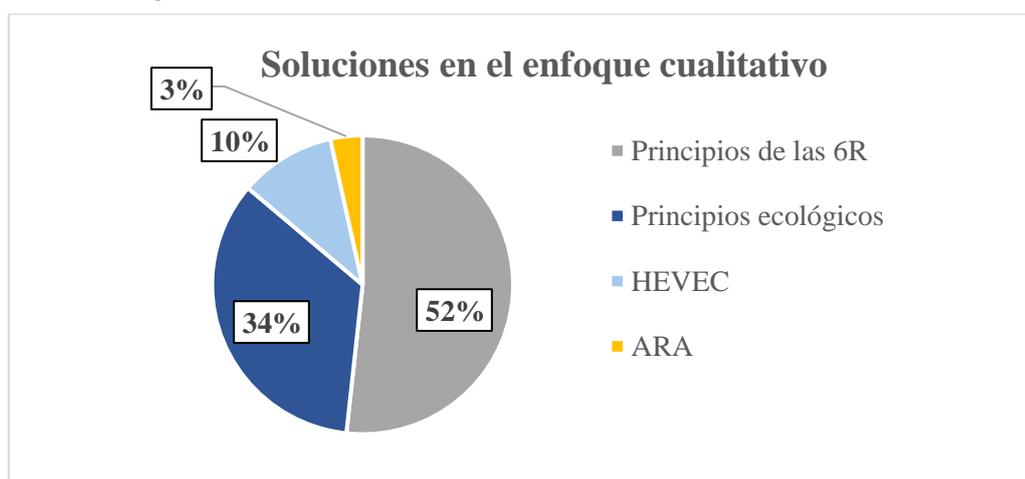


*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Figura 8, los resultados reflejan que el 100% de los artículos revisados realizaron una revisión sistemática de la literatura. Esto se debe a que la aplicación de este estudio sigue un proceso transparente y reproducible, que incluye criterios establecidos para la selección y análisis de información.

Los resultados del estudio de las técnicas individuales en el enfoque cualitativo se pueden observar en la Figura 9; las soluciones que se encuentran en este enfoque son las siguientes: principios ecológicos, los principios de las 6R y las herramientas empresariales con una visión sostenible y circular.

*Figura 9. Soluciones de las técnicas cualitativas individuales.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Figura 9, se evidencia que el 34% usaron los principios ecológicos para evaluar las consecuencias de los sistemas productivos lineales en los sectores agroalimentarios, el 52% utilizaron los principios de las 6R para poder medir el índice de sostenibilidad, mientras que las herramientas empresariales con una visión sostenible y circular solo fueron usadas en un 10%.

En la Tabla 4, se enumeran los artículos que nos sirvieron para identificar los tipos de estudios y las técnicas cuantitativas y cualitativas de manera individual y combinada, las mismas que nos permitieron identificar las herramientas y métodos para implementar un modelo colaborativo.

**Tabla 4. Matriz Referencial.**

<b>N°</b>	<b>Autor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Sinergia</b>
<b>A1</b>	(Anderson & Ye, 2019a)	Comportamiento de agentes dentro de un modelo computacional.	ABM.	Entornos de simulación entre agentes.
<b>A2</b>	(Khodabandelu & Park, 2021a)	Modelos de negocios circulares.	Enfoques de modelados.	Introducción de modelos circulares en empresa industriales.
<b>A3</b>	(Asante et al., 2022)	Estrategias para implementar una economía circular.	Principios de las 6 R.	Prácticas basadas en los principios 6 R en las industrias.
<b>A4</b>	(Bozdoğan et al., 2023)	Circuito cerrado en la cadena de suministro.	Flujos inmersos en la cadena de suministro.	Diseño de un modelo con fines de ciclo cerrado.
<b>A5</b>	(Enrique & Boyacá, 2019)	Cadena de suministro de ciclo cerrado.	ABM.	Colaboraciones industriales.

<b>A6</b>	(D'Amato et al., 2017)	Responsabilidad en aspectos sociales, ambientales con el fin de alcanzar la sostenibilidad.	Indicadores de sostenibilidad.	Cambio del modelo lineal a uno circular.
<b>A7</b>	(Oca, 2021)	Propuestas de estrategias económicas circulares.	Herramientas empresariales con una visión sostenible y circular.	Mejorar las industrias utilizando un enfoque circular.
<b>A8</b>	(Sifuentes - Díaz, 2022)	Simulación de entornos.	FlexSim.	Abstracción de los parámetros en un entorno circular.
<b>A9</b>	(Hernández Marquina et al., 2021a)	Evaluación de la mejorar de las industrias empleando Value Stream Mapping.	Value Stream Mapping.	Manufactura esbelta en un entorno circular.
<b>A10</b>	(Iglesias Piña, 2021)	Simbiosis industrial como herramienta hacia la EC.	Principios ecológicos.	Cooperaciones industriales un cambio del paradigma lineal.
<b>A11</b>	(Carlos et al., 2024)	Evaluar la transición del modelo lineal al circular.	Indicadores de sostenibilidad.	Medir el desempeño industrial en el entorno circular.
<b>A12</b>	(Karadurmuş & Bilgili, 2024)	Evaluar el impacto ambiental de las industrias cuando no existen cooperación.	Análisis del ciclo de vida (ACV).	Oportunidades de cooperaciones industriales.

<b>A13</b>	(Gatto et al., 2023)	Riesgos de no perdurar en el mercado por la capacidad de resiliencia.	Análisis de Resiliencia.	Oportunidad de ser resiliente en el mercado con ayuda de la EC.
<b>A14</b>	(Fouladvand et al., 2022a)	Seguridad ambiental.	ABM	Simulación de entornos económicos amigables.
<b>A15</b>	(Hernández Marquina et al., 2021b)	Mejorar la eficiencia de los procesos industriales.	Value Stream Mapping (VSM).	Implementar estrategias en la EC en procesos industriales.
<b>A16</b>	(Almeida-Guzmán & Andina Simón Bolívar Quito, 2020)	Evaluar el cambio de una economía lineal a una circular.	Principios ecológicos.	Cooperaciones industriales en el contexto de la EC.
<b>A17</b>	(Lange et al., 2021)	Evaluar el comportamiento de los agentes en un entorno de simulación.	ABM	Establecer cooperaciones industriales.
<b>A18</b>	(Batwara et al., 2023)	Evaluar el VSM como herramienta a la sostenibilidad.	VSM.	Cooperaciones industriales a través de los residuos.
<b>A19</b>	(Luscinski & Ivanov, 2020)	Aspectos generales en la simulación.	FlexSim	Estudiar los principios circulares en un entorno de simulación.

<b>A20</b>	(Pietrulla & Frankenberger, 2022)	Un marco MCC en los tipos de negocios.	Modelo comercial circular (MCC)	Gestión de un MCC en las industrias en búsqueda de la sostenibilidad.
<b>A21</b>	(Macedo et al., 2023)	Calcular la huella ecológica en procesos industriales.	Indicadores de Sostenibilidad.	Mejorar la huella ecológica mediante la cooperación industrial.
<b>A22</b>	(Araya, 2020)	Complejidad de los agentes en un entorno de simulación.	ABM	Cooperaciones de los agentes en entornos de simulaciones.
<b>A23</b>	(Bhatt et al., 2020)	Simulaciones industriales en un entorno circular.	ABM	Simulaciones industriales en entornos dinámicos.
<b>A24</b>	(Mölsä et al., 2022)	Evaluación de los impactos ambientales.	Principios ecológicos.	Mejorar procesos industriales y la huella ecológica mediante las cooperaciones industriales.
<b>A25</b>	(Ridaura, 2020)	Estudiar los ODS en entornos industriales e impulsar hacia la EC.	Objetivos de desarrollo sostenibles (ODS).	Impulsar los ODS a través de las cooperaciones industriales.
<b>A26</b>	(Haikal Sitepu et al., 2021)	Estudiar los modelos colaborativos mediante la simulación de agentes.	ABM	Entornos colaborativos industriales a través de

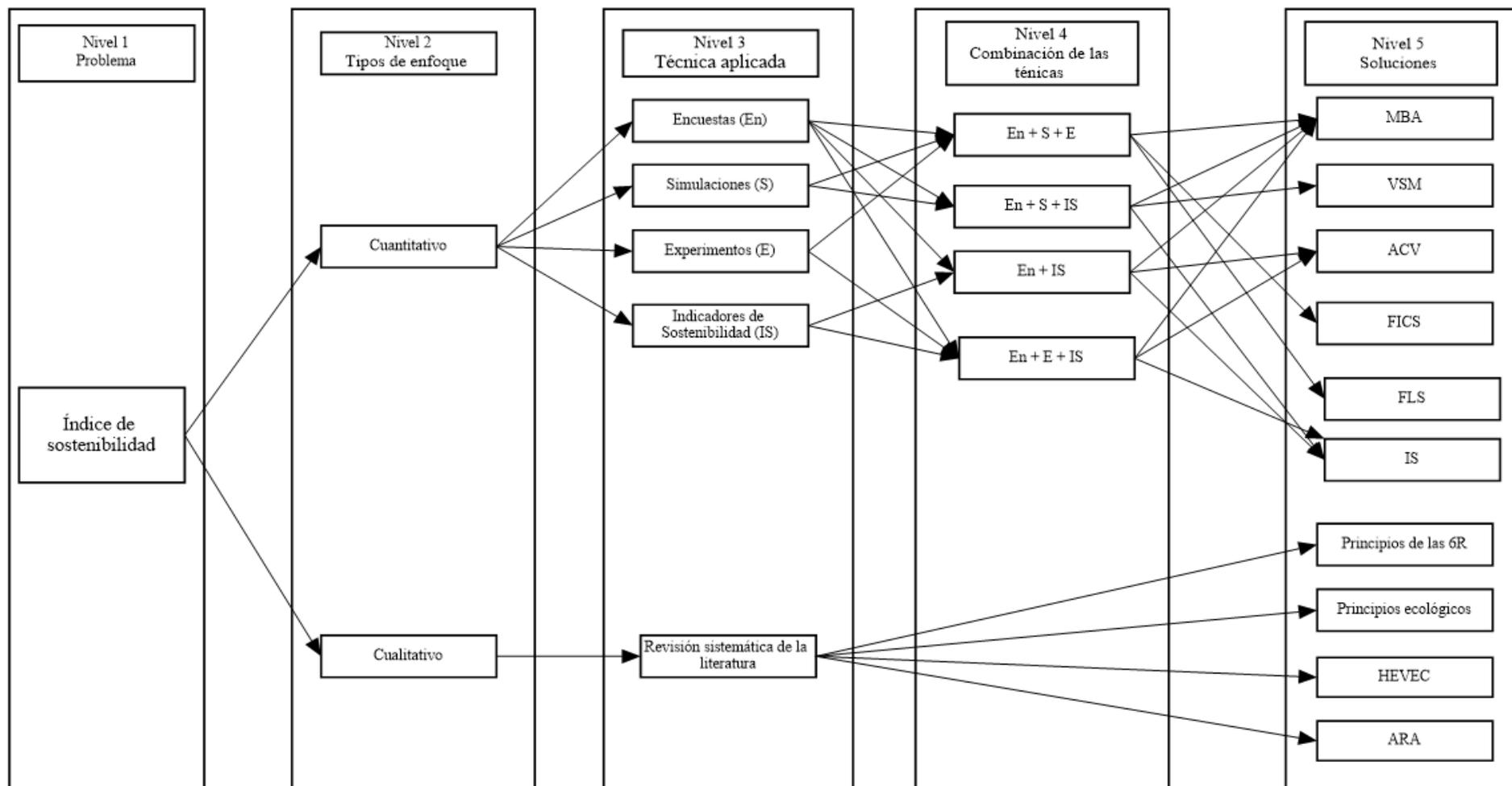
				herramientas tecnológicas.
<b>A27</b>	(Raimbault et al., 2020a)	Estudiar entornos de simulaciones computacionales.	ABM	Simulaciones en entornos industriales circulares.
<b>A28</b>	(Rizky Wicaksono et al., 2021)	Flujo verde en procesos industriales.	Principios de las 6R.	Mejorar la gestión de los residuos estableciendo cooperaciones industriales.
<b>A29</b>	(Amosha et al., 2021)	Mejorar la gestión de residuos e implementar estrategias de cooperación industriales.	Modelo Lean Tribe Canvas.	Mejorar la gestión de residuos a través de las cooperaciones en los procesos industriales.

*Nota: Elaborado por la autora.*

De los 29 artículos, las herramientas más utilizadas fueron el Modelado Basado en Agentes (ABM), el mapeo del flujo del proceso (VSM) y FlexSim. En artículos como el A5, A10, A16 y A17 se obtuvieron resultados de cooperaciones industriales basadas en la EC que representan un cambio en el paradigma lineal; a esto se le suma el uso de ABM para crear un entorno de simulación con el fin de constatar y validar el modelo.

Una vez identificadas las herramientas, se realizó el protocolo ilustrado en la Figura 10 para la evaluación del índice de sostenibilidad en el sector agroalimentario del cantón La Libertad, constituido por 5 niveles, en los cuales se presenta de manera detallada la información obtenida mediante la revisión de los 29 artículos seleccionados.

**Figura 10.** Protocolo para la evaluación del índice de sostenibilidad en el sector agroalimentario del cantón La Libertad.



*Nota: Elaborado por la autora.*

La realización de este estudio revela que la modelación basada en agentes (ABM) como resultado de la combinación de técnicas: encuestas, simulaciones y estudios del índice de sostenibilidad ofrece diversas perspectivas de los sistemas y la interrelación de los agentes, mientras que la revisión sistemática de la literatura es un estudio cualitativo caracterizado por la veracidad y calidad de la información obtenida a través de un conjunto de criterios establecidos, Figura 10.

### **Definición del protocolo**

Los sistemas alimentarios se enfrentan a retos múltiples, complejos y persistentes que contribuyen a la inseguridad alimentaria y al hambre generalizados, que afectan a miles de millones de personas en todo el mundo. A pesar de los avances tecnológicos y agrícolas, más de 2.000 millones de personas siguen sin tener acceso a alimentos adecuados y nutritivos, y el problema ha trascendido las fronteras geográficas y económicas, afectando tanto a los países categorizados como tercer mundo y a los desarrollados (Zhang et al., 2023).

Los estudios bajo el enfoque cuantitativo evidenciaron que la técnica predominante entre los investigadores fue la encuesta, utilizada en un 34%, seguida por las simulaciones, con el 31% y el índice de sostenibilidad con 24%, en el análisis de la combinación de las técnicas mostró que la combinación más común incluyó encuesta, simulaciones e indicadores de sostenibilidad con un 31%, mientras que solo el 28% se centró en la combinación de entrevistas, simulaciones y experimentos, por otro lado, en el análisis de las soluciones utilizadas para estudiar el índice de sostenibilidad, se observó que la ABM fue empleada como la herramienta principal en un 48% con respecto al VSM y al ACV.

En el enfoque cualitativo se evidenció que la técnica predominante fue la RSL, utilizada en un 100% por todos los investigadores. Respecto a las soluciones cualitativas individuales, los estudios se centraron en la aplicación de principios, destacando los principios ecológicos con un 34% y los principios de las 6R (reducir, reutilizar, reciclar, rechazar, repensar y reparar) con un 52%.

En la Tabla 5, se presentan las herramientas disponibles para implementar un modelo colaborativo en entornos industriales utilizando el método AHP; las ponderaciones muestran que la herramienta más adecuada para este modelo es la modelación basada en agentes (ABM), con un valor de 0.1933. Además, con un índice de consistencia (CR) de 0.093, que es inferior a 0.1, se valida la evaluación, lo que indica que las calificaciones son consistentes según el método empleado.

**Tabla 5.** Matriz de ponderación (AHP).

Herramientas	Matriz Normalizada										Ponderación	CR
<b>MBA</b>	0,214	0,273	0,266	0,209	0,199	0,164	0,148	0,089	0,169	0,194	0,193	
<b>ER</b>	0,107	0,136	0,266	0,140	0,100	0,164	0,148	0,089	0,068	0,083	0,130	
<b>6R</b>	0,107	0,068	0,133	0,349	0,199	0,164	0,148	0,222	0,237	0,250	0,188	
<b>FICS</b>	0,071	0,068	0,027	0,070	0,199	0,082	0,148	0,133	0,068	0,056	0,092	
<b>IS</b>	0,107	0,136	0,067	0,035	0,100	0,164	0,148	0,089	0,169	0,083	0,110	
<b>HEVEC</b>	0,107	0,068	0,067	0,070	0,050	0,082	0,074	0,222	0,068	0,056	0,086	<b>0,091</b>
<b>FLS</b>	0,107	0,068	0,067	0,035	0,050	0,082	0,074	0,089	0,068	0,056	0,069	
<b>VSM</b>	0,107	0,068	0,067	0,023	0,050	0,016	0,037	0,044	0,102	0,139	0,065	
<b>ACV</b>	0,043	0,068	0,027	0,035	0,020	0,041	0,037	0,015	0,034	0,056	0,037	
<b>AR</b>	0,031	0,045	0,015	0,035	0,033	0,041	0,037	0,009	0,017	0,028	0,029	

*Nota:* Elaborado por la autora.

Para llevar a cabo el método de proceso Jerárquico Analítico (AHP) expuesto en la Tabla 5, se tomaron los criterios determinados por Do et al., (2024), donde se presenta una escala de evaluación de la importancia, en la cual se asignan los valores: (1) para describir una importancia igual, (1,3,5) para una importancia débil, (3,5,7) para una importancia considerable, (5,7,9) para una importancia significativa, y (7,9,11) para una importancia absoluta.

En las últimas décadas, las industrias no solo del sector agroalimentario, sino industrial en general han enfrentado cambios y desafíos significativos, el rápido desarrollo en los comercios, junto con el avance de las tecnologías de la información y digitales, las altas turbulencias financieras y la complejidad del mercado, están impulsando transformaciones en la gestión empresarial, para obtener una ventaja competitiva, las organizaciones deben considerar la innovación y establecer diversos tipos de colaboraciones en la era de la economía colaborativa, esto no solo con el objetivo de mejorar sus ingresos, sino también para contribuir a un entorno más sostenible, estas colaboraciones permiten a las organizaciones acceder a más recursos e información de sus socios, lo que mejora tanto su desempeño económico como ambiental (Xu et al., 2023a).

En términos de sostenibilidad, se hace referencia a la capacidad de la generación actual para satisfacer sus necesidades sin comprometer la capacidad para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras (Khizar et al., 2023). Un modelo colaborativo opera de manera similar a un ecoparque industrial, el cual se define como un conjunto de empresas que comparten un mismo entorno industrial. Estas empresas están interconectadas a través de los insumos y materias primas que consumen, los servicios que requieren y los productos y desechos que generan. Este enfoque colaborativo busca mejorar el desempeño socioeconómico y promover una economía amigable con el medio ambiente (Arroyo-De León - Rodríguez-Borges, 2023).

El avance de la tecnología y la implementación de modelos computacionales son herramientas clave para que los investigadores puedan evaluar la viabilidad de nuevos modelos industriales colaborativos. A través de la simulación basada en eventos discretos, dinámicos o por agentes, se busca replicar el comportamiento en las industrias, permitiendo evaluar el impacto económico y ambiental de sus interacciones. Esto tiene como objetivo

comprender tanto el comportamiento individual como colectivo mediante la aplicación de restricciones matemáticas (Lange et al., 2021).

El estudio se realizó con el propósito de identificar investigaciones que permitan comprender cómo funciona un modelo colaborativo y cómo este opera, con el objetivo de mejorar los entornos socioeconómicos y ambientales con la finalidad de preservar la sostenibilidad y avanzar hacia nuevos modelos de negocios que promuevan el establecimiento de relaciones para la correcta utilización de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad. En diversos estudios presentados, se destaca que la mejor metodología para diseñar y comprobar un modelo colaborativo industrial es la modelación basada en agentes (MBA por sus siglas en inglés); esta requiere de datos, así como la definición de la población y muestra a estudiar para aplicar las restricciones matemáticas en el entorno de simulación y proporcionar los resultados pertinentes.

### **1.3 Discusión del Capítulo I**

A nivel global, las industrias están cada vez más preocupadas por mitigar los impactos ambientales y económicos asociados con la producción a gran escala en el sector agroalimentario. En respuesta, la comunidad de investigadores ha centrado sus esfuerzos en el desarrollo de prácticas sostenibles, fundamentales en la economía circular. Este enfoque subraya que la localización geográfica de las empresas desempeña un papel crucial en el fomento de procesos cooperativos, facilitando la interacción y el intercambio colectivo de la información entre las industrias (Prabakusuma et al., 2023; Raimbault et al., 2020b).

La sinergia industrial se considera como un método para promover la cooperación entre diferentes empresas, favoreciendo el intercambio de subproductos y la creación de redes de simbiosis industrial, y su aplicación aporta a la mejora de la eficiencia operativa y genera relevantes beneficios económicos. Este estudio se centra en ese criterio y, para ratificar el modelo, se han aplicado diversas técnicas, entre las que destacan la modelización gravitacional y el análisis situacional, cuyos resultados muestran que la adopción de un modelo de sinergia puede promover el crecimiento económico y es un factor clave para los países en desarrollo (Rosa & Beloborodko, 2015; Chen et al., 2021).

En América Latina y el Caribe, el sistema alimentario enfrenta diversos desafíos derivados de la globalización y el crecimiento extenuante de la economía; el aumento de la sobreexplotación de recursos pone en riesgo la sostenibilidad para las futuras generaciones, lo que exige una atención prioritaria al sistema actual para implementar nuevas prácticas y adaptarse a un modelo alimentario sostenible (Mahlknecht et al., 2020).

En los últimos años, se ha visto un interés notorio por parte de las instituciones en la divulgación de investigaciones enfocados en los modelos colaborativos industriales (Figura 4); del mismo modo, se evidencia que los países de Europa y Asia son los principales pioneros en las divulgaciones científicas comprometidas con generar un cambio de conciencia e innovación en los procesos industriales (Figura 3). Por último, en las redes bibliométricas presentadas se puede observar una fuerza de enlace mayor, lo que indica que muchas instituciones de diversos países trabajan mutuamente en temas relacionados con los modelos colaborativos industriales (Figura 3 y 4).

El diseño de un modelo colaborativo industrial resulta beneficioso, ya que permite validar estos entornos, representando un avance significativo hacia la innovación de nuevos sistemas de trabajo dentro de las organizaciones. En este contexto, el presente trabajo de integración curricular plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo contribuiría el diseño de un modelo colaborativo industrial a mejorar la sostenibilidad del sector agroalimentario en el cantón La Libertad? Las investigaciones presentadas demuestran la viabilidad de los modelos colaborativos industriales.

## CAPITULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Enfoque de investigación

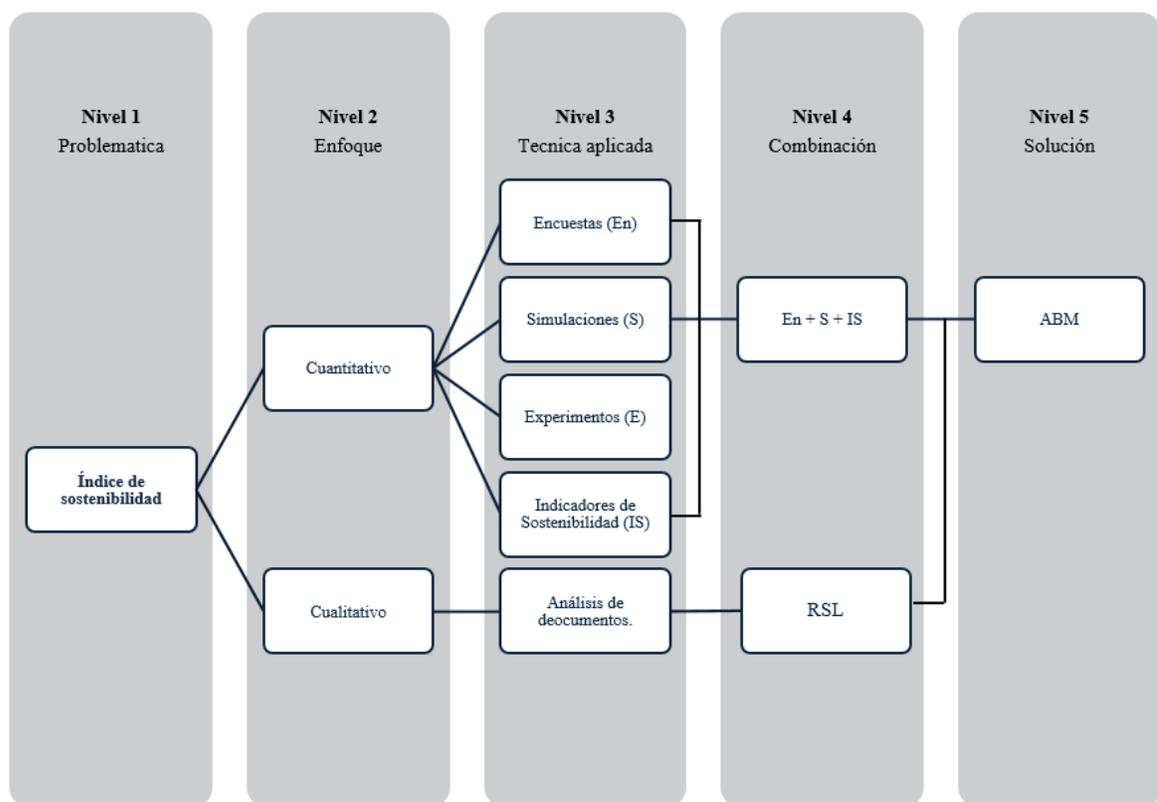
En el estado del arte, se llevó a cabo un análisis bibliométrico con el propósito de realizar una evaluación cuantitativa y medir diversos criterios presentes en la revisión de la literatura científica. El enfoque se centró en la producción de investigaciones relacionadas con los modelos colaborativos industriales, con el fin de analizar las cooperaciones entre países e instituciones educativas dentro de este ámbito de estudio. En una etapa posterior al análisis se implementó la metodología de toma de decisiones multicriterio (MCDM) junto con el método AHP, el objetivo de cuantificar la toma de decisiones en sistemas complejos, como los modelos colaborativos, proporcionando así una base sólida para la toma de decisiones en este contexto específico (sección 1.2).

Se estableció un enfoque metodológico que actúa como directriz para la investigación, fundamentándose en la aplicación de herramientas que permiten cuantificar y resaltar información relevante para el estudio. Se caracteriza por seguir procesos sistemáticos y estructurados en una secuencia lógica, con el propósito de obtener resultados significativos que aborden el problema de investigación (Hernández - Sampieri et al., 2018). El estudio tiene un enfoque cuantitativo, cuya elección se basa en criterios específicos enlazados con los objetivos y la naturaleza del estudio, además de ser descriptivo, centrándose en una explicación específica de las particularidades y tendencias presentes en la población objeto de estudio; por otra parte, el estudio también es correlativo, con el objetivo de identificar y analizar las relaciones entre las variables estudiadas, a fin de comprender las interacciones existentes y determinar la existencia de patrones sinérgicos (Hernández - Sampieri et al., 2018).

Un enfoque cuantitativo se distingue por la utilización de mediciones numéricas y el análisis de grados de asociación para identificar relaciones entre variables; a su vez, este tipo de estudio se orienta a obtener resultados precisos a partir de una muestra representativa de la población, lo que facilita la realización de inferencias sobre los factores que influyen en el comportamiento observado (Baena, 2017).

En la Figura 11, se puede observar el protocolo de investigación que guiará la investigación, el cual se lleva a cabo en 5 niveles, presentando en el primer nivel la problemática de la investigación, en el segundo nivel los enfoques de los estudios, en el tercer nivel se observan las técnicas aplicadas, mismas que nos permiten plantear las técnicas combinadas en el nivel cuatro y finalmente dar solución en el nivel 5.

*Figura 11. Protocolo de investigación.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

Como se describe en la Figura 11, la problemática de la investigación es el índice de sostenibilidad; en el segundo nivel se presentan los enfoques del estudio, tanto cuantitativos como cualitativos; seguidamente se mencionan las técnicas empleadas en ambos enfoques para dar paso al cuarto nivel, donde se encuentra la combinación de las técnicas empleadas en ambos enfoques, las cuales son encuestas, simulaciones e índices de sostenibilidad y un RSL, mismas que establecen el ABM como solución a nuestra problemática.

## 2.2 Diseño de la investigación

Al analizar el diseño de la investigación, se reconoce que existen diferentes enfoques, entre ellos el diseño no experimental, en el que el investigador no interviene ni manipula directamente las variables de la investigación, sino que se limita a observar y registrar su comportamiento natural en el entorno. También se planteó la cuestión de elegir una metodología específica para el estudio, teniendo en cuenta que existen tres tipos principales de metodología de investigación: métodos cuantitativos, métodos cualitativos y métodos mixtos (Del Cid et al., 2017).

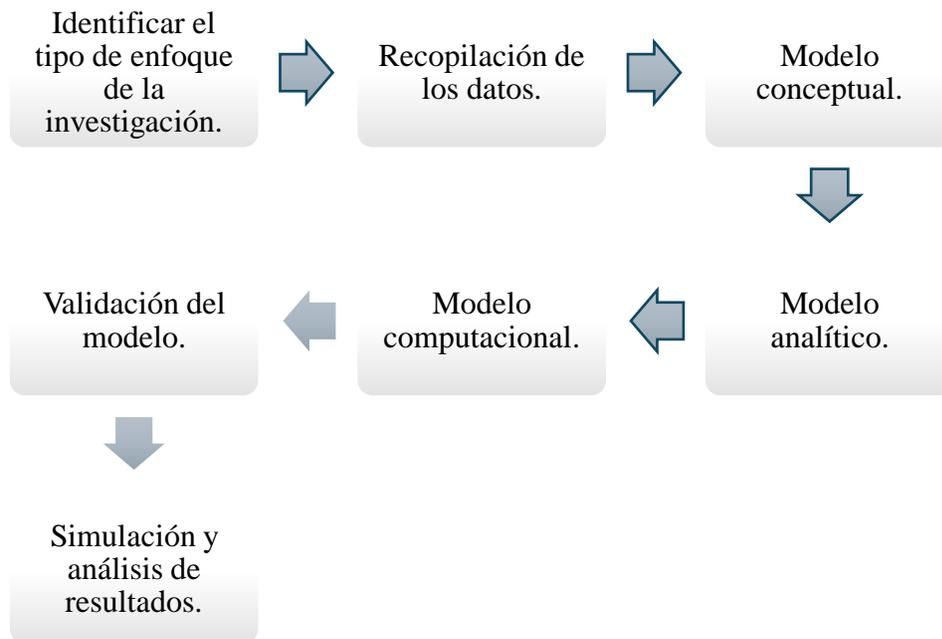
De esta manera, las variables se categorizan conforme a los tipos de investigación previamente establecidos en la sección (2.2); seguidamente, se presenta una descripción detallada de estas variables en función de su relación con el estudio en desarrollo:

- **Investigación descriptiva:** Establece la relación entre las variables independientes y dependientes, tomando en consideración las características particulares de las actividades y los procesos implicados en el ámbito de estudio. Esta interacción permite analizar cómo las variaciones en la variable independiente influyen en los resultados observados en la variable dependiente, dentro del contexto específico del estudio (Baena, 2017).
- **Investigación Correlacional:** Se define el nivel de las variables en función del tipo de estudio que evidenció la transición de los sistemas industriales agroalimentarios tradicionales hacia sistemas sinérgicos colaborativos en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena; este análisis permitió identificar cómo el cambio de dichos sistemas impacta en los procesos productivos y en la sostenibilidad del sector agroalimentario local.

## 2.3 Procedimiento metodológico

El proceso metodológico empleado en el estudio para representar un sistema sinérgico colaborativo se fundamenta en el modelo de sistemas complejos propuesto por James & Bradshaw, (2023), dicho enfoque sigue una secuencia lógica para la formulación del modelo, tal como se detalla en la Figura 12.

