



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

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS  
CADAVÉRICOS AVÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE  
ALIMENTO PORCINO, SANTA ELENA – ECUADOR 2024”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**TOMALÁ AGUILERA FAUSTO ARIEL  
AGUILERA CONFORME CÉSAR ANDRÉS**

**TUTOR:**

**ING. REYES SORIANO FRANKLIN M.Sc**

La Libertad, Ecuador

2024

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS  
CADAVÉRICOS AVÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE  
ALIMENTO PORCINO, SANTA ELENA – ECUADOR 2024”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**TOMALÁ AGUILERA FAUSTO ARIEL  
AGUILERA CONFORME CÉSAR ANDRÉS**

**TUTOR:**

**ING. REYES SORIANO FRANKLIN. M.Sc**

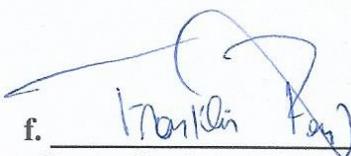
**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

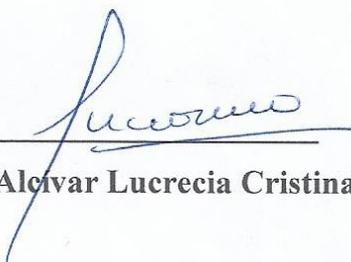
## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Tomalá Aguilera Fausto Ariel** y **Aguilera Conforme César Andrés** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

### TUTOR

f.   
Ing. Reyes Soriano Franklin M.Sc

### DIRECTORA DE LA CARRERA

f.   
Ing. Moreno Alcivar Lucrecia Cristina PhD.

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

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS CADAVÉRICOS AVÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PORCINO, SANTA ELENA - ECUADOR”, elaborado por el Sr. TOMALA AGUILERA FAUSTO ARIEL y el Sr. AGUILERA CONFORME CESAR ANDRÉS, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

**TUTOR**

  
f. Reyes Soriano Franklin  
**Ing. Reyes Soriano Franklin M.Sc**

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

# DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Tomalá Aguilera Fausto Ariel y Aguilera Conforme César Andrés**

## DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño de un sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas para la producción de alimento porcino, Santa Elena – Ecuador**, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

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

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

## EL AUTOR

f.     *Fausto Tomala*      
**Tomalá Aguilera Fausto Ariel**

f.     *Cesar Aguilera*      
**Aguilera Conforme César Andrés**

# AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Tomalá Aguilera Fausto Ariel** y **Aguilera Conforme César Andrés**

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **Diseño de un sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas para la producción de alimento porcino, Santa Elena – Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

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

**EL AUTOR:**

f. Fausto Tomalá  
**Tomalá Aguilera Fausto Ariel**

f. César Aguilera  
**Aguilera Conforme César Andrés**

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS CADAVERICOS AVICOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PORCINO, SANTA ELENA - ECUADOR**” elaborado por el Sr. **Tomalá Aguilera Fausto Ariel** y el Sr. **Aguilera Conforme César Andrés**, egresados de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio URKUND, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 8% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
register

**TESIS Aguilera-Tomalá 25-11 - c6**

**8%**  
Textos sospechosos

**< 1%** Similitudes  
0% similitudes entre zonas  
0% entre las fuentes normalizadas

**0%** Idiomas no reconocidos

**7%** Textos potencialmente generados por IA

Nombre del documento: TESIS Aguilera-Tomalá 25-11 - c6.docx  
ID del documento: 61a0ce35230558e89461fd1a691a0aca1a4450c9  
Tamaño del documento original: 3.93 MB  
Autores: []

Depositante: FRANKLIN ENRIQUE REYES SORIANO  
Fecha de depósito: 25/11/2024  
Tipo de carga: interface  
Fecha de fin de análisis: 25/11/2024

Número de palabras: 12.817  
Número de caracteres: 83.753

Ubicación de las similitudes en el documento:

FIRMA DEL TUTOR

f.   
Ing. Reyes Soriano Franklin M.Sc

C.C.:

# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

---

Santa Elena, 25 de noviembre del 2024

Yo, **Mónica Isabel Paredes Castro**, Magíster en Educación Básica, con registro de la **SENECYT N° 1023-2024-2904505** por medio del presente certifico que:

Después de revisar y corregir la sintaxis y ortografía del trabajo investigativo titulado **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS CADAVERÍCOS AVÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PORCINO, SANTA ELENA – ECUADOR 2024”**, elaborado por los estudiantes **FAUSTO ARIEL TOMALÁ AGUILERA** e **CÉSAR ANDRÉS AGUILERA CONFORME** en su opción al título de **INGENIERO INDUSTRIAL** en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, puedo afirmar que el trabajo está apto para ser defendido.

Sin otro particular.



Firmado electrónicamente por:  
**MONICA ISABEL  
PAREDES CASTRO**

**Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.**

C.I: 0605353143

Celular: 0969917044

Correo: [misabelp1017@gmail.com](mailto:misabelp1017@gmail.com)

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos, a mi madre Ana Aguilera y a mi abuela María Conforme, quienes ha sido mi mayor apoyo e inspiración a lo largo de toda mi vida, sus sacrificio, esfuerzo y amor incondicional han sido fundamentales para que hoy alcance esta meta. Gracias por creer en mí cuando las circunstancias parecían difíciles, por estar siempre a mi lado y por enseñarme que con esfuerzo y fé todo se puede lograr.

A mis hermanos, que por su apoyo y compañía han sido una fuente constante de motivación. Gracias por ser parte de este viaje y por estar presente en cada etapa.

Finalmente, a mis amigos, especialmente a Edgar Bazán. Gracias por su apoyo sincero, por creer en mis y por compartir conmigo momentos de aprendizaje, risas y compañerismo.

A todos ustedes, mi más profundo y sincero agradecimiento.

*Fausto Ariel Tomalá Aguilera*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación va primeramente dedicado a Dios, por darme fuerza de poder iniciar y culminar con éxito esta carrera universitaria, lo cual es una meta de las muchas que tengo por cumplir.

A mi mamá María Conforme por el apoyo incondicional que me ha brindado en todo este proceso y la enseñanza de esta vida la cual me ha ayudado dándome apoyo para poder hacer las cosas bien y en el transcurso de todo ese tiempo, siendo ella una mujer trabajadora a lo largo de esta vida estando ella en las buenas y en la mala conmigo le agradezco todo de corazón por su amor así mí.

A mí padre Andrés Aguilera por apoyarme también en este proceso y agradecido con cada miembro de mi familia por todo el apoyo brindado, los consejos y confianza dada en este proceso universitario y gracias, Dios.

*Cesar Andrés Aguilera Conforme*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico principalmente a Dios, por haberme permitido llegar a este punto, por darme la fuerza necesaria para superar los desafíos a lo largo de toda mi carrera. Su guía y bendiciones han sido fundamentales en este camino.

A mi madre, Ana Aguilera, por enseñarme a nunca rendirme, incluso en los momentos más difíciles. Todo lo que soy y todo lo que he alcanzado te lo debo a ti. Tu amor, sacrificios y apoyo incondicional han sido mi mayor inspiración para llegar hasta aquí.

A Melanie, que, aunque la vida nos llevó por caminos distintos, siempre guardaré con cariño los recuerdos compartidos, las risas y las lecciones que aprendimos juntos. Fuiste una parte importante de mi camino, y por ello siempre estarás presente en mi mente y en mi corazón.

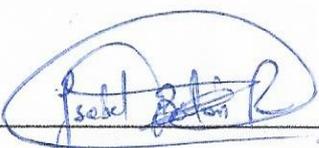
*Fausto Ariel Tomalá Aguilera*

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

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

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

DIRECTOR DE CARRERA

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

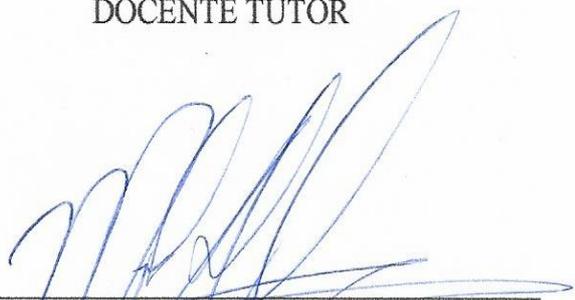
**ING. ISABEL DEL ROCÍO BALÓN RAMOS M.Sc.**

DOCENTE ESPECIALISTA

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

**ING. FRANKLIN REYES SORIANO M.Sc.**

DOCENTE TUTOR

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

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

DOCENTE UIC

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
<b>CERTIFICACIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR.....</b>	<b>iv</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>DEDICATORIA.....</b>	<b>xi</b>
<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xvii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>xviii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS.....</b>	<b>xix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xx</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xxi</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
1.1. Antecedentes investigativos.....	7
1.2. Estado del arte.....	8
1.3. Variables de estudio.....	24
1.4. Fundamento teórico.....	26

<b>CAPÍTULO II</b> .....	27
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	27
2.1. Enfoque de investigación. ....	27
2.2. Diseño de investigación. ....	28
2.3. Procedimiento metodológico. ....	28
2.4. Población y muestra. ....	29
2.4.1. Población. ....	29
2.4.2. Muestra. ....	30
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos. ....	32
2.5.1. Métodos de recolección de los datos. ....	32
2.5.2. Técnicas de recolección de los datos. ....	33
2.5.3. Instrumentos de recolección de los datos. ....	34
2.6. Variables del estudio. ....	35
2.7. Procedimiento para la recolección de los datos. ....	36
2.8. Plan de análisis e interpretación de resultados. ....	37
<b>CAPÍTULO III</b> .....	38
<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	38
3.1. Marco de resultados. ....	38
3.1.1. Confiabilidad y validez del instrumento de recolección de datos ....	38
3.1.2. Verificación de la hipótesis de las preguntas de investigación. ....	45
3.2. Propuesta de mejora. ....	47
3.3. Presupuesto para la propuesta del sistema. ....	70
3.4. Marco de discusión .....	72
<b>CONCLUSIONES</b> .....	73
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	74
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	75
<b>ANEXOS</b> .....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Cantidad de pollos faenados.....</i>	3
<i>Tabla 2. Alcance de la investigación. ....</i>	9
<i>Tabla 3. Resultados obtenidos en la primera búsqueda. ....</i>	10
<i>Tabla 4. Autores con mayor productividad científica.....</i>	12
<i>Tabla 5. Coeficiente Lotka. ....</i>	12
<i>Tabla 6. Documentos más citados. ....</i>	13
<i>Tabla 7. Revistas más importantes en el campo de estudio. ....</i>	14
<i>Tabla 8. Criterios de selección. ....</i>	16
<i>Tabla 9. Matriz referencial de artículos. ....</i>	17
<i>Tabla 10. Frecuencias metodológicas y herramientas de estudios.....</i>	23
<i>Tabla 11. Empresas del sector avícola Ecuador.....</i>	30
<i>Tabla 12. Empresas del sector avícola costa.....</i>	30
<i>Tabla 13. Empresas del Sector Avícola en la provincia de Santa Elena. ....</i>	31
<i>Tabla 14. Operacionalización de variables.....</i>	35
<i>Tabla 15. Plan de procedimiento para la recolección de datos.....</i>	36
<i>Tabla 16: Criterios de inclusión de expertos. ....</i>	39
<i>Tabla 17. Expertos. ....</i>	39
<i>Tabla 18: Validación por expertos. ....</i>	40
<i>Tabla 19. Criterios de los coeficientes.....</i>	41
<i>Tabla 20. Alfa de Cronbach Expertos.....</i>	41
<i>Tabla 21. Prueba de KMO y Bartlett. ....</i>	42
<i>Tabla 22. Validez externa prueba de Kendall.....</i>	42
<i>Tabla 23. Tabulación de matriz general. ....</i>	43
<i>Tabla 24. Resultado de la encuesta.....</i>	44
<i>Tabla 25. Alfa de Cronbach muestra. ....</i>	45
<i>Tabla 26. Prueba de normalidad. ....</i>	46
<i>Tabla 27. Correlación de Pearson.....</i>	47
<i>Tabla 28. Métodos de eliminación de residuos de la industria avícola.....</i>	49
<i>Tabla 29. Costo de eliminación de residuos. ....</i>	50
<i>Tabla 30. Agentes del modelo. ....</i>	52
<i>Tabla 31. Costo de eliminación de residuos propuesta. ....</i>	56
<i>Tabla 32. Beneficios económicos propuesto por agente.....</i>	56
<i>Tabla 33. Cantidad de residuos recolectados.....</i>	59
<i>Tabla 34. Costos involucrados.....</i>	64
<i>Tabla 35. Capacidad instalada.....</i>	67
<i>Tabla 36. Costo de materia prima.....</i>	67
<i>Tabla 37. Mano de obra directa. ....</i>	68
<i>Tabla 38. Costos indirectos. ....</i>	68
<i>Tabla 39. Costos de producción.....</i>	69