*Figura 12. Diseño del proceso metodológico.*



*Nota: Elaborado por la autora basado en (James & Bradshaw, 2023).*

La secuencia lógica para la formulación del modelo descrito en la Figura 12 se detalla a continuación:

- **Identificar el tipo de enfoque de la investigación:** Se estableció que la investigación corresponde a un enfoque cuantitativo debido a la utilización de datos numéricos; dicha información se verá en los parámetros expuestos en la modelación basada en agentes para evaluar el índice de sostenibilidad del sector agroalimentario en el cantón La Libertad; se establece que la investigación tendrá un alcance descriptivo-correlacional.
- **Recopilación de los datos:** se recopilaron los datos del sector agroalimentario, estableciendo los principales parámetros para estudiar la situación actual de dicho sector, como su contribución a la población, su modelo de negocio actual y si están dispuestos a colaborar en un modelo colaborativo. Para la recopilación de los datos se utilizaron técnicas, métodos e instrumentos de investigación, en donde la técnica

que se estableció fue la encuesta con su instrumento el cuestionario; las preguntas fueron dirigidas al gerente general de cada PYMES.

- **Modelo conceptual:** Se trata de una representación abstracta encargada de organizar y describir de forma estructurada los elementos básicos de un sistema y las relaciones entre ellos. Este modelo en particular no requiere precisión matemática; por el contrario, su objetivo es ofrecer una visión clara y comprensible del fenómeno estudiado, facilitar la identificación de las variables clave y los procesos dinámicos y pretender servir de marco teórico para orientar el desarrollo de modelos más detallados, como los analíticos o los informáticos, en fases posteriores del estudio (Bozyiğit et al., 2021).
- **Modelo analítico:** Representación matemática que describe el comportamiento de un sistema mediante ecuaciones, fórmulas o expresiones lógicas. Este tipo de modelo permite analizar y predecir las relaciones entre las principales variables del sistema resolviendo las ecuaciones que lo componen, ayuda a calificar el impacto de diversos factores y situaciones, y facilita la comprensión de dinámicas complejas de forma estructurada y precisa. Además, los modelos analíticos son herramientas importantes para la simulación y la optimización, ya que ayudan a tomar decisiones basadas en datos objetivos (Xu et al., 2023b).
- **Modelo computacional:** Se trata de una representación matemática de un sistema o proceso, implementada mediante técnicas de programación y algoritmos en software. Estos modelos pueden simular el comportamiento de sistemas complejos ejecutando las ecuaciones matemáticas y lógicas conceptualizadas en el modelo analítico, lo que facilita la evaluación de distintas situaciones y condiciones; pueden analizar dinámicas difíciles de observar en experimentos prácticos, proporcionar datos detallados sobre la ejecución del sistema y apoyar la toma de decisiones cimentada en datos cuantitativos (Geng et al., 2023).
- **Validación del modelo:** Es el proceso mediante el cual se verifica la exactitud y coherencia de un modelo en relación con el sistema real que representa; este procedimiento asegura que el modelo reproduzca con fidelidad los comportamientos observados en la realidad o los datos empíricos disponibles; a través de la validación, se confirma que el modelo es capaz de generar resultados confiables y precisos, lo

que permite su uso en simulaciones o análisis predictivos con un grado adecuado de confianza (Khodabandelu & Park, 2021b).

- **Simulación y análisis de resultados:** En esta etapa, se lleva a cabo el proceso de simulación de los escenarios propuestos con los parámetros principales que fueron introducidos en el modelo computacional; se llevan a cabo las comparaciones necesarias para el análisis entre los resultados generados, así como su concordancia con estándares o referencias preestablecidas; finalmente, se presentan los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas para los escenarios propuestos, proporcionando información que respalde y valide la efectividad del modelo (Roci et al., 2022).

## **2.4 Población y muestra**

### **2.4.1 Población**

La población se define como el conjunto total de elementos que comparten características similares y que pertenecen al mismo universo de estudio, delimitándose desde el planteamiento del problema (Baena, 2017). La investigación se limita debido a que no resulta accesible el estudio de toda la población; por lo tanto, se elige un extracto para la investigación.

Según el SRI (2012), las PYMES se definen como micro, pequeñas y medianas empresas, las cuales se distinguen por diversas características, tales como su estructura jurídica, el volumen de ventas, el capital social, el número de empleados y su nivel de producción, en este sentido el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca clasifica estas organizaciones económicas de la siguiente manera: Las microempresas comprenden entre 1 y 9 trabajadores, con ingresos anuales de hasta 100.000,000 dólares americanos; las pequeñas empresas cuentan con entre 10 y 46 empleados, tienen ingresos anuales que oscilan entre 1000.001,000 de dólares americanos; mientras que las medianas empresas emplean entre 50 y 199 empleados, generando ingresos anuales entre 100.001,00 y 5.000.000,000 de dólares americanos. Además, el plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Prefectura de Santa Elena (2019) señala que las principales actividades económicas de la población, de acuerdo con su ocupación, están representadas por la

agricultura, ganadería y pesca, las cuales corresponden al sector primario y abarcan el 19,27% de la población económicamente activa.

En la Tabla 6, se registró el número de PYMES dedicadas al sector agroalimentario que operan en el cantón La Libertad, obteniendo un resultado de 17 empresas, las cuales pasarán por un proceso de estratificación para así obtener la muestra con la que se va a realizar el estudio y levantamiento de información.

**Tabla 6.** *Empresas del sector agroalimentario del cantón La Libertad.*

<b>Número</b>	<b>Cantón</b>	<b>PYMES</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>1</b>	La Libertad	17	100%
	<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>100%</b>

*Nota: Elaborado por la autora.*

La estratificación de la población mostrada en la Tabla 6 se centra en el sector agroalimentario del cantón La Libertad, ubicado dentro de la provincia de Santa Elena, cuyas PYMES fueron identificadas a través del sistema de Superintendencia de Compañías y Seguros (2023) y el SRI (2023), que actúan como las entidades administradoras tributarias.

#### **2.4.2 Muestra estratificada**

La muestra se refiere a una parte representativa de la población del objeto del estudio, seleccionada mediante diferentes técnicas, las cuales se dividen en dos grandes grupos: métodos probabilísticos y no probabilísticos (Baena, 2017). A continuación, en la Tabla 7, se presentan los tipos de empresas del sector agroalimentario del cantón La Libertad con el número de PYMES y el valor porcentual respectivo.

**Tabla 7.** *Tipo de empresa del sector agroalimentario del cantón La Libertad.*

<b>Número</b>	<b>Cantón</b>	<b>PYMES</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>1</b>	Pequeña	7	41,18%
<b>2</b>	Mediana	6	35,29%

<b>3</b>	Grande	4	23,53%
	<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>100%</b>

*Nota: Elaborado por la autora.*

Se determinó una muestra estratificada utilizando criterios de inclusión y exclusión, seleccionando aquellas empresas que representan un porcentaje significativo de los sistemas agroalimentarios en la provincia de Santa Elena, específicamente en el cantón La Libertad, según se detalla en la Tabla 7.

En la Tabla 8, se aplicó un muestreo por conveniencia, en el cual se evidenció de manera clara la falta de cooperación por parte de dos empresas de tamaño pequeño dentro de la investigación (Pace, 2021). Bajo este contexto se elige el grupo de empresas accesibles para el investigador.

*Tabla 8. Estatificación por conveniencia.*

<b>Cantón</b>	<b>PYMES</b>	Falta de cooperación en el estudio por partes de las PYMES seleccionadas	<b>Empresas Excluidas</b>	<b>Total</b>
1	Pequeña		2	5
2	Mediana			6
3	Grande			4
<b>Total</b>				<b>15</b>

*Nota: Elaborado por la autora.*

El muestreo por conveniencia aplicado a las pequeñas, medianas y grandes empresas del sector agroalimentario del cantón La Libertad nos dio un total de 15 empresas para el estudio, debido a que hubo 2 empresas excluidas por el criterio de falta de cooperación en el estudio por parte de las PYMES seleccionadas.

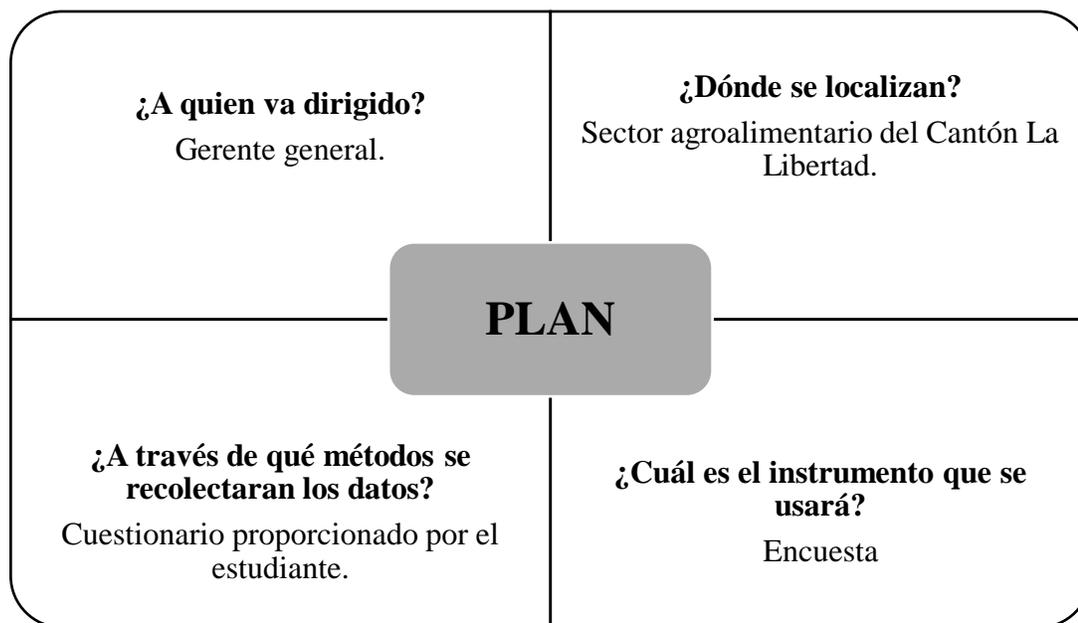
## 2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 2.5.1 Métodos de recolección de los datos

En la elaboración de investigaciones científicas, se emplean diversos enfoques lógicos que se estructuran como secuencias racionales, las cuales permiten establecer relaciones entre los datos, el método analítico, sintético, inductivo y deductivo; específicamente, el método analítico se caracteriza por descomponer un sistema o fenómeno en partes más pequeñas, avanzando desde un análisis general hacia uno más específico, este enfoque facilita la identificación de las interrelaciones entre los distintos elementos del sistema, lo que permite una comprensión más profunda y detallada del mismo (Del Cid et al., 2017).

Hernández - Sampieri et al., (2018) enfatizan la relevancia de elaborar un plan detallado para la recolección de datos, asegurando que los procedimientos utilizados sean apropiados para cumplir con los objetivos de la investigación. Siguiendo este principio, la Figura 13 muestra el esquema empleado para la recopilación de información en el presente estudio.

*Figura 13. Plan para la recolección de datos.*



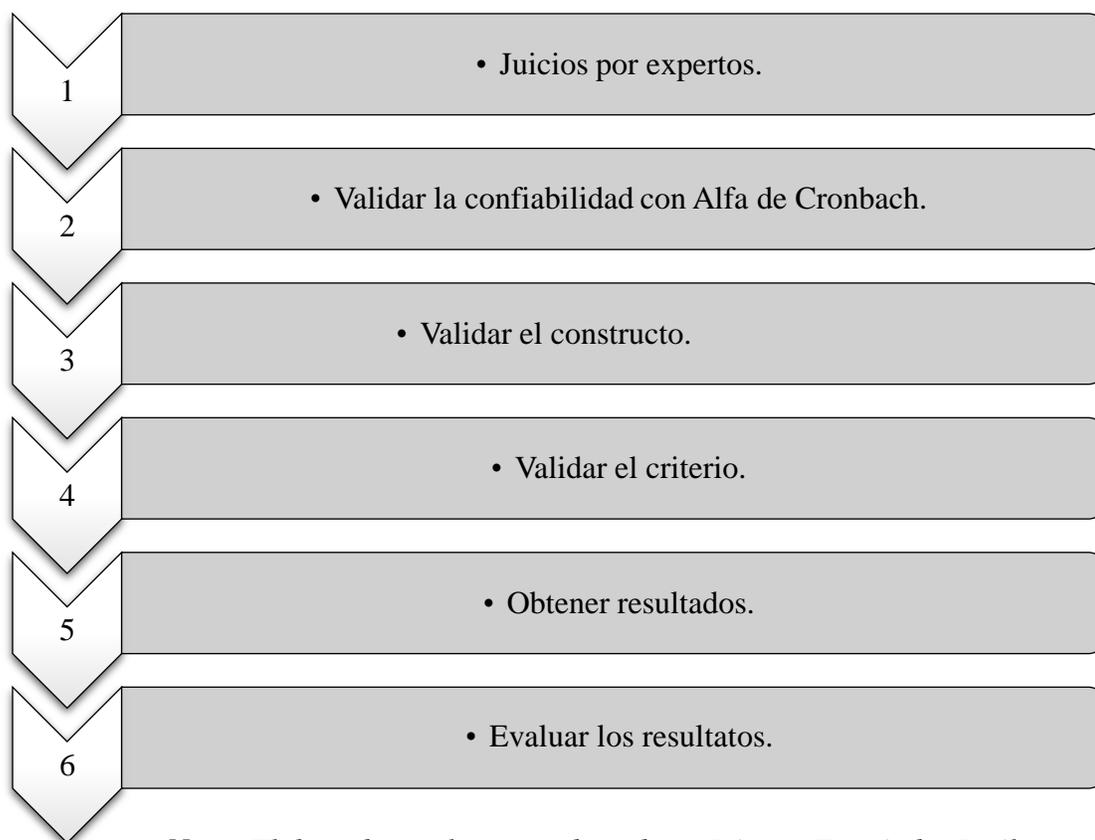
*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Figura 13, se detallan los pasos a seguir para cumplir con los objetivos planteados, lo cual implica seleccionar oportunamente las herramientas y técnicas necesarias para recolectar la información pertinente. Garantizando la gestión exitosa de información con el fin de obtener resultados precisos y aplicables alineados al cumplimiento del propósito de la investigación.

### 2.5.2 Técnicas de recolección de los datos

Con el fin de obtener y registrar los datos necesarios para el desarrollo del estudio, se utilizó la técnica de encuesta junto con su instrumento, el cuestionario. Este instrumento fue validado siguiendo el método propuesto por López - Fernández Raúl, (2019) como una estrategia para garantizar la credibilidad de la investigación científica. En la Figura 14, se presenta de manera detallada el proceso paso a paso para la validación del instrumento.

**Figura 14.** *Etapas para la validación del instrumento.*



**Nota:** *Elaborado por la autora basado en López - Fernández Raúl, (2019).*

Según lo expuesto en la Figura 14, una vez que se han completado las fases previas de validación, se procede a la recopilación de la información mediante la aplicación de la encuesta dirigida a empresas pertenecientes al sector agroalimentario. Con la finalidad de identificar relaciones significativas y asegurar la consistencia interna de los resultados.

### **2.5.3 Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos para la recolección de datos son herramientas fundamentales que facilitan la obtención de información relevante y adecuada para responder a las preguntas de investigación planteadas. Estos instrumentos se clasifican en diversas categorías, siendo las más habituales las entrevistas, cuestionarios, observaciones y análisis de documentos (Hernández - Sampieri et al., 2018).

Bajo este contexto, la presente investigación seleccionó el cuestionario como el principal instrumento de recopilación de datos, el cual fue diseñado con diferentes tipos de preguntas orientadas a la variable de interés. Dicho cuestionario se aplicó a los gerentes encargados de las empresas agroalimentarias en el cantón La Libertad, posteriormente, la información obtenida fue procesada utilizando el software SPSS-25 permitiendo realizar el análisis correspondiente de manera sistemática.

## **2.6 Variables de estudio**

El análisis de las variables en un proceso de investigación permite que el estudio sea replicable, logrando obtener resultados comparables en distintos contextos o con diferentes muestras. En el ámbito de la investigación cuantitativa, las variables desempeñan un papel fundamental al permitir la diferencia de características o atributos que guardan relación con el tema en cuestión (Del Cid et al., 2017). De esta manera, y considerando la relevancia que tienen las variables en un estudio cuantitativo, se procede a definir los conceptos de variables dependiente e independientes, destacando su importancia en el marco del análisis investigativo:

- Variable Independiente (VI): se refiere a la causa dentro del estudio.
- Variable Dependiente (VD): refleja los efectos o resultados generados por dicha causa.

A partir de lo expuesto, se procede a definir las variables correspondientes al presente estudio:

- Variable Independiente: Modelo colaborativo sinérgico.
- Variable Dependiente: Sector agroalimentario.

### 2.7 Procedimiento para la recolección de los datos.

El procesamiento de los datos recopilados mediante las técnicas empleadas para obtener información tanto de la población como de la muestra, con el fin de desarrollar un estudio, debe estar en concordancia con los objetivos planteados en la investigación (Pucha et al., 2019). De esta manera, en la Tabla 9, se presenta el plan detallado que se ejecutará para el tratamiento de los datos junto con las acciones correspondientes:

*Tabla 9. Etapas para el tratamiento de los datos.*

Número	Plan	Actuaciones
1	Tratamiento de los datos.	Verificación de la información recopilada.
		Tabulación de la información obtenida. Tabulación de la información según las variables, utilizando análisis estadísticos.
2	Presentación de los resultados	Presentación de los resultados obtenidos del cuestionario aplicado, en relación con el modelo colaborativo sinérgico.
		Exposición de los resultados mediante el uso de herramientas estadísticas. Representación de los resultados a través de gráficos para facilitar la comprensión.

*Nota: Elaborado por la autora basado en Pucha et al, (2019).*

Este proceso presentado en la Tabla 9 comprende una serie de pasos específicos alineados a los objetivos de la investigación. Por ello, es fundamental seguir una secuencia lógica, facilitando la organización y sistematización de la información obtenida a través del instrumento seleccionado.

### **2.8 Plan de análisis e interpretación de los datos.**

El apartado resaltó la importancia de alcanzar los objetivos específicos previamente establecidos en la investigación; para ello, se diseñó un plan que detalla la ejecución del primer objetivo específico, el cual requirió realizar una revisión bibliográfica a través de un análisis bibliométrico que permitió conceptualizar, identificar herramientas y otros aspectos relacionados con las variables de investigación (sección 1.2).

Seguidamente, se describieron las técnicas empleadas para la recolección de datos, así como el uso de instrumentos previamente validados por expertos; el instrumento utilizado fue sometido al método de validación propuesto por López-Fernández Raúl, (2019) (sección 2.5.1). Además, se presentaron los resultados obtenidos de los análisis cuantitativos a partir del cuestionario diseñado y validado, utilizando el software IBM Statistics 25 para tal finalidad; estos resultados evidencian la viabilidad y confiabilidad de la medición al momento de determinar el coeficiente Alfa de Cronbach (sección 3.1.1).

De la misma manera, los resultados de los análisis de datos fueron presentados de manera visual mediante gráficos y tablas estadísticas, con el objetivo de facilitar la comprensión para los lectores; adicionalmente, se mostró la interfaz del sistema complejo, desarrollada mediante la modelación y simulación utilizando el software Anylogic

Finalmente, con el propósito de brindar una comprensión clara y completa del plan para analizar e interpretar los resultados obtenidos en relación con los objetivos específicos del estudio, se presenta en la Tabla 10 una descripción detallada de los procesos y herramientas empleadas; esta explica de forma coherente cómo se llevaron a cabo las acciones necesarias y qué instrumentos se utilizaron para el análisis e interpretación efectiva de los resultados.

**Tabla 10.** Plan de análisis e interpretación de los datos.

<b>Número</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Procedimientos</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Resultados Esperados</b>
<b>1</b>	<b>Objetivo 1:</b> Revisar la bibliografía existente basado en una RSL, análisis bibliométrico y AHP para el sustento de las variables.	<b>1.</b> Revisión de la literatura.	<b>1.</b> RSL. <b>2.</b> Base de datos. <b>3.</b> Software Vosviewer. <b>4.</b> MCDM.	<b>1.</b> Establecer una relación entre variables. <b>2.</b> Determinar herramientas para un sistema colaborativo sinérgico.
		<b>2.</b> Análisis Bibliométrico.		
		<b>3.</b> Método AHP.		
<b>2</b>	<b>Objetivo 2:</b> Establecer un marco metodológico mediante técnicas y métodos de investigación para el levantamiento de la información de un modelo colaborativo.	<b>1.</b> Planeación para recopilar datos.	<b>1.</b> Técnicas para recolectar datos. <b>2.</b> Métodos para validar instrumentos. <b>3.</b> Fases para elaborar un modelo en base teórica.	<b>1.</b> Proceso metodológico. <b>2.</b> Estratificación poblacional y muestral. <b>3.</b> Etapas estructuradas para modelar.
		<b>2.</b> Validación del instrumento.		
		<b>3.</b> Fases del Desarrollo de un modelo.		
<b>3</b>	<b>Objetivo 3:</b> Diseñar un modelo colaborativo basado en diferentes entornos de simulación para el establecimiento de entornos cooperativos para mantener la sostenibilidad del sector agroalimentario.	<b>1.</b> Ejecución de técnicas de recolección de datos.	<b>1.</b> Software SPSS – 25. <b>2.</b> Análisis ANOVA. <b>3.</b> Software Anylogic.	<b>1.</b> Tabulación de los datos. <b>2.</b> Aplicación del modelo. <b>3.</b> Resultados y conclusiones de las simulaciones.
		<b>2.</b> Análisis de varianza.		
		<b>3.</b> Diseño del modelado.		

*Nota: Elaborado por la autora.*

## **2.9 Discusión del Capítulo II**

La metodología implementada en este estudio se desarrolló mediante un análisis de los enfoques de investigación, lo que resultó en la clasificación del estudio como una investigación cuantitativa; además, se determinó el alcance del estudio a través de la aplicación del método de estratificación poblacional y muestral, posteriormente, se describió el plan de evaluación y acción a ejecutarse durante la fase de recopilación de datos; a continuación, se definieron las variables de estudios, clasificándolas en VI y VD; la técnica para la recopilación de datos fue la encuesta, utilizando un cuestionario como herramienta principal. Para asegurar la credibilidad y validez de la investigación, la cual fue sometida al proceso de validación propuesto por López-Fernández Raúl, (2019), involucrando la participación de un comité de expertos seleccionados con base en criterios de inclusión y exclusión, finalmente, para el análisis de los resultados obtenidos se verificó la viabilidad y confiabilidad de los datos mediante el Alfa de Cronbach, utilizando el software estadístico SPSS - 25.

## CAPITULO III

### MARCO DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Marco de resultados

En el Capítulo II, se presenta un desglose detallado (Sección 2.2) de la metodología adoptada en la investigación, la cual se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo y se caracterizó por seguir un proceso sistemático de secuencia lógica, posteriormente, a través de un enfoque descriptivo, se identifican las características y tendencias relevantes de la población; además, en un enfoque correlacional (Sección 2.1), se enfatiza la relación entre las variables independientes y dependientes; este análisis conduce a la presentación del procedimiento metodológico (Sección 2.3), así como la selección de los métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos (Sección 2.5).

Una vez que el instrumento para la recopilación de datos fue construido y validado por el experto, se dio paso a la aplicación del cuestionario a la muestra estratificada. La aplicación de esta técnica de recolección de datos tiene como objetivo obtener resultados que permitan analizar la situación actual del sector agroalimentario en el cantón La Libertad. Finalmente, se llevó a cabo la formulación de las hipótesis nulas y alternativas mediante el análisis de varianza ANOVA; este proceso permitió aceptar la hipótesis alternativa, lo que marcó el punto de partida para la esquematización del procedimiento metodológico.

#### 3.1.1 Validación del instrumento

Para realizar la validación del instrumento para la recolección de datos, se llevó a cabo la ejecución de las fases propuestas por López - Fernández Raúl, (2019). Con la finalidad de determinar la confiabilidad e idoneidad del cuestionario con relación a los datos que se pretendía recolectar.

#### Etapa 1: Juicio por experto

Con base en el marco teórico y los antecedentes investigativos expuestos en el Capítulo I, se llevó a cabo la elaboración del instrumento de recopilación de datos, el cual se presenta de manera detallada en el (Anexo B). Dicho instrumento consta de 16 preguntas

cuidadosamente diseñadas para obtener información relevante del sector agroalimentario del cantón La Libertad.

Para garantizar la validez de los instrumentos y siguiendo el proceso establecido por López - Fernández Raúl, (2019), se definieron los criterios de inclusión y exclusión, los cuales permitieron realizar la evaluación del cuestionario mediante un equipo conformado por tres evaluadores, con el propósito de asegurar la claridad, relevancia, coherencia y pertinencia de este. Posteriormente, se estableció contacto con ellos de forma presencial para que evaluaran el documento y proporcionaran observaciones sobre varios aspectos del cuestionario de tal manera que, al implementarse las correcciones pertinentes, estas contribuyan a mejorar la estructura del cuestionario, dando como resultado un instrumento más eficaz y preciso.

En la Tabla 11, se muestran las puntuaciones asignadas por los expertos a las preguntas planteadas, utilizando la escala de Likert Toth et al., (2020), donde: 1 = totalmente en desacuerdo; 2 = algo en desacuerdo; 3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4 = algo de acuerdo; 5 = totalmente de acuerdo, se considera como válida la pregunta con una puntuación igual o superior a 4.

**Tabla 11.** Validación por expertos del cuestionario.

Preguntas		Puntuación por expertos					Validación
Número	Evaluación	E1	E2	E3	Suma	Promedio	(Si o no)
1	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
2	Adecuación	5	5	5	5	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	5	5	
3	Adecuación	5	5	5	5	5	Si (4,83)
	Pertinencia	4	5	5	14	4,67	
4	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (4,83)
	Pertinencia	4	5	5	14	4,67	

5	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
6	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
7	Adecuación	5	5	5	5	5	Si (4,83)
	Pertinencia	4	5	5	14	4,67	
8	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	14	5	
9	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (4,83)
	Pertinencia	4	5	5	14	4,67	
10	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
11	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
12	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
13	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	5	5	
14	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
15	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
16	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (4,83)

*Nota: Elaborado por la autora.*

Los resultados obtenidos expuestos en la Tabla 11 sugieren que el cuestionario planteado es apropiado. La puntuación promedio reflejada en cada pregunta es igual o superior a 4; por lo tanto, según la escala tipo Likert establecida, indica que las preguntas son válidas y aceptables. Esta evaluación del instrumento fue llevada a cabo por tres expertos.

**Etapa 2: Determinación de la confiabilidad (Alfa de Cronbach)**

La confiabilidad del instrumento es un aspecto esencial para determinar que los datos obtenidos son confiables; para ello se procede al cálculo del Alfa de Cronbach, el cual se ha identificado como una herramienta estadística esencial y ampliamente utilizada en investigaciones que involucran la creación y aplicación de pruebas; a continuación, se exponen los criterios para el cálculo del Alfa seguido por Talens et al., (2023).

**Tabla 12. Criterios para el cálculo del Alfa de Cronbach.**

Valor del Alfa de Cronbach	Grado de confiabilidad
> 0,9	Excelente
> 0,8	Bueno
> 0,7	Aceptable
> 0,6	Cuestionable
> 0,5	Pobre
< 0,5	Inaceptable

*Nota: Elaborado por la autora.*

Según se menciona en la Tabla 12, para la validación del coeficiente Alfa de Cronbach serán considerados aquellos resultados que oscilen entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 indican mayor confiabilidad, mientras que los valores menores a 0,5 serán considerados inaceptables.

Los cálculos para la obtención del coeficiente del Alfa de Cronbach mostrados en la Tabla 13 se realizaron en el software SPSS-25. Este análisis permitió determinar la confiabilidad de los datos y evaluar la consistencia interna de los ítems del cuestionario, asegurando la consistencia de las preguntas.

**Tabla 13.** *Confiabilidad del Alfa de Cronbach.*

<b>Análisis de confiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,926	12

*Nota:* Elaborado por la autora.

Los resultados mostrados en la Tabla 13, realizados en el software SPSS-25, dan como resultado un alfa de 0,926, estableciendo un grado de confiabilidad excelente del cuestionario; además, sugieren que 12 de las 16 preguntas establecidas son altamente coherentes y confiables entre sí.

### **Etapas 3: Determinación de la validez del constructo**

Esta etapa se llevó a cabo con la finalidad de evaluar la validez interna del cuestionario, para lo cual se decidió realizar un análisis factorial, aplicando el método Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que evalúa si el determinante de la matriz de correlaciones es diferente de 1; un valor estadístico inferior a 0,5 es inaceptable, y la prueba de eficiencia de Bartlett, la cual permite medir la fuerza de correlación entre las variables conforme a los criterios previamente expuestos por Nath Roy et al., (2024); los resultados de este cálculo se muestran en la Tabla 14.

**Tabla 14.** *Valor Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).*

<b>Valor Kaiser – Meyer – Olkin (KMO)</b>	<b>Grado de confiabilidad</b>
> 0,9	Excelente
> 0,8	Bueno
> 0,7	Aceptable

> 0,6	Regulares
< 0,5	Inaceptable

*Nota: Elaborado por la autora.*

Los criterios expuestos en la Tabla 14 manifiestan que los valores de KMO > 0,9 sugiere que las correlaciones entre las variables son excelentes, los valores > 0,8, > 0,7 y > 0,6 son considerados como buenos, aceptables y regulares, respectivamente, mientras que un valor por debajo de 0,5 es inaceptable.

En la Tabla 15, se detalla el cálculo realizado en el software estadístico SPSS-25 para la prueba de Bartlett, y la prueba de KMO, proporcionando valores que demostrarán que los datos son o no pertinentes y permitirán verificar la idoneidad del instrumento utilizado en el estudio.

*Tabla 15. Prueba de KMO y Bartlett.*

<b>Medida de Kaiser – Meyer – Olkin de adecuación de muestreo.</b>		0,856
<b>Prueba de esfericidad de Bartlett</b>	Aprox. Chi – Cuadrado	108,710
	Gl	10
	Sig.	0,000

*Nota: Elaborado por la autora.*

Como se evidencia en la Tabla 15, para el coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) se obtuvo un valor de 0,856, lo que indica una buena adecuación muestral, mientras que la prueba de esfericidad de Bartlett da como resultado 108,710. En conjunto, ambos resultados indican que el tamaño muestral es adecuado para proceder con el análisis factorial.

#### **Etapa 4: Validez del criterio**

Esta etapa se enfoca en la validez externa, la cual se evaluó mediante la medición del grado de concordancia de Kendall, mostrado en la Tabla 16, la cual se usa comúnmente para determinar el grado de similitud entre un grupo de variables, según los criterios establecidos, las medidas deben situarse en un rango de 0 a 1, donde 1 significa que existe concordancia entre los expertos, mientras que 0 indica que no existe concordancia (Pozo et al., 2021).

**Tabla 16.** Validez externa del instrumento.

<b>Estadístico de prueba</b>	
Número de elementos	16
W de Kendall	0,859
<b>a. Coeficiente de concordancia de Kendall</b>	

*Nota: Elaborado por la autora.*

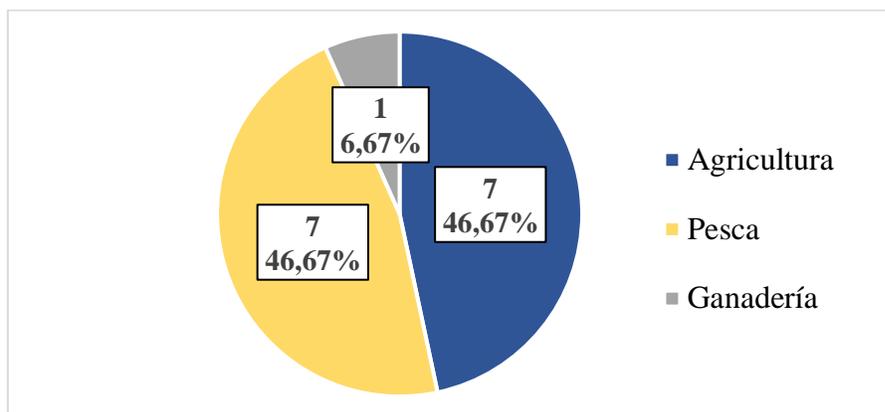
En la Tabla 16, se pueden observar los resultados del cálculo del coeficiente de Kendall, dando un valor de 0,859, lo cual indica que existe un gran nivel de concordancia entre los expertos que evaluaron el instrumento. Validando la consistencia externa del instrumento, ya que los resultados muestran valores cercanos al valor máximo 1.