<b>Tabla 40. Precios.....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 41. Cabezas de ganado porcino al año.....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 42. Presupuesto.....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 43. Análisis financiero.....</b>	<b>71</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Pasos para realizar la revisión sistemática de la literatura.</i>	8
<i>Figura 2. Producción anual de documentos.</i>	11
<i>Figura 3. Coocurrencia de palabras claves.</i>	14
<i>Figura 4. Co-citación de autores.</i>	15
<i>Figura 5. Cooperación general de los países más productivos.</i>	15
<i>Figura 6. Tecnologías de conversión más utilizados.</i>	23
<i>Figura 7. Etapas de investigación cuantitativa.</i>	27
<i>Figura 8. Etapas del procedimiento metodológico aplicado en la investigación.</i>	29
<i>Figura 9. Plan para la recolección de datos.</i>	32
<i>Figura 10. Etapas para la validación del instrumento.</i>	33
<i>Figura 11. Gráfica normal.</i>	46
<i>Figura 12. Sistema actual</i>	50
<i>Figura 13. Modelo conceptual.</i>	51
<i>Figura 14. Modelo analítico.</i>	51
<i>Figura 15. Diagrama de flujo del sistema de reciclaje.</i>	53
<i>Figura 16. Proceso de validación.</i>	53
<i>Figura 17. Representación de sistema actual.</i>	54
<i>Figura 18. Parametrización de agentes.</i>	54
<i>Figura 19. Inicio del simulado.</i>	55
<i>Figura 20. Escenario propuesto.</i>	55
<i>Figura 21. Contaminación de la industria avícola propuesta.</i>	57
<i>Figura 22. Proyección de residuos 30 años.</i>	57
<i>Figura 23. Sistema de reciclaje.</i>	58
<i>Figura 24. Esquema logístico.</i>	61
<i>Figura 25. Centros de faenamiento parámetros.</i>	61
<i>Figura 26. Ubicación del centro de acopio.</i>	62
<i>Figura 27. Centro de Acopio parámetros.</i>	62
<i>Figura 28. Ubicación de la planta de reciclaje.</i>	63
<i>Figura 29. Planta de reciclaje parámetros.</i>	63
<i>Figura 30. Localización de agentes.</i>	64
<i>Figura 31. Esquema de producción.</i>	66
<i>Figura 32. Diagrama de operaciones del proceso de producción.</i>	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1: Encuesta de recolección de datos.....</i>	<i>91</i>
<i>Anexo 2: Formato para la validación del instrumento.....</i>	<i>95</i>
<i>Anexo 3: Validación de instrumento por expertos.....</i>	<i>96</i>
<i>Anexo 4. Respuestas de la encuesta.....</i>	<i>99</i>
<i>Anexo 5: Evidencia de recolección de datos. ....</i>	<i>103</i>

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

RLS:	Revisión sistemática de la literatura.
PDA:	Pérdidas y el desperdicio de alimentos.
ILP:	Instituto latinoamericano del pollo.
VI:	Variable independiente.
VD:	Variable dependiente.
KMO:	Kaiser, meyer, olkin.
TIR:	Tasa interna de retorno.
VAN:	Valor actual neto.

# “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS CADAVÉRICOS AVÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PORCINO, SANTA ELENA - ECUADOR”

**Autor:** Tomalá Aguilera Fausto Ariel

Aguilera Conforme César Andrés

**Tutor:** Ing. Reyes Soriano Franklin, M.Sc

## RESUMEN

El sector avícola genera 46 millones de toneladas de residuos a nivel mundial, que en su mayoría se desechan sin un tratamiento adecuado, contribuyendo a la contaminación ambiental y desaprovechando un recurso con potencial de valorización. En este contexto, se propone el diseño de un sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas para la producción de alimento porcino en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Mediante una revisión de literatura y un análisis bibliométrico, se evidenció la relevancia de aprovechar estos residuos como fuente alternativa de proteína en la alimentación animal. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo no experimental de tipo descriptivo-correlacional, utilizando cuestionarios para la recolección de datos. Se empleó el software SPSS 30 para la validación estadística, resultando en un alfa de Cronbach de 0,954, lo cual asegura la fiabilidad de los datos obtenidos. Posteriormente, se utilizó modelado basado en agentes (MBA) con el software anylogic para simular distintos escenarios, incluyendo la implementación de un sistema de reciclaje con agentes. El primer escenario mostró el comportamiento y los flujos económicos de los agentes involucrados (productores, faenadoras y comercializadores). El segundo escenario simuló la integración de un sistema de valorización de residuos como herramienta de economía circular. Los resultados indican que este sistema reduce costos de disposición de residuos y genera beneficios económicos. La inversión inicial para implementar el sistema se estima en \$363.237,50, recuperable en un periodo inferior a cinco años.

**Palabras Claves:** *Reciclaje de residuos avícolas, simulación basada en agentes, alimentación animal alternativa, conversión de desechos en recursos, ecología industrial.*

# “DESIGN OF A POULTRY WASTE RECYCLING SYSTEM FOR THE PRODUCTION OF PIG FEED, SANTA ELENA - ECUADOR”

**Autor:** Tomalá Aguilera Fausto Ariel

Aguilera Conforme César Andrés

**Tutor:** Ing. Reyes Soriano Franklin, M.Sc

## ABSTRACT

The poultry sector generates 46 million tons of waste worldwide, most of which is disposed of without adequate treatment, contributing to environmental pollution and wasting a resource with potential for valorization. In this context, we propose the design of a system for recycling poultry carcass waste for the production of swine feed in the province of Santa Elena, Ecuador. Through a literature review and a bibliometric analysis, the relevance of taking advantage of these wastes as an alternative source of protein in animal feed was evidenced. The study adopted a descriptive-correlational non-experimental quantitative approach, using questionnaires for data collection. SPSS 30 software was used for statistical validation, resulting in a Cronbach's Alpha of 0.954, which ensures the reliability of the data obtained. Subsequently, agent-based modeling (MBA) with Anylogic software was used to simulate different scenarios, including the implementation of a recycling system with agents. The first scenario showed the behavior and economic flows of the agents involved (producers, slaughterhouses and marketers). The second scenario simulated the integration of a waste recovery system as a circular economy tool. The results indicate that this system reduces waste disposal costs and generates economic benefits. The initial investment to implement the system is estimated at \$ 363.237,50, recoverable in a period of less than five years.

**Keywords:** *Poultry waste recycling, agent-based simulation, alternative animal feeding, waste-to-resource conversion, industrial ecology.*

# INTRODUCCIÓN

A nivel global, el crecimiento de la población y el incremento de las actividades industriales han resultado en una alta demanda de carne de ave (Adetunji et al., 2021). En consecuencia Seidavi et al. (2019) dicen que el procesamiento de aves de corral genera grandes cantidades de desechos y subproductos, estimados en 45,9 millones de toneladas con un rendimiento del 70%. La gestión inadecuada de los residuos en la industria cárnica avícola, especialmente en mataderos que no cumplen con las normativas, puede tener graves repercusiones ambientales y sanitarias (Kefalew & Lami, 2021).

Najar et al. (2024) la industria del reciclaje se ha convertido en una fuente clave de materias primas valiosa que puede reutilizarse en otros procesos de producción. En el contexto de la industria avícola existen métodos para aprovechar los subproductos generados como el compostaje, la producción de alimentos para animales, bioquímicos y la extracción de colágeno (Limeneh et al., 2022). Reconocerlos como fuentes valiosas de materias primas se eliminando el impacto que normalmente se atribuyen a los desechos (De la Llave, 2022).

En Latinoamérica, el desarrollo del sector avícola en los últimos años ha llevado a la creación de diferentes mataderos para poder satisfacer la mayor demanda (Tolera & Alemu, 2020). Con un crecimiento anual del 13%, que representa más del 35% de la producción (Shen et al., 2019). El procesamiento de animales genera numerosos subproductos que, si se aprovechan adecuadamente, pueden mitigar el impacto ambiental y contribuir al crecimiento económico aumentar significativamente el PIB.

En Ecuador, una planta procesadora de pollos genera cinco tipos de desechos: sangre, plumas, cabezas, patas y vísceras. Estos subproductos pueden ser procesados y convertidos en productos biobasados con un alto contenido proteico (Adhikari et al., 2018). El procesamiento adecuado no solo genera ganancias económicas para las empresas, sino que también reduce el impacto ambiental (Herrera Pablo, 2016)

De acuerdo con Meeker (2009), los residuos procedentes del faenamiento de animales son una fuente de materia prima para elaborar piensos de ganado, aves, acuicultura y mascotas, debido a su alto valor nutricional. De esta forma no solo se

reduce la contaminación al medio ambiente, sino que también impulsa el desarrollo de la industria avícola (Manosalva Ibañez, Carlos, et al., 2023).

El cantón La Libertad, es la zona con mayor producción y venta de carne de pollo, empresas como Coreypol y Amandita son los principales mataderos que al día procesan alrededor de 7.600 pollos y generan 6.171 kg de desechos, que pueden representar un riesgo ambiental si no se gestionan de manera adecuada.

En el cantón Santa Elena sobresalen empresas como Pollos Costa, que procesa alrededor de 2.000 pollos al diariamente. Por otro lado, Asoavibam sacrifica un promedio de 450 pollos al día, mientras que Asoprountri maneja aproximadamente 200 pollos diarios. A pesar de ser empresas de menor tamaño, en conjunto generan un total de 2.152 kg de residuos avícolas al día dentro de la provincia.

Bajo este contexto, la implementación de principios circulares en la industria avícolas, como el reciclaje de los desechos para obtener materias primas, representa una oportunidad para mejora la sostenibilidad y eficiencia del sector. Considerando que la industria avícola en Santa Elena produce diariamente 8.323 kg de desechos

### **Planteamiento del problema.**

Globalmente, la industria avícola es una de las principales fuentes de proteína animal, pero también es una de las más contaminantes debido a la gran cantidad de residuos que produce. Según el informe más reciente del Instituto Latinoamericano del Pollo (ILP), en 2023 en Latinoamérica se produjeron 29,3 millones de toneladas de carne de pollo, representando el 28,6% de toda la producción avícola a nivel mundial.

En Ecuador, se produjeron 263 millones de pollos de engorde y 495.000 toneladas de carne de pollo (ILP, 2024), lo que representa un desafío entorno a la gestión de residuos. En muchos casos los mataderos no cuentan con un método de eliminación de residuos y los desechan directamente en el entorno sin ningún tipo de tratamiento (Bhunja et al., 2022). Por ello es importante una gestión adecuada de residuos, para así eliminar las preocupaciones ambientales, de salud humana y de calidad de vida (Charles Michael Williams, 2013)

En la provincia de Santa Elena, existen varias faenadoras de pollos que desempeñan un papel importante en la industria avícola local. Estas empresas generan

diversos subproductos, cuyos volúmenes pueden estimarse con base en valores típicos para los más comunes, descritos en la tabla 1.

**Tabla 1. Cantidad de pollos faenados.**

Coreypol (La Libertad)	Pollos diarios faenados			7000
	Subproducto	Cantidad / pollo	Cantidad / diaria	Cantidad / mensual
	Sangre	0.162 L	1134 L	34020 L
	Plumas	0.15 kg	1050 kg	31500 kg
	Vísceras	0.5 kg	3500 kg	105000 kg
Pollos Costa (Santa Elena)	Pollos diarios faenados			2000
	Subproducto	Cantidad / pollo	Cantidad / diaria	Cantidad / mensual
	Sangre	0.162 L	324 L	9720 L
	Plumas	0.15 kg	300 kg	9000 kg
	Vísceras	0.5 kg	1000 kg	30000 kg
Amandita (La Libertad)	Pollos diarios faenados			600
	Subproducto	Cantidad / pollo	Cantidad / diaria	Cantidad / mensual
	Sangre	0.162 L	97.2 L	2916 L
	Plumas	0.15 kg	90 kg	2700 kg
	Vísceras	0.5 kg	300 kg	9000 kg
ASOAVIBAM (Colonche)	Cantidad de pollos diarios faenados			450
	Subproducto	Cantidad / pollo	Cantidad / diaria	Cantidad / mensual
	Sangre	0.162 L	72.9 L	2187 L
	Plumas	0.15 kg	67.5 kg	2025 kg
	Vísceras	0.5 kg	22.5 kg	6750 kg
ASOPROU NITRI	Cantidad de pollos diarios faenados			200
	Subproducto	Cantidad / pollo	Cantidad / diaria	Cantidad / mensual

Sangre	0.162 L	32.4 L	927 L
Plumas	0.15 kg	30 kg	900 kg
Vísceras	0.5 kg	100 kg	3000 kg

Nota: Elaborado por los autores.

En Santa Elena, los residuos avícolas no procesados tienen diversos destinos y usos con implicaciones ambientales y de salud:

- **Rellenos sanitarios:** faenadoras, como: Pollos Costa, Amandita y Coreypol, desechan sus residuos en vertederos, como el botadero de San Vicente en la vía Santa Elena – Guayaquil o el botadero municipal del cantón La Libertad.
- **Vertido en cuerpos de agua:** empresas más pequeñas como Asoprounitri y Asoabivam, desechan sus residuos en el río Manglaralto y río Grande.

### **Formulación del problema de investigación.**

¿Qué impacto tendría el diseño de un sistema de reciclaje de residuos en la industria avícola y porcina de Santa Elena?

### **Alcance de la investigación:**

El estudio se centró en el desarrollo de un sistema de reciclaje de desechos cadavéricos avícola, estableciendo un método que los transforme en materia prima para la producción de alimento para cerdos, y que genere beneficios tanto a las industrias avícolas, porcinas y a la comunidad en general.

La investigación se limitó exclusivamente a la provincia de Santa Elena, donde se evaluó la viabilidad del sistema para manejar y aprovechar los desechos como plumas, vísceras y sangre de pollo, omitieron otros tipos de desechos y aspectos relacionados con la comercialización.

La innovación del proyecto radica en ofrecer una solución sostenible en gestión los residuos avícolas, valorizando los desechos como materia prima para la producción de alimento para cerdos. Se espera que el sistema impacte positivamente a empresas

involucradas, y que el modelo pueda ser replicado en otras regiones con condiciones similares.