#### **Etapa 5: Análisis de los resultados.**

En el Capítulo II, en la (Sección 2.2.4), se implementó un muestreo por conveniencia para llevar a cabo la recopilación de los datos. Se aplicó el cuestionario a 15 empresas dedicadas al sector agroalimentario en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena; el cuestionario se aplicó de acuerdo con el plan de recopilación de datos expuesto en la (Sección 2.5.1). Para identificar las tablas de información correspondientes a los gráficos estadísticos se recomienda observar el (Anexo H). Los resultados se exponen a continuación:

En la Figura 15, en respuesta a la primera pregunta, “¿A qué actividad se dedica principalmente la empresa?”, se revela que, de las 15 empresas encuestadas, 7 se dedican a la actividad de pesca, 7 a la agricultura y 1 a la ganadería, lo cual nos indica que las condiciones tanto ambientales como socioeconómicas permiten el desarrollo principalmente de las actividades pesqueras y agrícolas dentro del cantón

**Figura 15.** Actividades industriales en el cantón La Libertad.

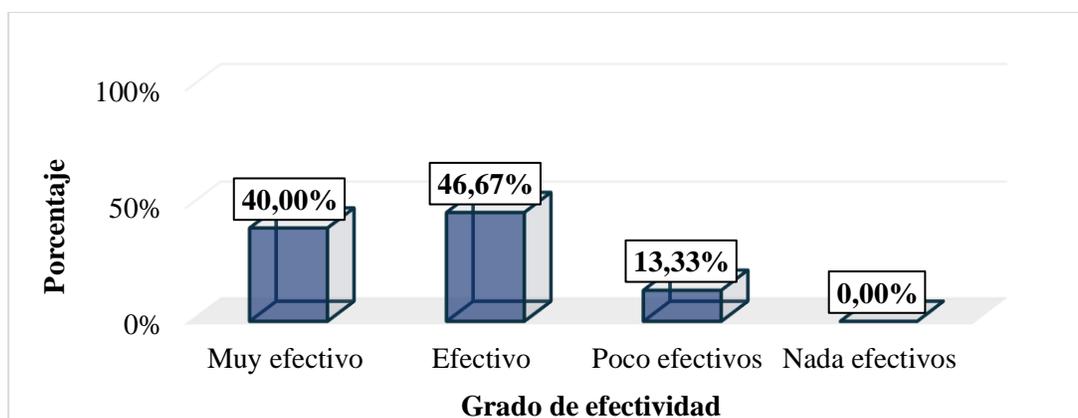


*Nota:* Elaborado por la autora.

Los resultados de la Figura 15 están representados con una gama de colores para una mejor interpretación; el segmento de color azul representa a la agricultura y su porcentaje es de 46,67%. Con color amarillo y con un porcentaje del 46,67% se encuentra la pesca, y por último el 6,67% de las empresas encuestadas se dedican a la ganadería, esto debido a las condiciones ambientales del cantón que impiden el desarrollo de la actividad ganadera.

En la pregunta número dos, “¿Qué tan efectivos considera que son los actuales canales de distribución para asegurar que los productos agroalimentarios lleguen a los consumidores de manera oportuna y en buen estado?”, hubo resultados en los criterios de muy efectivo, efectivo y poco efectivos con su respectivo valor porcentual, como se muestra en la Figura 16.

**Figura 16.** Canales de distribución actuales.

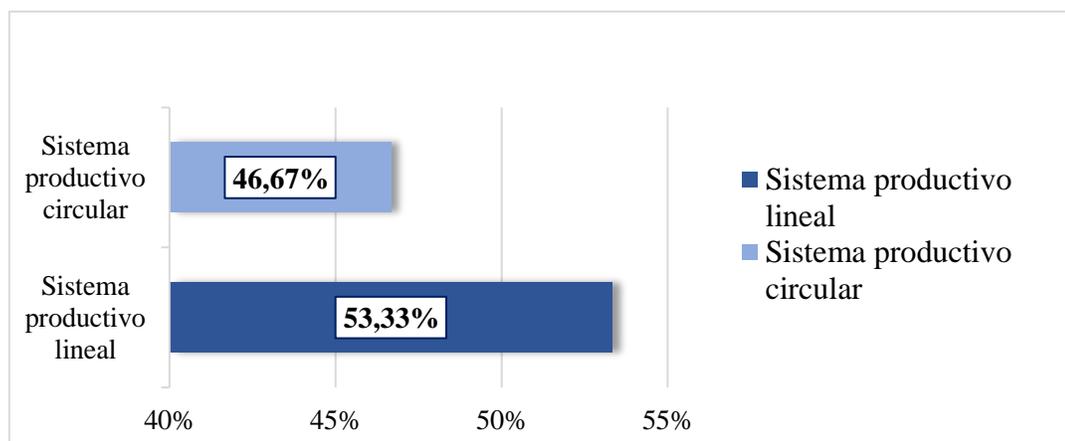


*Nota:* Elaborado por la autora.

En la Figura 16, se evidencia que el 40% de los encuestados considera que los actuales canales de distribución son muy efectivos, garantizando así que el producto expedido llegue al consumidor de manera oportuna, mientras que el 46,67% manifiesta que son efectivos y tan solo el 13,33% con un resultado de poca efectividad. Como se puede observar, no existe gran diferencia en los resultados obtenidos a alto volumen, lo cual indica que existe un compromiso por parte de las empresas en brindar un servicio eficaz y eficiente.

En cuanto a la pregunta número tres: “Indique qué sistema productivo emplea la empresa”, se presentan alternativas de respuestas, las cuales se dividen en si las empresas emplean un sistema productivo lineal o un sistema productivo circular. Esta interrogante surge de la necesidad de conocer el modelo actual y las actividades que se llevan a cabo en las empresas, con la finalidad de conocer si existe una inclinación hacia la innovación; las respuestas se ven reflejadas en la Figura 17.

**Figura 17.** Sistema productivo.

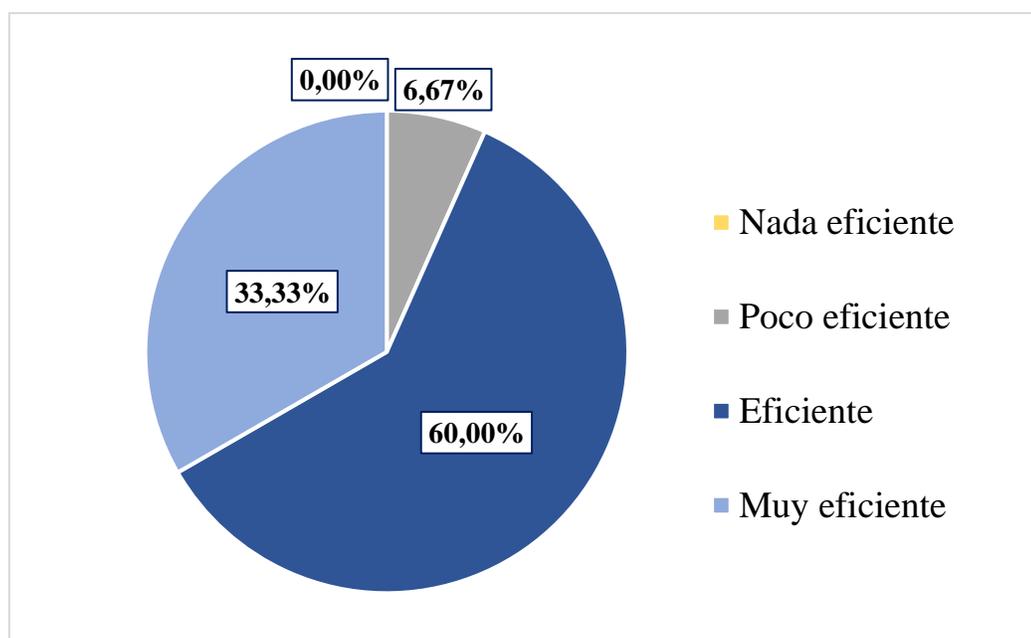


**Nota:** Elaborado por la autora.

En la Figura 17, se da a conocer que actualmente el 53,33% de las empresas desarrollan sus actividades bajo un sistema productivo lineal, es decir, su proceso se basa en tomar, hacer y desechar. Mientras que existe una inclinación del 46,67% de empresas que están implementando un sistema de producción circular tomar, hacer y reutilizar, de tal manera que se considera que existe una brecha entre la innovación, la transición y la economía sostenible; todo esto tiene la finalidad de mitigar los impactos ambientales.

Consecuentemente, en la Figura 18, se evidencian las respuestas a la pregunta número cuatro: “¿Qué tan eficientes considera usted que son sus procesos productivos?” se pretende medir el nivel de eficiencia de los procesos que se ejecutan en las empresas encuestadas, evaluados en criterios de muy eficiente, eficiente, poco eficiente y nada eficiente

**Figura 18. Procesos productivos.**

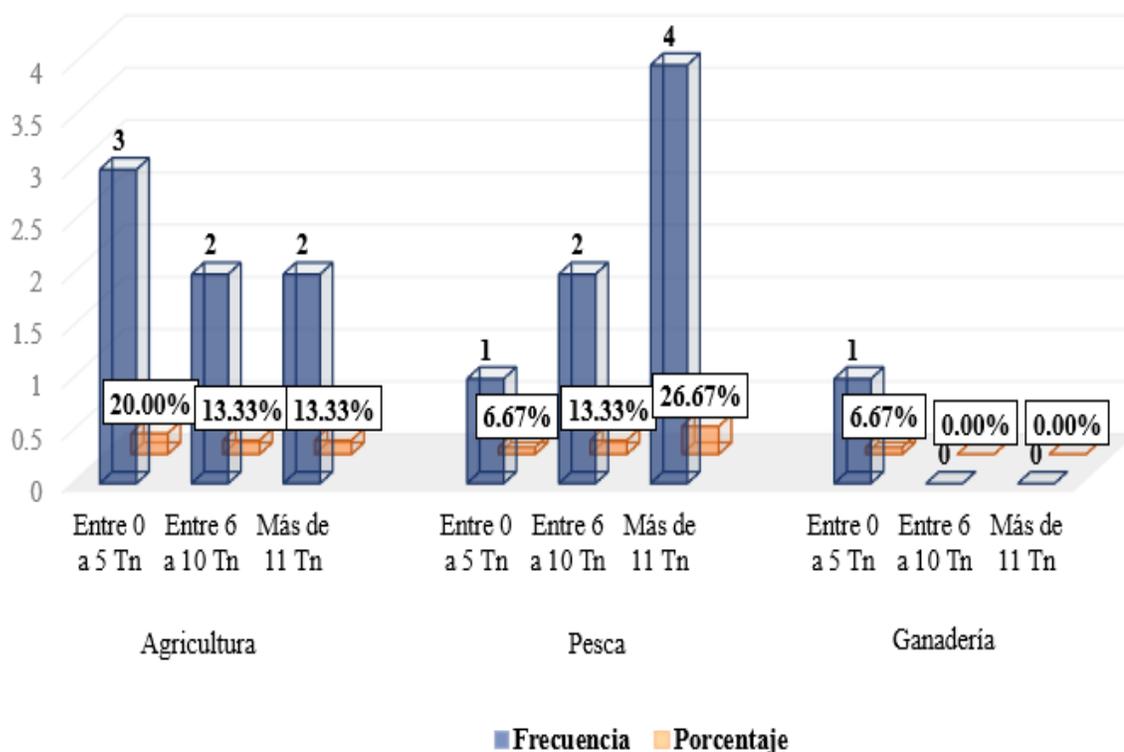


**Nota:** Elaborado por la autora.

Se evidencia en Figura 18 que el 33,33% considera que son muy eficientes, el 60% de los encuestados manifiesta que son eficientes y tan solo el 6,67% con poca eficiencia, entendiendo que en la actualidad las empresas optan por brindar un producto de calidad y eso se ve reflejado en la capacidad de cumplir con el proceso productivo y de llegar al consumidor de manera óptima.

En la pregunta número cinco, “¿Cuál es la cantidad (Tn) diaria de producción?”, se evidencia que las cantidades de entre 0 a 5 Tn de producción se llevan a cabo en tres empresas agrícolas, una pesquera y una ganadera. Mientras que para las cantidades que oscilan entre 6 a 10 Tn los resultados para los subsectores antes mencionados son dos para la agricultura y 2 para la pesca, finalmente aquellas empresas que tienen un nivel de producción superior a 11 Tn se dividen en dos para la agricultura y 4 para la pesca, Figura 19.

**Figura 19. Toneladas diarias de producción.**

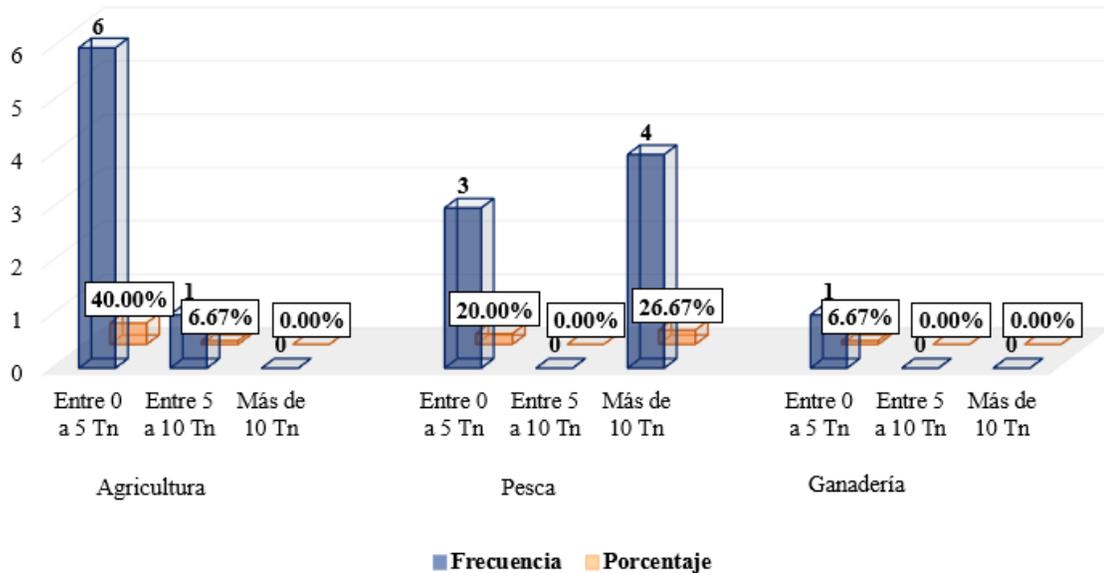


*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Figura 19, se muestra que la cantidad diaria de producción del subsector agrícola es de 0 a más de 11 Tn con un porcentaje del 20% en la producción de entre 0 a 5 Tn, mientras que en la pesca los datos oscilan entre 0 a más de 11 Tn, con una concentración mayor en la producción de más de 11 Tn. De igual manera en la ganadería los resultados son de 0 a 5 Tn diarias de producción, siendo este el menor subsector productivo.

En la pregunta número seis, “¿Qué cantidad (Tn) de desperdicio genera su proceso productivo?”, se puede evidenciar que, en el subsector agrícola, 6 de las empresas encuestadas generan desperdicios de hasta 5 Tn diarias, mientras que la pesca tiene concentración de 4 empresas que generan cantidades de más de 11 Tn y la ganadería en menores cantidades de 0 a 5 Tn diarias de producción.

**Figura 20. Toneladas de desperdicios generados.**

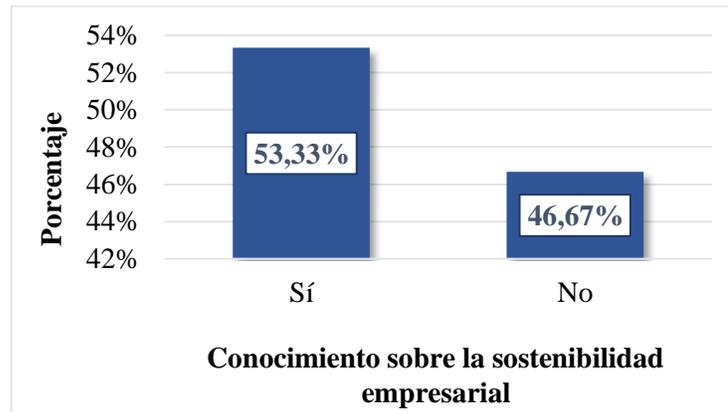


*Nota: Elaborado por la autora.*

Los resultados obtenidos en la Figura 20 dan a conocer que las cantidades de desperdicios generados en el subsector agrícola tienen una concentración del 40% en valores de 0 a 5 Tn; por otro lado, en la pesca generan hasta más de 10 Tn, mientras que, en la ganadería, los valores van de 0 a 5 Tn, representando un 6,67%. Por lo tanto, se deduce que tanto el subsector agrícola como el pesquero son aquellos que generan más cantidades de residuos; por tal motivo, es necesario conocer cómo se gestionan esos residuos y si realizan prácticas sostenibles.

En la pregunta número siete, ¿“Conoce usted sobre la sostenibilidad empresarial y sus beneficios?””, tiene alternativas de respuestas de sí o no. La respuesta a esta interrogante permitirá conocer el nivel de capacitación y de información que tienen las empresas, ya que conocer y aplicar estos términos es sinónimo de progreso y bienestar de las comunidades donde se realizan las operaciones. Además, su aplicabilidad está fundamentada en los principios de trabajar y satisfacer las necesidades presentes sin involucrar los recursos de las generaciones futuras, Figura 21.

**Figura 21. Sostenibilidad empresarial.**

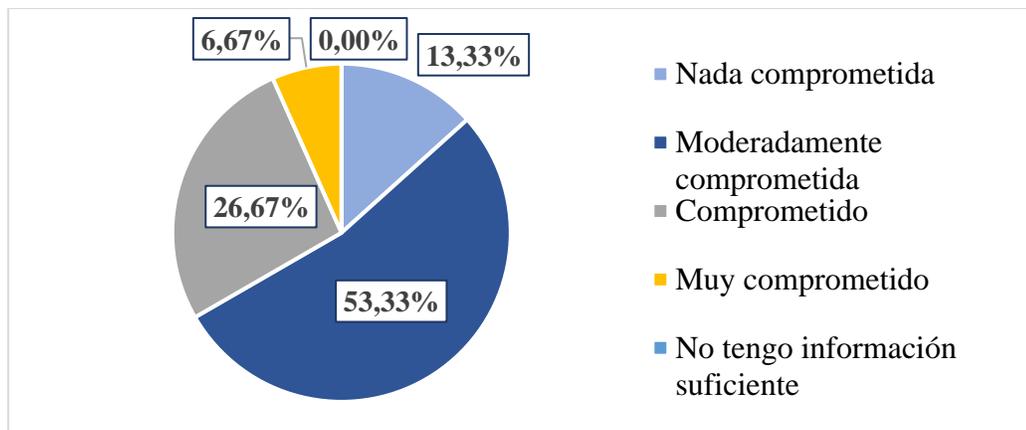


*Nota: Elaborado por la autora.*

Como podemos observar en la Figura 21, existe un 46,67% que desconoce sobre la sostenibilidad empresarial y sus beneficios, lo cual repercute en las acciones tomadas en pro del desempeño de su empresa; por otro lado, el 53,33% manifiesta que sí conoce los beneficios de esta premisa.

En la pregunta número ocho, “¿Considera que la empresa está comprometida con la sostenibilidad del medio ambiente?”, se mide el compromiso por parte de la empresa empleando los criterios de nada comprometida, moderadamente comprometida, comprometido, muy comprometido y, finalmente, la alternativa de no tengo información suficiente; los resultados se evidencian en la Figura 22.

**Figura 22. Compromiso con el medio ambiente.**

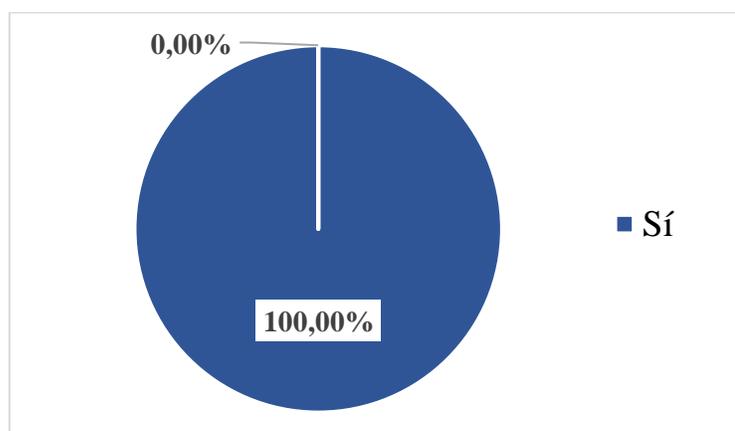


*Nota: Elaborado por la autora.*

Los resultados de la Figura 22 dan a conocer que existe un alto índice del 53,33% que se encuentra moderadamente comprometido con contribuir a mitigar el impacto ocasionado por sus procesos productivos y un 13,33% que no ha tomado acciones con el medio ambiente; esto representa un alto grado de descuido y se evidencia la falta de compromiso por parte de las entidades. En contraparte se encuentra el 26,67% como comprometido pero sin brindar una importancia relevante y una minoría representada por el 6,67% muy comprometida con la sostenibilidad ambiental.

En la pregunta número nueve, “¿Considera que el diseño de un modelo colaborativo en el sector agroalimentario contribuye al fortalecimiento de la relación y el compromiso con la comunidad en el cantón La Libertad?”, tiene como alternativas de respuestas sí o no; la contribución de esta interrogante permitirá conocer el grado de aceptación de las empresas del sector agroalimentario en adoptar modelos innovadores y, a su vez, dará una visión de la aprobación de la propuesta del estudio en cuestión.

**Figura 23.** Contribución de un modelo colaborativo.

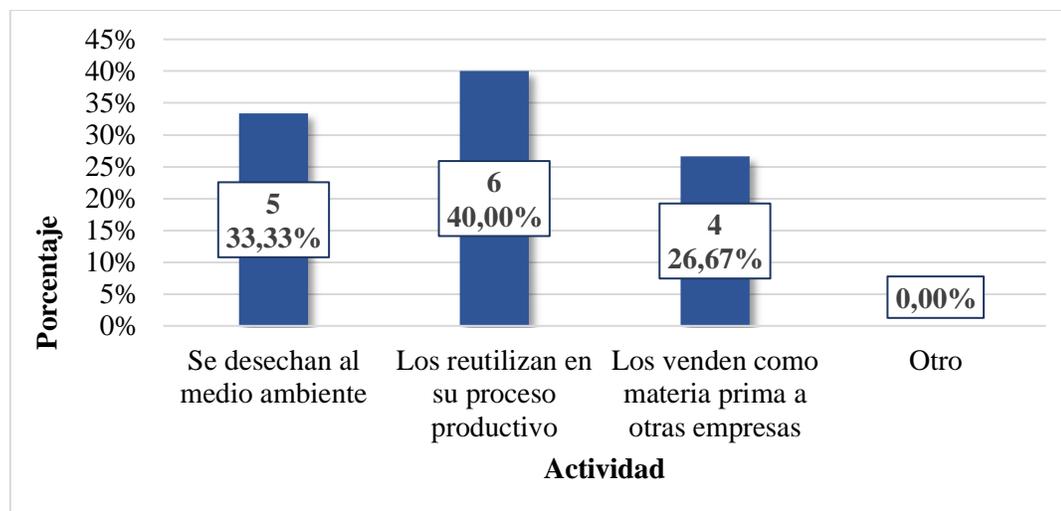


**Nota:** Elaborado por la autora.

Considerando que las empresas encuestadas son aquellas que velan por la seguridad alimentaria del cantón y el desarrollo económico del mismo, en la Figura 23, se obtiene como resultado que el 100% de los encuestados están de acuerdo en que el diseño del modelo colaborativo ayuda a fortalecer el crecimiento de toda la comunidad. Es decir, están en pro de trabajar de manera colaborativa con el fin de obtener ganancias mutuas y a su vez aceptan la adopción del modelo sinérgico.

En la pregunta número diez, “¿Cómo gestiona los desperdicios generados por el proceso productivo?”, se pretende conocer de qué manera se realiza la gestión de los desperdicios generados por los procesos productivos; los resultados permitirán conocer si siguen un modelo lineal o, en su defecto, aplican medidas circulares y amigables con el medio ambiente, Figura 24.

**Figura 24.** Gestión de desperdicios.

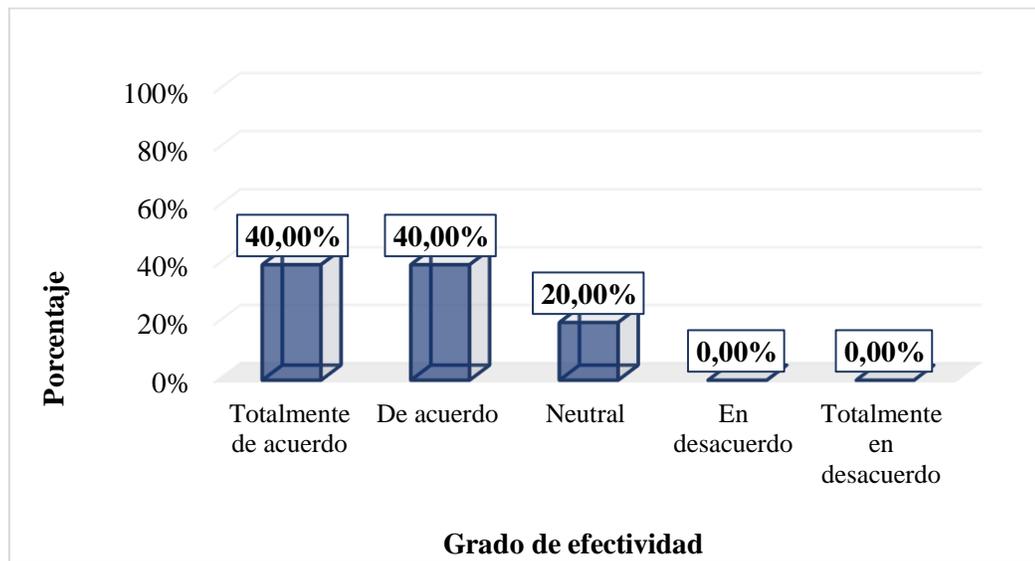


*Nota:* Elaborado por la autora.

Es fundamental conocer las medidas que se llevan a cabo con los residuos generados en el proceso productivo, los resultados a esta pregunta manifiestan que el 33,33% los desechan al medio ambiente, ocasionando un gran impacto ambiental, el 40% realiza prácticas eco amigables ya que reutilizan los desechos y otro 26,67% obtienen ganancias al venderlos como materia prima a otras empresas. En las dos premisas no hay tanta diferencia en cuanto a los resultados es por ello que existe la necesidad de realizar una mejor gestión de los residuos.

En la pregunta número once, “¿Cree que los residuos que genera la industria agroalimentaria podrían ser utilizados como materia prima para otras empresas del sector?” se presentan alternativas de respuesta de totalmente de acuerdo, de acuerdo, neutral, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo. Los resultados de esta interrogante se presentan en la Figura 25 y permitirán conocer si para las empresas esta práctica es viable o no.

**Figura 25. Utilización de los residuos generados.**

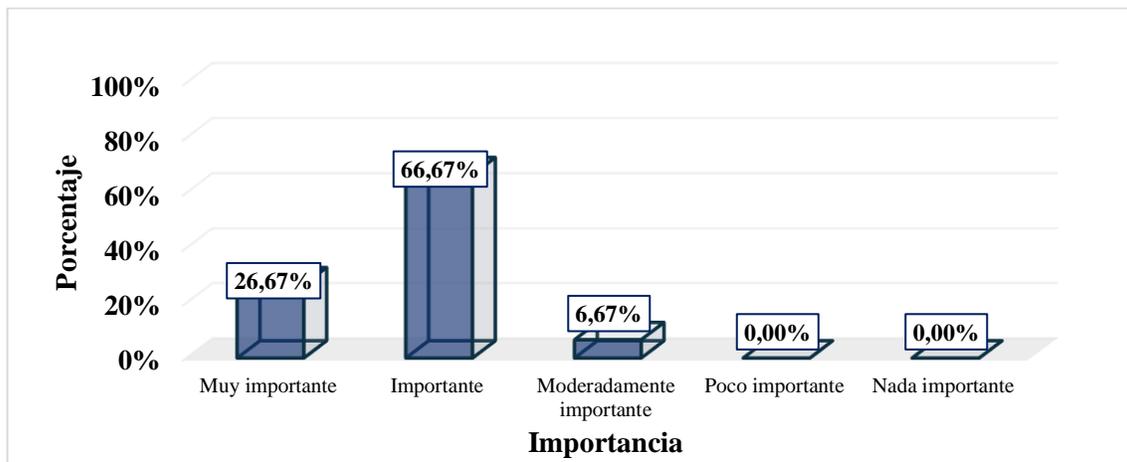


*Nota: Elaborado por la autora.*

Considerando que el sistema productivo circular atribuye a sus características la reutilización de recursos, en la Figura 25, se observa que el 40% de las empresas encuestadas están totalmente de acuerdo en que los residuos generados por la industria podrían ser reutilizados, mientras que el 40% se considera en un grado de acuerdo y, por otra parte, existe un 20% con un criterio neutral, es decir, no se encuentra ni de acuerdo ni en desacuerdo. Lo que demuestra que, en su mayoría, las empresas encuentran viable la aplicación de un modelo circular.

En la pregunta número doce, “¿Considera relevante la implementación de sistemas productivos circulares para mejorar la sostenibilidad de la industria agroalimentaria?”, se presentan los criterios de respuesta tales como muy importante, importante, moderadamente importante, poco importante y nada importante, con la finalidad de conocer la opinión de la empresas encuestadas sobre los beneficios que traería la adopción de una EC, ya que este tiene como premisa el reducir los desperdicios y realizar una utilización eficiente de recursos. Los resultados a esta interrogante se presentan en la Figura 26, que se muestra a continuación:

**Figura 26. Importancia de los sistemas circulares.**

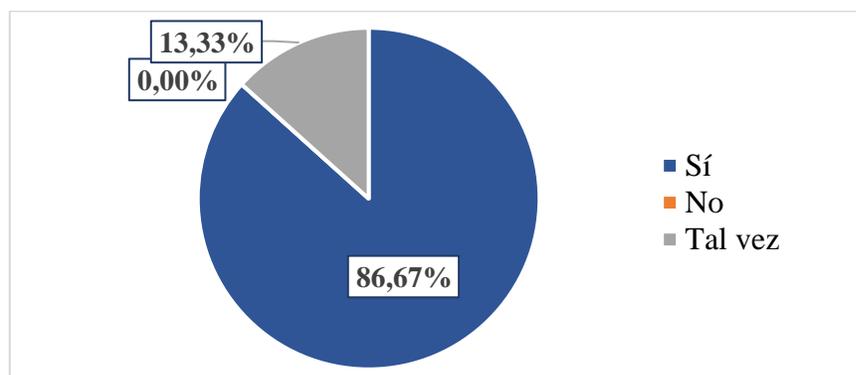


*Nota: Elaborado por la autora.*

Considerando a los sistemas circulares como aquellos que buscan un equilibrio entre lo socioeconómico y lo ambiental con el fin de mejorar la sostenibilidad para las generaciones futuras. En la Figura 26, se obtiene como resultado que solo el 26,6% de las encuestas considera esta implementación como algo muy importante y que el 66,67% y el 6,67% considera esta implementación como algo necesario, pero sin una importancia relevante.

En la pregunta número trece, “¿Considera importante la implementación de nuevas herramientas que ayuden a mitigar el impacto ambiental generado por los procesos productivos?”, resulta importante conocer la respuesta a esta interrogante ya que el sector agroalimentario produce un alto impacto ambiental y la adopción de nuevas herramientas y prácticas sostenibles contribuye a reducir el mismo, Figura 27.

**Figura 27. Implementación de nuevas herramientas.**

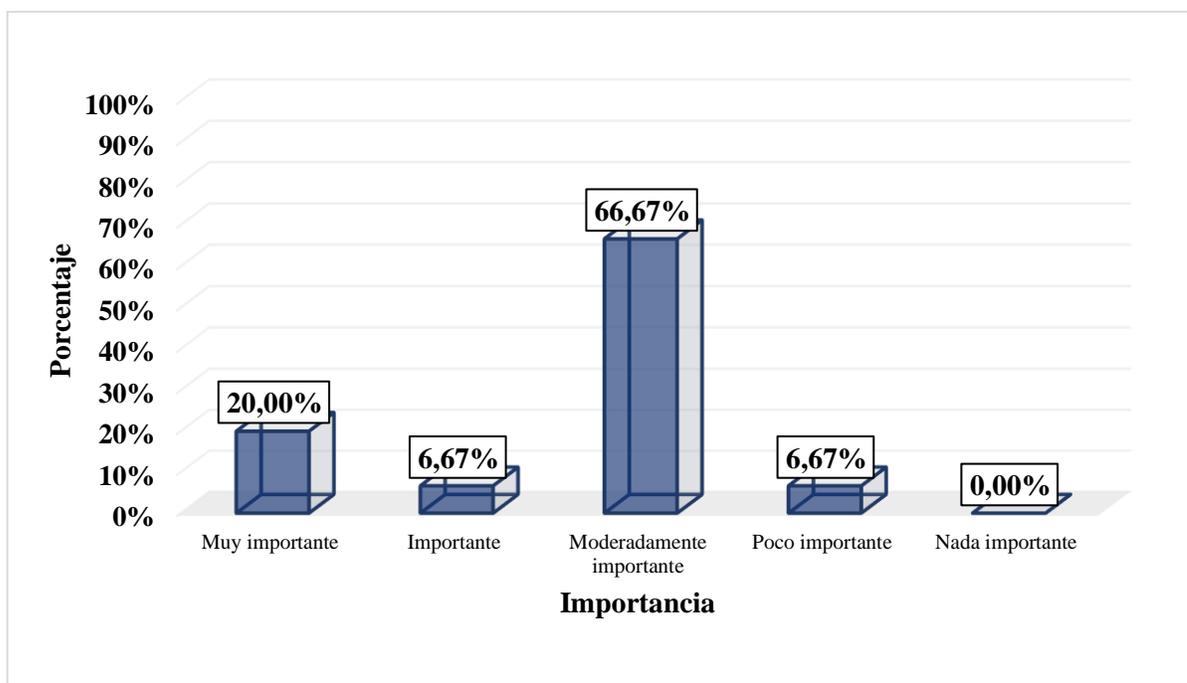


*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Figura 27, se observa el nivel de importancia que le da el sector agroalimentario a implementar nuevas herramientas con el fin de mitigar el impacto ambiental; el 13,33% considera poco relevante esta premisa, mientras que el 86,67% indica un grado de aceptación mayor. Cabe recalcar que para llevar a cabo la implementación de la propuesta es necesario contar con el apoyo de las entidades involucradas.

En la Figura 28, se presentan los resultados a la pregunta número catorce, “¿Considera usted importante la sobreexplotación de recursos con el fin de satisfacer las necesidades actuales comprometiendo los recursos de las generaciones futuras?”, se realiza esta interrogante con la finalidad de tener una idea de cómo se realiza la utilización de recursos, y los resultados de la misma darán a conocer si se están sobreexplotando para satisfacer las necesidades del presente o si se están gestionando moderadamente.

**Figura 28.** Recursos de las generaciones futuras.



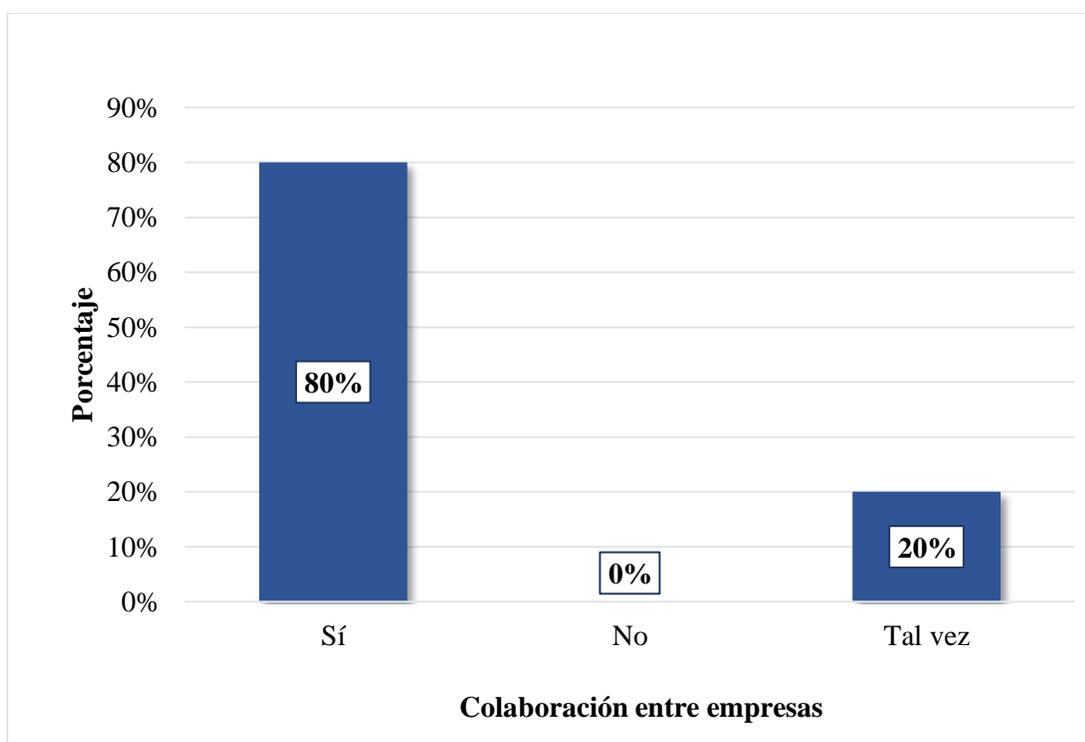
*Nota:* Elaborado por la autora.

En la Figura 28 se presenta que el 20% y el 6,67% de las entidades encuestadas manifiestan como muy importante e importante la sobreexplotación de los recursos actuales, es decir, que no se están midiendo los riesgos a largo plazo de una utilización ineficiente de

recursos; por su parte, el 66,67% y el 6,67% consideran como moderadamente y poco importante el comprometer los recursos de las generaciones futuras.

En la pregunta número quince, “¿Usted está de acuerdo con la colaboración entre empresas para obtener un mejor equilibrio en la sostenibilidad económica, ambiental y social?”, se presentan alternativas de respuestas de sí, no y tal vez; resulta importante conocer la respuesta de las PYMES a esta pregunta, ya que este tipo de colaboración beneficia a todas las partes involucradas y se promueve el bien común. Los resultados a esta interrogante se presentan en la Figura 29.

**Figura 29.** Colaboración entre empresas para alcanzar la sostenibilidad.

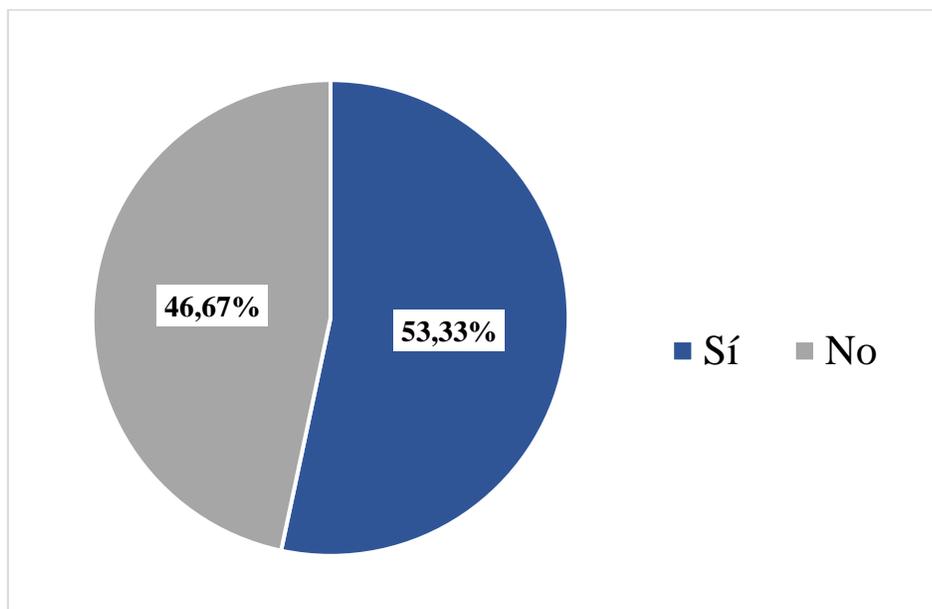


*Nota:* Elaborado por la autora.

En la Figura 29, se observan las respuestas a la interrogante, considerando que las empresas establezcan cooperaciones para mejorar la sostenibilidad del cantón La Libertad. Obteniendo como resultado que el 80% de los encuestados están de acuerdo en que las empresas trabajen en conjunto con el fin de mejorar la sostenibilidad del sector agroalimentario.

En la pregunta número dieciséis, “¿Considera que las prácticas actuales en el sector agroalimentario del cantón La Libertad contribuye al cumplimiento de los ODS?”, se presentan alternativas de respuesta de sí o no; los resultados a esta interrogante permitirán evidenciar si las prácticas actuales de los sistemas productivos se están llevando a cabo de manera oportuna y si están alineadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ya que entre los 15 ODS se encuentra el promover la producción de alimentos sostenibles y el uso responsable del suelo.

**Figura 30.** Cumplimiento de los ODS.



**Nota:** Elaborado por la autora.

En la Figura 30, se observan las respuestas a la pregunta: ¿Considera que las prácticas actuales en el sector agroalimentario del cantón La Libertad contribuyen al cumplimiento de los ODS?, considerando que las empresas deben enfocar sus procesos productivos y sus sistemas en los ODS, se obtuvo que el 53,33% de los encuestados están de acuerdo que los sistemas actuales cumplen con los ODS, mientras que el 46,67% considera que estos sistemas no guardan ninguna relación con el cumplimiento de los ODS.

## **Etapa 6: Evaluación de los resultados**

Los resultados del cuestionario, que constaba de 16 preguntas, se utilizaron para conocer las características necesarias para la sostenibilidad de las actividades agroalimentarias en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena. Los resultados de la encuesta muestran los puntos fuertes del sistema de producción del sector agroalimentario local y los aspectos que deben mejorarse.

Se evidencia la necesidad de implementar prácticas sustentables de modo que se vayan adoptando medidas y herramientas que permitan transaccionar de un modelo lineal a un modelo circular. Además, cabe recalcar que existe apoyo por parte de las entidades encuestadas para fomentar la colaboración entre empresas con la finalidad de incorporar estrategias que promuevan la sostenibilidad.

En ese sentido, la Tabla 17 expone de manera detallada las preguntas planteadas y el número de respuestas obtenidas. Según las encuestas, las principales actividades se concentran en la pesca y la agricultura, que representan el 46,67% de las empresas encuestadas, mientras que el 6,67% se dedican a la ganadería, lo que pone de manifiesto la importancia de estos sectores en la economía local y muestra las oportunidades para fortalecer estas áreas, especialmente en términos de sostenibilidad y prácticas de producción. En cuanto a la implantación de sistemas de producción circular, el 26,6% de las empresas considera esta medida muy importante, lo que representa un porcentaje bajo, aunque el 66,67% de las empresas reconoce que es necesaria, lo que indica una coincidencia general sobre la relevancia de adoptar prácticas circulares, reflejando la necesidad de una mayor concienciación y apoyo en este sector para alcanzar la sostenibilidad social y medioambiental equilibradas.

**Tabla 17. Resumen de los resultados.**

<b>N°</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Alternativa de respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>N° encuestados</b>
<b>1</b>	¿A qué actividad se dedica principalmente la empresa?	Agricultura	7	46,67%	<b>15</b>
		Ganadería	7	46,67%	
		Pesca	1	6,67%	
<b>2</b>	¿Qué tan efectivos considera que son los actuales canales de distribución para asegurar que los productos agroalimentarios lleguen a los consumidores de manera oportuna y en buen estado?	Muy efectivo	6	40,00%	
		Efectivo	7	46,67%	
		Poco efectivos	2	13,33%	
		Nada efectivos	0	0,00%	
<b>3</b>	Indique qué sistema productivo emplea la empresa	Sistema productivo lineal	8	53,33%	
		Sistema productivo circular	7	46,67%	
<b>4</b>	¿Qué tan eficientes considera usted que son sus procesos productivos?	Nada eficiente	0	0,00%	
		Poco eficiente	1	6,67%	
		Eficiente	9	60,00%	
		Muy eficiente	5	33,33%	
<b>5</b>	¿Cuál es la cantidad (Tn) diaria de producción?	0 Tn a 5 Tn	5	33,33%	
		6 Tn a 10 Tn	4	26,67%	
		Más de 11 Tn	6	40,00%	
<b>6</b>	¿Qué cantidad (Tn) de desperdicio genera su proceso productivo?	Entre 0 a 5 Tn	10	66,67%	
		Entre 5 a 10 Tn	1	6,67%	
		Más de 10 Tn	4	26,67%	
<b>7</b>	¿Conoce usted sobre la sostenibilidad empresarial y sus beneficios	Sí	8	53,33%	
		No	7	46,67%	
<b>8</b>	¿Considera que la empresa está comprometida con la sostenibilidad del medio ambiente?	Nada comprometida	2	13,33%	
		Moderadamente comprometida	8	53,33%	
		Comprometido	4	26,67%	
		Muy comprometido	1	6,67%	
		No tengo información suficiente	0	0,00%	
<b>9</b>	¿Considera que el diseño de un modelo colaborativo en el sector agroalimentario contribuye al fortalecimiento de la relación y el compromiso con la comunidad en el Cantón La Libertad?	Sí	15	100,00%	
		No	0	0,00%	

<b>10</b>	¿Cómo gestiona los desperdicios generados por el proceso productivo?	Se desechan al medio ambiente	5	33,33%
		Los reutilizan en su proceso productivo	6	40,00%
		Los venden como materia prima a otras empresas	4	26,67%
		Otro	0	0,00%
<b>11</b>	¿Cree que los residuos que genera la industria agroalimentaria podrían ser utilizados como materia prima para otras empresas del sector?	Totalmente de acuerdo	6	40,00%
		De acuerdo	6	40,00%
		Neutral	3	20,00%
		En desacuerdo	0	0,00%
		Totalmente en desacuerdo	0	0,00%
<b>12</b>	¿Considera relevante la implementación de sistemas productivos circulares para mejorar la sostenibilidad de la industria agroalimentaria?	Muy importante	4	26,67%
		Importante	10	66,67%
		Moderadamente importante	1	6,67%
		Poco importante	0	0,00%
		Nada importante	0	0,00%
<b>13</b>	¿Considera importante la implementación de nuevas herramientas que ayuden a mitigar el impacto ambiental generados por los procesos productivos?	Sí	13	86,67%
		No	0	0,00%
		Tal vez	2	13,33%
<b>14</b>	¿Considera usted importante la sobreexplotación de recursos con el fin de satisfacer las necesidades actuales comprometiendo los recursos de las generaciones futuras?	Muy importante	3	20,00%
		Importante	1	6,67%
		Moderadamente importante	10	66,67%
		Poco importante	1	6,67%
		Nada importante	0	0,00%
<b>15</b>	¿Usted está de acuerdo con la colaboración entre empresas para obtener un mejor equilibrio en la sostenibilidad económica, ambiental y social?	Sí	12	80%
		No	0	0%
		Tal vez	3	20%
<b>16</b>	¿Considera que las prácticas actuales en el sector agroalimentario del Cantón La Libertad contribuyen al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)?	Sí	8	53,33%
		No	7	46,67%

*Nota: Elaborado por la autora.*

En cuanto a la relación entre los ODS y las prácticas actuales en la industria alimentaria, los resultados de la encuesta muestran una divergencia de opiniones: el 53,33 % de los encuestados cree que los sistemas de producción cumplen los ODS, lo que indica que más de la mitad de las empresas están alineadas con los ODS mundiales, mientras que el 46,67% de los encuestados opina que estos sistemas no están en consonancia con los ODS, lo que sugiere que es necesario revisar y mejorar las prácticas actuales para garantizar que estén en consonancia con el compromiso mundial con el desarrollo sostenible y el desarrollo económico.

Finalmente, la colaboración entre empresas parece ser esencial para fortalecer la sostenibilidad y el desarrollo comunitario en La Libertad, con el 80% de los encuestados de acuerdo en que la colaboración entre empresas es esencial para mejorar el equilibrio entre la sostenibilidad ambiental y social y unánimemente (100%) apoyando el diseño de modelos colaborativos en el sector agroalimentario como una estrategia importante para promover el compromiso de la comunidad y garantizar la seguridad alimentaria. Sin embargo, los sistemas de producción lineales siguen dominando (53,33%), aunque el 46,67% de las empresas están avanzando hacia sistemas circulares, lo que indica un paso a favor hacia la sostenibilidad.

El detalle minucioso de cada pregunta permite identificar patrones e inclinaciones en el comportamiento y las acciones que se llevan a cabo en el sector agroalimentario, incluyendo aspectos como el nivel de información sobre la sostenibilidad empresarial, adopción de nuevas herramientas tecnológicas y el compromiso de las empresas para trabajar en pro de la sustentabilidad y el cumplimiento de los ODS. Además, la aplicación del cuestionario permitió tener una idea clara de las toneladas de producción en cada subsector y el porcentaje de desperdicio generado por los procesos productivos, lo cual ayudó a tener datos relevantes sobre la gestión de los residuos. En resumen, la (Tabla 17) divulga la realidad del sector agroalimentario del cantón La Libertad, lo cual es fundamental para crear intervenciones que mejorarán la productividad y sostenibilidad, fortaleciendo la capacidad de actuar frente a los desafíos actuales y futuros.

### **3.1.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación**

El desarrollo sostenible, junto con la imperiosa necesidad de enfrentar el cambio climático global, ha emergido como una de las principales preocupaciones para la humanidad en su esfuerzo por lograr un planeta ecológicamente equilibrado; la mitigación de los efectos del cambio climático constituye un componente esencial dentro del desarrollo sostenible. Como lo destaca la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, promovida por la Naciones Unidas, la cual incluye 17 ODS, varios de ellos enfocados en combatir este fenómeno, tales objetivos son ODS 3 salud y bienestar, ODS 8 trabajo y crecimiento económico, ODS 12 producción y consumo responsables, ODS 13 acción por el clima y el ODS 15 vida de ecosistemas terrestres, a medida que los riesgos climáticos se vuelven más evidentes y aumenta la conciencia global, las naciones, las empresas y las comunidades locales están adoptando diversas estrategias y planes con el fin de mejorar su capacidad de adaptación ante los impactos del cambio climático (R. Aryee & Kanda, 2024; N. Wang et al., 2024).

Para poder respaldar las hipótesis formuladas, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), técnica que permite examinar la relación entre los factores mediante el análisis de varianzas y la verificación de las hipótesis, en este proceso se procede a plantear una hipótesis nula ( $H_0$ ), que asume la ausencia de diferencias significativas entre grupos, y la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) que es aquella que nos indica la presencia de tales diferencias, al obtener los resultados, si el valor de Fisher calculado es mayor que el rango aceptable para  $H_0$ , esta es rechazada en favor de  $H_a$ , la precisión de este análisis se optimiza estableciendo un nivel de significancia adecuado y evaluando el valor del coeficiente de Fisher para identificar estadísticamente significancias entre las variables.

#### **3.1.3.1 Definición de hipótesis.**

##### **Hipótesis Nula ( $H_0$ )**

El diseño de un modelo colaborativo no incide en el sector agroalimentario, del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

### **Hipótesis Alternativa ( $H_a$ )**

El diseño de un modelo colaborativo incide en el sector agroalimentario, del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

#### **3.1.3.2 Comprobación de hipótesis mediante análisis de varianza ANOVA.**

Las hipótesis fueron evaluadas mediante el análisis de varianza (ANOVA), un método ampliamente utilizado en el diseño de experimentos para analizar los datos de tipo cuantitativo y determinar si existen diferencias significativas entre grupos. El propósito del ANOVA es evaluar si los distintos tratamientos presentan igualdad en las medidas de las variables de respuestas, lo cual permite inferir si los efectos observados son atribuidos al tratamiento o si pueden explicarse por variaciones aleatorias (Alassaf & Qamar, 2022).

#### **Condiciones de decisión de hipótesis**

- Para tomar como válida la hipótesis nula, el valor calculado del estadístico de Fisher ( $F_c$ ) deber ser igual o menor al Fisher tabulado ( $F_T$ ).

$$H_0 = F_C \leq F_T$$

- Para tomar como válida la hipótesis alternativa, el valor calculado del estadístico de Fisher ( $F_c$ ) deber ser igual o mayor al Fisher tabulado ( $F_T$ ).

$$H_a = F_C \geq F_T$$

A continuación, se describen los criterios que se deben considerar en un análisis de varianza (ANOVA):

- $k$  = número de grupos.
- $n_i$  = lado de muestra del grupo.
- $N_{total}$  = lado de la muestra general, incluyendo todos los grupos.
- $X_{itotal}$  = suma total de grupo  $i$ .
- $x$  = suma en general.
- $s_i$  = desviación estándar de grupos.

La Tabla 18 representa un ANOVA unidireccional; este ofrece una visión clara de los cálculos necesarios y las interacciones entre los diferentes elementos presentes en el análisis de varianza. La utilización de tablas es una manera eficaz y ordenada de resumir los resultados esenciales de los cálculos realizados.

**Tabla 18.** Indicadores del ANOVA.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de medios	F
<b>Entre las muestras</b>	$k - 1$	$SC_{Trat}$ $= \sum_{i=1}^k n_1(x_i - \bar{x})^2$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k - 1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{CM_{error}}$
<b>Dentro de las muestras</b>	$n - k$	$SC_{Error}$ $= \sum_{i=1}^k (n_i - 1)s_i^2$	$CM_{error} = \frac{SC_{Error}}{n - 1}$	
<b>Total</b>	$n - 1$	$SC_{total}$ $= SC_{Error} - SC_{Trat}$	$\sigma = \frac{SS(total)}{n - 1}$	

*Nota:* Elaborado por la autora.

En la Tabla 18, se observan los indicadores fundamentales para el análisis de varianza. La suma de cuadrados, que es aquel que mide la variabilidad total de los datos con respecto a la media general, permitiendo identificar la variabilidad entre el tratamiento de los datos. La suma de los cuadrados medios, que es el resultado de dividir la suma de cuadrados entre sus respectivos grados de libertad, representa la varianza promedio y sirve como base para calcular el estadístico de Fisher. Este estadístico se utiliza para evaluar la hipótesis nula, comparando la variabilidad entre grupos con la variabilidad dentro de ellos, si este valor es alto se rechaza la hipótesis nula sugiriendo que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados.

**Cálculo de resultados obtenidos:**

**a) Promedio de cada pregunta**

$$\begin{aligned} \text{Promedio}_1 &= \frac{3+3+1+3+1+3+3+3+1+1+1+1+2+1+3}{15} = \frac{30}{15} \\ &= 2 \end{aligned} \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\text{Promedio}_2 = \frac{2+2+1+1+3+2+3+1+2+1+1+1+2+2+2}{15} = \frac{26}{15} = 1,73$$

$$\text{Promedio}_3 = \frac{1+2+1+2+1+1+2+1+1+2+2+2+1+1+2}{15} = \frac{22}{15} = 1,46$$

$$\text{Promedio}_4 = \frac{4+3+2+3+4+3+3+4+3+4+3+4+3+3+3}{15} = \frac{49}{15} = 3,26$$

$$\text{Promedio}_5 = \frac{3+2+2+2+3+1+3+3+2+3+1+1+1+1+3}{15} = \frac{31}{15} = 2,06$$

$$\text{Promedio}_6 = \frac{3+1+1+1+2+1+3+3+1+1+1+1+1+1+3}{15} = \frac{24}{15} = 1,6$$

$$\text{Promedio}_7 = \frac{2+2+2+1+2+2+1+2+1+1+1+1+2+1+1}{15} = \frac{22}{15} = 1,46$$

$$\text{Promedio}_8 = \frac{2+2+1+2+3+2+2+2+3+4+3+2+1+3+2}{15} = \frac{34}{15} = 2,26$$

$$\text{Promedio}_9 = \frac{1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1}{15} = \frac{15}{15} = 1$$

$$\text{Promedio}_{10} = \frac{3+1+3+2+3+1+2+3+1+2+2+2+1+1+2}{15} = \frac{29}{15} = 1,93$$

$$\text{Promedio}_{11} = \frac{1+1+2+1+2+3+1+2+2+1+3+1+2+3+2}{15} = \frac{27}{15} = 1,8$$

$$\text{Promedio}_{12} = \frac{1+1+2+1+2+3+1+2+2+1+3+1+2+3+2}{15} = \frac{27}{15} = 1,8$$

$$\text{Promedio}_{13} = \frac{3+1+1+1+1+3+1+1+1+1+1+1+1+1+1}{15} = \frac{19}{15} = 1,26$$

$$\text{Promedio}_{14} = \frac{3+1+2+3+3+3+3+3+4+1+1+3+3+3+3}{15} = \frac{39}{15} = 2,6$$

$$\text{Promedio}_{15} = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 3 + 3 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{15} = \frac{21}{15} = 1,4$$

$$\text{Promedio}_{16} = \frac{1 + 1 + 2 + 2 + 2 + 3 + 1 + 2 + 2 + 1 + 3 + 1 + 2 + 3 + 2}{15} = \frac{22}{15} = 1,46$$

*promedio general*

$$= \frac{2 + 1,73 + 1,46 + 3,26 + 2,06 + 1,6 + 1,46 + 2,26 + 1 + 1,93 + 1,8 + 1,8 + 1,26 + 2,6 + 1,4 + 1,46}{15}$$

$$= \frac{29,13}{15} = 1,94 \quad (\text{Ec. 2})$$

**b) Suma de cuadrados entre las muestras: Método # 1**

$$(\bar{x}_i - \bar{x})^2$$

$$\text{Pregunta\#1} = (2 - 1,94)^2 = 0,0036 \quad (\text{Ec.3})$$

$$\text{Pregunta\#2} = (1,73 - 1,94)^2 = 0,0441$$

$$\text{Pregunta\#3} = (1,46 - 1,94)^2 = 0,2304$$

$$\text{Pregunta\#4} = (3,26 - 1,94)^2 = 1,7424$$

$$\text{Pregunta\#5} = (2,06 - 1,94)^2 = 0,0144$$

$$\text{Pregunta\#6} = (1,6 - 1,94)^2 = 0,1156$$

$$\text{Pregunta\#7} = (1,46 - 1,94)^2 = 0,2304$$

$$\text{Pregunta\#8} = (2,26 - 1,94)^2 = 0,1024$$

$$\text{Pregunta\#9} = (1 - 1,94)^2 = 0,8836$$

$$\text{Pregunta\#10} = (1,93 - 1,94)^2 = 0,0001$$

$$\text{Pregunta\#11} = (1,8 - 1,94)^2 = 0,0196$$

$$\text{Pregunta\#12} = (1,8 - 1,94)^2 = 0,0196$$

$$\text{Pregunta\#13} = (1,26 - 1,94)^2 = 0,4624$$

$$\text{Pregunta\#14} = (2,6 - 1,94)^2 = 0,4356$$

$$\text{Pregunta\#15} = (1,4 - 1,94)^2 = 0,2916$$

$$\text{Pregunta\#16} = (1,46 - 1,94)^2 = 0,2304$$

$$n(\bar{x}_i - \bar{x})^2$$

$$SS_{\text{pregunta 1}} = 0,0036 * 15 = 0,054 \quad (\text{Ec.4})$$

$$SS_{\text{pregunta 2}} = 0,0441 * 15 = 0,6615$$

$$SS_{\text{pregunta 3}} = 0,2304 * 15 = 3,456$$

$$SS_{\text{pregunta 4}} = 1,7424 * 15 = 26,136$$

$$SS_{\text{pregunta 5}} = 0,0144 * 15 = 0,216$$

$$SS_{\text{pregunta 6}} = 0,1156 * 15 = 1,734$$

$$SS_{\text{pregunta 7}} = 0,2304 * 15 = 3,456$$

$$SS_{\text{pregunta 8}} = 0,1024 * 15 = 1,536$$

$$SS_{\text{pregunta 9}} = 0,8836 * 15 = 13,254$$

$$SS_{\text{pregunta 10}} = 0,0001 * 15 = 0,0015$$

$$SS_{\text{pregunta 11}} = 0,0196 * 15 = 0,294$$

$$SS_{\text{pregunta 12}} = 0,0196 * 15 = 0,294$$

$$SS_{\text{pregunta 13}} = 0,4624 * 15 = 6,936$$

$$SS_{\text{pregunta 14}} = 0,4356 * 15 = 6,534$$

$$SS_{\text{pregunta 15}} = 0,2916 * 15 = 4,374$$

$$SS_{\text{pregunta 16}} = 0,2304 * 15 = 3,456$$

$$SSG = 0,054 + 0,6615 + 3,456 + 26,136 + 0,216 + 1,734 + 3,456 + 1,536 + 13,254 + 0,0015 + 0,294 + 0,294 + 6,936 + 6,534 + 4,374 + 3,456 \quad (\text{Ec.5})$$

$$SSG = SC_{\text{Trat}} = 68,8958$$

c) **Suma de cuadrado entre las muestras: método # 2**

$$\begin{aligned} \text{Pregunta 1} &= 3 + 3 + 1 + 3 + 1 + 3 + 3 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 3 \\ &= 30 \end{aligned} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$\text{Pregunta 2} = 2 + 2 + 1 + 1 + 3 + 2 + 3 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2 + 2 = 26$$

$$\text{Pregunta 3} = 1 + 2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 2 = 22$$

$$\text{Pregunta 4} = 4 + 3 + 2 + 3 + 4 + 3 + 3 + 4 + 3 + 4 + 3 + 4 + 3 + 3 + 3 = 49$$

$$\text{Pregunta 5} = 3 + 2 + 2 + 2 + 3 + 1 + 3 + 3 + 2 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 3 = 31$$

$$\text{Pregunta 6} = 3 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 3 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 3 = 24$$

$$\text{Pregunta 7} = 2 + 2 + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 1 = 22$$

$$\text{Pregunta 8} = 2 + 2 + 1 + 2 + 3 + 2 + 2 + 2 + 3 + 4 + 3 + 2 + 1 + 3 + 2 = 34$$

$$\text{Pregunta 9} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 15$$

$$\text{Pregunta 10} = 3 + 1 + 3 + 2 + 3 + 1 + 2 + 3 + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 2 = 29$$

$$\text{Pregunta 11} = 1 + 1 + 2 + 1 + 2 + 3 + 1 + 2 + 2 + 1 + 3 + 1 + 2 + 3 + 2 = 27$$

$$\text{Pregunta 12} = 1 + 1 + 2 + 1 + 2 + 3 + 1 + 2 + 2 + 1 + 3 + 1 + 2 + 3 + 2 = 27$$

$$\text{Pregunta 13} = 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 19$$

$$\text{Pregunta 14} = 3 + 1 + 2 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 4 + 1 + 1 + 3 + 3 + 3 + 3 = 39$$

$$\text{Pregunta 15} = 1 + 1 + 1 + 1 + 3 + 3 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 21$$

$$\text{Pregunta 16} = 1 + 1 + 1 + 1 + 3 + 3 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 = 22$$

$$\begin{aligned} x_{i\text{total}}^2 &= 30^2 + 26^2 + 22^2 + 49^2 + 31^2 + 24^2 + 22^2 + 34^2 + 15^2 + 29^2 + 27^2 + 27^2 + 19^2 + 27^2 + \\ &27^2 + 19^2 + 39^2 + 21^2 + 22^2 = 12969 \quad (\text{Ec.7}) \end{aligned}$$

$$SC_{T\text{rat}} = \frac{1}{15}(12969) - \frac{(437)^2}{240} \quad (\text{Ec. 8})$$

$$SC_{T\text{rat}} = 864,6 - 795,7041$$

$$SC_{T\text{rat}} = 68,8958$$

**d) Suma de cuadrados entre las muestras método # 2**

$$\begin{aligned} \text{Pregunta 1} &= 3^2 + 3^2 + 1^2 + 3^2 + 1^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 3^2 \\ &= 74 \end{aligned} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$\text{Pregunta 2} = 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 = 52$$

$$\text{Pregunta 3} = 1^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 = 36$$

$$\text{Pregunta 4} = 4^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 = 165$$

$$\text{Pregunta 5} = 3^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 = 75$$

$$\text{Pregunta 6} = 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 = 50$$

$$\text{Pregunta 7} = 2^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 = 36$$

$$\text{Pregunta 8} = 2^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 = 86$$

$$\text{Pregunta 9} = 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 = 15$$

$$\text{Pregunta 10} = 3^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 = 65$$

$$\text{Pregunta 11} = 1^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 3^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 = 57$$

$$\text{Pregunta 12} = 1^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 3^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 = 53$$

$$\text{Pregunta 13} = 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 = 31$$

$$\text{Pregunta 14} = 3^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 4^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 = 113$$

$$\text{Pregunta 15} = 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 = 39$$

$$\text{Pregunta 16} = 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 = 36$$

$$x_{i\text{total}}^2 = 983 \quad (\text{Ec.10})$$

$$SC_{\text{total}} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \frac{x^2}{N} \quad (\text{Ec. 11})$$

$$SC_{\text{Total}} = 983 - \frac{(437)^2}{240}$$

$$SC_{\text{Total}} = 187,2958$$

$$SC_{error} = SC_{Total} - SC_{Trat} \quad (\text{Ec.12})$$

$$SC_{error} = 187,2958 - 68,8958$$

$$SC_{error} = 118,40$$

e) Cálculo de los cuadrados medios

$$CM_{tratamiento} = \frac{SC_{tratamiento}}{K - 1} \quad (\text{Ec. 13})$$

$$CM_{tratamiento} = \frac{68,8958}{15 - 1}$$

$$CM_{tratamiento} = 4,9211$$

$$CM_{error} = \frac{SC_{error}}{N - K} \quad (\text{Ec. 14})$$

$$CM_{error} = \frac{118,40}{240 - 15} = 0,5262$$

$$CM_{total} = \frac{SC_{total}}{N - 1} \quad (\text{Ec. 15})$$

$$CM_{total} = \frac{187,2958}{240 - 1} = 0,7836$$

f) Cálculo del coeficiente de Fisher

$$F = \frac{CM_{tratamiento}}{CM_{error}} \quad (\text{Ec. 16})$$

$$F = \frac{4,9211}{0,5262}$$

$$F = 9,3521$$

En la Tabla 19, se puede observar el resultado del análisis ANOVA, que incluye el valor del estadístico de Fisher obtenido. Este análisis es fundamental ya que proporciona información relevante sobre las variables examinadas en la investigación con respecto al sector agroalimentario del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