### **Justificación de la investigación.**

De acuerdo con Gržinić et al. (2023) si los desechos no son gestionados de manera adecuada, pueden convertirse en amenazas ambiental significativa en las emisiones de gases de efecto invernadero, en la salud humana y animal. Además, el manejo ineficiente de estos residuos implica una pérdida de recursos que podrían ser aprovechados (Glockow et al., 2024). Por lo que la importancia de esta investigación radica en que aborda el manejo de los residuos avícolas en la provincia de Santa Elena, donde esta industria genera grandes cantidades de desechos.

De acuerdo con Jayathilakan et al. (2012), la utilización de residuos como materia prima en la fabricación de un nuevo producto, minimiza los niveles de contaminación y beneficia directamente a la economía de las empresas al reduciendo costos de producción y eliminación de residuos. Es por eso que la trascendencia del proyecto consta en su capacidad de transformar residuos en una solución económica, optimizando el aprovechamiento de los subproductos de la industria avícola.

La originalidad del estudio reside en el uso eficiente de recursos, siguiendo principios de economía circular, adaptado y optimizado tecnologías aplicadas en otros entornos, cuyos resultados han demostrado ser efectivos. Según Tavares & Borschiver (2019) este enfoque promueve un modelo de negocio circular, donde los residuos de una industria se transforman en insumos valiosos para otra.

La viabilidad del proyecto se fundamenta en varios factores:

1. Disponibilidad de materia prima:

- Sangre: 1659 L diarios.
- Plumaje: 1.53 T diarias.
- Viseras: 5.12 T diarias.

2. Tecnologías:

- Digestión anaeróbica.

- El sistema continuo de secado.

### 3. Impacto económico:

- Reducción de costos en la gestión de residuos.
- Generación de ingresos por venta de residuos.
- Reducción de costos de alimento porcino.

La implementación de una solución efectiva en la gestión de desechos avícolas beneficiara a toda la cadena productiva, al reducir los niveles de contaminación y los costos asociados a la eliminación de residuos, generando beneficios económicos tanto a los productores avícolas como porcino de la región, contribuyendo a un desarrollo sostenible (Franke-Whittle & Insam, 2013).

### **Objetivo General.**

Diseñar un sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas, con el propósito de transformarlos en materia prima en la producción de alimento para cerdos.

### **Objetivos Específicos.**

- Argumentar el estado de arte, a través de la revisión sistemática de la literatura que ofrezca información actual sobre el reciclaje de subproductos avícolas.
- Establecer un marco metodológico, mediante el uso de herramientas de ingeniería y gestión ambiental, que permita el diseño eficiente y sostenible de un sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas.
- Estructurar un diseño eficiente y sostenible de un sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas para la producción de alimento porcino.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos.

La industria avícola y de sacrificio generan grandes cantidades de residuos, lo que podría ser un recurso prometedor para reciclar productos con valor añadido (Mozhiarasi & Natarajan, 2022). Según Koul et al. (2022) es importante implementar estrategias de reducción, reutilización y reciclaje de los residuos, aprovechando su potencial para crear productos como biocombustibles, biofertilizantes, entre otros. Su correcta utilización y valorización, esencial para mejorar la sostenibilidad y asegurar la seguridad alimentaria y sanitaria.

Las pérdidas y el desperdicio de alimentos (PDA) comienzan en el campo, continúan durante su procesamiento y consumo, afectando negativamente a los recursos naturales como la tierra y el agua. Al transformar y enriquecer las PDA, éstas pueden utilizarse en la alimentación animal, lo que promueve la conservación del medio ambiente y contribuye a la producción ecológica (Ramírez N. et al., 2017). Se han realizado investigaciones para evaluar nutricionalmente las proteínas extraídas de los desechos, junto con su correlación con el rendimiento animal, lo que ha arrojado resultados prometedores en cuanto a aumento de peso, contenido de aminoácidos (Talha et al., 2024).

Recientemente, la implementación de la conversión de residuos en energía (WtE) ha demostrado ser exitosa. De acuerdo con Radwan & Khan (2023) las técnicas relacionadas con la conversión de residuos en energía se han empleado eficazmente en varios sectores, incluida la industria de residuos de alimentos y las refinerías de petróleo. Estas tecnologías tienen la capacidad de recuperar recursos, y si se utiliza bien, puede producir varios productos y combustibles valiosos (Sajid et al., 2022).

Los métodos utilizados para disponer de los residuos sólidos producidos por la industria cárnica incluyen la incineración y el entierro e hidrólisis química generando afectaciones al medio ambiente y a los seres humanos (Shestakova et al., 2021). Al seleccionar el proceso de tratamiento adecuado, se consideran factores como los

niveles de contaminación, los métodos de eliminación y las regulaciones ambientales (Kharat, 2019). Al tratar y procesar los desechos de la industria cárnica, se reducen los problemas de contaminación y se pueden recuperar compuestos bioactivos valiosos como alimentos para animales y biocombustibles (M. N. Khan et al., 2024).

El potencial de producción de biogás, biodiesel e hidrógeno mediante el uso de grasas animales y desechos relacionados de los mataderos. Mediante métodos científicos adecuados y nuevas tecnologías, los residuos de los mataderos se pueden convertir en energía e hidrógeno (Chowdhury et al., 2022).

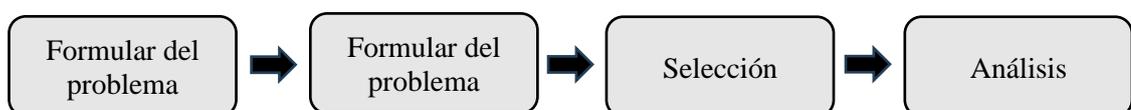
En base a estas investigaciones, los residuos de la industria cárnica representan un recurso útil en la producción de alimentos para animales y biogás. Para ello, se implementarán procesos de transformación que permitan convertir estos desechos en productos útiles. Este enfoque fomenta prácticas que contribuyen a la sostenibilidad de la industria cárnica, reduciendo la contaminación y promoviendo una economía circular.

## 1.2. Estado del arte

Según Vasconcellos et al. (2020) y (Barry et al., 2022), el estado del arte es una visión crítica y sistemática de la producción científica en un área y período determinado, que permite identificar avances logrados a través del tiempo, para proyectar futuras líneas de investigación.

De acuerdo con Pati & Lorusso (2018) la revisión sistemática de la literatura (RLS) es una herramienta que permite organizar y comprender de manera profunda la literatura existente sobre un tema específico. Este proceso incluye buscar, seleccionar y evaluar estudios de manera detallada. Para asegurar que la revisión sea rigurosa y coherente desde el inicio se debe seguir un plan bien definido como de muestra en figura 1.

*Figura 1. Pasos para realizar la revisión sistemática de la literatura.*



Nota: Elaborado por los autores.

La estrategia PICO es especialmente útil en la construcción de preguntas de investigación para revisiones bibliográficas, ya que permite definir claramente los elementos clave que guiarán la búsqueda de literatura. Al utilizar PICO para formular las preguntas de investigación, se puede enfocar de manera precisa la búsqueda bibliográfica, asegurando que se recopile la información más relevante y evitando datos innecesarios (Santos et al., 2007).

### **Alcance de la investigación**

La revisión sistemática de la literatura a través de la aplicación del método PICO tiene como objetivo obtener una lista de referencias que respondan a la pregunta de investigación, mediante estrategia de búsqueda que incluye:

- Selección y combinación de términos
- Elección de bases de datos
- Recuperación sistemática de referencias

De este modo, se asegura la recopilación de información precisa y relevante para el desarrollo de la investigación (K. S. Khan et al., 2022).

***Tabla 2. Alcance de la investigación.***

<b>Concepto</b>	<b>Definición</b>	<b>Aplicación RSL</b>
<b>Población</b>	Los residuos generados en la industria avícola.	Examinar estudios y datos sobre los diferentes tipos de residuos avícolas (carne, huesos, plumas, etc.).
<b>Intervención</b>	Métodos de reciclaje para convertir los residuos avícolas en alimento.	Investigar los diversos métodos y tecnologías de reciclaje que se utilizan para transformar residuos avícolas en piensos para cerdos.
<b>Comparación</b>	Comparar el sistema de reciclaje con otros métodos de gestión de residuos.	Evaluar y comparar la eficacia, costos, y sostenibilidad del sistema.
<b>Resultados</b>	Reducción de residuos, impacto ambiental, y costos	Identificar y analizar estudios que reporten datos sobre la efectividad

económicos.

del reciclaje en la producción de alimento, así como sus impactos ambientales y económicos.

---

Nota: Elaborado por los autores.

Se utilizaron las bases de datos Scopus, Dimensions y ScienceDirect, en el periodo comprendido entre el 1 de enero del 2016 al 31 de agosto del 2024, mediante un conjunto de palabras que cubren todas las áreas pertinentes al diseño de reciclaje de residuos avícolas: conversión de residuos animales, producción de harinas proteicas y piensos para cerdos.

**Tabla 3.** Resultados obtenidos en la primera búsqueda.

<b>Base de datos</b>	<b>Resultados obtenidos</b>
SCOPUS	343
DIMENSIONS	263
ScienceDirect	118
<b>Total</b>	<b>724</b>

Nota: Elaborado por los autores.

### **Revisión bibliométrica.**

Según Hallinger & Kovačević (2022) y Donthu et al. (2021) la revisión bibliométrica es una técnica que combina la revisión de la literatura con un enfoque cuantitativo, utilizada para evaluar tendencias en la creación y el crecimiento del conocimiento, lo que permite analizar la evolución de un campo de estudio a través de métricas como citas, coautoría y palabras clave.

Para realizar un análisis bibliométrico, el proceso consta de seis pasos, que ayudan a obtener información dentro de un área de investigación específica (Passas, 2024).

- 1. Definir objetivos:** establece las preguntas de investigación.
- 2. Buscar y recopilar datos:** realiza una búsqueda bibliográfica.
- 3. Preprocesar datos:** eliminando duplicados y corrigir errores.
- 4. Seleccionar software:** vosviewer o bibliometrix.

5. **Analizar datos:** extraer información y patrones de la literatura.
6. **Resultados:** representaciones visuales de los resultados.

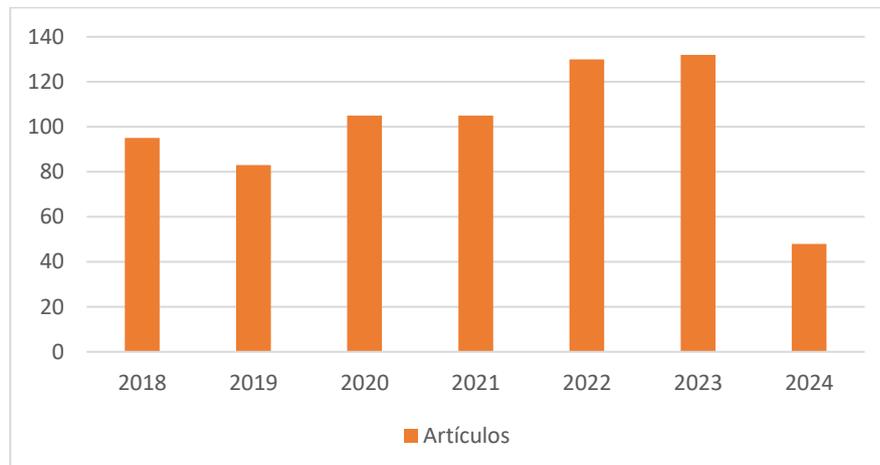
### **Revisión bibliométrica con el software bibliometrix.**

Después de completar la búsqueda, se recopiló un total de 724 documentos referentes a la literatura existente relacionada con el diseño de un sistema de reciclaje de residuos avícolas, lo que permite realizar un análisis bibliométrico utilizando el software bibliometrix, facilitando la identificación de tendencias, autores e información relevantes del área investigada.

### **Producción anual de documentos**

En la figura 2, la producción científica aumentó desde el 2020, con un promedio de 99.71 artículos publicados por año lo que demuestra un fuerte interés en investigar modelos y tecnologías que permitan reutilizar y convertir residuos en productos valiosos.

*Figura 2. Producción anual de documentos.*



Nota: Elaborado por los autores.

### **Autores con mayor productividad científica.**

Los autores muestran patrones de productividad distintos en sus investigaciones, Li J lidera la tabla con un total de 20 publicaciones, seguido por Li Y con 14 publicaciones y Li Z con 12 publicaciones, lo refleja el impacto que tienen en sus publicaciones.

**Tabla 4.** Autores con mayor productividad científica.

<b>Autores</b>	<b>Artículos</b>	<b>Artículos fraccionados</b>
Li J	20	3.05
Li Y	14	2.45
Li Z	12	2.07
Li X	10	1.54
Wang H	9	1.48
Wang Y	9	1.13
Zhang Y	9	1.36
Zhang Z	9	1.60
Liu J	8	1.11
Lui S	8	1.14

Nota: Elaborado por los autores.

### **Coefficiente Lotka**

El análisis del coeficiente de Lotka, presentado en la tabla 5, revela que 2.620 publicaciones provienen de autores únicos, lo que demuestra la baja colaboración entre investigadores para investigar temas relacionados con la conversión de residuos

**Tabla 5.** Coeficiente Lotka.

<b>Documentos redactados</b>	<b>N. de Autores</b>	<b>Proporción de autores</b>
1	2620	0.897
2	184	0.063
3	57	0.02
4	26	0.009
5	8	0.003
6	10	0.003
7	4	0.001
8	4	0.001
9	4	0.001

10

1

0

Nota: Elaborado por los autores.