**Tabla 19.** Cálculo del estadístico de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F al 95%
Entre las muestras	68,8958	14	4,921131	9,3521	1,73
Dentro de las muestras	118,40	225	0,526222		
Total	187,30	239			

**Nota:** Elaborado por la autora.

En la Tabla 19, se puede observar el resultado final del análisis de varianza, donde se especifica de manera correcta el valor de Fisher obtenido mediante el análisis ANOVA. En la tabla de Fisher (Anexo G), no se encuentra el valor de  $F_{\alpha}$  para los grados de libertad correspondientes a los cálculos previos; por lo tanto, se decidió emplear el método de interpolación lineal, cuyo enfoque sencillo permite obtener el valor intermedio entre dos puntos conocidos (Chapra & Canale, 2015). A continuación, se presentan las ecuaciones establecidas para realizar dicho cálculo.

$$f_1(x) = f(x_0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} (x_1 - x_0) \quad (\text{Ec. 17})$$

$$200 = 1,742$$

$$239 = X$$

$$500 = 1,712$$

$$f_1(x) = 1,742 + \frac{1,712 - 1,742}{500 - 200} (239 - 200)$$

$$f_1(x) = 1,7381$$

En base a los resultados obtenidos se puede conocer el valor de Fisher calculado (Fc) que es igual a 9,35 y el valor de Fisher tabulado (Ft) es de 1,73 permitiendo afirmar que

- Si  $F_c = 9,35$  es menor a  $F_t = 1,73$  se acepta la hipótesis nula  $H_0$  y se rechaza la hipótesis alternativa  $H_a$ .
- Si  $F_c = 9,35$  es mayor a  $F_t = 1,73$  se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_a$ .

Basándose en los resultados obtenidos, se puede observar que el valor de Fisher calculado es mayor que el Fisher tabulado, cuyo análisis proviene de la recopilación de los datos y el análisis de las variables sujetas a los sistemas agroalimentarios: modelo colaborativo e índice de sostenibilidad, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, la cual establece que el diseño de un modelo colaborativo resulta aplicable para el sector agroalimentario del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

### Correlación de Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson constituye una herramienta fundamental para evaluar la relación entre dos variables; operando en un rango que va de -1 a +1, este coeficiente es empleado en la comprobación de hipótesis, lo que facilita el análisis de los datos obtenidos, cuando el valor del coeficiente se aproxima a 1, se indica una correlación positiva; -1 indica una fuerte relación negativa y 0 sugiere que no existe relación lineal entre las variables. De esta manera, el coeficiente de Pearson es esencial para la interpretación de la interdependencia entre las variables (Hernández - Sampieri et al., 2018).

**Tabla 20.** Resultados de la correlación de Pearson.

Correlaciones			
	VI	VD	
VI	Correlación de Pearson	1	0,859
	Sig. (bilateral)		0,01
	N	15	15
VD	Correlación de Pearson	0,859	1
	Sig. (bilateral)	0,01	
	N	15	15

*Nota:* Elaborado por la autora.

En la Tabla 20, se muestra que el análisis fue para 15 encuestados; el análisis del coeficiente de Pearson indica que entre la variable independiente y las variables dependientes es de 0,859, lo cual es una correlación positiva fuerte entre ambas variables. De la misma manera, el valor de significancia bilateral (Sig.) es de 0,01, lo que indica que la correlación estadística es significativa dado que el valor es menor a 0,05. Por lo tanto, debido a que la significancia es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula, es decir, no existe correlación entre VI y VD, y se acepta la hipótesis alternativa *“El diseño de un modelo colaborativo incide en el sector agroalimentario del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena”*, que plantea la existencia de una relación significativa entre ambas variables.

### **3.2 Propuesta de mejora.**

#### **3.2.1 Tema de la propuesta**

*“Propuesta de un modelo colaborativo sinérgico para la evaluación de la sostenibilidad en el sector agroalimentario, Cantón La Libertad, Provincia de Santa Elena”*

#### **3.2.2 Introducción de la propuesta**

A nivel global, la seguridad y la reducción de los desperdicios en los sectores agroalimentarios representan factores críticos para su gestión efectiva; más del 33% de la producción alimentaria a nivel mundial es desechada debido a una gestión ineficiente de sus procesos. Los eslabones de los sistemas agroalimentarios enfrentan desafíos importantes, como la escasez de recursos, los efectos del cambio climático y la generación de desperdicios; por tal motivo, es primordial fomentar entornos productivos sostenibles que no solo promuevan la sostenibilidad socioeconómica, sino que a la vez sean amigables con el medio ambiente (Sharma et al., 2023).

La urgencia de poder optimizar los recursos y reducir las emisiones globales ha impulsado diversas soluciones. No solo a nivel internacional sino también a niveles locales con enfoques colaborativos, estas soluciones industriales buscan generar cooperaciones entre las organizaciones, facilitando el intercambio y aprovechando de manera eficiente los recursos excedentes, tales como los residuos y los subproductos, para mitigar el uso de

materiales vírgenes y de insumos energéticos y reducir de forma significativa la generación de desechos y emisiones de gases invernadero (Schlüter et al., 2023).

El consumo y la producción sostenibles son factores clave para transitar de un modelo lineal a un modelo que sea más amigable con el entorno ambiental. Para lograr este objetivo se han implementado herramientas tales como los circuitos cerrados y las cooperaciones sinérgicas entre entidades dentro de los sectores agroalimentarios como estrategias que permitan optimizar el uso de los recursos naturales y minimizar los impactos ambientales generados por los procesos productivos (S. Aryee et al., 2023).

El modelo de negocio que propone la EC se plantea como una alternativa para pasar de los sistemas paradigmáticos lineales a sistemas que generen conciencia sobre la producción y el consumo sostenibles, promoviendo sistemas industriales con flujos cíclicos de materiales, lo que fortalece el desarrollo sostenible. Este modelo está directamente relacionado con la producción limpia, dado que ambos enfoques buscan mitigar la contaminación mediante el aprovechamiento de los residuos como insumos para otros agentes y fomentar el uso eficiente de recursos: agua, energía, capital y mano de obra (Calzolari et al., 2023).

El análisis de los sistemas complejos se facilita con los avances tecnológicos, que permiten explorar interacciones sinérgicas en entornos agroindustriales. Herramientas digitales como el uso del software Anylogic ofrecen modelación basada en agentes para analizar dinámicamente sistemas complejos, proporcionando una representación abstracta y adaptativa de cambios propuestos y oportunidades de mejora en el índice de sostenibilidad del sector (Araya & Araya, 2020; Fouladvand et al., 2022b; Hernández et al., 2021c).

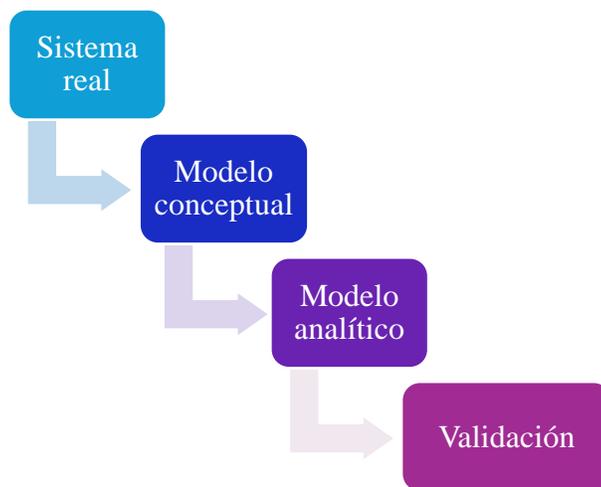
En relación con esto, el estudio del índice de sostenibilidad en los sectores agroalimentarios se ha vuelto el eje central, impulsando nuevas estrategias que trabajen de manera íntegra entre las organizaciones con la finalidad de equilibrar la preservación de los recursos naturales y el bienestar socioeconómico. La intensificación de la sostenibilidad se presenta como una estrategia que permite reducir los impactos negativos de los procesos agroalimentarios sin poner en riesgo los rendimientos y beneficios económicos. La integración de la MBA en el desarrollo de modelos de negocios circulares permite la correcta

simulación para evaluar el valor agregado y la difusión de información entre agentes. Esta representación simplificada y abstracta de sistemas reales captura características claves para diseñar estrategias efectivas y sostenibles.

### 3.2.3 Metodología.

Para llevar a cabo la propuesta de mejora dentro de los sectores agroalimentarios en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, se lleva a cabo el proceso metodológico ilustrado en la Figura 31, la cual sigue varias etapas como construcción del sistema real, modelo conceptual, modelo analítico y, por último el modelo computacional y su validación

*Figura 31. Representación simplificada del proceso del modelado.*



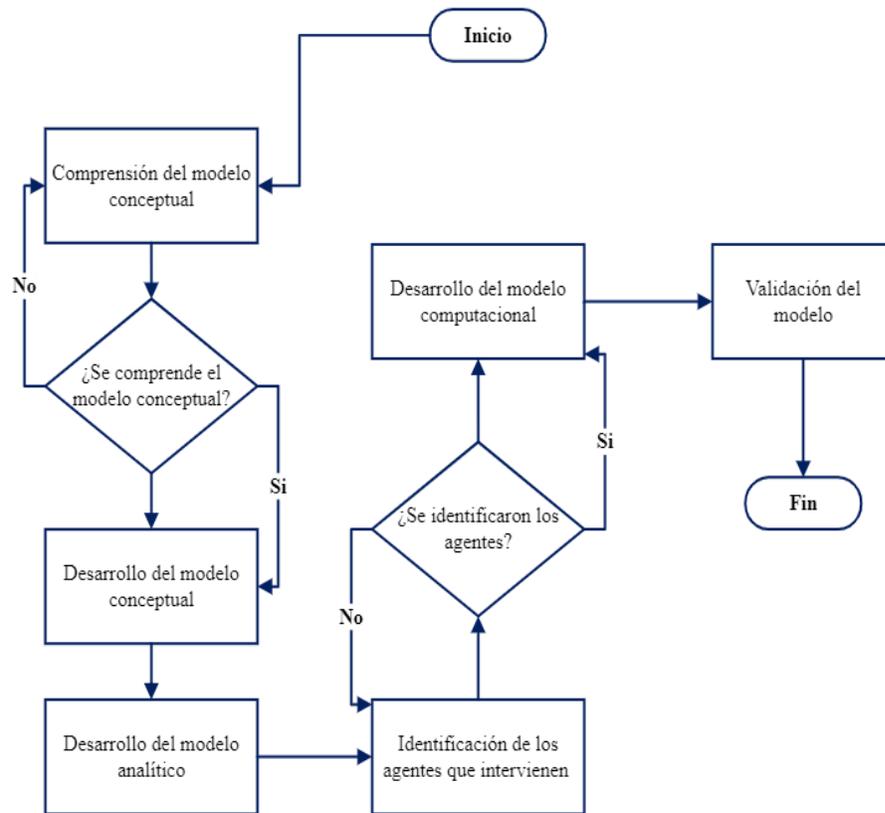
*Nota: Elaborado por la autora.*

La construcción del sistema real nos permitirá estudiar la situación actual de los sectores agroalimentarios dentro del cantón, lo que nos permite extraer los parámetros a estudiar; por su parte, la elaboración del modelo conceptual es más creativa; aquí se expone el comportamiento del modelo propuesto y se establece el objetivo del modelo. En el modelo analítico se plantean las variables de estudio y la relación entre ellas mediante la elaboración de fórmulas matemáticas, y en la fase de validación se establece un proceso correcto del modelo computacional, el mismo que nos permite plantear varios escenarios de estudios para la toma de decisiones en los sectores agroalimentarios, Figura 31.

### 3.2.4 Descripción del modelado basado en agentes

La metodología aplicada para el desarrollo del modelo computacional se basó en la combinación de teorías conceptuales, analíticas y de observación. Se optó por utilizar la versión gratuita del software Anylogic, debido a su capacidad para crear y simular escenarios virtuales que representan situaciones reales. Para la construcción del modelo se siguieron las etapas descritas en la Figura 32, lo que permitió una estructuración precisa del proceso.

*Figura 32. Flujo de la simulación.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

La estructura establecida en la Figura 32 consta de un inicio y un final, y entre los procesos realizados están la comprensión del modelo conceptual que dará paso al desarrollo del modelo, posteriormente el desarrollo del modelo analítico, la identificación de los agentes, continuando con el desarrollo del modelo computacional y, finalmente, la validación del modelo. Cabe recalcar que existen parámetros que permitirán o no la continuidad del proceso en caso de que se presente alguna dificultad o falta de comprensión en las fases.

### 3.2.5 Intención

El desarrollo de los modelos sostenibles en el sector agroalimentario requiere de un enfoque integral que contemple tanto la complejidad de las interacciones globales como las necesidades específicas de cada agente; para poder alcanzar el equilibrio entre productividad, sostenibilidad y equidad económica, resulta esencial implementar prácticas sostenibles y superar barreras estructurales y operativas, asegurando un impacto positivo en los procesos industriales del sector agroalimentario. En este sentido, el diseño de un modelo colaborativo dentro del cantón La Libertad permitirá gestionar de manera efectiva los residuos generados por sus procesos productivos, fomentando un modelo de negocio amigable con el medio ambiente. En las ecuaciones 18 y 19 se pueden observar los parámetros que se quieren estudiar, donde el beneficio económico, cuando existe sinergia entre la industria, es mayor que cuando cada agente trabaja de manera individual, lo que a la vez provoca una reducción en los impactos mejorando el índice de sostenibilidad del sector agroalimentario.

$$\sum (\text{Beneficio económico})_{\text{cooperación}} > \sum (\text{Beneficio económico})_{\text{nocooperación}} \quad \mathbf{Ec(18)}$$

$$ISSP_{\text{cooperación}} > ISSP_{\text{no cooperación}} \quad \mathbf{Ec(19)}$$

### 3.2.6 Simplificación

### 3.2.7 Sistema real

El sistema actual que se lleva a cabo dentro de los sistemas agroalimentarios del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, es el tipo de modelo tradicional, el cual consiste en la toma del recurso proporcionado por el ambiente, el proceso de manufactura y el desecho de los subproductos o residuos que ya no van a ser utilizados, poniendo en peligro la sostenibilidad del sector como se muestra en la Figura 33.

**Figura 33. Sistema actual.**



*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Figura 33, se presenta el escenario real donde consta el recurso natural, el proceso de manufactura, el desecho generado y el producto. Siguiendo un proceso lineal, esta representación nos permitirá comparar resultados del sistema actual versus el sistema propuesto, de tal manera que sean evidenciadas las mejoras propuestas.

Las expresiones analíticas representadas en los modelos incorporan la formulación matemática cuantitativa de los elementos y las relaciones identificadas en el modelo conceptual, teniendo las siguientes:

**Tabla 21. Tabla de simbología.**

<b>Tabla de simbología</b>	
<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
A	Ambiente
M	Manufacturera
Mc	Manufacturera colaboradora
C	Colaboración
IS	Índice de sostenibilidad

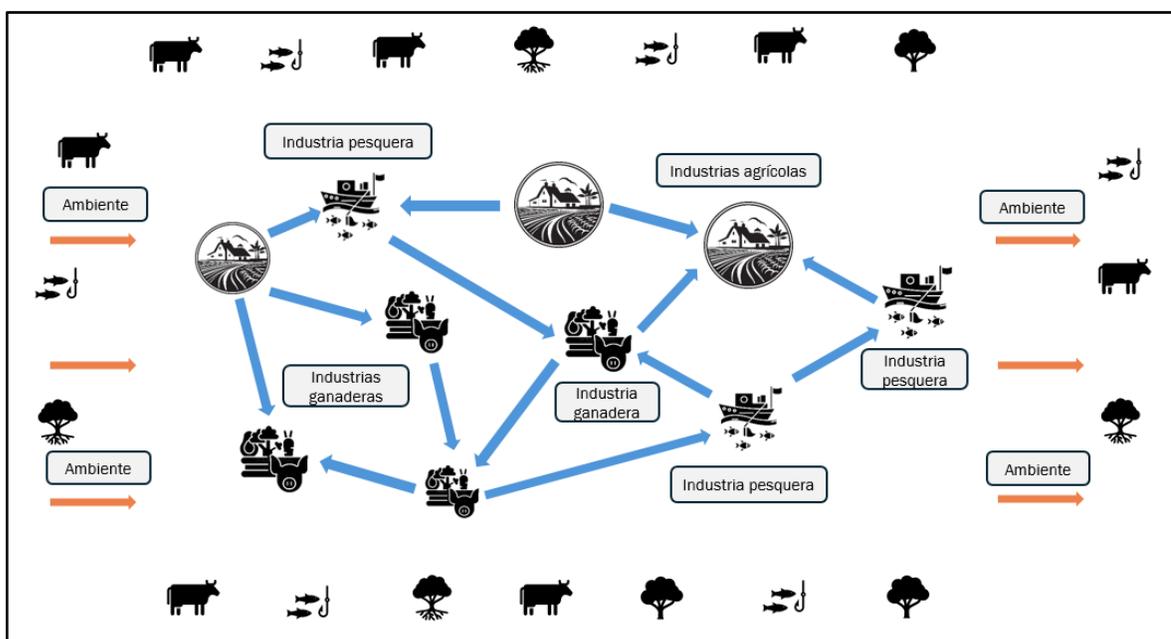
*Nota: Elaborado por la autora.*

La Tabla 21 presenta la simbología utilizada para el desarrollo del modelo conceptual y el modelo analítico, con la finalidad de establecer una percepción clara y precisa de los agentes utilizados, los cuales son ambiente, manufacturera, manufacturera colaborativa, colaboración e índice de sostenibilidad.

### 3.2.8 Modelo Conceptual

Este modelo conceptual permite visualizar mediante un diagrama cómo los distintos agentes de la industria agroalimentaria se relacionan entre sí mediante flechas que indican la dirección de la influencia entre ellos. A continuación, en la Figura 34, se describen los principales agentes involucrados en el sector, así como las interacciones que pueden tener entre sí:

*Figura 34. Modelo conceptual*



*Nota: Elaborado por la autora.*

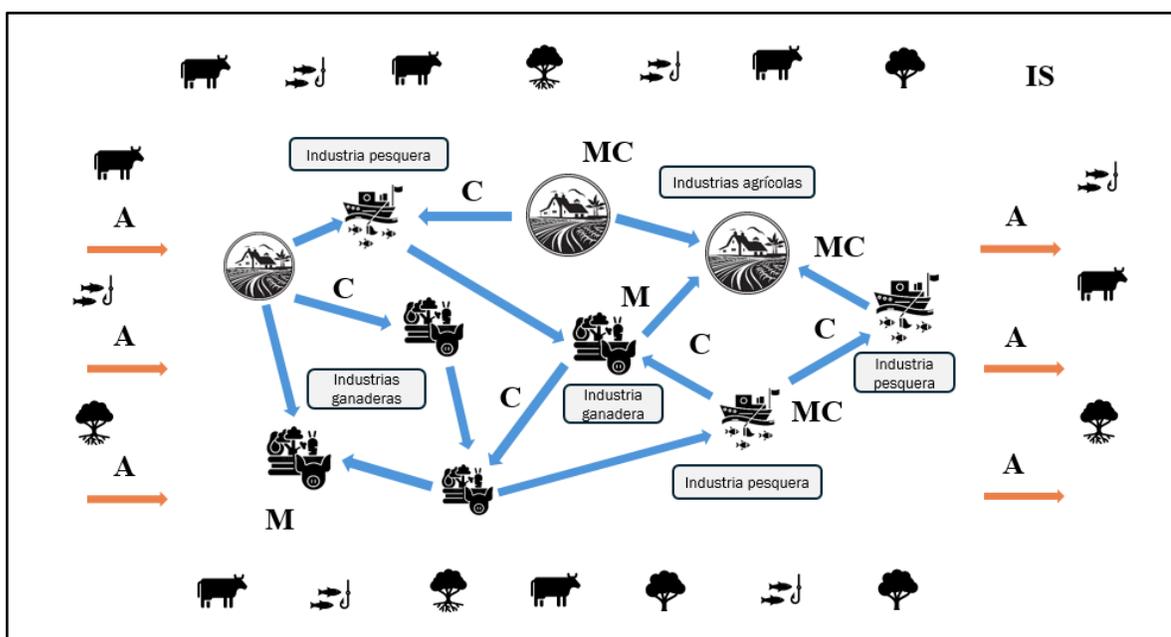
El modelo conceptual se desarrolla para estructurar y clarificar los elementos esenciales y las interacciones dentro del sistema agroalimentario del cantón La Libertad. Este enfoque ofrece una perspectiva general que identifica los parámetros fundamentales, como los actores, recursos y prácticas, de la misma manera que las conexiones dentro del contexto de la sostenibilidad, de forma que permite una visualización abstracta del sistema, facilitando

la comprensión de la estructura y los objetivos del modelo colaborativo sinérgico previo a un análisis detallado.

### 3.2.9 Modelo analítico

Los agentes involucrados en el sistema se muestran mediante la utilización del software Anylogic, ya que este permite visualizar la interacción de estos y, a la vez, la utilización de esta herramienta facilita el análisis y simulación del escenario. De tal manera que se ofrezca una representación gráfica de las interacciones entre los diferentes actores. Tal y como se ilustra en la Figura 35.

*Figura 35. Modelo analítico.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

El modelo analítico, en cambio, es el que se diseña para medir y evaluar de forma cuantitativa los factores y relaciones definidos en el modelo conceptual, mediante el uso de métricas específicas y métodos de análisis, como indicadores de sostenibilidad y eficiencia. Este modelo nos permite plantear el impacto de las cooperaciones expuestas en el sector agroalimentario, en el contexto del trabajo de investigación, el modelo es clave para analizar la viabilidad y el efecto de estrategias sostenibles en dimensiones ambientales, económicas y sociales.

Las expresiones analíticas del modelo representan la formulación matemática cuantitativa de los elementos y las relaciones identificadas en el modelo conceptual, teniendo las siguientes:

*Tabla 22. Tabla de simbología.*

<b>Tabla de simbología</b>	
<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
	Recurso del medio ambiente.
	Recurso del medio ambiente.
	Recurso del medio ambiente.
	Recurso del medio ambiente.
	Industria agrícola.
	Industria pesquera
	Industria ganadera
	Flujo del recurso proporcionado por el medio ambiente.
	Cooperaciones entre las industrias del sector agroalimentario.

*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Tabla 22, se muestran de manera gráfica las diferentes simbologías de los agentes que intervienen en el modelo analítico, considerando así los recursos del medio ambiente y las industrias pertenecientes al sector agroalimentario del cantón La Libertad; esto se realiza para un mejor entendimiento y comprensión.

La Tabla 23 presenta una descripción detallada sobre los agentes que integran el sistema; la representación del modelo sobre el índice de sostenibilidad muestra una visión clara de los diferentes agentes que participan en los procesos productivos agroalimentarios en el cantón La Libertad, donde cada agente tiene un rol específico con influencia directa sobre la sostenibilidad en su totalidad. Este modelo permite entender cómo contribuye cada actor en el índice de sostenibilidad.

**Tabla 23.** *Agentes dentro del sistema.*

Categoría de los agentes	Agente	Descripción
Entrada	Ambiente	Se encarga de proporcionar recursos a las empresas.
Proceso	Manufacturera	Se encarga de convertir la materia prima en producto final.
Beneficio	Colaboración	Oportunidades de sinergia entre las empresas.
Consumidor	Manufacturera Cooperativa	Es aquella que junto a otra plantea estrategias con el mismo objetivo para ambas.

**Nota:** *Elaborado por la autora.*

La Tabla 23 muestra información sobre las entradas, procesos, beneficios y los consumidores, siendo los agentes: ambiente, manufacturera, colaboración y manufacturera colaborativa, respectivamente. De la misma manera, se realiza la descripción de cada uno de los agentes; esta tabla proporciona una mejor comprensión, permitiendo conocer la influencia de cada uno de los agentes dentro del sistema.

Con lo mencionado anteriormente, se establecen las interacciones entre los agentes y las variables asociadas a ellos mediante las siguientes ecuaciones:

$$\sum A + \sum M = P \quad \mathbf{Ec(20)}$$

$$\sum M + \sum Mc = Is \quad \mathbf{Ec(21)}$$

Las ecuaciones 20 y 21 reflejan las interacciones claves entre el entorno y los procesos de manufactura, las cuales generan el beneficio del producto final; en particular, la ecuación 21 destaca las sinergias establecidas entre la manufactura productora y la manufactura colaborativa, evidenciando las colaboraciones dentro del sistema productivo.

### **3.2.10 Modelo matemático.**

La problemática de la contaminación deriva del crecimiento industrial que ha impulsado la necesidad de adoptar reformas que promuevan la circularidad, tomando un enfoque en el uso adecuado de los recursos mediante su reutilización, incluyendo materiales y energía, en este contexto, la integración de alianzas colaborativas surge como una estrategia que aporta beneficios sostenibles y genera ventajas competitivas para todas las entidades participantes (Guerrero et al., 2021).

Para abordar esta complejidad, los métodos matemáticos permiten simplificar mediante el uso de ecuaciones diferenciales, transformándolas en sistemas algebraicos más accesibles; esta simplificación resulta esencial en la toma de decisiones en áreas como la economía, el medio ambiente, el sector empresarial, entre otras (Li, 2023).

El desarrollo del modelo matemático se planteó en torno a la interrogante de si las empresas del sector agroalimentario en el cantón La Libertad podrían establecer colaboraciones sinérgicas para mejorar la sostenibilidad ambiental y socioeconómica; en respuesta, se identificaron y establecieron las variables claves para el análisis, las cuales se detallan en la Tabla 24.

**Tabla 24. Parámetros del modelo conceptual.**

<b>Parámetros</b>	<b>Descripción</b>	<b>Expresiones</b>
$Be_i$	Beneficio individual que obtiene cada actor.	$B_i = R_i - C_i$
$Be_c$	Beneficio cooperativo que obtiene cada actor cuando existe sinergia.	$B_c = \sum_{i_1}^{N_c} (R_i + S_i) - \sum_{i_1}^{N_c} C_i$
$IS_{sc}$	Índice de sostenibilidad cuando no hay cooperaciones entre los actores.	$IS_{nco} = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} (R_i - C_i)}{\sum_{i=1}^{N_c} C_i}$
$IS_c$	Índice de sostenibilidad cuando existe cooperación entre los actores.	$IS_{co} = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} (R_i + S_i) - C_i}{\sum_{i=1}^{N_c} C_i}$
$N_c$	Número de actores que deciden colaborar en el modelo.	$N_c = A * \left(\frac{R}{C}\right) * I$
		<p>Donde:</p> <p>A: Número total de actores en el sistema agroalimentario.</p> <p>R: Recursos disponibles entre los actores.</p> <p>C: Costos asociado a la explotación de recurso.</p>
$N_s$	Representa el valor añadido gracias a las acciones cooperativas.	$S = \alpha * \sum_{i=1}^{N_c} R_i$

---

Donde el valor de alfa representa eficiencia del 20%.

$R_i$  Recurso o beneficio generado por el actor.

$$R_i = P_i + E_i + M_i$$

Donde:

$P_i$ : Capacidad productiva de los actores.

$E_i$ : Eficiencia operativa.

$M_i$ : Índice de acceso al mercado.

$C_i$

$$C_i = (I_i + L_i + Me_i + O_i)$$

Donde:

$I_i$ : Costos de los insumos para la producción.

$L_i$ : Costo de la mano de obra.

$Me_i$ : Costo de mantenimiento de la infraestructura.

$O_i$ : Otros costos asociados (Transporte, almacenamiento, entre otros)

---

*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Tabla 24, y una vez definido el flujo relacionado con la simulación, se establecen los parámetros específicos necesarios para formular las ecuaciones que facilitarán tanto la comprensión en diversos escenarios como la interpretación de los resultados; a partir de los flujos, la ecuación uno describe el beneficio individual de las empresas en un contexto donde no se da cooperación entre ellas.

$$B_i = R_i - C_i$$

Donde:

- $R_i$ : Recurso o beneficio generado por el actor  $i$ , tomando valores de (5 – 15.000)

- $C_i$ : costo asociado a la explotación de ese recurso (incluyendo impacto ambiental y costos operativos) tomando valores de (1 – 10.000).

Una vez que se tiene calculado el valor que genera de manera individual cada actor, se procede al cálculo del beneficio que genera el actor cuando participa en una cooperación.

$$B_c = \sum_{i_1}^{N_c} (R_i + S_i) - \sum_{i_1}^{N_c} C_i$$

Donde:

- $N_c$ : es el número de actores cooperantes (3 -10)
- $R_i$ : es la sinergia generada para el actor (5 – 15.000)
- $R_i + S_i$ : es el beneficio total de cada actor debido a la cooperación.