### Documentos más citados.

La tabla 6 muestra las investigaciones más influyentes dentro del campo de la reutilización de residuos, demostrando el impacto que tienen debido a sus altos números de citaciones y la relevancia continua de estas investigaciones a lo largo del tiempo.

**Tabla 6.** Documentos más citados.

Papel	Total de citas	TC por año
Lalander C, 2019, J. Clean. Prod.	388	64.67
Beretta D, 2019, Mater. Sci. Eng. R: REPORTS	365	60.83
Poyatos-Racionero E, 2018, J. Clean. Prod.	222	31.71
Ghodake gs, 2021, J. Clean. Prod.	218	54.50
Jones sw, 2020, Curr. Opin. Biotechnol.	216	43.20
Hou l, 2021, Chem. Eng. J.	186	46.50
Hossain n, 2020, J. Clean. Prod.	135	27.00
Bosch g, 2019, J. Clean. Prod.	131	21.83
Kwan th, 2018, J. Clean. Prod.	131	18.71
L, 2018, Chem. Eng. J.	116	16.57

Nota: Elaborado por los autores.

### Revistas más importantes en el campo de estudio.

La tabla 7 presenta las revistas con mayor impacto científico en el ámbito de la conversión de desechos animales, seleccionando las 10 revistas más relevantes basadas en el número de documentos publicados en los últimos 8 años.

**Tabla 7. Revistas más importantes en el campo de estudio.**

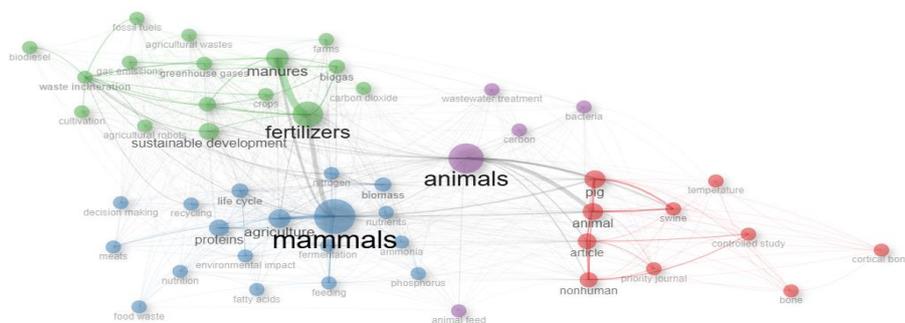
<b>Fuentes</b>	<b>Artículos</b>
Revista de producción más limpia	84
Nongye gongcheng xuebao/transacciones de la sociedad china de ingeniería agrícola	46
Sostenibilidad (suiza)	20
Revista asiática-australiana de ciencias animales	15
Ciencias aplicadas (suiza)	14
Energías	12
Investigación del agua	11
Ingeniería de biosistema	10
Producción y consumo sostenibles	10
Ingesta voluntaria de alimentos en cerdos	10

Nota: Elaborado por los autores.

### **Coocurrencia de palabras claves.**

En la figura 3, los clusters muestran una conexión entre la producción animal con temas de sostenibilidad, la gestión de residuos y la producción de energía y nutrientes a partir de subproductos animales. Entre los temas principales que sobresalen están: animales, mamíferos, cerdos, aves de corral, fertilizantes y proteínas.

**Figura 3. Coocurrencia de palabras claves.**



Nota: elaborado por los autores, mediante Bibliometrix



## **Criterios de inclusión y exclusión.**

De acuerdo con Manzano Nunez & García Perdomo (2016) los criterios de inclusión y exclusión no solo mejora la calidad académica de los estudios, sino que también fortalece la metodología y hace que los resultados sean más útiles. La selección final se realizó mediante criterios de inclusión que permitieron un análisis crítico de los artículos para obtener aquellos que respondan claramente a las preguntas mencionadas anteriormente (Moreno et al., 2018).

***Tabla 8. Criterios de selección.***

<b>Inclusión</b>	<b>Exclusión</b>
Los documentos solo deben ser artículos científicos	Artículos duplicados
Artículos con lenguajes de español e inglés.	Información inaccesible
Los artículos deben estar en el rango de 1 enero del 2016 - 31 agosto del 2024	Artículos científicos con acceso restringido

Nota: Elaborado por los autores, en base a Martínez et al. (2023).

Luego de aplicar estrategia de búsqueda y los criterios de selección en la revisión sistemática de la literatura, se obtuvo una lista de 641 documentos que no se ajustan a la propuesta, 53 documentos duplicados, y finalmente se seleccionaron 30 documentos que fueron considerados adecuados y relevantes para el análisis.

**Tabla 9. Matriz referencial de artículos.**

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Autor - Año</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología y Herramienta</b>	<b>Resultados</b>
1	Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products.	(Ravindran & Jaiswal, 2016)	Desatacar la valorización de residuos alimentarios ricos en nutrientes.	Revisión sistemática / Bioconversión.	Producción de metabolitos útiles y reducción de desechos.
2	Waste Management: Valorisation Is the Way.	(Gemar et al., 2021)	Analizar la evolución de la investigación en gestión de residuos.	Revisión sistemática / SciMAT.	Aumento en valorización de residuos.
3	Improving slaughterhouse byproducts utilization via anaerobic digestion, composting, and rendering.	(S. Wang et al., 2024)	Comparar métodos de tratamiento de desechos de mataderos.	Investigación cuantitativa / Compostaje. Rendering.	Reducción de los gases de efecto invernadero significativamente.
4	Recovery of valuable substances from food waste by ohmic heating assisted extraction -A step towards sustainable production.	(Khalid et al., 2024)	Explorar el uso del calentamiento óhmico como una tecnología sostenible para extraer sustancias valiosas de los residuos generados en el sector alimentario.	Revisión sistemática / Calentamiento óhmico.	El calentamiento óhmico es altamente eficiente para recuperar compuestos bioactivos, proteínas, aceites esenciales y otros productos valiosos de residuos alimentarios.
5	Sustainability of food waste biorefinery: A review on valorisation pathways, techno-economic constraints, and environmental assessment.	(Caldeira et al., 2020)	Describir las vías de valorización de residuos alimentarios.	Revisión sistemática / Evaluación de la viabilidad técnica.	Las vías de valorización de residuos se desarrollan principalmente a escala de laboratorio. Se requiere más investigación para evaluar su rendimiento a escala industrial.
6	Emerging waste valorisation techniques to moderate the hazardous impacts, and their path towards sustainability.	(X. Wang et al., 2022)	Revisar y analizar tecnologías de valorización de residuos y sus eficiencias.	Revisión sistemática / Digestión anaeróbica Compostaje.	Se identificaron desafíos principales en la adopción de la valorización de residuos, como el bloqueo tecnológico y la necesidad de optimización local.

7	Poultry Waste Management.	(Singh et al., 2018)	Analizar opciones para la gestión de desechos avícolas, incluyendo su uso para mitigar contaminación y mejorar la producción y salud avícola.	Pirólisis Investigación aplicada / Incineración. Compostaje. Rendering.	Se proponen soluciones prácticas y sostenibles. La gestión adecuada de los desechos avícolas reduce la contaminación, mejorando la rentabilidad mediante su aprovechamiento como fertilizante, alimento para ganado o biogás.
8	Exploitation of bones-rich poultry by-products to produce protein hydrolysates: optimization of hydrolysis parameters and chemical characterization.	(Prandi et al., 2024)	Optimizar un protocolo de hidrólisis para recuperar la fracción proteica de subproductos avícolas.	Estudio experimental / Hidrolisis	Se logró obtener un producto con alto contenido proteico (79-86%), buena composición de aminoácidos y alta digestibilidad, haciéndolo apto para su uso en la elaboración de alimentos para humanos, animales o mascotas.
9	Review of the slaughter wastes and the meat by-products recycling opportunities.	(Alibekov et al., 2024)	Evaluar las tecnologías actuales para el procesamiento sin residuos de desechos de mataderos y subproductos cárnicos en diversas industrias.	Investigación descriptiva / Rendering Hidrolisis	El procesamiento integral de estos desechos promueve la sostenibilidad agroecológica, generando productos de bajo costo.
10	Hydrothermal Treatment of Biomass Feedstocks for Sustainable Production of Chemicals, Fuels, and Materials: Progress and Perspectives.	(Zhang et al., 2023)	Revisar y evaluar el proceso hidrotermal como tecnología emergente para la conversión de biomasa en productos sostenibles como químicos, combustibles y materiales.	Análisis descriptivo / Tecnología hidrotermal.	Los resultados destacan que el proceso hidrotermal es efectivo para convertir biomasa en productos de valor y bioenergía. Se identifican avances tecnológicos y se evalúan capacidades y sostenibilidad para aplicaciones a gran escala.
11	Transforming food waste into animal feeds: an in-depth overview of conversion	(Hasan & Lateef, 2024)	Revisar las tecnologías de conversión de desechos alimentarios en alimentos para animales y analizar sus beneficios ambientales.	Investigación documental / Digestión anaeróbica	Estas tecnologías no solo reducen el desperdicio de alimentos y las emisiones de gases de efecto invernadero,

	technologies and environmental benefits.			Conversión basada en insectos Fermentación microbiana.	sino que también promueven un sistema alimentario más sostenible, alineado con los principios de la economía circular.
12	New insights into meat by-product utilization.	(Toldrá et al., 2016)	Informar sobre los desarrollos recientes en la valorización de subproductos de la industria cárnica para generar productos de valor añadido.	Investigación documental / Procesamiento termoquímico. Hidrólisis.	Estas innovaciones permiten equilibrar los costos del tratamiento de subproductos, mejorando la rentabilidad de la industria cárnica y fomentando su sostenibilidad mediante nuevas aplicaciones valiosas.
13	The Potential of Animal By-Products in Food Systems: Production, Prospects and Challenges.	(Alao et al., 2017)	Destacar cómo la utilización de subproductos animales puede mejorar el rendimiento del ganado y enfrentar problemas como la escasez de alimentos y la contaminación ambiental.	Investigación documental / Análisis de costos. Rendimiento animal. Sostenibilidad ambiental.	El uso de subproductos animales ha sido exitoso en la producción de piensos más económicos, pero es necesario abordar temas relacionados con la seguridad alimentaria y la sostenibilidad para optimizar su uso a largo plazo.
14	Potential of innovative pre-treatment technologies for the revalorisation of residual materials from the chicken industry through enzymatic hydrolysis.	(Thoresen et al., 2020)	Evaluar el impacto de pretratamientos de residuos de pollo para mejorar la extracción de proteínas.	Estudio experimental / Microondas. Ultrasonido.	Los tratamientos previos con microondas, ultrasonido y alta presión mejoran la extracción de proteínas y propiedades antioxidantes en residuos de pollo, transformándolos en péptidos de alto valor agregado.
15	Environmental benefits of pet food obtained as a result of the valorisation of meat fraction derived from packaged food waste.	(Mosna et al., 2021)	Evaluar el impacto ambiental de utilizar carne de residuos alimentarios envasados para producir alimentos para mascotas, en comparación con la producción tradicional.	Estudio experimental / Evaluación del ciclo de vida utilizando el método ReCiPe 2016.	La valorización de carne de residuos alimentarios envasados para alimentos para mascotas reduce significativamente impactos ambientales.

16	Management of meat by- and co-products for an improved meat processing sustainability.	(Toldrá et al., 2021)	Explorar avances en la valorización de subproductos cárnicos para mejorar la sostenibilidad y reducir el impacto ambiental en la bioeconomía.	Investigación documental / Hidrolisis. Bioconversión.	La producción de péptidos bioactivos, biodiésel y plásticos biodegradables mejoran la sostenibilidad y reducen los costos y el impacto ambiental en la industria cárnica.
17	Quantification of material recovery from meat waste incineration – An approach to an updated food waste hierarchy.	(Kowalski et al., 2021)	Evaluar el uso térmico de residuos de carne ósea y su ceniza como sustituto de materias primas de fósforo en la industria.	Investigación cuantitativa / Análisis del flujo de materiales.	La incineración de residuos óseos puede generar hasta 71,118 toneladas/año de ceniza de hidroxiapatita, que puede reemplazar a las fosforitas en la producción de ácido fosfórico y fosfatos de grado alimenticio.
18	A mini literature review on sustainable management of poultry abattoir wastes.	(Ozdemir & Yetilmezsoy, 2020)	Revisar métodos para la gestión efectiva de desechos y subproductos orgánicos en la industria avícola, enfocándose en prácticas ambientales y alternativas de valor agregado.	Investigación documental / Procesamiento termoquímico.	Utilizar desechos avícolas en la producción de aditivos para piensos, fertilizantes agrícolas y energía, mejorar la gestión ambiental y la recuperación de bionutrientes de alta calidad.
19	New technologies and products for livestock and poultry bone processing: Research progress and application prospects: A review.	(Zhao et al., 2024)	Explorar y analizar varias tecnologías innovadoras para el procesamiento de huesos de ganado y aves de corral.	Revisión sistemática / Hidrólisis enzimática. Pulverización. Fermentación.	La combinación de tecnologías avanzadas, especialmente la hidrólisis enzimática y métodos físicos, mejora significativamente el procesamiento de huesos.
20	Valorization of Proteins from Co- and By-Products from the Fish and Meat Industry.	(Aspevik et al., 2017)	Optimizar el uso de proteínas en residuos animales generados en los sectores de pesca, acuicultura, ganadería y aves de corral, identificando aplicaciones para el consumo humano y para piensos.	Investigación cualitativa / Conservación ácida. Salazón . Hidrólisis de proteínas.	Comprender y optimizar todas las etapas de la cadena de producción para mejorar la implementación industrial de coproductos y subproductos animales.
21	Valorization of agro-industrial wastes into animal feed through	(Yafetto et al., 2023)	Evaluar la fermentación en estado sólido (SSF) como método para	Investigación cualitativa /	La fermentación en estado sólido (SSF) mejora la calidad

	microbial fermentation: A review of the global and Ghanaian case.		transformar desechos agroindustriales en bioproductos útiles.	Fermentación en estado sólido.	nutricional de los desechos agroindustriales, transformándolos en alimentos animales ricos en proteínas.
22	Energy value of hydrolyzed feather meal and flash-dried poultry protein for broiler chickens and pigs.	(Osunbami & Adeola, 2022)	Determinar los contenidos de energía metabolizable (EM) y energía digestible (ED) de la harina de plumas hidrolizada (HFM) y la proteína de ave de corral secada rápidamente (FDPP) para pollos de engorde y cerdos.	Investigación cuantitativa / Recolección y análisis de datos	La inclusión de harina de plumas hidrolizada y proteína de ave secada rápidamente aumentó la energía metabolizable en pollos y cerdos, mejorando la eficiencia energética.
23	Valorization of Food Waste as Animal Feed: A Step towards Sustainable Food Waste Management and Circular Bioeconomy.	(Nath et al., 2023)	Evaluar cómo los residuos alimentarios (RA) pueden transformarse en piensos sostenibles para animales, abordando así problemas ambientales y económicos asociados con los RA y el desarrollo de piensos tradicionales.	Investigación cualitativa / Secado por aspersión. Deshidratación. Secado por congelación. Secado por microondas.	Los residuos alimentarios pueden convertirse en piensos sostenibles para animales, contribuyendo a la economía circular, reduciendo impactos ambientales y mejorando la seguridad alimentaria.
24	Feeding food losses and waste to pigs and poultry: Implications for feed quality and production.	(Boumans et al., 2022)	Analizar las implicaciones de reemplazar ingredientes convencionales con pérdidas y desperdicios de alimentos en la alimentación de cerdos y aves de corral.	Investigación cualitativa / Análisis valor nutricional.	Uso de PDA puede mejorar sostenibilidad, pero presenta desafíos como variabilidad nutricional y riesgos de contaminación.
24	Review: Pig-based bioconversion: the use of former food products to keep nutrients in the food chain.	(Pinotti et al., 2023)	Investigar cómo los productos alimenticios antiguos (FFP), o ex-alimentos, pueden ser reutilizados en la nutrición animal.	Investigación cualitativa / Evaluación del su valor nutricional y funcional.	Los FFP tienen un potencial prometedor para ser incluidos en las dietas animales debido a su valor nutritivo.
25	Industrial Symbiosis for Sustainable Management of Meat Waste: The Case of Śmiłowo Eco-Industrial Park, Poland.	(Kowalski et al., 2023)	Describir el desarrollo de un parque ecoindustrial basado en la simbiosis industrial, y analizar cómo este modelo contribuye a una gestión	Investigación aplicada / Estudio documental.	La simbiosis industrial que transforma residuos agroalimentarios en recursos valiosos, como biocombustible

26	Food system by-products upcycled in livestock and aquaculture feeds can increase global food supply.	(Sandström et al., 2022)	eficiente de residuos y a la economía circular. Evaluar el potencial de sustituir piensos tradicionales, que compiten con alimentos humanos, por subproductos y residuos del sistema alimentario para mejorar la sostenibilidad.	Investigación cuantitativa / Estudio documental.	y fertilizantes, promoviendo la economía circular. Sustituir piensos que compiten con alimentos podría aumentar el suministro mundial de alimentos hasta en un 13% en kcal y un 15% en contenido proteico.
27	Utilización de residuos sólidos alimentarios como materia prima para alimentación animal.	(Itza Ortiz et al., 2024)	Transformar residuos sólidos alimentarios de la industria maquiladora en harina para alimentar cerdos.	Estudio experimental / Deshidratación.	La transformación de residuos sólidos alimentarios en harina para la alimentación porcina. Se logró un producto seguro con hasta 45% de inclusión en dietas.
28	Evidence of animal productivity outcomes when fed diets including food waste: A systematic review of global primary data.	(Y. Wang et al., 2024)	Consolidar los resultados de diversas investigaciones sobre el impacto de los desperdicios alimentarios en la productividad de los animales.	Revisión sistemática / Estudio de caso.	El 75-77% de los casos, alimentar al ganado con desperdicios alimentarios mantuvo o mejoró la productividad animal.
29	Resource-efficient treatment of organic industrial waste: Optimization of different treatment options using reMIND.	(Lindkvist, 2023)	Identificar la opción más eficiente y adecuada para tratar los residuos orgánicos de la industria alimentaria.	Revisión cuantitativa / Estudio de caso.	La incineración como la digestión anaeróbica son opciones eficientes para el tratamiento de residuos alimentarios.
30	Waste Valorization towards Industrial Products through Chemo- and Enzymatic-Hydrolysis.	(Szopa et al., 2023)	Revisar las tecnologías de hidrólisis química y enzimática para tratar residuos biológicos, evaluando su potencial para extraer compuestos útiles y mejorar procesos.	Investigación documental / Hidrólisis.	Identificación de residuos con alto potencial, comparación de métodos de hidrólisis y discusión sobre la optimización para extraer componentes valiosos y cumplir con regulaciones.

Nota: Elaborado por los autores.

Se obtuvo 30 artículos científicos que sirvieron como base para el trabajo, ofreciendo evidencia, contexto y orientación metodológica. En la tabla 10 se describen las metodologías y herramientas más comúnmente empleadas en la investigación sobre sistemas de reciclaje de residuos avícolas, destacando las técnicas más frecuentes identificadas en los estudios.

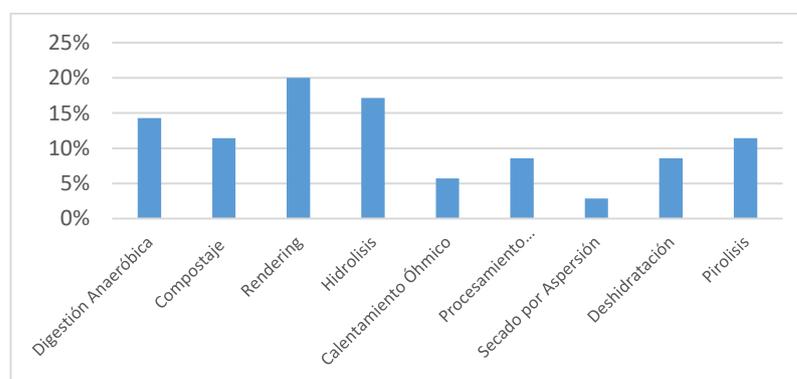
**Tabla 10.** Frecuencias metodológicas y herramientas de estudios.

Metodología	Frecuencia	Artículos	Instrumento	Frecuencia	Artículos
Investigación Cuantitativa	7	3, 7, 22, 26, 28, 29, 30	Análisis estadístico	2	3, 17
Investigación cualitativa	6	11, 13, 21, 24, 25, 26	Revisión sistemática	9	1, 2, 4, 5, 9, 14, 19, 29, 30
Investigación experimental	6	8, 14, 22, 27, 29, 30	Investigación documental	11	7, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 20, 21, 28, 30
Investigación aplicada	2	7, 25	Simulación	1	14
Estudio documental	5	2, 5, 11, 13, 27	Observación directa	2	15, 22
Análisis descriptivo	2	10, 27			

Nota: Elaborado por los autores.

En resumen, se muestra una fuerte inclinación hacia la investigación documental (artículos 7, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 20, 21, 28, 30) y la revisión sistemática (artículos 1, 2, 4, 5, 9, 14, 19, 29, 30), con un uso más limitado de métodos como la simulación (artículo 14) y la observación directa (artículos 15, 22).

**Figura 6.** Tecnologías de conversión más utilizados.



Nota: Elaborado por los autores.

Las tecnologías para el tratamiento de residuos orgánicos más utilizadas son el rendering, con un 20%, seguido de la hidrólisis con un 17% y la digestión anaeróbica con un 14%. Tanto el compostaje como la pirolisis tienen una participación del 11% cada uno. Otros métodos, como el procesamiento termoquímico y la deshidratación, representan el 9% cada uno.

### **Discusión de la revisión.**

La gran cantidad de artículos publicados destacan avances en los métodos de procesamiento, hidrólisis y el compostaje que han sido efectivos para convertir los desechos de aves de corral en biogás, fertilizantes y harinas huesos. Sin embargo, todavía existen barreras importantes para implementar estas tecnologías, la literatura revela brechas significativas en la investigación aplicada al contexto específico de regiones como Santa Elena. La mayoría de las investigaciones se centran en los países desarrollados, lo que da lugar a una escasez de literatura sobre la adaptación de estas tecnologías a zonas con limitaciones económicas y técnicas.

### **1.3. Variables de estudio**

**Variable Independiente:** Sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas.

#### **Tecnologías de reciclaje de residuos avícolas.**

##### **Digestión anaeróbica.**

La digestión anaerobia es un proceso que transforma materiales orgánicos en combustible. Históricamente se ha usado para gestionar residuos, pero actualmente sirve como fuente de energía alternativa. Además, la producción de diversos productos químicos con valor añadido a partir del biogás, junto con combustibles para el transporte, está convirtiendo la DA en un lucrativo modelo de negocio de biorrefinería (Uddin & Wright, 2023).

##### **Hidrólisis.**

La hidrólisis Es un proceso químico donde las moléculas al reaccionar con el agua se descomponen en partes más pequeñas como proteínas y aminoácidos (Cruz-Casas et al., 2021). Este proceso es fundamental en aplicaciones industriales, siendo utilizados mayor mente en la industria alimentaria por su eficiencia en la

extracción de nutrientes (Benítez et al., 2008).

### **Fermentación.**

La fermentación es un proceso para descomponer materia orgánica a través de microorganismos para obtener energía mediante la digestión anaeróbica, caracterizada por ser de bajo costo y bajo impacto ambiental (Hadj Saadoun et al., 2021).

### **Casos de estudio y ejemplos prácticos.**

De acuerdo con Bhari et al. (2018) los desechos avícolas son una fuente rica en proteínas y minerales que pueden ser recuperados y reutilizados de manera eficaz, contienen un 54% de lípidos y un 32% de proteínas, lo que los convierte en una materia prima potencial para la elaboración de nuevos productos en diferentes industrias (L. Zhang et al., 2023).

El uso de subproductos de pollo reduce los impactos ambientales relacionados con el cambio climático. La reutilización de los desechos de aves de corral en harina de carne puede reducir el impacto entre un 12% y un 55%, reduciendo las emisiones. (Araújo dos Santos et al., 2023).

**Variable Dependiente:** Producción de alimento porcino

### **Nutrición porcina.**

La alimentación porcina debe estar compuesta de una dieta balanceada que incluya proteínas, aminoácidos, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. Los lechones, al estar en etapa de crecimiento necesitan una dieta rica en proteína para apoyar su desarrollo rápido, mientras que los cerdos de engorde requieren una dieta balanceada para ganar peso (Vanina Nerea et al., 2021).

El balanceado a base de desechos avícolas tiene una mayor concentración de nutrientes que el balanceado tradicional de origen vegetal, lo que mejora la eficiencia alimentaria. Además, al ser de menor costo genera mayor rentabilidad en la cadena productiva porcina (Nguyen et al., 2024).

## **1.4 Fundamento teórico.**

### **Reciclaje.**

El reciclaje es el proceso de recuperar recursos que son considerados como desechos, reincorporándolos en los procesos productivos como materia prima para la fabricación de nuevos productos, ayudando así a ahorrar recursos y a disminuir el impacto ambiental que generan (Bermeo-Paucar et al., 2018).

### **Rendering.**

Es el proceso donde se transforman subproductos cárnicos no apta para el consumo humano en productos útiles para la alimentación animal. Gestionando los residuos reutilizándolos como materia prima para la fabricación de harinas proteicas. De esta forma, se contribuye a la sostenibilidad ambiental, promoviendo practicas circulares (Wilkinson et al., 2021).

### **Sostenibilidad ambiental.**

Renovar la gestión de residuos en función de la sostenibilidad mediante la producción ganadera sostenible permitirá proteger y mejorar la calidad ambiental al tiempo que salvaguarda la salud humana. Este enfoque garantiza la utilización cuidadosa, eficiente y sensata de los recursos naturales, impulsa el uso de energía renovable, mejora la eficiencia energética, reduce los costos de producción y la dependencia de materiales importados y fomenta nuevas oportunidades económicas e ingresos para los trabajadores, todo lo cual contribuye al desarrollo sostenible.

# CAPÍTULO II

## MARCO METODOLÓGICO

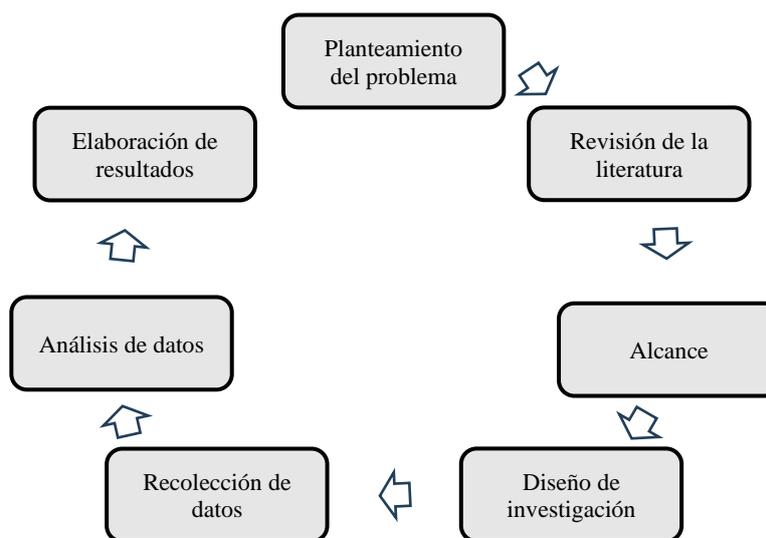
### 2.1. Enfoque de investigación.