El nivel de sinergia se define como el valor adicional generado por cada actor a través de la colaboración.

$$S = \alpha * \sum_{i=1}^{N_c} R_i$$

Donde:

- $\alpha$ : es un factor de eficiencia que depende de la tecnología, los recursos compartidos y las prácticas sostenibles implementadas en la cooperación (20%)

El índice sin cooperación es aquel que refleja el nivel de sostenibilidad cuando los actores no colaboran, este índice depende de los impactos negativos, como el uso excesivo de recursos, la contaminación o la falta de eficiencia.

$$IS_{nco} = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} (R_i - C_i)}{\sum_{i=1}^{N_c} C_i}$$

Donde:

- $R_i - C_i$ : se define como el beneficio individual para cada parte interesada en ausencia de cooperación.

El índice con cooperación refleja la forma en que la cooperación entre las partes interesadas mejora la sostenibilidad, y su modelización tiene en cuenta las sinergias.

$$IS_{co} = \frac{\sum_{i=1}^{Nc} (R_i + S_i) - C_i}{\sum_{i=1}^{Nc} C_i}$$

Donde:

- $R_i + S_i$ : es el beneficio total de cada actor debido a la cooperación.

### 3.2.11 Validación del modelo computacional

La validación del modelo computacional se llevó a cabo siguiendo las etapas propuestas por Aydt et al., (2009). Una vez comprendidos e identificados los agentes que participan en el sistema, se llevan a cabo las etapas propuestas, las cuales facilitan la creación y validación de modelos MBA. A continuación, en la Figura 36, se ilustran los 3 componentes principales.

*Figura 36. Validación del modelo computacional.*



*Nota: Basado en Aydt et al., (2009).*

Los pasos claves para la validación del modelo son la parametrización de los agentes, la compilación de los agentes y, finalmente, la simulación de los escenarios. La aplicación de este modelo es fundamental, ya que de esto se deriva un modelo confiable y refleja la dinámica del sistema.

En la Tabla 25, se presentan de manera gráfica los símbolos utilizados para el modelado, con el fin de tener un mejor entendimiento de la simulación; esto permite

interpretar de manera clara y precisa la simbología utilizada en la simulación, de esta manera se presenta información específica y se evita caer en confusiones.

*Tabla 25. Simbología de la modelación.*

Símbolo	Significado
	Industria pesquera.
	Industria agrícola.
	Industria ganadera.
	Sinergias establecidas en el modelo colaborativo.

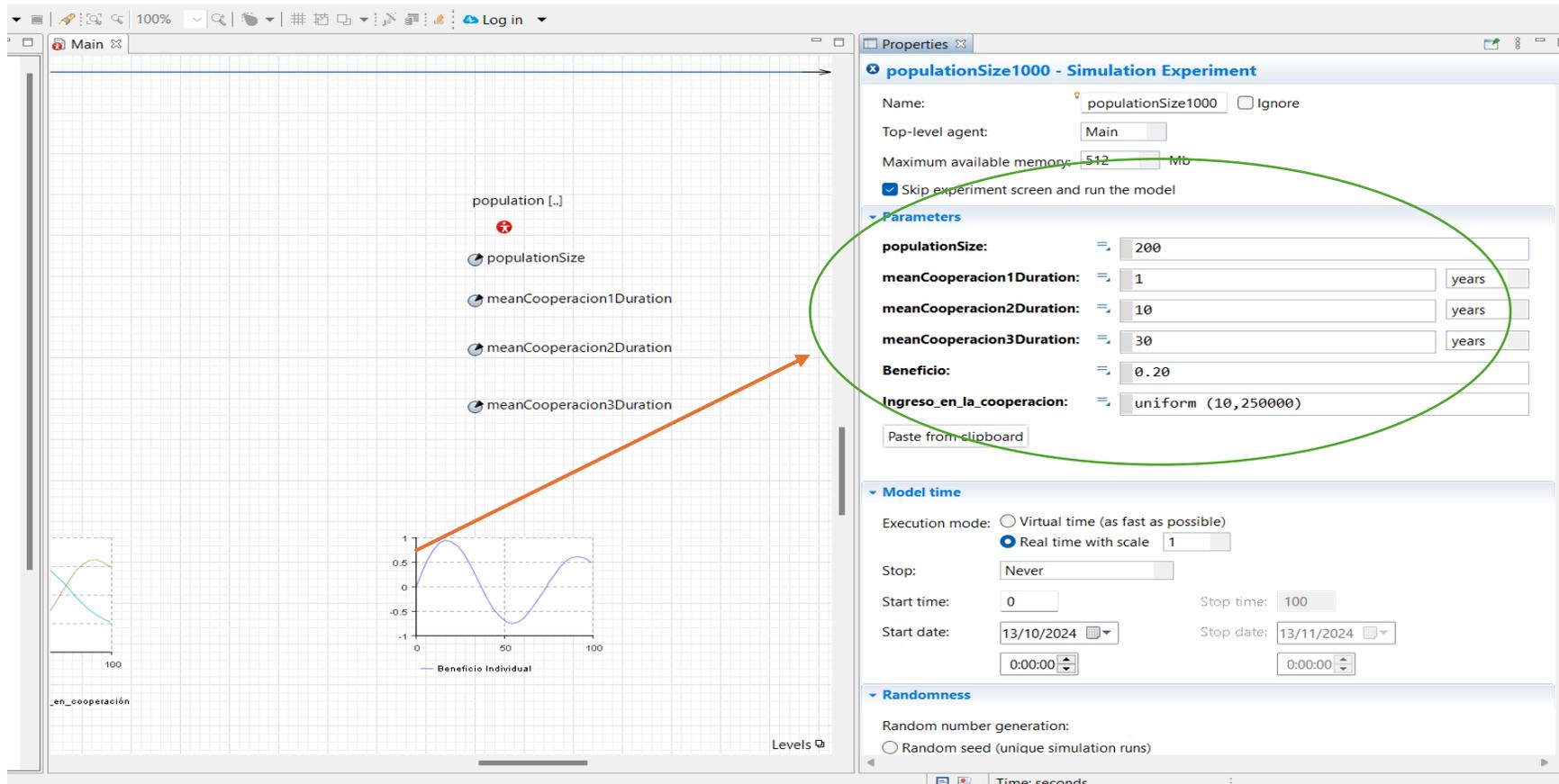
*Nota: Elaborado por la autora.*

En la Tabla 25, se exponen de manera gráfica los símbolos presentes en la simulación de tal manera que se facilite la lectura rápida y precisa de datos visuales; en este caso, se representa con un ícono de persona color azul a la industria pesquera, de color verde a la industria agrícola, de color rosado a la industria ganadera y, finalmente, las sinergias son representadas con líneas de color rojo.

A continuación, se presenta el desarrollo de las etapas para la validación del modelo computacional

**Etapa 1:** La primera etapa consiste en seleccionar el software adecuado para el desarrollo del modelo computacional, una vez realizado este paso, se establecen los parámetros específicos que serán analizados en la simulación de escenarios. (Figura 37).

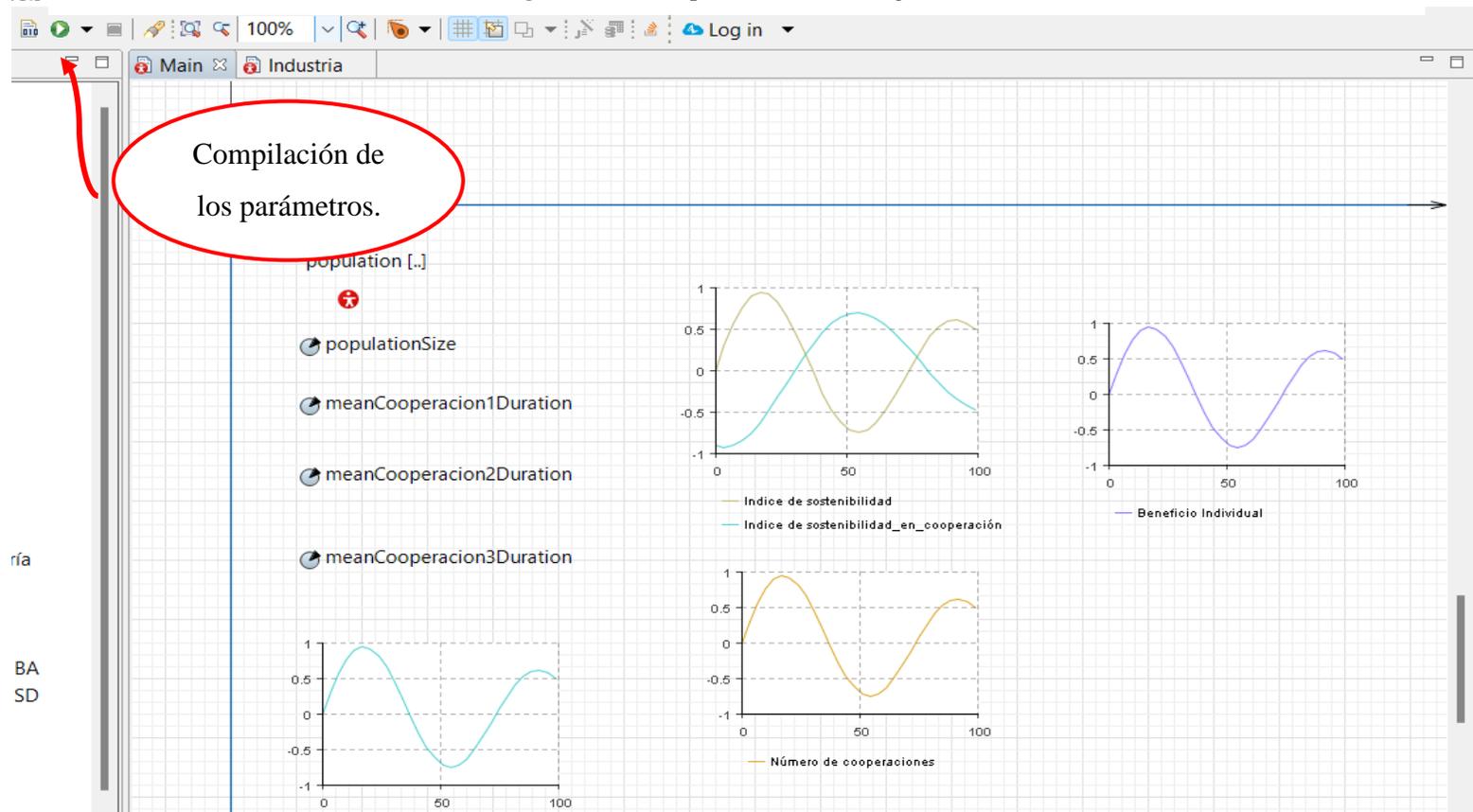
*Figura 37. Parámetros de los agentes.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

**Etapa 2:** Los procedimientos basados en programación suelen incluir una función de compilación de datos que los investigadores pueden utilizar para comprobar si hay algún error en los parámetros definidos para un escenario. Esta función es esencial para garantizar la precisión y evitar cualquier inconveniente a la hora de ejecutar el programa. (Figura 38).

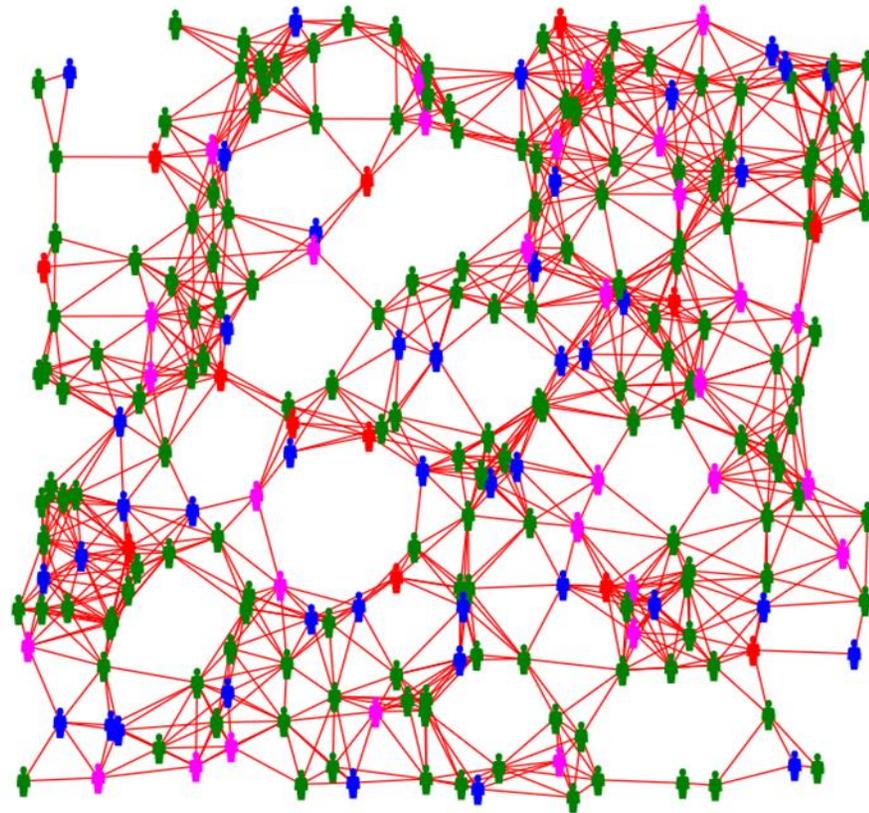
*Figura 38. Compilación de los agentes.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

**Etapa 3:** Tras completar con éxito las etapas 1 y 2 del proceso de validación del modelo, se lleva a cabo la simulación del modelo desarrollado para realizar su análisis posterior, esta fase permite evaluar el comportamiento del modelo bajo los parámetros establecidos y examinar su precisión y coherencia respecto a los objetivos de estudio. (Figura 39).

*Figura 39. Simulación de los escenarios.*



*Nota: Elaborado por la autora.*

### 3.2.12 Análisis de escenarios

Considerando los contextos previamente descritos, se procede al análisis de dos escenarios en el sistema agroalimentario de las empresas en el cantón La Libertad, expuestos en la Tabla 26. Estos escenarios, desarrollados a partir de los datos recopilados mediante el instrumento descrito en el capítulo II, se evalúan a partir de la teoría de juegos. Esta teoría facilita la toma de decisiones óptimas al momento de comparar dos situaciones, una sin cooperación y otra con cooperación entre las entidades involucradas (agentes); el análisis permite identificar cuál de estas situaciones es más favorable para el sector agroalimentario del cantón.

*Tabla 26. Análisis de sensibilidad aplicando la teoría de juegos.*

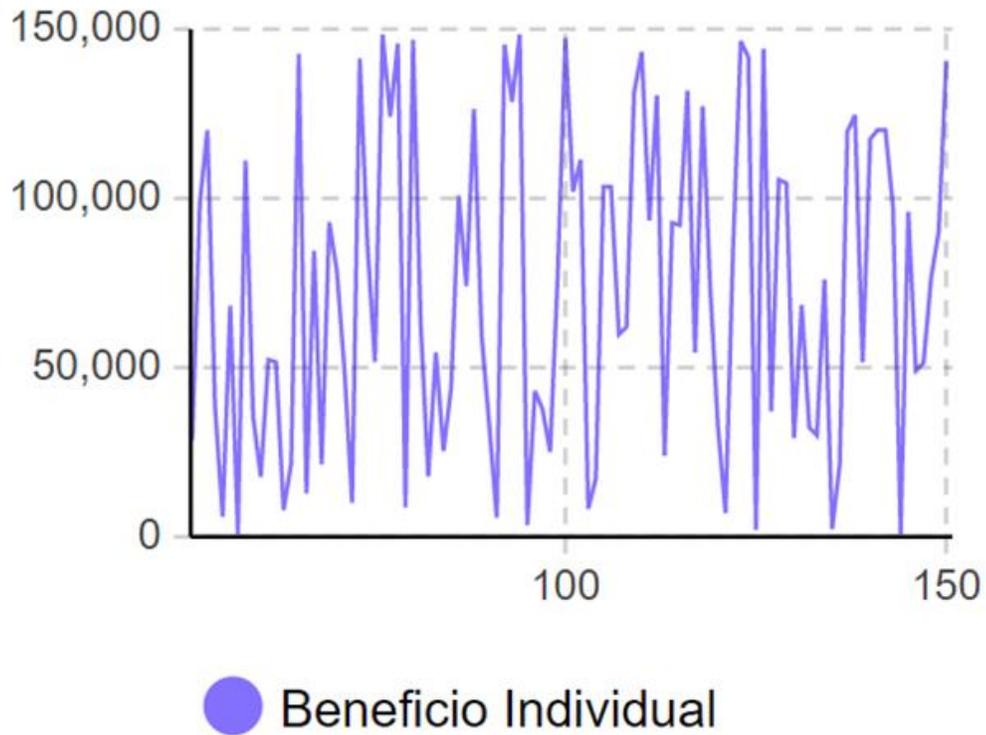
<b>Escenario</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cooperación</b>
Actual	No hay posibles sinergias.	No
Propuesto	Oportunidad de sinergias	Si

*Nota: Elaborado por la autora.*

El análisis de sensibilidad aplicando la teoría de juegos se presenta en dos escenarios, el actual y el propuesto, con una descripción de “no hay posibles sinergias” y “oportunidad de sinergias” respectivamente y la cooperación de sí o no, lo cual permitirá la realización de ambos escenarios e identificar en cual se obtienen mejoras significativas.

**Escenario actual:** en este escenario se evaluó el comportamiento de los sistemas agroalimentarios cuando los agentes participantes no establecen cooperaciones; mediante una simulación proyectada a 10 años, los resultados mostraron un impacto negativo en la sostenibilidad, los cuales se encuentran representados en la Figura 40.

*Figura 40. Beneficio individual.*

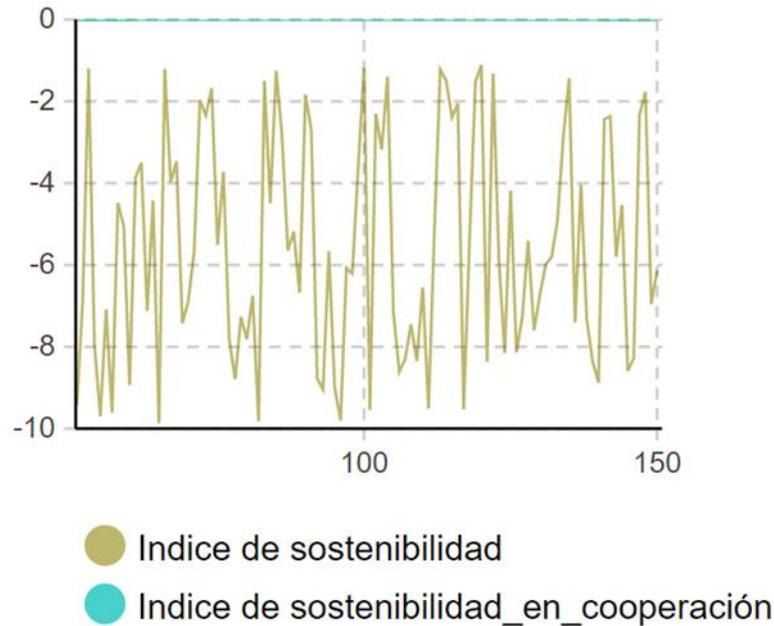


*Nota: Elaborado por la autora.*

Los resultados mostrados en la Figura 40 demuestran que con un índice por debajo de 1 los valores negativos son constantes; esto da a conocer que la falta de las colaboraciones entre las industrias afecta negativamente tanto a los niveles de sostenibilidad como los beneficios económicos asociados a la cooperación; la simulación también evidenció una falta de resiliencia empresarial comprometiendo tanto el índice de sostenibilidad ambiental como el socioeconómico de la comunidad que depende de dicho sector.

En la Figura 41, se puede observar el beneficio de las entidades en un entorno de simulación de 10 años sin cooperaciones, donde los valores oscilan entre 0 y 150 000 dólares americanos; esto evidencia que cada agente obtiene ganancias proporcionales a su producción a lo largo del período de simulación.

**Figura 41.** Índice de sostenibilidad sin cooperación.

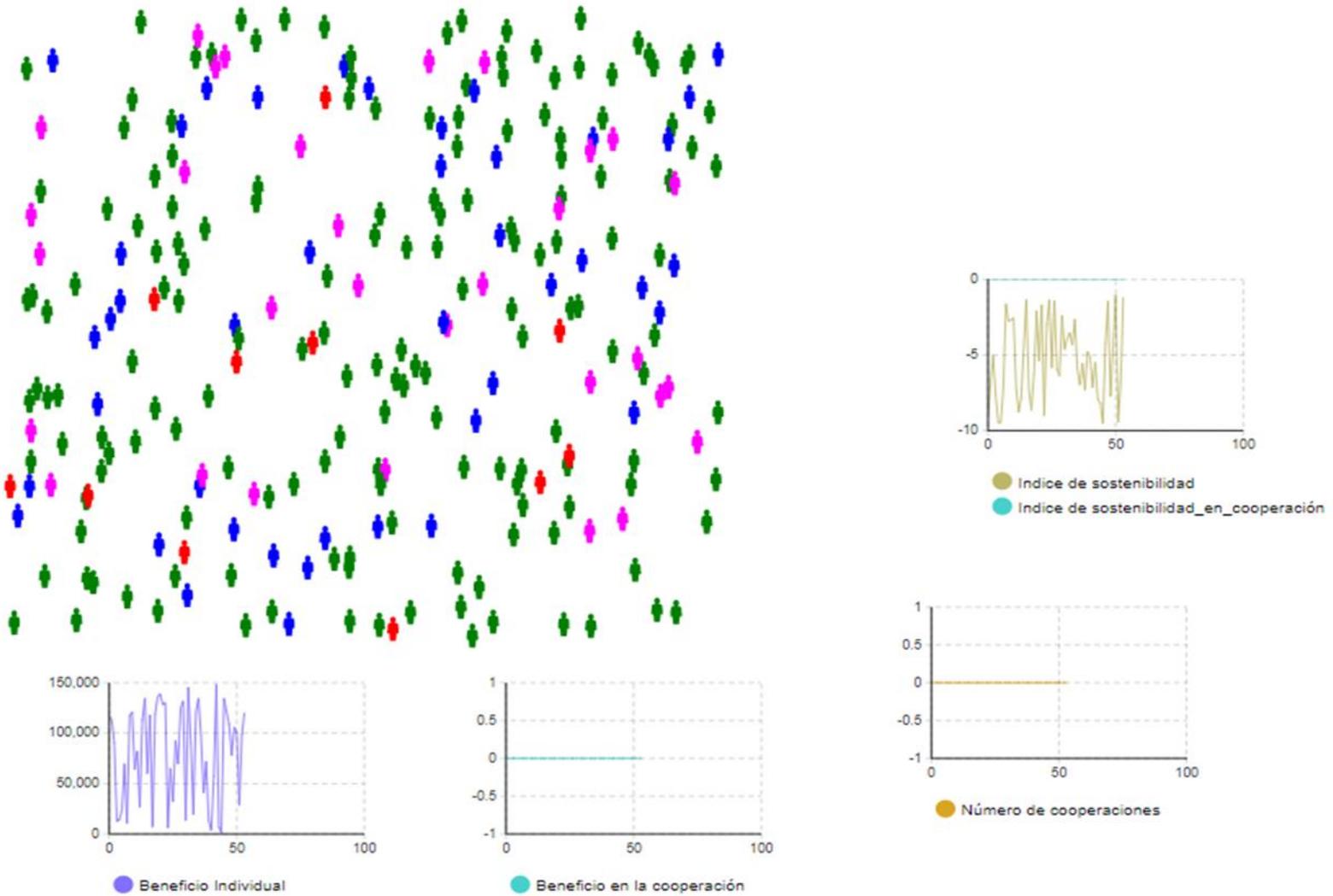


*Nota:* Elaborado por la autora.

Los resultados de la Figura 41 dan a conocer que, en el escenario actual, al no existir colaboración, los valores del índice de sostenibilidad se encuentran en valores negativos. lo cual repercute en las actividades y el proceso que actualmente lleva a cabo el sector agroalimentario; no se han tomado medidas por el bien medioambiental, y se sigue un proceso de producción lineal.

En la Figura 42, se presentan las comparaciones del índice de sostenibilidad obtenidas en la simulación; al finalizar el periodo de 10 años, se puede observar que, si se mantiene el modelo de negocio actual, los índices de sostenibilidad se sitúan por debajo de uno. Estos hallazgos son coherentes con investigaciones previas que indican el agotamiento de los recursos naturales, lo que pone en riesgo la sostenibilidad para las generaciones futuras.

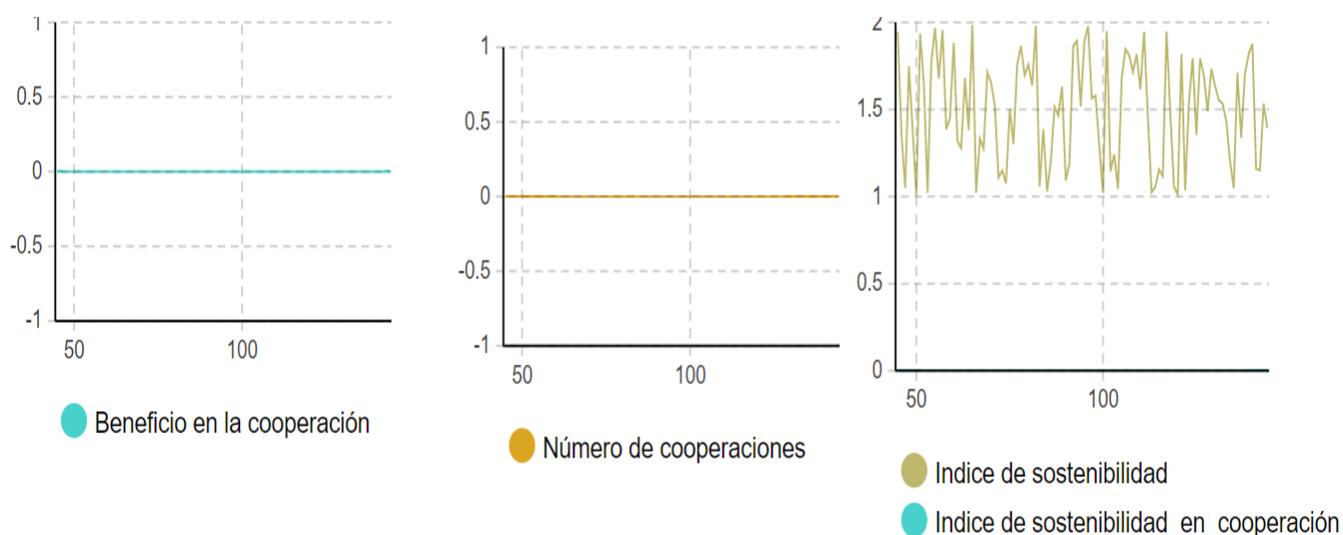
Figura 42. Escenario actual.



Nota: Elaborado por la autora.

**Escenario Propuesto:** Se presenta un modelo colaborativo para el sector agroalimentario del cantón La Libertad utilizando los mismos parámetros que, en la simulación del escenario actual, los resultados de la simulación se establecen en tres escenarios a 1 año, 10 años y 30 años, donde se estudiaron el número de cooperaciones, el índice de sostenibilidad cuando existe una cooperación y los beneficios económicos cuando las empresas trabajan en conjunto. En la Figura 43, se presenta el escenario propuesto a 1 año.

*Figura 43. Escenario propuesto a un año.*

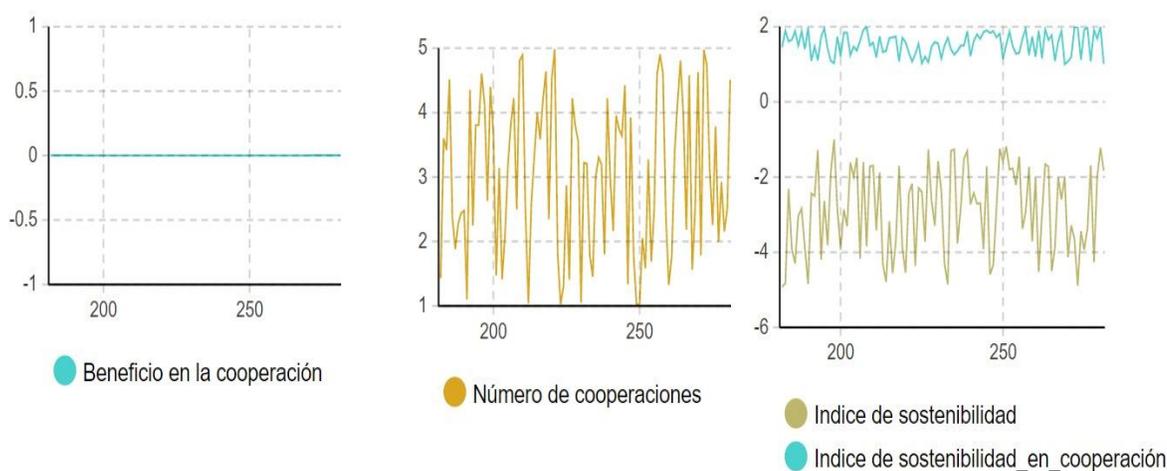


*Nota: Elaborado por la autora.*

En la simulación del escenario propuesto en un año se puede constatar que aún no existe un número de cooperaciones y tampoco un beneficio económico en la cooperación, dado que el modelo es recién propuesto para las empresas y se necesita el estudio de estas para ponerlo en marcha, del mismo modo, en un año se puede observar que los índices de sostenibilidad son favorables dado que aún no se siente el impacto de la sobreexplotación de los recursos y las malas prácticas industriales.

En la Figura 44, se observan los resultados obtenidos de la simulación proyectada a 10 años; las gráficas presentadas dan a conocer información relevante sobre el beneficio en cooperación, el número de cooperaciones y se hace una comparativa de los índices de sostenibilidad cuando hay y cuando no hay colaboración.

**Figura 44.** Escenario propuesto en 10 años.

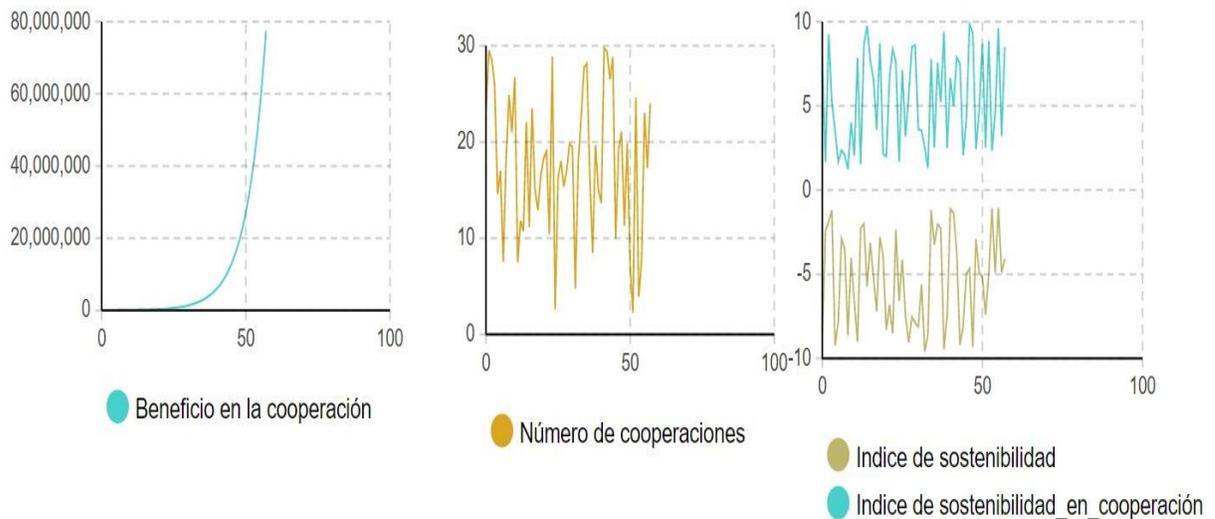


**Nota:** Elaborado por la autora.

En la Figura 44, se muestra el entorno de simulación para los 10 años donde se puede observar que aún no existe el beneficio cooperativo dado que las industrias, una vez adoptado el modelo de negocio, tienen que adaptarse a los reprocesos, a las estrategias de cooperaciones, al tipo de residuo que pueden compartir y si las cooperaciones son o no son beneficiosas. Además, se puede observar las pequeñas cooperaciones entre las industrias en un rango de 1 a 5 cooperaciones en el transcurso de la simulación y, finalmente, se pueden notar pequeñas mejoras en los índices de sostenibilidad del sector aplicando este tipo de negocio.