El estado del arte descrito en el capítulo 1, fundamenta el enfoque metodológico que guía el estudio, al revisar instigaciones sobre el reciclaje de residuos avícolas, permitió identificar métodos y técnicas eficientes para validar la viabilidad del sistema, orientando así la metodología cuantitativa del estudio.

En base a esta información, el presente trabajo mide y analiza datos, tales como la cantidad de residuos, los costos del reciclaje y la producción de alimento, con el objetivo de evaluar la eficiencia del sistema propuesto. Según Ghanad (2023) al tener mayores consideraciones al problema se proporciona datos precisos y medibles, asegurando que el estudio esté respaldado por evidencia sólida.

Con un enfoque descriptivo, para explicar cómo funciona el sistema de reciclaje y cuáles son sus principales características, como el tipo de residuos avícolas utilizados y las tecnologías empleadas. Su objetivo es detallar cómo es algo, qué lo compone y cómo funciona (Shona McCombes, 2023). Además, con una parte correlacional, se analizará la relación entre la cantidad de residuos reciclados y la producción de alimento porcino.

**Figura 7.** Etapas de investigación cuantitativa.



Nota: Elaborado por los autores.

## **2.2. Diseño de investigación.**

La investigación sigue un enfoque cuantitativo y tiene un alcance descriptivo-correlacional, lo que permite analizar y describir las relaciones entre las variables. Además, sigue un diseño no experimental, lo que significa que el investigador no tiene la capacidad de controlar ni influir sobre la variable independiente (Romero Urréa et al., 2022).

De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), el estudio es transeccional, ya que se recolectan los datos en un punto específico en el tiempo, mediante un análisis de los procesos de reciclaje y la producción de alimento porcino. Esto permite verificar el impacto del reciclaje de residuos avícolas sin necesidad de observar durante varios años.

En este contexto, la investigación usa el enfoque híbrido, ya que describe las características del tema estudiado y analiza cómo se relacionan las variables, permitiendo entender el proceso y encontrar posibles conexiones entre los factores estudiados.

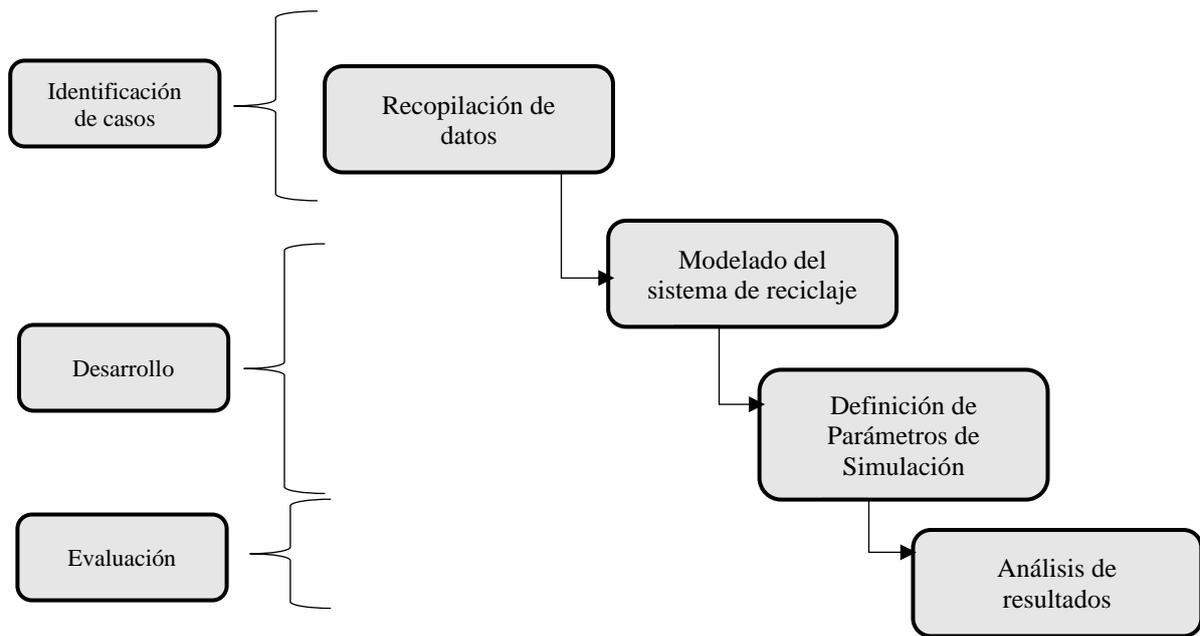
**Investigación descriptiva:** muestra cómo es el proceso de reciclaje, explicando sus detalles y características.

**Investigación correlacional:** busca analizar la relación entre el reciclaje de esos residuos y el impacto en la cantidad o calidad de la producción de alimento para cerdos.

## **2.3. Procedimiento metodológico.**

Para llevar a cabo el procedimiento metodológico, se consideraron los diferentes artículos revisados en el estado del arte, tomando en cuenta estudios previos sobre reciclaje de desechos avícolas, conversión de desechos animales, producción de harina proteica, de esta forma se relacionan este trabajo, definiendo las siguientes etapas que se basan en el procedimiento aplicado por Lindkvist (2023) que se muestran en la figura 8.

**Figura 8.** *Etapas del procedimiento metodológico aplicado en la investigación.*



Nota: Elaborado por los autores.

## **2.4. Población y muestra.**

### **2.4.1. Población.**

En una investigación, la población se refiere al conjunto de elementos o unidades que cumplen con ciertas características específicas que sean estudiadas (Ventura-León, 2017). Es importante entender que no solo se limita a seres humanos, sino también a animales, muestras biológicas, documentos, instituciones, objetos, familias u organizaciones. Para estos casos, es más adecuado utilizar el término universo de estudio, para reflejar con precisión el grupo total de elementos que se están investigando (Arias-Gómez et al., 2016).

De acuerdo con los datos proporcionados por la Corporación Financiera Nacional (2024) y Superintendencia de Compañías (2022), se obtuvieron las empresas vinculadas al sector avícola. La tabla muestra la distribución de las empresas vinculadas al sector avícola en Ecuador en dos principales actividades: manufactura (sacrificio y procesamiento de carne de aves) y comercio (venta mayorista de carne y productos cárnicos de aves).

**Tabla 11. Empresas del sector avícola Ecuador.**

<b>Empresas vinculadas al sector avícola</b>		
<b>Actividad</b>	<b># Empresas</b>	<b>Porcentaje</b>
Manufactura	13	4 %
Comercio	278	96 %
<b>Total</b>	<b>291</b>	<b>100 %</b>

Nota: Elaborado por los autores.

A continuación, en la tabla 12 se describe la proporción de las empresas relacionadas con el sector avícola en la región Costa, según datos recopilados por la Corporación Financiera Nacional (2024) y Superintendencia de Compañías (2022).

**Tabla 12. Empresas del sector avícola costa.**

<b>Empresas vinculadas al sector Avícola</b>			
<b>Actividad</b>	<b># Empresas</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Empresas Costa</b>
Manufactura	13	4 %	6
Comercio	278	96 %	158
<b>Total</b>	<b>291</b>	<b>100 %</b>	<b>164</b>

Nota: Elaborado por los autores.

#### **2.4.2. Muestra.**

La muestra es un subconjunto de elementos de la población, seleccionado con el propósito de obtener información para el desarrollo del estudio, analizando ciertas características sin necesidad de evaluar a toda la población (Bernal, 2010). En este estudio, la muestra se determinó como finita porque está compuesta por un número limitado de empresas seleccionadas de la población total. La determinación de la muestra se basó en la fórmula de (Del Cid et al., 2011).

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

Donde:

N = Tamaño de la población (N).

Z = Nivel de confianza (95%).

P = Probabilidad de éxito (50 %).

Q = Probabilidad de fracaso (50 %).

D = Precisión 5%.

### **Cálculo de la muestra.**

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 164}{0.05^2 * (164 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$
$$n = \frac{157.616}{1.3679} = 115$$

### **Muestra estratificada.**

La muestra del estudio se estableció como estratificada y está conformada por empresas del sector avícola de la provincia de Santa Elena. Se seleccionaron aquellas que se dedican al procesamiento de aves de corral, excluyendo a la industria de huevos. Siguiendo estos criterios de inclusión y exclusión, se delimitó a un total de 22 empresas, como se detalla en la tabla 13.

*Tabla 13. Empresas del Sector Avícola en la provincia de Santa Elena.*

<b>Empresas de Santa Elena vinculadas al sector Avícola</b>		
<b>Actividad</b>	<b># Empresas</b>	<b>Porcentaje</b>
Manufactura	1	5 %
Comercio	21	95 %
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100 %</b>

Nota: Elaborado por los autores.

Para esta investigación, se utilizó el muestreo por conveniencia como método de selección de la muestra. Bajo este contexto se elige el grupo de empresas que está más accesible o disponible para el investigador según Hernández González (2021), sin seguir un proceso de selección aleatorio o sistemático.

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

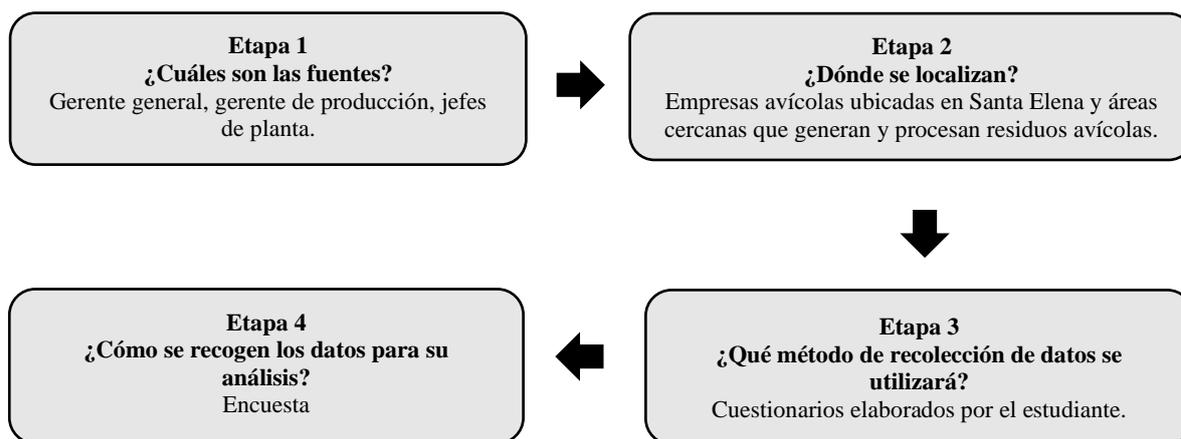
### 2.5.1. Métodos de recolección de los datos.

De acuerdo con Del Cid et al. (2011), en la investigación científica se usan varios enfoques lógicos para organizar y analizar los datos, tales como: método analítico, método sintético, método inductivo y el método deductivo. Estos métodos ayudan a que la investigación este estructurada y se pueda derivar a conclusiones lógicas a partir de los datos recolectados.

En la investigación actual, se emplea el método analítico, que descompone un sistema en sus diferentes partes para examinarlas a fondo. Esta descomposición permite el análisis detallado de cada componente, ayudando a entender su funcionamiento y cómo se relaciona (Del Cid et al., 2011).

Hernández Sampieri et al. (2014) y Baena & Baena (2017) destacan que la recopilación de datos es de una investigación requiere de un plan bien diseñado que detalle los pasos a seguir para cumplir con los objetivos planteados. Dicho plan establece claramente las herramientas y técnicas necesarias para recolectar la información pertinente, garantizando que cada etapa esté dirigida hacia el cumplimiento del propósito de la investigación, como se presenta en la figura 9.

*Figura 9. Plan para la recolección de datos.*

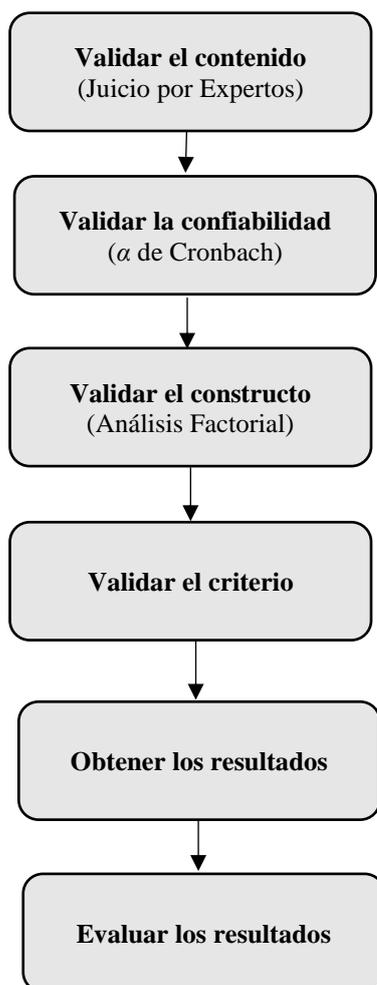


Nota: Elaborado por los autores en base a Hernández Sampieri et al. (2014).

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

Para la recolección de datos en este estudio, se utilizó un cuestionario como instrumento. Este cuestionario fue validado siguiendo el método propuesto por López Fernández et al. (2019), lo que garantiza la confiabilidad y solidez científica de los resultados. La Figura 10 detalla el proceso de validación, asegurando que el instrumento sea adecuado para el objetivo de la investigación.

*Figura 10. Etapas para la validación del instrumento.*



Nota: Elaborado por los autores en base a López Fernández et al. (2019).

**Validar el contenido:** consiste en evaluar los ítems del instrumento, para esto se conformará un grupo de expertos en el tema, aplicando criterios de inclusión para que evalúen cada ítem en términos de su pertinencia y relevancia. Cada experto otorga una calificación que ayuda a determinar si los ítems son adecuados para el estudio.

**Validar la confiabilidad:** busca medir consistencia interna del instrumento, donde se busca verificar si las preguntas son coherentes entre sí. Se utilizará el alfa de Cronbach,

**Validar el constructor:** se realiza mediante un análisis factorial, de acuerdo con Martínez-Corona et al. (2020) se realiza una matriz de correlaciones que mide la adecuación muestral utilizando Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la esfericidad de los datos mediante la prueba de Bartlett.

**Validar el criterio:** de acuerdo con Marín-González et al. (2021) se evalúan los resultados obtenidos por la calificación de los expertos hacia el instrumento, para esto se calcula el coeficiente de Kendall, que permite medir el nivel de concordancia que existe entre los evaluadores.

**Obtener los resultados:** aplicar la encuesta a empresas vinculadas al sector avícola y procesan los datos utilizando técnicas estadísticas, como correlaciones, análisis factorial o de fiabilidad.

**Evaluar los resultados:** Interpretar los resultados y transformarlos en acciones que contribuyan directamente a resolver el problema planteado.

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

Para llevar a cabo una investigación es fundamental el uso de instrumentos que permitan medir las variables y recolectar información. Entre estos instrumentos se encuentran, cuestionarios, entrevistas, observaciones y análisis de documentos, que son fundamentales para responder a las preguntas de investigación (Del Cid et al., 2011).

Bajo este contexto, el instrumento de recolección de datos de la investigación fue una encuesta, elaborada para garantizar que las preguntas fueran claras, pertinentes y acordes con los objetivos de la investigación. La validación del cuestionario se realizó a través de un juicio por expertos para garantizar la confiabilidad y validez de las respuestas. La encuesta consta de 9 preguntas cerradas, que evalúan la percepción sobre la gestión de residuos avícolas y la disposición a colaborar en prácticas sostenibles.

## 2.6. Variables del estudio.

En un estudio de investigación, las variables son los elementos que se miden y los datos que se recaban para responder a las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos del estudio. La correcta selección y definición de estas variables es esencial para el diseño del protocolo de investigación y para asegurar una interpretación precisa de los resultados (Guadalupe Miranda-Novales & Ángel Villasis-Keever, 2016). En este contexto las variables son:

- Variable independiente: sistema de reciclaje.
- Variable dependiente: producción de alimento porcino.

### Operacionalización de las variables

Es el proceso mediante el cual las variables se convierten en términos concretos y medibles. Este proceso descompone las variables en varios ítems, tales como dimensiones e indicadores, de esta forma permite que las variables sean cuantificadas y analizadas (Coronel-Carvajal et al., 2023).

Tabla 14. Operacionalización de variables

Variable dependiente	Concepto	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnica e instrumento
Sistema de reciclaje de residuos Avícolas	Manejo de residuos avícolas	Gestión ambiental	Percepción del impacto ambiental de los residuos.	¿Cree que la gestión actual de los residuos avícolas representa un riesgo para el entorno?	Encuesta (cuestionario)
			Compromiso con la gestión de residuos.	¿Percibe que las granjas avícolas en su área están comprometidas con la correcta gestión de residuos?	
			Relevancia de los sistemas de reciclaje.	¿Considera relevante la implementación de sistemas de reciclaje de residuos para mejorar la sostenibilidad de la industria avícola?	
			Uso de tecnologías para reducir el impacto ambiental.	¿Qué tan importante es para usted la adopción de tecnologías que reduzcan el impacto ambiental asociado al manejo inadecuado de residuos avícolas?	
			Colaboración en la implementación de un sistema de reciclaje.	¿Estaría dispuesto a colaborar con otras granjas o empresas del sector en la implementación de un sistema de reciclaje de residuos más eficaz?	
			Cantidad de residuos generados.	En sus procesos de producción, ¿qué porcentaje aproximado de residuos avícolas generan al año?	

Producción de Alimento Porcino	Aprovechamiento de residuos	Valorización de residuos	Potencial de aprovechamiento de residuos para alimento porcino.	¿Qué cantidad de residuos avícolas considera que podría aprovecharse con un sistema de reciclaje adecuado?	Encuesta (cuestionario)
			Generación de valor a partir de residuos.	¿Cree que los residuos avícolas podrían generar valor para otras empresas del sector?	
			Mejora hacia la sostenibilidad.	¿Ve una oportunidad de mejora en la transición hacia un modelo de producción sostenible dentro de la industria avícola?	
			Costos.	¿Considera que los costos asociados a la gestión de residuos avícolas son una barrera para implementar mejores prácticas?	

Nota: Elaborado por los autores.

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

De acuerdo con Medina et al. (2019) y Useche et al. (2020) el proceso de recopilación de datos es la fase operativa de la investigación y debe estar alineado con los objetivos del estudio. Este proceso incluye una serie de pasos específicos que ser analizados para que se ajusten a los objetivos. Por ello, es crucial establecer una secuencia lógica que permita organizar y sistematizar los datos obtenidos mediante los instrumentos seleccionados, como se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15.** Plan de procedimiento para la recolección de datos.

Nº	Plan	Procedimiento
Recopilación de datos		Análisis de la información recolectada para identificar y eliminar datos erróneos o inconsistentes.
		Repetición del proceso de análisis debido a la presencia de datos incorrectos o inconsistentes.
		Organización de la información recolectada en tablas según las variables del estudio, seguida de un análisis estadístico para interpretar los resultados.
Presentación de datos		Elaboración de un informe escrito que detalle los resultados obtenidos a través de la encuesta.
		Exposición de los resultados utilizando herramientas estadísticas, como gráficos, tablas y análisis descriptivos o inferenciales, facilitando una comprensión precisa de los datos.
		Representación visual de los resultados mediante gráficos y diagramas para facilitar su comprensión y análisis.

Nota: Elaborado por los autores en base a (Medina et al., 2019).

## **2.8. Plan de análisis e interpretación de resultados.**

En esta etapa se busca asegurar que se cumplan los objetivos planteados. Para comenzar se explora los fundamentos teóricos y tecnológicos del reciclaje de desechos avícolas para la producción de harina, mediante una revisión sistemática de la literatura y un análisis bibliométrico, lo que permitió cumplir con el primer objetivo de la investigación.

Seguidamente, se implementó un plan para la recolección de datos donde se describe las técnicas e instrumentos utilizados, que consta de una encuesta validada por expertos, lo que garantiza que los datos recopilados sean relevantes y de alta calidad, permitiendo una interpretación adecuada.

Después, se procesan utilizando herramientas estadísticas, como el software IBM SPSS Statistics 30, en donde se aplicó el coeficiente alfa de Cronbach, que permitió evaluar la confiabilidad y coherencia interna de los resultados obtenidos, lo que asegura que los datos recolectados sean consistentes y confiables.

Finalmente, los resultados se presentan en gráficos y tablas que faciliten su análisis e interpretación, para poder desarrollar y ajustar el diseño del sistema de reciclaje de residuos, cumpliendo con el objetivo final del proyecto.

# **CAPÍTULO III**

## **MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1. Marco de resultados.**

El capítulo II ofrece una descripción de la metodología adecuada para el estudio. En la primera etapa, se llevó a cabo un análisis descriptivo que permitió comprender las tendencias y aspectos importantes dentro de la industria avícola en la provincia de Santa Elena. Luego, se pasó a un análisis correlacional que examinó cómo estableció el procedimiento metodológico del proyecto, seleccionando los métodos, técnicas e instrumentos más apropiadas.

En ese caso, el cuestionario fue diseñado y validado mediante juicio de expertos y aplicado a una muestra representativa del sector avícola, posteriormente se evaluaron los resultados obtenidos, la confiabilidad utilizando el alfa de Cronbach, la validación del constructo mediante el coeficiente KMO y la prueba de esfericidad de Bartlett. Esta acción resultó crucial para recopilar información importante sobre la gestión de desechos en las granjas de la provincia de Santa Elena. Los hallazgos permitieron comprender las opiniones de los productores sobre sus prácticas actuales y los posibles riesgos que estas representan para la estabilidad del sector.

#### **3.1.1 Confiabilidad y validez del instrumento de recolección de datos**

Siguiendo el método establecido por López Fernández et al. (2019), para la validación de instrumento utilizado, garantizan que la calidad del cuestionario aplicado, asegurando que cumple con los estándares requeridos para obtener datos confiables. Para esto se utilizó la técnica de ábaco de Regnier, que permite evaluar la relevancia y claridad del instrumento.

El instrumento de recolección de datos se desarrolló en base la investigación previa expuesta en el capítulo I y se detalla en el anexo 1. Este instrumento consta de diez preguntas diseñadas para recopilar la información necesaria para el estudio. Además, para proteger la confidencialidad de los participantes, se garantizó que el cuestionario fuera respondida de manera anónima.

## **Fase 1: Validar el contenido.**

**Conformación de grupos de expertos:** para elegir a los expertos se establecieron criterios de inclusión que aseguraran que los evaluadores cuenten con el conocimiento y la experiencia necesaria para garantizar la calidad del proceso de evaluación.

*Tabla 16: Criterios de inclusión de expertos.*

<b>Criterios de inclusión</b>	
<b>Conocimiento del Área:</b>	Gestión de residuos, sostenibilidad y producción.
<b>Experiencia Laboral:</b>	5 años de experiencia.
<b>Formación Académica:</b>	Título de cuarto nivel.

Nota: Elaborado por los autores.

La selección de los expertos se realizó mediante en los criterios de inclusión anteriormente establecidos, aplicada a docentes de la universidad. Estos criterios aseguraron que los expertos tuvieran el conocimiento necesario, así como una sólida formación académica, requiriéndose un título de cuarto nivel.

*Tabla 17. Expertos.*

<b>#</b>	<b>Expertos</b>
A	Ing. Alejandro Veliz Aguayo.
B	Ing. Víctor Matías.
C	Ing. Gerardo Herrera Burnett.

Nota: Elaborado por los autores.

Como resultado de la aplicación de estos criterios, se seleccionaron tres expertos. El experto 1 con 5 años de experiencia en producción, el experto 2 con 20 años de experiencia en producción, y el experto 3 con 35 años de experiencia en gestión de residuos y producción. La aplicación de estos criterios garantizó que los expertos seleccionados tuvieran tanto la preparación académica como la experiencia profesional para realizar una evaluación exhaustiva y efectiva del instrumento de investigación descrito en el anexo 2.

**Tratamiento de datos:** el tratamiento de las respuestas se realizó mediante una matriz, donde se representan los ítems evaluados y los expertos que participan. Se realizó utilizando el método de calificación de ábaco de Regnier, evaluando cada ítem con ponderaciones del 0 al 5, siendo 5 la máxima calificación. Esto permitió obtener un panorama claro sobre la percepción de cada experto respecto a las preguntas del instrumento visible en el anexo 3, facilitando el análisis de sus valoraciones como se muestra en la tabla 18.

**Tabla 18:** Validación por expertos.

Pregunta		Puntuación por experto			Validación pregunta		
Nº	Evaluación	Experto A	Experto B	Experto C	Suma	Promedio	(SI/NO)
1	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
2	Adecuación	5	5	5	13	4.3	Si (4.7)
	Pertinencia	5	5	3	15	5	
3	Adecuación	5	5	5	14	4.7	Si (4.8)
	Pertinencia	5	5	4	15	5	
4	Adecuación	5	5	5	14	4.7	Si (4.8)
	Pertinencia	5	5	4	15	5	
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	13	4.3	Si (4.7)
	Pertinencia	4	5	4	15	5	
8	Adecuación	5	5	5	15	5	Si (5)
	Pertinencia	5	5	5	15	5	
9	Adecuación	5	5	5	13	5	Si (4.7)
	Pertinencia	5	5	3	15	5	
10	Adecuación	5	5	5	13	4.3	Si (4.7)
	Pertinencia	5	5	3	15	5	

Nota: Elaborado por los autores.

Al observar los promedios obtenidos en preguntas, se superan el umbral de 4.7, lo que indica que los expertos consideran que las preguntas son adecuadas y pertinentes para el instrumento utilizado. Esto se refleja en la columna final de la tabla, donde cada pregunta fue validada con un sí, al haber cumplido con los criterios establecidos. Por los tanto se puede establecer que los resultados obtenidos indican

que las preguntas son apropiadas. Además, el promedio general de las valoraciones refleja un consenso entre los expertos, concluyendo que el instrumento es adecuado para el estudio.

## **Fase 2: Análisis de confiabilidad alfa de Cronbach.**

En esta etapa se analizan los datos obtenidos con el instrumento utilizando el alfa de Cronbach, con el fin de evaluar la confiabilidad de los resultados, de acuerdo con (Rodríguez-Rodríguez & Reguant-Álvarez, 2020), se mide la consistencia interna de un instrumento a partir de la covariación entre ítems, siendo mayor cuando estos covarían más. Para la validación de los coeficientes alfa de Cronbach, en donde un resultado menor a 0.5 indica que el instrumento no es apto para ser aplicado en el estudio, de acuerdo con los criterios establecidos por Dacto et al. (2017), los cuales se detallan en la tabla 19.