En la Figura 45, se observan los resultados obtenidos de la simulación proyectada a 30 años; las gráficas presentadas dan a conocer información relevante sobre el beneficio en cooperación, el número de cooperaciones y se hace una comparativa de los índices de sostenibilidad cuando hay y cuando no hay colaboración; cabe recalcar que en este caso ya se empiezan a evidenciar los resultados de la aplicación del modelo, obteniendo índices de sostenibilidad que van de manera creciente.

**Figura 45.** Escenario propuesto en 30 años.



**Nota:** Elaborado por la autora.

En la Figura 45, se observan los resultados de la simulación en el tiempo de 30 años donde ya se pueden observar ganancias en el beneficio cooperativo, incluso superando a los beneficios individuales presentados en el escenario actual, ascendiendo a valores de 80 000 000 dólares americanos. De la misma manera, el número de cooperaciones aumenta de manera significativa de 10 a 30 por día, lo que genera que el índice de sostenibilidad mejore al implementar estrategias de prácticas sostenibles, haciendo del sector resiliente a los cambios y sin poner en riesgo la sostenibilidad de las futuras generaciones.

En la Tabla 27, se presenta la comparación de los resultados obtenidos del indicador de índice de sostenibilidad, en un escenario actual y uno propuesto esto con el objetivo de analizar el efecto de la mejora.

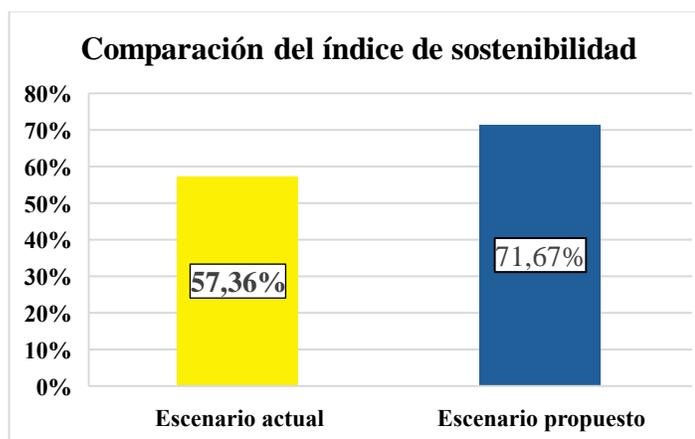
**Tabla 27.** Comparación de indicadores

<b>Indicador</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
Índice de sostenibilidad	57,36%	71,67%
<b>PORCENTAJE DE MEJORA</b>		
<b>19,97%</b>		

*Nota:* Elaborado por la autora

Mediante la gráfica de barras mostrada en la Figura 46, se presenta una tendencia de mejora en el indicador analizado; esto demuestra el impacto positivo de la propuesta planteada. En el cual se evidencia que existe un porcentaje de mejora en el índice de sostenibilidad cuando hay cooperación entre las empresas.

**Figura 46.** Comparación del índice de sostenibilidad (actual – propuesto)



*Nota:* Elaborado por la autora

En virtud de lo expuesto anteriormente se comprueba que el modelo es altamente beneficioso ante los criterios de mejora implementados, evidenciada por un aumento del 19,97% en el índice de sostenibilidad.

### 3.2.13 Presupuesto

Para determinar el presupuesto para llevar a cabo el proyecto de investigación, se tomó en cuenta el salario promedio de un investigador en el año 2024, según los datos proporcionados por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). Los resultados del rubro humano, tecnológico, oficina y varios se presentan en la Tabla 28.

*Tabla 28. Presupuesto del proyecto.*

<b>Presupuesto del proyecto</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario (USD)</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Humano</b>	Modelador	1	\$465,00	\$465,87
	Internet	3	\$40,00	\$120,00
<b>Tecnológico</b>	Software	1	\$6.200,00	\$6.200,00
	Computador	1	\$1.200,00	\$1.200,00
	Cursos de capacitación	1	\$350,00	\$350,00
<b>Oficina</b>	Materiales de oficina	1	\$15,00	\$15,00
<b>Otros</b>	Transporte		\$120,00	\$120,00
	Impresiones		\$30,00	\$30,00
<b>Subtotal</b>				<b>\$8.500,87</b>
<b>10% de imprevistos</b>				<b>\$850,09</b>
<b>15% de reajuste</b>				<b>\$1.275,13</b>
<b>TOTAL</b>			<b>\$10.626,09</b>	

*Nota: Elaborado por la autora.*

En cuanto al valor de la licencia del software, se realizó la cotización de licencia directamente con el servidor; el costo del computador usado se estableció conforme a las características específicas; con base en estos factores, el presupuesto total del proyecto ascendió a \$ 10.626,09 dólares americanos, tal como se detalla en la Tabla 28.

Para la propuesta del modelo colaborativo en el cantón La Libertad, se requiere una inversión de un activo fijo de \$10.626,09 dólares americanos, generando flujos de \$3.187,83 dentro de un período de cinco años, con una tasa del 10%. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 29.

**Tabla 29. Inversión.**

<b>Tasa</b>	10%	0,1%
<b>Total, de la inversión</b>	\$10.626,09	\$1,062.61

*Nota: Elaborado por la autora.*

Se procedió al cálculo de las herramientas financieras VAN (Valor actual neto), TIR (Tasa interna de retorno) y PR (Periodo de recuperación) como una estimación de la solidez financiera en relación con la inversión inicial. En la Tabla 30, se presentan los cálculos para la determinación de las herramientas financieras, proporcionando un análisis detallado de los indicadores y métricas claves necesarios para evaluar la viabilidad económica del proyecto.

**Tabla 30. Flujo de caja.**

	<b>Cálculos de flujo de fondo</b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Flujo Fondo</b>	\$-10.626,09	\$3.187,83	\$3.187,83	\$3.187,83	\$3.187,83	\$3.187,83
<b>Saldo Actual de 10%</b>	\$-10.626,09	\$ 2.898,02	\$ 2.634,57	\$ 2.395,06	\$ 2.177,33	\$ 1.979,39
<b>Saldo Actualizado Acumulado</b>	\$-10.626,09	\$ -7.728,07	\$ -5.093,50	\$ -2.698,44	\$ -521,11	\$ 1.458,28

*Nota: Elaborado por la autora.*

A continuación, se presentan los resultados de los indicadores complementarios

- ✓ TASA (%) = Valor constante definido.
- ✓ TASA (%) = 10%
  
- ✓ VNA (\$) = VNA (Flujo de caja + desembolso inicial)
- ✓ VNA (\$) = \$12.084,37

- ✓  $VAN (\$) = \text{Beneficio Neto Actualizado} - \text{Inversión inicial.}$
- ✓  $VAN (\$) = \$1.458,28.$
  
- ✓  $TIR (\%) = \text{Diferencia del valor inicial (costo) y el valor final (retorno de la inversión) de la operación, dividido entre el valor inicial, el resultado se multiplica por 100.}$
- ✓  $TIR (\%) = 16\%$
  
- ✓  $PR (t) = \text{Relación entre la inversión inicial y el flujo de efectivo por periodo.}$
- ✓  $PR = 4 \text{ año } 2 \text{ meses y } 2 \text{ días.}$

El análisis de las herramientas financieras revela que el valor neto actual (VNA) asciende a \$12.084,37, por otro lado, el valor actual neto (VAN) refleja una utilidad de \$ 1.458,28, con una tasa interna de retorno (TIR) del 16%, que supera la tasa del 10%, de este modo, se concluye que el período de recuperación (PR) se alcanzará en un plazo de cuatro años, dos meses y dos días.

### **3.3 Discusión de los resultados**

El análisis de la producción científica en temas específicos, así como los estudios acerca del impacto y de las redes colaborativas complejas, requieren técnicas avanzadas. Bajo este contexto, la llamada ciencia de la ciencia se caracteriza principalmente por utilizar métodos de la RSL, el análisis bibliométrico, el uso de matrices de tomas de decisiones, los protocolos de investigaciones, entre otros. En la actualidad, estos métodos se complementan con herramientas como la inteligencia artificial, sistemas complejos y modelos matemáticos, los cuales permite al investigador identificar nuevos patrones y generar conocimientos en la producción científica (Vélez et al., 2023).

El propósito del trabajo de integración curricular fue realizar una revisión exhaustiva de los antecedentes que nos ayude a recopilar datos relevantes sobre las características de un modelo colaborativo y las herramientas utilizadas para la modelación de los sistemas complejos, a fin de cumplir con este objetivo se llevó a cabo una RSL y un análisis bibliométrico que facilitaron el desarrollo de un protocolo orientado a la investigación para

proporcionar soluciones al problema del índice de sostenibilidad de los sectores agroalimentarios del cantón La Libertad, dicho protocolo nos permitió plantear un matriz referencial donde se destacan las herramientas necesarias para modelar dichos sistemas (Sección I).

Conforme al objetivo específico 2, en el capítulo II se planteó el enfoque de la investigación cuantitativa, con un alcance descriptivo y correlacional según lo establecido por Baena, (2017); del mismo modo, se definió el protocolo a seguir en el procedimiento metodológico detallado en la sección (Sección 2.3) y se validó el instrumento para la recopilación de la información (Sección 2.5.1)

Para recopilar la información, detallada en el capítulo III, se utilizó un muestreo estratificado aplicando un criterio de conveniencia (Pace, 2021); posteriormente, se establecieron técnicas, métodos e instrumentos necesarios, diseñando un cuestionario que fue validado siguiendo las etapas descritas en la (Sección 2.5.1); esta validación se realizó empleando el software estadístico SPSS-25, que permitió analizar los datos mediante preguntas de escala Likert y preguntas nominales de respuestas binaria (SI o NO).

En la evaluación de los resultados del escenario actual, dentro de una simulación proyectada a 10 años indican que la ausencia de cooperaciones entre las entidades del sistemas agroalimentario del cantón La Libertad genera un impacto negativo en los niveles de sostenibilidad, el índice se mantiene por debajo de uno y se evidencian valores negativos de manera constante, reflejando la carencia de colaboraciones entre industrias y sus efectos adversos tanto en la sostenibilidad ambiental como en los beneficios económicos potenciales, la simulación, ayuda a identificar la baja resiliencia empresarial lo que compromete la sostenibilidad del sector agroalimentario y la estabilidad socioeconómica de la comunidad que depende de este.

En el escenario propuestos donde ya se introduce un modelo colaborativo entre las empresas del sector, se analizan los resultados en tres marcos temporales, 1 año, 10 años y 30 años. En el primer año, se observan índices de sostenibilidad favorables, aunque no se registra un beneficio económico y tampoco cooperaciones significativas, dado que las

empresas recién empiezan a adoptar el modelo colaborativo; sin embargo, debido a las prácticas industriales insostenibles, el impacto ambiental negativo aún es mínimo.

Para el periodo de 10 años, aunque se evidencia un incremento gradual en las cooperaciones, estas aún son limitadas, oscilando entre 1 y 5 por periodo de simulación, las industrias deben adaptarse a los nuevos procesos de colaboración y a la identificación de beneficios mutuos en la gestión de residuos y recursos compartidos, no obstante el índice de sostenibilidad aún no presenta un margen de mejora debido a la adaptación progresiva de las empresas a las prácticas sostenibles y a la falta de sinergias robustas y finalmente, en la simulación de los 30 años, se puede observar un desarrollo considerable en las colaboraciones alcanzando de 10 a 30 acuerdos diarios, este incremento impacta de manera positiva en el beneficio económico en conjunto, superando incluso a los valores individuales alcanzando hasta los \$80.000.000 dólares americanos, las sinergias entre las industrias permite una mejora significativa en el índice de sostenibilidad, consolidando la resiliencia del sector agroalimentario y contribuyendo a una estructura económica amigable con el medio ambiente y preservándose para futuras generaciones.

Como respaldo al segundo y tercer escenario de la simulación, investigaciones realizadas sobre los modelos sinérgicos donde las cooperaciones industriales buscan mejorar el índice de sostenibilidad ambiental y aporta el bienestar socioeconómico, según Demartini et al., (2022), en su investigación advierte que la transición de un modelo tradicional a uno que busque la circularidad mediante las estrategias cooperativas es un proceso complejo, ya que implica rediseñar y reformular sus operaciones para incluir nuevos actores, gestionar el uso de desechos y evaluar su impacto en el desarrollo de productos, además, es necesario considerar las inversiones en tecnología y recursos económicos que esta transición exige para su implementación exitosa.

## CONCLUSIONES

Las bases teóricas sobre los modelos colaborativos en los sectores agroalimentarios se construyeron mediante un RSL y un análisis bibliométrico; este proceso derivó en un protocolo de investigación que permitió plantear la ruta estructurada para verificar el uso de las técnicas cuantitativas y cualitativas, ya sea individualmente o en combinación, con el fin de identificar soluciones. Bajo este contexto se elaboró la matriz referencial para aplicar el proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y su herramienta de Toma de Decisiones Multicriterio (MCDM), lo cual permitió seleccionar el MBA como herramienta principal para el diseño de un modelo colaborativo.

En el marco metodológico se abarcó la recopilación de datos para las simulaciones; dicha información se determinó mediante las técnicas, métodos e instrumentos de investigación que facilitaron comprender cómo trabajan los parámetros de un modelo actual para la obtención de los resultados esperados.

La validación del cuestionario para la recopilación de los datos fue confirmada por medio del SPSS-25, siguiendo las etapas específicas, calculando el Alfa de Cronbach, la prueba esférica de Bartlett, y el índice de KMO, junto con la concordancia de Kendall, por su parte, se desarrolló un modelo matemático que facilita la toma de decisiones eficientes brindando una solución directa a la problemática planteada y las simulaciones llevadas en Anylogic permitieron la construcción y el análisis virtual de un modelo colaborativo en tres períodos de tiempo, obteniendo los siguientes resultados, en el modelo actual con un índice de sostenibilidad de 57,36%, mientras que para el modelo propuesto a 30 años con un índice de sostenibilidad de 71,67% demostrando una mejora del 19,97% y evidenciando la evolución de este.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a las organizaciones académicas, entidades gubernamentales y organismos internacionales que cooperen en la búsqueda de fomentar las investigaciones sobre los modelos colaborativos dentro del sector agroalimentario; además, es primordial que la información en las bases de datos permita el fácil acceso al material de divulgación sobre prácticas sostenibles, proporcionando información valiosa para futuras investigaciones y plantear estrategias a futuro.

Se motiva a las empresas y gobiernos a adoptar enfoques integrales en la evaluación de los procesos productivos de los sectores agroalimentarios, considerando no solo una visión económica, sino que también esta visión se vea reflejada en el ámbito ambiental, social y político para una implementación efectiva de estos modelos, resulta fundamental la capacitación del personal en el uso de estos métodos.

Se recomienda emplear programas computacionales sin restricciones en sus herramientas, lo cual evitará limitaciones asociadas a licencias y evitará retrasos en la investigación. De la misma manera, es fundamental optar por un programa que utilice un lenguaje de programación comprensible para el investigador, lo que facilitará la implementación de los modelos matemáticos necesarios para analizar el comportamiento de los parámetros en el entorno de simulación. Finalmente, el cálculo de herramientas financieras ayuda a evaluar la viabilidad económica del proyecto de forma precisa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, G., Treviño, J., Robles, I., Godínez, L. A., & García, J. D. (2024). A review on recent environmental electrochemistry approaches for the consolidation of a circular economy model. *Chemosphere*, 346, 140573. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2023.140573>
- Alassaf, M., & Qamar, A. M. (2022). Improving Sentiment Analysis of Arabic Tweets by One-way ANOVA. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(6), 2849–2859. <https://doi.org/10.1016/J.JKSUCI.2020.10.023>
- Almeida-Guzmán, M., & Andina Simón Bolívar Quito, U. (2020). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador. *Estudios de La Gestión: Revista Internacional de Administración*, 8, 34–56. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.10>
- Aloui, A., Hamani, N., Derrouiche, R., & Delahoche, L. (2021). Systematic literature review on collaborative sustainable transportation: overview, analysis and perspectives. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9, 100291. <https://doi.org/10.1016/J.TRIP.2020.100291>
- Amosha, O., Cherevatskyi, D., Lyakh, O., Soldak, M., & Zaloznova, Y. (2021). Canvas model of the mining regions' industrial ecosystem based on a circular economy. *E3S Web of Conferences*, 255, 01001. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/202125501001>
- Ancín, M., Pindado, E., & Sánchez, M. (2022). New trends in the global digital transformation process of the agri-food sector: An exploratory study based on Twitter. *Agricultural Systems*, 203, 103520. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2022.103520>
- Anderson, B. D. O., & Ye, M. (2019a). Recent Advances in the Modelling and Analysis of Opinion Dynamics on Influence Networks. *International Journal of Automation and Computing*, 16(2), 129–149. <https://doi.org/10.1007/S11633-019-1169-8/METRICS>

- Araya, F. (2020). Agent based modeling: ¿a tool for construction engineering and management? *Revista Ingeniería de Construcción*, 35(2), 111–118. <https://redae.uc.cl/index.php/ric/article/view/30185>
- Arce, F., Rodríguez, P. D., Arena, A. P., & Talens, L. (2023). Measuring the symbiotic performance of single entities within networks using an LCA approach. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(5), 111023. <https://doi.org/10.1016/J.JECE.2023.111023>
- Arroyo-De Leon Katherine, & Rodriguez-Borges Ciaddy. (2023, October 16). *Vista de Metodología para el diseño de un parque industrial pesquero en la provincia de Esmeraldas*. <https://reicomunicar.org/index.php/reicomunicar/article/view/161/296>
- Aryee, R., & Kanda, W. (2024). A strategic framework for analysing the effects of circular economy practices on firm performance. *Journal of Cleaner Production*, 476, 143753. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2024.143753>
- 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*, 32(4), 506–519. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2023.2178905>
- Asante, R., Faibil, D., Agyemang, M., & Khan, S. A. (2022). Life cycle stage practices and strategies for circular economy: assessment in construction and demolition industry of an emerging economy. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(54), 82110–82121. <https://doi.org/10.1007/S11356-022-21470-W/FIGURES/2>
- Aydt, H., Turner, S. J., Cai, W., Yoke, M., Low, H., & Ayani, R. (2009). *Symbiotic Simulation Model Validation for Radiation Detection Applications*.
- Bada, L. M., Rivas, L. A., & Littlewood, H. F. (2017). Modelo de asociatividad en la cadena productiva en las Mipymes agroindustriales. *Contaduría y Administración*, 62(4), 1100–1117. <https://doi.org/10.1016/J.CYA.2017.06.006>
- Baena Paz, Guillermina. (2017). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.

- Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2023). Towards smart sustainable development through value stream mapping – a systematic literature review. *Heliyon*, 9(5), e15852. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E15852>
- Bigliardi, B., Filippelli, S., Pini, B., Falch, E., Gunduz, C. P. B., & Hassoun, A. (2024). Industry 4.0 and food sustainability: role of automation, digitalization, and green technologies. *Food Industry 4.0: Emerging Trends and Technologies in Sustainable Food Production and Consumption*, 15–33. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15516-1.00002-5>
- Bozdoğan, A., Görkemli Aykut, L., & Demirel, N. (2023). An agent-based modeling framework for the design of a dynamic closed-loop supply chain network. *Complex and Intelligent Systems*, 9(1), 247–265. <https://doi.org/10.1007/S40747-022-00780-Z/TABLES/4>
- Bozyiğit, F., Aktaş, Ö., & Kılınç, D. (2021). Linking software requirements and conceptual models: A systematic literature review. *Engineering Science and Technology, an-International Journal*, 24(1), 71–82. <https://doi.org/10.1016/J.JESTCH.2020.11.006>
- Buchholz, B., Cerdas, F., Juraschek, M., & Herrmann, C. (2023). Life Cycle Assessment of circular symbiotic indoor food production systems: Challenges in the scope definition. *Procedia CIRP*, 116, 510–515. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2023.02.086>
- Calzolari, T., Bimpizas-Pinis, M., Genovese, A., & Brint, A. (2023). Understanding the relationship between institutional pressures, supply chain integration and the adoption of circular economy practices. *Journal of Cleaner Production*, 432, 139686. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.139686>
- Carlos, R., Oscar, R., Stadler, D., Soledad, M., Héctor, G., Cristiano, D., Díaz, M., Ricardo, H., Reina, M., Desideri, E., Néstor, C., Villegas Nigra, M., Mario, H., Amato, D., & Darío, E. (2024). Sustentabilidad en sistemas de producción ovinos: Revisión de indicadores. *Revista Negocios Agroalimentarios*, 8, 2591–3360. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/224566>
- Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2015). *Métodos numéricos para ingenieros*.

- Chen, Y., Nie, H., Chen, J., & Peng, L. (2021). Regional industrial synergy: Potential and path crossing the “environmental mountain.” *Science of The Total Environment*, 765, 142714. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.142714>
- D’Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.09.053>
- De Melo, T. A. C., De Oliveira, M. A., De Sousa, S. R. G., Vieira, R. K., & Amaral, T. S. (2022). Circular Economy Public Policies: A Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science*, 204, 652–662. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2022.08.079>
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2017). *Investigación. Fundamentos y metodología Segunda edición.*
- Demartini, M., Tonelli, F., & Govindan, K. (2022). An investigation into modelling approaches for industrial symbiosis: A literature review and research agenda. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 3, 100020. <https://doi.org/10.1016/J.CLSCN.2021.100020>
- Do, Q. H., Tran, V. T., & Tran, T. T. (2024). Evaluating lecturer performance in Vietnam: An application of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Heliyon*, 10(11), e30772. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E30772>
- Enrique, M., & Boyacá, C. (2019). *Herramienta de simulación basada en agentes para la evacuación de edificios e instalaciones.* <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77124>
- Fouladvand, J., Ghorbani, A., Sari, Y., Hoppe, T., Kunneke, R., & Herder, P. (2022a). Energy security in community energy systems: An agent-based modelling approach. *Journal of Cleaner Production*, 366, 132765. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.132765>
- Gatto, A., Sadik-Zada, E. R., Özbek, S., Kieu, H., & Nguyen Huynh, N. T. (2023). Deep-sea fisheries as resilient bioeconomic systems for food and nutrition security and sustainable

- development. *Resources, Conservation and Recycling*, 197, 106907. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2023.106907>
- Geng, F., Suiker, A. S. J., Rezaeiha, A., Montazeri, H., & Blocken, B. (2023). A computational framework for the lifetime prediction of vertical-axis wind turbines: CFD simulations and high-cycle fatigue modeling. *International Journal of Solids and Structures*, 284, 112504. <https://doi.org/10.1016/J.IJSOLSTR.2023.112504>
- Gökler, S. H., & Boran, S. (2023). A novel resilient and sustainable supplier selection model based on D-AHP and DEMATEL methods. *Journal of Engineering Research*. <https://doi.org/10.1016/J.JER.2023.07.015>
- González, C. A., Romero, D., Rossi, M., Luglietti, R., & Johansson, B. (2019). Circular Lean Product-Service Systems Design: A Literature Review, Framework Proposal and Case Studies. *Procedia CIRP*, 83, 419–424. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2019.03.109>
- Guerrero, V. S., González F, R. M., Ruiz, S. J., Yáñez, R. L., Barragán S, D. B., Pérez, Z. J., Silva, F. C., Rangel, F. A., & Verdín, O. A. (2021). *Volumen 13-Número 2 Abril-Junio 2021 INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO REVISTA DIGITAL Economía circular en manufactura*.
- Haikal Sitepu, M., Alda, T., Tryana Sembiring, M., -, al, Nasution, A., Syahputri, K., Sari, R., Rizkya, I., Tarigan, U., & Utara, S. (2021). Simulation of vise production process using Flexsim Software. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1122(1), 012036. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1122/1/012036>
- Hariyani, D., Hariyani, P., Mishra, S., & Kumar Sharma, M. (2024). Leveraging digital technologies for advancing circular economy practices and enhancing life cycle analysis: A systematic literature review. *Waste Management Bulletin*, 2(3), 69–83. <https://doi.org/10.1016/J.WMB.2024.06.007>
- Haseli, G., Nazarian-Jashnabadi, J., Shirazi, B., Hajiaghahi-Keshteli, M., & Moslem, S. (2024). Sustainable strategies based on the social responsibility of the beverage industry companies for the circular supply chain. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 133, 108253. <https://doi.org/10.1016/J.ENGAPPAI.2024.108253>

- Hernández - Sampieri et al. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Hernandez, M. V., Zwolinski, P., & Mangione, F. (2021). Application of Value Stream Mapping tool to improve circular systems. *Cleaner Engineering and Technology*, 5, 100270. <https://doi.org/10.1016/J.CLET.2021.100270>
- Hernandez Marquina, M. V., Zwolinski, P., & Mangione, F. (2021a). Application of Value Stream Mapping tool to improve circular systems. *Cleaner Engineering and Technology*, 5, 100270. <https://doi.org/10.1016/J.CLET.2021.100270>
- Hluszko, C., Barros, M. V., Souza, A. M. de, Ramos Huarachi, D. A., Castillo Ulloa, M. I., Moretti, V., Puglieri, F. N., & de Francisco, A. C. (2024). Sustainability in practice: Analyzing environmental, social and governance practices in leading Latin American organizations' reports. *Cleaner Production Letters*, 7, 100069. <https://doi.org/10.1016/J.CLPL.2024.100069>
- Iglesias Piña, D. (2021). *Los sistemas productivos industriales. Un acercamiento desde la perspectiva de la sustentabilidad*.
- James, C. L., & Bradshaw, K. L. (2023). Agent-based model development of a complex socio-ecological system: Methods for overcoming data and domain limitations. *Ecological Informatics*, 77, 102224. <https://doi.org/10.1016/J.ECOINF.2023.102224>
- Jorge-García, D., Estruch-Guitart, V., & Aragonés-Beltrán, P. (2023). How does the type of MCDM method affect the results of the prioritization and assessment of ecosystem services? A case study in the Ebro River Delta (Spain). *Journal of Cleaner Production*, 429, 139637. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.139637>
- Karadurmuş, U., & Bilgili, L. (2024). Environmental impacts of synthetic fishing nets from manufacturing to disposal: A case study of Türkiye in life cycle perspective. *Marine Pollution Bulletin*, 198, 115889. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2023.115889>

- Kharrat, N., Mrabti, N., Hamani, N., & Elleuch, M. (2022). A sustainable approach for a collaborative distribution network. *Transportation Engineering*, 9, 100131. <https://doi.org/10.1016/J.TRENG.2022.100131>
- Khizar, H. M. U., Younas, A., Kumar, S., Akbar, A., & Poulouva, P. (2023). The progression of sustainable development goals in tourism: A systematic literature review of past achievements and future promises. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(4), 100442. <https://doi.org/10.1016/J.JIK.2023.100442>
- Khodabandelu, A., & Park, J. W. (2021a). Agent-based modeling and simulation in construction. *Automation in Construction*, 131, 103882. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2021.103882>
- Krstić, M., Agnusdei, G. P., Miglietta, P. P., & Tadić, S. (2022). Logistics 4.0 toward circular economy in the agri-food sector. *Sustainable Futures*, 4, 100097. <https://doi.org/10.1016/J.SFTR.2022.100097>
- Lange, K. P. H., Korevaar, G., Oskam, I. F., Nikolic, I., & Herder, P. M. (2021). Agent-based modelling and simulation for circular business model experimentation. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 12, 200055. <https://doi.org/10.1016/J.RCRADV.2021.200055>
- 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>
- López-Fernández Raúl, A.-M. R. P.-U. D. E. S.-G. S. & Q.-Á. Moisés. (2019). *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572019000500011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000500011)
- Luscinski, S., & Ivanov, V. (2020). A simulation study of industry 4.0 factories based on the ontology on flexibility with using flexsim® software. *Management and Production Engineering Review*, 11(3), 74–83. <https://doi.org/10.24425/MPER.2020.134934>

- Macedo, L. V., Llamas, J. L. D., Dagostino, R. M. C., & Bravo Olivas, M. L. (2023). La huella ecológica aplicada al análisis del ciclo de vida, corporaciones y ciudades: una revisión sistemática. *Innovar*, 34(91), e101009. <https://doi.org/10.15446/innovar.v34n91.101009>
- Mahlknecht, J., González-Bravo, R., & Loge, F. J. (2020). Water-energy-food security: A Nexus perspective of the current situation in Latin America and the Caribbean. *Energy*, 194, 116824. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2019.116824>
- Marvuglia, A., Bayram, A., Baustert, P., Gutiérrez, T. N., & Igos, E. (2022). Agent-based modelling to simulate farmers' sustainable decisions: Farmers' interaction and resulting green consciousness evolution. *Journal of Cleaner Production*, 332, 129847. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.129847>
- McDougall, N., Wagner, B., & MacBryde, J. (2022). Competitive benefits & incentivisation at internal, supply chain & societal level circular operations in UK agri-food SMEs. *Journal of Business Research*, 144, 1149–1162. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2022.02.060>
- Mölsä, K. M., Horn, S., Dahlbo, H., & Rissanen, M. (2022). ¿Linear, reuse or recycling? An environmental comparison of different life cycle options for cotton roller towels. *Journal of Cleaner Production*, 374, 133976. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.133976>
- Mora-Contreras, R., Torres-Guevara, L. E., Mejia-Villa, A., Ormazabal, M., & Prieto-Sandoval, V. (2023). Unraveling the effect of circular economy practices on companies' sustainability performance: Evidence from a literature review. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 95–115. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2022.10.022>
- Naranjo, L., Correa-Cano, M. E., Rey, D., Chengot, R., España, F., Sactic, M., Knox, J. W., Yan, X., Viteri-Salazar, O., Foster, W., & Melo, O. (2023). A scenario-specific nexus modelling toolkit to identify trade-offs in the promotion of sustainable irrigated agriculture in Ecuador, a Belt and Road country. *Journal of Cleaner Production*, 413, 137350. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.137350>

- Nath Roy, B., Roy, H., Rahman, K. S., Mahmud, F., Bhuiyan, M. M. K., Hasan, M., Bhuiyan, A. A. K., Hasan, M., Mahbub, M. S., Jahedi, R. M., & Islam, M. S. (2024). Principal component analysis incorporated water quality index modeling for Dhaka-based rivers. *City and Environment Interactions*, 23, 100150. <https://doi.org/10.1016/J.CACINT.2024.100150>
- Oca, H. C.-M. de. (2021). Economía circular en la visión estratégica y sostenible de las empresas modernas. *593 Digital Publisher CEIT / ISSN 2588-0705*, 6(2), 105–117. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.2.463>
- Orejuela-Escobar, L. M., Landázuri, A. C., & Goodell, B. (2021). Second generation biorefining in Ecuador: Circular bioeconomy, zero waste technology, environment and sustainable development: The nexus. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 6(2), 83–107. <https://doi.org/10.1016/J.JOBAB.2021.01.004>
- Orou, R., Kirschke, S., & Günther, E. (2023). Integrating the social perspective into the sustainability assessment of agri-food systems: A review of indicators. *Sustainable Production and Consumption*, 39, 175–190. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2023.05.014>
- Ospina-Mateus, H., Marrugo-Salas, L., Castilla Castilla, L., Castellón, L., Cantillo, A., Bolivar, L. M., Salas-Navarro, K., & Zamora-Musa, R. (2023). Analysis in circular economy research in Latin America: A bibliometric review. *Heliyon*, 9(9), e19999. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2023.E19999>
- Pace, D. S. (2021). PROBABILITY AND NON-PROBABILITY SAMPLING-AN ENTRY POINT FOR UNDERGRADUATE RESEARCHERS. *International Journal of Quantitative and Qualitative Research Methods*, 9(2), 1–15. <https://ssrn.com/abstract=3851952>
- Pietrulla, F., & Frankenberger, K. (2022). A research model for circular business models—Antecedents, moderators, and outcomes. *Sustainable Futures*, 4, 100084. <https://doi.org/10.1016/J.SFTR.2022.100084>
- Pozo Franco, P. E. Del, Peñafiel Palacios, A. J., Cruz Piza, I. A., Pozo Franco, P. E. Del, Peñafiel Palacios, A. J., & Cruz Piza, I. A. (2021). Estudio causal mediante Kendall y

Pareto de la violencia contra la mujer en tiempos de confinamiento por COVID-19. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(SPE3). <https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V8I.2711>

Prabakusuma, A. S., Wardono, B., Fahlevi, M., Zulham, A., Djoko Sunarno, M. T., Syukur, M., Aljuaid, M., Saniuk, S., Apriliani, T., & Pramoda, R. (2023). A bibliometric approach to understanding the recent development of self-sufficient fish feed production utilizing agri-food wastes and by-products towards sustainable aquaculture. *Heliyon*, 9(7), e17573. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E17573>

Pucha, P., Buenaño, E., Muyulema, J. C., & Burgos, C. (2019, April 30). *Vista de Gestión de la calidad como estructura del desempeño operacional en el sector Cooperativo Financiero del segmento cinco de la provincia de Chimborazo*. <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/849/992>

Quintero, S., Zwolinski, P., Evrard, D., Cano, J. J., & Rivas, P. (2023). Turning food loss and waste into animal feed: A Mexican spatial inventory of potential generation of agro-industrial wastes for livestock feed. *Sustainable Production and Consumption*, 41, 36–48. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2023.07.023>

Raimbault, J., Broere, J., Somveille, M., Serna, J. M., Strombom, E., Moore, C., Zhu, B., & Sugar, L. (2020a). A spatial agent based model for simulating and optimizing networked eco-industrial systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104538. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.104538>

Rapp, J., Braun, A. T., & De Kock, I. H. (2023). A conceptual framework for identifying relevant features when realizing collaborative circular business models. *Procedia CIRP*, 118, 1004–1009. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2023.06.172>

Ribeiro, E., & Bortoleto, A. P. (2024). A systematic review of agent-based modeling and simulation applications for analyzing pro-environmental behaviors. *Sustainable Production and Consumption*, 47, 343–362. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2024.04.017>

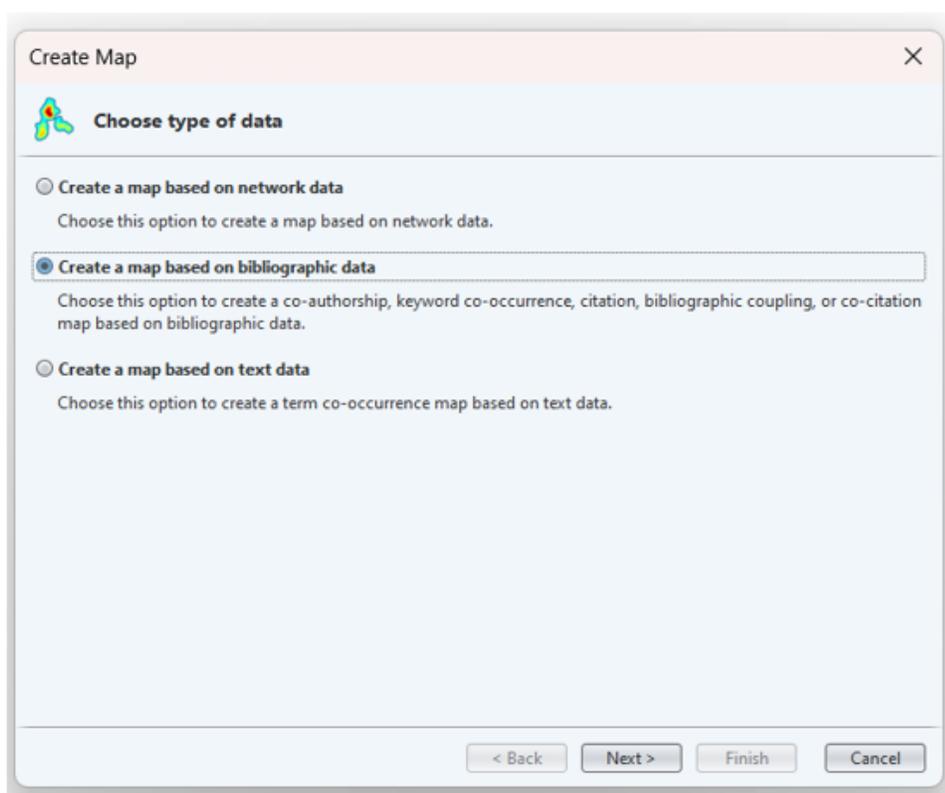
- Ridaura, G. (2020). La Economía circular en Ecuador: perspectivas de cumplimiento de los ODS en la era Post COVID-19. *CienciAmérica*, 9(4), 19–26. <https://doi.org/10.33210/CA.V9I4.339>
- Rizky Wicaksono, S., Setiawan, R., -, P., Fitri Ikatrinasari, Z., Hasibuan, S., Kosasih, K., Hartini, S., Wicaksono, P. A., Rizal A, M. D., & Hamdi, M. (2021). Integration lean manufacturing and 6R to reduce wood waste in furniture company toward circular economy. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1072(1), 012067. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1072/1/012067>
- Roci, M., Salehi, N., Amir, S., Asif, F. M. A., Shoaib-ul-Hasan, S., & Rashid, A. (2022). Multi-method simulation modelling of circular manufacturing systems for enhanced decision-making. *MethodsX*, 9, 101709. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101709>
- Rosa, M., & Beloborodko, A. (2015). A decision support method for development of industrial synergies: case studies of Latvian brewery and wood-processing industries. *Journal of Cleaner Production*, 105, 461–470. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2014.09.061>
- Sánchez, M., Ochoa M, W. S., Toledo, E., & Ordóñez, J. (2020). The relevance of Index of Sustainable Economic Wellbeing. Case study of Ecuador. *Environmental and Sustainability Indicators*, 6, 100037. <https://doi.org/10.1016/J.INDIC.2020.100037>
- Schlüter, L., Mortensen, L., Gjerding, A. N., & Kørnøv, L. (2023). Can we replicate eco-industrial parks? Recommendations based on a process model of EIP evolution. *Journal of Cleaner Production*, 429, 139499. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.139499>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2023). *Agencia de Coordinación Zonal. Primera Edición*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/09/AGENDA-Z5.pdf>
- Shaikh, M. A., Hadjidakou, M., Geyik, O., & Bryan, B. A. (2024). Assessing global agri-food system exceedance of national cropland limits for linking responsible consumption and production under SDG 12. *Ecological Economics*, 215, 107993. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2023.107993>

- 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>
- Sifuentes - Diaz. (2022). *Vista de Simulación del arquetipo desplazamiento de carga de una empresa de desarrollo de software*. <https://revistacientifica.edu.pe/index.php/revistacientifica/article/view/29/85>
- Sucozhañay, G., Vidal, I., & Vanegas, P. (2022). Towards a Model for Analyzing the Circular Economy in Ecuadorian Companies: A Conceptual Framework. *Sustainability (Switzerland)*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/SU14074016>
- Taddei, E., Sassanelli, C., Rosa, P., & Terzi, S. (2024). Circular supply chains theoretical gaps and practical barriers: A model to support approaching firms in the era of industry 4.0. *Computers & Industrial Engineering*, 190, 110049. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2024.110049>
- Talens-Bolós, A., López-Pintor, E., Guilabert-Mora, M., Aznar-Saliente, T., Orozco-Beltrán, D. L., & Lumbreras-Lacarra, B. (2023). Diseño y validación de una escala de adherencia a antineoplásicos orales. *Farmacia Hospitalaria*, 47(2), 80–84. <https://doi.org/10.1016/J.FARMA.2022.11.005>
- Toth, L., Schiffer, A., Nyitrai, M., Pentek, A., Told, R., & Maroti, P. (2020). Developing an anti-spastic orthosis for daily home-use of stroke patients using smart memory alloys and 3D printing technologies. *Materials & Design*, 195, 109029. <https://doi.org/10.1016/J.MATDES.2020.109029>
- 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 & Management*, 60(4), 103385. <https://doi.org/10.1016/J.IPM.2023.103385>
- Wang, N., Bai, Y., Guo, Z., Fan, Y., & Meng, F. (2024). Synergies between the circular economy and carbon emission reduction. *Science of The Total Environment*, 951, 175603. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2024.175603>

- Wang, Q., Duan, H., Miao, Q., Li, H., Liu, J., Wang, N., & Xu, Q. (2023). Environmental and economic impact assessment of synergistic organic-waste treatment strategies in eco-industrial parks: A pilot-scale case study in Shenzhen, China. *Environmental Impact Assessment Review*, *103*, 107250. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2023.107250>
- Xu, X., Choi, T. M., Chung, S. H., & Guo, S. (2023a). Collaborative-commerce in supply chains: A review and classification of analytical models. *International Journal of Production Economics*, *263*, 108922. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2023.108922>
- Zhang, R., Chen, T., Wang, Y., & Short, M. (2023). Systems approaches for sustainable fisheries: A comprehensive review and future perspectives. *Sustainable Production and Consumption*, *41*, 242–252. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2023.08.013>

# ANEXOS

## *Anexo A. Software Vosviewer para bibliometría*



## Anexo B. Técnica e instrumento para recolección de datos



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



### CUESTIONARIO DE “PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**OBJETIVO:** Recolectar datos a través de un cuestionario, que permita obtener información relevante sobre las industrias del sector agroalimentario y el nivel de conocimiento en relación con los sistemas productivos actuales y las posibles cooperaciones que se pueden establecer con garantía de la búsqueda de la sostenibilidad económica, política, ambiental y social.

**INDICACIONES:** La aplicación de este cuestionario tiene una finalidad académica. Por favor, marque con una “x” y seleccione la respuesta que mejor refleje su experiencia y opinión. Se agradece su colaboración

#### Técnica e instrumento: Encuesta

1. ¿A qué actividad se dedica principalmente la empresa?
  - Agricultura
  - Ganadería
  - Pesca
2. ¿Qué tan efectivos considera que son los actuales canales de distribución para asegurar que los productos agroalimentarios lleguen a los consumidores de manera oportuna y en buen estado?
  - Muy efectivo
  - Efectivos
  - Poco efectivos
  - Nada efectivos
3. Indique qué sistema productivo emplea la empresa
  - Sistema Productivo Lineal
  - Sistema Productivo Circular
4. ¿Qué tan eficientes considera usted que son sus procesos productivos?
  - Nada eficiente
  - Poco eficiente
  - Eficiente

**UPSE**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA



- Muy eficiente
5. ¿Cuál es la cantidad (Tn) diaria de producción?
- 0 Tn a 5 Tn
  - 6 Tn a 10 Tn
  - Más de 11 Tn
6. ¿Qué cantidad (Tn) de desperdicio genera su proceso productivo?
- Entre 0 a 5 Tn
  - Entre 5 a 10 Tn
  - Más de 10 Tn
7. ¿Conoce usted sobre la sostenibilidad empresarial y sus beneficios?
- Si
  - No
8. ¿Considera que la empresa está comprometida con la sostenibilidad del medio ambiente?
- Nada comprometida
  - Moderadamente comprometida
  - Comprometido
  - Muy comprometido
  - No tengo información suficiente
9. ¿Considera que el diseño de un modelo colaborativo en el sector agroalimentario contribuye al fortalecimiento de la relación y el compromiso con la comunidad en el Cantón La Libertad?
- Si
  - No
10. ¿Como gestiona los desperdicios generados por el proceso productivo?
- Se desechan al medio ambiente
  - Los reutilizan en su proceso productivo



- Los venden como materia prima a otras empresas
  - Otro \_\_\_\_\_
11. ¿Cree que los residuos que genera la industria agroalimentaria podrían ser utilizados como materia prima para otras empresas del sector?
- Totalmente de acuerdo
  - De acuerdo
  - Neutral
  - En desacuerdo
  - Totalmente en desacuerdo
12. ¿Considera relevante la implementación de sistemas productivos circulares para mejorar la sostenibilidad de la industria agroalimentaria?
- Muy importante
  - Importante
  - Moderadamente importante
  - Poco importante
  - Nada importante
13. ¿Considera importante la implementación de nuevas herramientas que ayuden a mitigar el impacto ambiental generados por los procesos productivos?
- Sí
  - No
  - Tal vez
14. ¿Considera usted importante la sobreexplotación de recursos con el fin de satisfacer las necesidades actuales comprometiendo los recursos de las generaciones futuras?
- Muy importante
  - Importante
  - Moderadamente importante
  - Poco importante
  - Nada importante



15. ¿Usted está de acuerdo con la colaboración entre empresas para obtener un mejor equilibrio en la sostenibilidad económica, ambiental y social?

- Sí
- No
- Tal vez

16. ¿Considera que las prácticas actuales en el sector agroalimentario del Cantón La Libertad contribuyen al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)?

- Sí
- No

## Anexo C. Solicitud dirigida para la recolección de datos



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



La Libertad, 28 de septiembre de 2024

Estimado (a)  
Gerente general  
Presente.

De mi consideración:

Yo, Sheidy Judith Bazán José, con cédula de ciudadanía N° 2450314204, 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: "PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINERGICO PARA LA EVALUACION DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTON LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA", 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,

---

Sheidy Judith Bazán José  
Correo: [sheidy.bazan@upse.edu.ec](mailto:sheidy.bazan@upse.edu.ec)  
Cel: 0989644175

**UPSE**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA

*Anexo D. Formato para validación del instrumento*



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



**ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS**

**OPINIÓN: YO** \_\_\_\_\_, con CI \_\_\_\_\_, requerido por el estudiante de Ingeniería Industrial, **BAZAN JOSE SHEIDY JUDITH**, con CI 2450314204, para evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un cuestionario dirigido a un conjunto de empresas dedicadas en las actividades agroalimentarias ubicadas en la Provincia de Santa Elena, Cantón La Libertad, señalo lo siguiente:

**FIRMA** \_\_\_\_\_

**TEMA: "PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA"**

**ESCALA DE LIKERT:**

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

N#	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1	¿A qué actividad se dedica principalmente la empresa?	
2	¿Qué tan efectivos considera que son los actuales canales de distribución para asegurar que los productos agroalimentarios lleguen a los consumidores de manera oportuna y en buen estado?	
3	Indique qué sistema productivo emplea la empresa	
4	¿Qué tan eficientes considera usted que son sus procesos productivos?	
5	¿Cuál es la cantidad (Tn) diaria de producción?	
6	¿Qué cantidad (Tn) de desperdicio genera su proceso productivo?	
7	¿Conoce usted sobre la sostenibilidad empresarial y sus beneficios?	
8	¿Considera que la empresa está comprometida con la sostenibilidad del medio ambiente?	
9	¿Considera que el diseño de un modelo colaborativo en el sector agroalimentario contribuye al fortalecimiento de la relación y el compromiso con la comunidad en el Cantón La Libertad?	
10	¿Como gestiona los desperdicios generados por el proceso productivo?	

**UPSE**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA



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



11	¿Cree que los residuos que genera la industria agroalimentaria podrían ser utilizados como materia prima para otras empresas del sector?	
12	¿Considera relevante la implementación de sistemas productivos circulares para mejorar la sostenibilidad de la industria agroalimentaria?	
13	¿Considera importante la implementación de nuevas herramientas que ayuden a mitigar el impacto ambiental generados por los procesos productivos?	
14	¿Considera usted importante la sobreexplotación de recursos con el fin de satisfacer las necesidades actuales comprometiendo los recursos de las generaciones futuras?	
15	¿Usted está de acuerdo con la colaboración entre empresas para obtener un mejor equilibrio en la sostenibilidad económica, ambiental y social?	
16	¿Considera que las prácticas actuales en el sector agroalimentario del Cantón La Libertad contribuyen al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)?	

DATOS DEL EXPERTO	
PROFESIÓN	
AÑOS DE EXPERIENCIA	
FECHA DE VALIDACIÓN	
CORREO	

Anexo E. Evidencia de validación del instrumento por experto



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



ASUNTO: VALIDACIÓN DE ENCUESTA POR EXPERTOS

OPINIÓN: YO VICTOR MARIAM VIBSNECA con CI 0912164043, requiero por el estudiante de Ingeniería Industrial, BAZÁN JOSÉ SHEIDY JUDITH, con CI 2450314204, para evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un cuestionario dirigido a un conjunto de empresas dedicadas en las actividades agroalimentarias ubicadas en la Provincia de Santa Elena, Cantón La Libertad, señalo lo siguiente:

*[Firma manuscrita]*

FIRMA

TEMA: "PROPUESTA DE UN MODELO COLABORATIVO SINÉRGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA"

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

N#	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1	¿A qué actividad se dedica principalmente la empresa?	5
2	¿Qué tan efectivos considera que son los actuales canales de distribución para asegurar que los productos agroalimentarios lleguen a los consumidores de manera oportuna y en buen estado?	5
3	Indique qué sistema productivo emplea la empresa	5
4	¿Qué tan eficientes considera usted que son sus procesos productivos?	5
5	¿Cuál es la cantidad (Tn) diaria de producción?	5
6	¿Qué cantidad (Tn) de desperdicio genera su proceso productivo?	5
7	¿Conoce usted sobre la sostenibilidad empresarial y sus beneficios?	5
8	¿Considera que la empresa está comprometida con la sostenibilidad del medio ambiente?	5
9	¿Considera que el diseño de un modelo colaborativo en el sector agroalimentario contribuye al fortalecimiento de la relación y el compromiso con la comunidad en el Cantón La Libertad?	5
10	¿Como gestiona los desperdicios generados por el proceso productivo?	5

**UPSE**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA



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



11	¿Cree que los residuos que genera la industria agroalimentaria podrían ser utilizados como materia prima para otras empresas del sector?	5
12	¿Considera relevante la implementación de sistemas productivos circulares para mejorar la sostenibilidad de la industria agroalimentaria?	5
13	¿Considera importante la implementación de nuevas herramientas que ayuden a mitigar el impacto ambiental generados por los procesos productivos?	5
14	¿Considera usted importante la sobreexplotación de recursos con el fin de satisfacer las necesidades actuales comprometiendo los recursos de las generaciones futuras?	5
15	¿Usted está de acuerdo con la colaboración entre empresas para obtener un mejor equilibrio en la sostenibilidad económica, ambiental y social?	5
16	¿Considera que las prácticas actuales en el sector agroalimentario del Cantón La Libertad contribuyen al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)?	5

DATOS DEL EXPERTO	
PROFESIÓN	Ingeniero Industrial
AÑOS DE EXPERIENCIA	20 Años
FECHA DE VALIDACIÓN	25/09/2024
CORREO	vmatias@upse.edu.ec

*Anexo F. Evidencias de recolección de información*



**UPSE**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA





**UPSE**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA



**UPSE**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA



**UPSE**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA





**UPSE**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA



**UPSE**

UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA

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

**Tabla 5. VALORES F DE LA DISTRIBUCIÓN F DE FISHER**

**1 -  $\alpha = 0.9$**   $v_1$  = grados de libertad del numerador  
**1 -  $\alpha = P ( F \leq f_{\alpha, v_1, v_2} )$**   $v_2$  = grados de libertad del denominador

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	39.864	49.500	53.593	55.833	57.240	58.204	58.906	59.439	59.857	60.195	60.473	60.705	60.902	61.073	61.220	61.350	61.465	61.566	61.658	61.740
2	8.526	9.000	9.162	9.243	9.293	9.326	9.349	9.367	9.381	9.392	9.401	9.408	9.415	9.420	9.425	9.429	9.433	9.436	9.439	9.441
3	5.538	5.462	5.391	5.343	5.309	5.285	5.266	5.252	5.240	5.230	5.222	5.216	5.210	5.205	5.200	5.196	5.193	5.190	5.187	5.184
4	4.545	4.325	4.191	4.107	4.051	4.010	3.979	3.955	3.936	3.920	3.907	3.896	3.886	3.878	3.870	3.864	3.858	3.853	3.848	3.844
5	4.060	3.780	3.619	3.520	3.453	3.405	3.368	3.339	3.316	3.297	3.282	3.268	3.257	3.247	3.238	3.230	3.223	3.217	3.212	3.207
6	3.776	3.483	3.289	3.181	3.108	3.055	3.014	2.983	2.958	2.937	2.920	2.905	2.892	2.881	2.871	2.863	2.855	2.848	2.842	2.836
7	3.589	3.257	3.074	2.961	2.883	2.827	2.785	2.752	2.725	2.703	2.684	2.668	2.654	2.643	2.632	2.623	2.615	2.607	2.601	2.595
8	3.458	3.113	2.924	2.806	2.726	2.668	2.624	2.589	2.561	2.538	2.519	2.502	2.488	2.475	2.464	2.454	2.446	2.438	2.431	2.425
9	3.360	3.008	2.813	2.693	2.611	2.551	2.505	2.469	2.440	2.416	2.396	2.379	2.364	2.351	2.340	2.330	2.320	2.312	2.305	2.298
10	3.285	2.924	2.728	2.605	2.522	2.461	2.414	2.377	2.347	2.323	2.302	2.284	2.269	2.255	2.244	2.233	2.224	2.215	2.208	2.201
11	3.225	2.860	2.660	2.536	2.451	2.389	2.342	2.304	2.274	2.248	2.227	2.209	2.193	2.179	2.167	2.156	2.147	2.138	2.130	2.123
12	3.177	2.807	2.606	2.480	2.394	2.331	2.283	2.245	2.214	2.188	2.166	2.147	2.131	2.117	2.105	2.094	2.084	2.075	2.067	2.060
13	3.136	2.763	2.560	2.434	2.347	2.283	2.234	2.195	2.164	2.138	2.116	2.097	2.080	2.066	2.053	2.042	2.032	2.023	2.014	2.007
14	3.102	2.726	2.522	2.395	2.307	2.243	2.193	2.154	2.122	2.095	2.073	2.054	2.037	2.022	2.010	1.998	1.988	1.978	1.970	1.962
15	3.073	2.695	2.490	2.361	2.273	2.208	2.158	2.119	2.086	2.059	2.037	2.017	2.000	1.985	1.972	1.961	1.950	1.941	1.932	1.924
16	3.048	2.668	2.462	2.333	2.244	2.178	2.128	2.088	2.055	2.028	2.005	1.985	1.968	1.953	1.940	1.928	1.917	1.908	1.899	1.891
17	3.026	2.645	2.437	2.308	2.218	2.152	2.102	2.061	2.028	2.001	1.978	1.958	1.940	1.925	1.912	1.900	1.889	1.879	1.870	1.862
18	3.007	2.624	2.416	2.286	2.196	2.130	2.079	2.038	2.005	1.977	1.954	1.933	1.916	1.900	1.887	1.875	1.864	1.854	1.845	1.837
19	2.990	2.606	2.397	2.266	2.176	2.109	2.058	2.017	1.984	1.956	1.932	1.912	1.894	1.878	1.865	1.852	1.841	1.831	1.822	1.814
20	2.975	2.589	2.380	2.249	2.158	2.091	2.040	1.999	1.965	1.937	1.913	1.892	1.875	1.859	1.845	1.833	1.821	1.811	1.802	1.794
21	2.961	2.575	2.365	2.233	2.142	2.075	2.023	1.982	1.948	1.920	1.896	1.875	1.857	1.841	1.827	1.815	1.803	1.793	1.784	1.776
22	2.949	2.561	2.351	2.219	2.128	2.060	2.008	1.967	1.933	1.904	1.880	1.859	1.841	1.825	1.811	1.798	1.787	1.777	1.768	1.759
23	2.937	2.549	2.339	2.207	2.115	2.047	1.995	1.953	1.919	1.890	1.866	1.845	1.827	1.811	1.796	1.784	1.772	1.762	1.753	1.744
24	2.927	2.538	2.327	2.195	2.103	2.035	1.983	1.941	1.906	1.877	1.853	1.832	1.814	1.797	1.783	1.770	1.759	1.748	1.739	1.730
25	2.918	2.528	2.317	2.184	2.092	2.024	1.971	1.929	1.895	1.866	1.841	1.820	1.802	1.785	1.771	1.758	1.746	1.736	1.726	1.718
26	2.909	2.519	2.307	2.174	2.082	2.014	1.961	1.919	1.884	1.855	1.830	1.809	1.790	1.774	1.760	1.747	1.735	1.724	1.715	1.706
27	2.901	2.511	2.299	2.165	2.073	2.005	1.952	1.909	1.874	1.845	1.820	1.799	1.780	1.764	1.749	1.736	1.724	1.714	1.704	1.695
28	2.894	2.503	2.291	2.157	2.064	1.996	1.943	1.900	1.865	1.836	1.811	1.790	1.771	1.754	1.740	1.726	1.715	1.704	1.694	1.685
29	2.887	2.495	2.283	2.149	2.057	1.988	1.935	1.892	1.857	1.827	1.802	1.781	1.762	1.745	1.731	1.717	1.705	1.695	1.685	1.676
30	2.881	2.489	2.276	2.142	2.049	1.980	1.927	1.884	1.849	1.819	1.794	1.773	1.754	1.737	1.722	1.709	1.697	1.686	1.676	1.667
40	2.835	2.440	2.226	2.091	1.997	1.927	1.873	1.829	1.793	1.763	1.737	1.715	1.695	1.678	1.662	1.649	1.636	1.625	1.615	1.605
50	2.809	2.412	2.197	2.061	1.966	1.895	1.840	1.796	1.760	1.729	1.703	1.680	1.660	1.643	1.627	1.613	1.600	1.588	1.578	1.568
60	2.791	2.393	2.177	2.041	1.946	1.875	1.819	1.775	1.738	1.707	1.680	1.657	1.637	1.619	1.603	1.589	1.576	1.564	1.553	1.543
70	2.779	2.380	2.164	2.027	1.931	1.860	1.804	1.760	1.723	1.691	1.665	1.641	1.621	1.603	1.587	1.572	1.559	1.547	1.536	1.526
80	2.769	2.370	2.154	2.016	1.921	1.849	1.793	1.748	1.711	1.680	1.653	1.629	1.609	1.590	1.574	1.559	1.546	1.534	1.523	1.513
90	2.762	2.363	2.146	2.008	1.912	1.841	1.785	1.739	1.702	1.670	1.643	1.620	1.599	1.581	1.564	1.550	1.536	1.524	1.513	1.503
100	2.756	2.356	2.139	2.002	1.906	1.834	1.778	1.732	1.695	1.663	1.636	1.612	1.592	1.573	1.557	1.542	1.528	1.516	1.505	1.494
200	2.731	2.329	2.111	1.973	1.876	1.804	1.747	1.701	1.663	1.631	1.603	1.579	1.558	1.539	1.522	1.507	1.493	1.480	1.468	1.458
500	2.716	2.313	2.095	1.956	1.859	1.786	1.729	1.683	1.644	1.612	1.583	1.559	1.537	1.518	1.501	1.485	1.471	1.458	1.446	1.435
1000	2.711	2.308	2.089	1.950	1.853	1.780	1.723	1.676	1.638	1.605	1.577	1.552	1.531	1.511	1.494	1.478	1.464	1.451	1.439	1.428

Elaborada por Ilene Patricia Valdez y Alfaro.

*Anexo H. Resultados del cuestionario*

**Pregunta 1:** *¿A qué actividad se dedica principalmente la empresa?*

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Agricultura	7	46,67%
Ganadería	7	46,67%
Pesca	1	6,67%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Pregunta 2:** *¿Qué tan efectivos considera que son los actuales canales de distribución para asegurar que los productos agroalimentarios lleguen a los consumidores de manera oportuna y en buen estado?*

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy efectivo	6	40,00%
Efectivo	7	46,67%
Poco efectivos	2	13,33%
Nada efectivos	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Pregunta 3:** *Indique qué sistema productivo emplea la empresa*

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sistema productivo lineal	8	53.33%
Sistema productivo circular	7	46.67%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100.00%</b>

**Pregunta 4:** *¿Qué tan eficientes considera usted que son sus procesos productivos?*

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Nada eficiente	0	0.00%
Poco eficiente	1	6.67%
Eficiente	9	60.00%

Muy eficiente	5	33.33%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**Pregunta 5: ¿Cuál es la cantidad (Tn) diaria de producción?**

	<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Agricultura	Entre 0 a 5 Tn	3	20.00%
	Entre 6 a 10 Tn	2	13.33%
	Más de 11 Tn	2	13.33%
Pesca	Entre 0 a 5 Tn	1	6.67%
	Entre 6 a 10 Tn	2	13.33%
	Más de 11 Tn	4	26.67%
Ganadería	Entre 0 a 5 Tn	1	6.67%
	Entre 6 a 10 Tn	0	0.00%
	Más de 11 Tn	0	0.00%

**Pregunta 6: ¿Qué cantidad (Tn) de desperdicio genera su proceso productivo?**

	<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Agricultura	Entre 0 a 5 Tn	6	40.00%
	Entre 5 a 10 Tn	1	6.67%
	Más de 10 Tn	0	0.00%
Pesca	Entre 0 a 5 Tn	3	20.00%
	Entre 5 a 10 Tn	0	0.00%
	Más de 10 Tn	4	26.67%
Ganadería	Entre 0 a 5 Tn	1	6.67%
	Entre 5 a 10 Tn	0	0.00%
	Más de 10 Tn	0	0.00%

**Pregunta 7: Conoce usted sobre la sostenibilidad empresarial y sus beneficios?**

	<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
	Sí	8	53,33%
	No	7	46,67%
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

---

**Pregunta 8:** *¿Considera que la empresa está comprometida con la sostenibilidad del medio ambiente?*

---

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Nada comprometida	2	13,33%
Moderadamente comprometida	8	53,33%
Comprometido	4	26,67%
Muy comprometido	1	6,67%
No tengo información suficiente	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

---



---

**Pregunta 9:** *¿Considera el diseño de un modelo colaborativo en el sector agroalimentario contribuye al fortalecimiento de la relación y el compromiso con la comunidad en el cantón La Libertad?*

---

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí	15	100,00%
No	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

---



---

**Pregunta 10:** *¿Cómo gestiona los desperdicios generados por el proceso productivo?*

---

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Se desechan al medio ambiente	5	33,33%
Los reutilizan en su proceso productivo	6	40,00%
Los venden como materia prima a otras empresas	4	26,67%
Otro	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

---



---

**Pregunta 11:** *¿Cree que los residuos que genera la industria agroalimentaria podrían ser utilizados como materia prima para otras empresas del sector?*

---

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Totalmente de acuerdo	6	40,00%
De acuerdo	6	40,00%
Neutral	3	20,00%
En desacuerdo	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

***Pregunta 12:** ¿Considera relevante la implementación de sistemas productivos circulares para mejorar la sostenibilidad de la industria agroalimentaria?*

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy importante	4	26,67%
Importante	10	66,67%
Moderadamente importante	1	6,67%
Poco importante	0	0,00%
Nada importante	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

***Pregunta 13:** ¿Considera importante la implementación de nuevas herramientas que ayuden a mitigar el impacto ambiental generado por los procesos productivos?*

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí	13	86,67%
No	0	0,00%
Tal vez	2	13,33%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

***Pregunta 14:** ¿Considera usted importante la sobreexplotación de recursos con el fin de satisfacer las necesidades actuales comprometiendo los recursos de las generaciones futuras?*

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy importante	3	20,00%
Importante	1	6,67%
Moderadamente importante	10	66,67%
Poco importante	1	6,67%
Nada importante	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

***Pregunta 15:** ¿Usted está de acuerdo con la colaboración entre empresas para obtener un mejor equilibrio en la sostenibilidad económica, ambiental y social?*

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí	12	80%
No	0	0%
Tal vez	3	20%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

***Pregunta 16:** ¿Considera que las prácticas actuales en el sector agroalimentario del Cantón La Libertad contribuyen al cumplimiento de los ODS?*

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí	8	53,33%
No	7	46,67%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>