**Tabla 19.** Criterios de los coeficientes.

<b>Nivel de confiabilidad</b>	<b>Alfa de Cronbach</b>
Excelente	> 0,9
Bueno	> 0,8
Aceptable	> 0,7
Cuestionable	> 0,6
Pobre	> 0,5
Inaceptable	< 0,5

Nota: Elaborado por los autores.

Para evaluar la consistencia interna de las preguntas de la encuesta mediante el alfa de Cronbach, se utilizó el software IBM SPSS statistics 30, el resultado obtenido que asegura que 9 de las 10 preguntas son consistentes y adecuadas para aportar información valiosa, como se detalla en la tabla 20.

**Tabla 20.** Alfa de Cronbach Expertos.

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.904	9

Nota: Elaborado por los autores.

### Fase 3: Validar el constructo.

Para validar internamente el instrumento, se realizó un análisis factorial como se muestra en la tabla 21, mediante el software IBM SPSS Statistics 30. Para llevar a cabo esta etapa, se evaluó el coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), como lo indica De Araújo et al. (2023), donde se representa un índice de adecuación muestral que tiene que ser mayor a 0.5 para considerar que los datos son apropiados para este tipo de análisis. Por su parte Ávila (2021) dice que un KMO superior de 0.5 es aceptable. Además, se evaluó la esfericidad de Bartlett, que de acuerdo con Pizarro-Romero & Martínez-Mora (2020) permite examinar la intercorrelación entre las variables.

*Tabla 21. Prueba de KMO y Bartlett.*

<b>Prueba de KMO y Bartlett</b>			
Kaiser-Meyer-Olkin	Esfericidad de Bartlett		
	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig
0,802	102,951	45	0,000

Nota: Elaborado por los autores.

El coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) obtuvo un valor de 0.802, lo que indica una buena adecuación muestral y sugiere que los datos son aptos para el análisis factorial. Además, la prueba de eficiencia de Bartlett arrojó un resultado de 102.951, lo que implica que existe una intercorrelación significativa entre las variables.

### Fase 4: Validar el criterio.

Para esta fase se utilizó el coeficiente de Kendall, que de acuerdo con Gómez et al. (2022) se mide el nivel de concordancia entre varios expertos que califican un conjunto de elementos. Los criterios de evaluación según Patty et al. (2021) están entre un rango de 1 a 0, en donde 1 significa una concordancia total y 0 discordancia total. En la tabla 22 se muestra el coeficiente de Kendall para el instrumento.

*Tabla 22. Validez externa prueba de Kendall.*

<b>Estadísticos de prueba</b>
-------------------------------

N° de elementos	$\omega$ de Kendall
3	0,894

Nota: Elaborado por los autores.

El coeficiente de Kendall para el instrumento es de 0.894, lo que indica un nivel de concordancia alto entre los expertos, validando su consistencia externa ya que está muy cerca del valor máximo de 1, que indica una concordancia total.

### Fase 5: Obtener los resultados

Se utilizó un muestreo por conveniencia, aplicando una encuesta a 26 personas en 13 empresas dedicadas al procesamiento y venta de pollos. Las personas encuestadas incluían gerentes de planta, supervisores de producción o quienes tengan conocimiento sobre las prácticas operativas y de gestión de residuos en sus respectivas empresas.

Los resultados de las 9 preguntas se tabulan en la tabla 23 donde se muestra la distribución de las respuestas en cinco categorías (A, B, C, D, E), en los diferentes ítems, para facilitar su análisis y evaluación. Las preguntas se encuentran detalladas en el Anexo 4.

*Tabla 23. Tabulación de matriz general.*

Ítems	Respuesta					Total
	A	B	C	D	E	
P-1	10	8	4	4	0	26
P-2	2	7	5	9	3	26
P-3	12	9	5	0	0	26
P-4	11	9	4	2	0	26
P-5	12	10	4	0	0	26
P-6	2	3	7	9	5	26
P-7	14	8	4	0	0	26
P-8	13	9	4	0	0	26
P-9	14	8	4	0	0	26

Nota: Elaborado por los autores.

Este análisis permitió identificar las áreas donde los encuestados están más alineados y dónde hay más variabilidad, lo que ayudo a tomar decisiones, es claro que la mayoría de los encuestados ven positivamente la implementación de tecnologías y la colaboración para mejorar la gestión de residuos. No obstante, las barreras

económicas deben ser abordadas para facilitar la implementación de mejores prácticas. En la tabla 24 se describe los resultados de las preguntas de la encuesta.

**Tabla 24. Resultado de la encuesta.**

<b>N</b>	<b>Análisis</b>
P-1	Los resultados indican que el 69.2% de los encuestados percibe que la gestión actual de los residuos avícolas como un problema ambiental.
P-2	La percepción sobre el compromiso de las granjas avícolas en la gestión de residuos es bastante baja. El 53.8% de los encuestados siente que hay un compromiso insuficiente.
P-3	Los resultados de la pregunta muestran que el 80.8% percibe la implementación de sistemas de reciclaje de residuos como relevante para mejorar la sostenibilidad en la industria avícola
P-4	Con un 76.9% de los encuestados se evidencia que existe interés hacia la implementación de soluciones tecnológicas en la gestión de residuos avícolas.
P-5	Los resultados de la pregunta reflejan que un 84.6% tiene disposición para colaborar en la implementación de sistemas de reciclaje de residuos avícolas.
P-6	Más del 55% de los encuestados piensa que al menos el 50 % de los residuos podría ser reciclada.
P-7	Los resultados muestran que la mayoría de los encuestados está de acuerdo en que los residuos avícolas podrían generar valor para otras empresas.
P-8	EL 73.8% cree que hay una oportunidad de mejora en la transición hacia un modelo de producción más circular en la industria avícola.
P-9	La percepción del 84.6% de los encuestados es que los costos asociados a la gestión de residuos avícolas son una barrera significativa para la implementación de mejores prácticas.

Nota: Elaborado por los autores.

### **Análisis de fiabilidad**

Se realizó un estudio transversal de los datos obtenidos en la encuesta que fue dirigida a 26 personas vinculadas a empresas del sector avícola en la provincia de Santa Elena, en donde se analizaron mediante el software IBM SPSS Statistics 30 y se calculó el alfa de Cronbach, para estimar la fiabilidad de los resultados.

**Tabla 25. Alfa de Cronbach muestra.**

Resumen de procesamiento		Estadísticas de fiabilidad			
		N	%	Alfa de Cronbach	N de elementos
Casos	Valido	26	100.0		
	Excluido	0	,0	0.954	9
	Total	26	100.0		

Nota: Elaborado por los autores.

De esta manera, el resultado de 0.954 muestra que las respuestas de los ítems son coherentes entre sí y que el instrumento mide de manera confiable el constructo en cuestión, lo que refuerza la validez de la encuesta.

### **Fase 6: Evaluar los resultados.**

Las encuestas permitieron conocer cómo se gestionan los desechos avícolas en las industrias de la provincia de Santa Elena, en donde el 69 % de los encuestados reconoció que la gestión actual de residuos representa un riesgo ambiental. Además, el 77% destacó la importancia de explorar nuevas tecnologías para reducir el impacto ambiental, mientras que el 81% indicó la necesidad de implementar sistemas de reciclaje para mejorar la sostenibilidad y fomentar el crecimiento económico en la industria.

#### **3.1.2 Verificación de la hipótesis de las preguntas de investigación.**

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** Un sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas no influye en la reducción de costos en la producción de alimento porcino, provincia de Santa Elena.

**Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ):** Un sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas no influye en la reducción de costos en la producción de alimento porcino, provincia de Santa Elena.

#### **Prueba de normalidad**

La prueba de normalidad es un análisis estadístico utilizado para garantizar que los datos obtenidos con la encuesta siguen una distribución normal. Para esto existen diferentes pruebas, entre las más comunes están; Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, la elección del método dependerá de la cantidad de datos a analizar (Tapia et al., 2021). Para evaluar la normalidad de los datos recolectados, se utilizó el método de Shapiro-Wilk, esta prueba es adecuada para tamaños de muestras menores a 50 elementos (Patty et al., 2021).

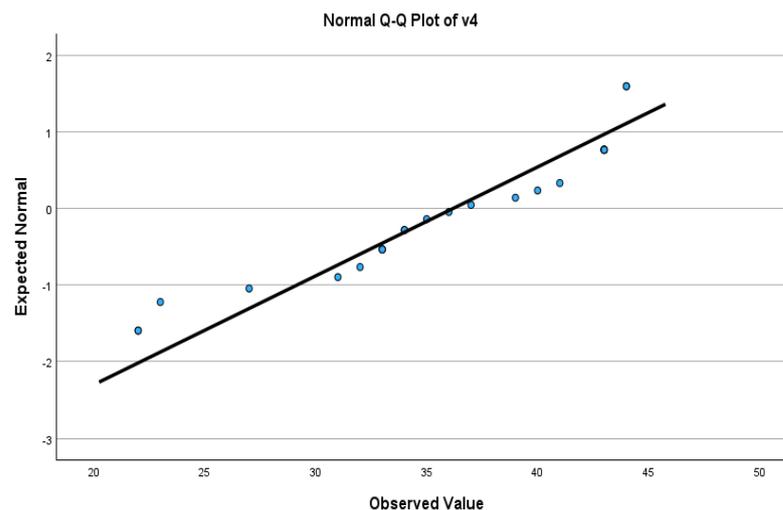
**Tabla 26. Prueba de normalidad.**

<b>Prueba de normalidad Shapiro - Wilk</b>			
	Estadístico	gl	Sig.
Total	0,892	26	0,125

Nota: Elaborado por los autores.

El resultado obtenido a partir de 26 participantes dio como resultado 0,125, al ser mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula, lo que sugiere que no hay evidencia suficiente para concluir que los datos no son normales. En la figura 11 se muestra la línea referencial, afirmando que los datos recolectados siguen una distribución normal.

**Figura 11. Gráfica normal.**



Nota: Elaborado por los autores.

Dado que los datos no difieren significativamente de la normalidad, es adecuado continuar con análisis estadísticos paramétricos. En este caso, se aplicó la compresión de Pearson que permite evaluar la relación entre dos variables.

### **Correlación.**

De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014) el coeficiente de correlación de Pearson es una herramienta que permite evaluar la relación que existe entre dos variables, con un rango que va de -1 a +1, utilizado en la comprobación de hipótesis, facilitando el análisis de datos obtenidos. Con un valor cercano a 1 indica una correlación positiva, mientras que un valor mayor a 0.05 sugiere que la relación es estadísticamente significativa como se muestra en la tabla 27. (Zúñiga et al., 2022).

**Tabla 27. Correlación de Pearson.**

		Correlaciones	
		VI	VD
<b>VI</b>	Correlación de Pearson	1	0,861
	Sig. (bilateral)		0,09
	N	26	26
<b>VD</b>	Correlación de Pearson	0,861	1
	Sig. (bilateral)	0,009	
	N	26	26

Nota: Elaborado por los autores.

El análisis muestra que la correlación de Pearson es de 0.861, esto indica que existe una conexión notable entre la variable independiente y la variable dependiente, ya que un valor de que se aproxima a 1 indica una relación significativa, y dado que el valor de significancia bilateral (Sig.) es 0,009, que es inferior a 0,05, podemos afirmar que la correlación es significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

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

### **3.2.1. Tema.**

Propuesta de diseño de un sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas para la producción de alimento porcino, Santa Elena – Ecuador.

### **3.2.2. Introducción.**

En la industria avícola, el sacrificio y procesamiento de las aves generan subproductos como plumas, viseras y sangre, que al no recibir una adecuada gestión podrían generar problemas tanto ambientales como de salud (Jana et al., 2022). De esta forma Mora et al. (2019) dice es necesario tomar medidas que permitan tener una gestión y eliminación de desechos más eficientes. Al utilizar los residuos como materia prima y puedan ser transformados en productos con valor agregado, como harinas destinadas a la alimentación animal, se promueve una industria más sostenible (Iskakov & Sugirbay, 2023).

El modelado basado en agentes que es una técnica de simulación que permite representar cómo las interacciones entre agentes pueden influir en el comportamiento de sistemas complejos (Araya, 2020). Al codificar los agentes de manera individual se puede prever las decisiones e interacciones de cada agente y como podría impactar en la eficiencia y viabilidad del sistema de reciclaje.

El aprovechamiento de residuos avícolas para la producción de alimento para cerdos es un proceso que convierte estos desechos en un producto valioso, mediante la implementación de tecnologías donde se extraen las proteínas para luego ser incorporadas en la dieta de los cerdos. De esta forma se reducen la cantidad de desechos que contaminan el medio ambiente, los costos en la eliminación de residuos y se promueve la sostenibilidad de la industria.

### **3.2.3. Descripción de la propuesta.**

Diseñar un sistema de reciclaje de residuos avícolas para la producción de alimento porcino representa una solución sostenible al manejo de residuos, transformando materiales que serían desechados en una fuente de alimento. Mediante la implementación de este sistema no solo se busca promover la economía circular, si no también generar beneficios tanto para el sector avícola como porcino.

El diseño del sistema de reciclaje de residuos avícolas abarca varias fases. Primero, se realiza una identificación de casos que estudia las diferentes empresas del sector avícola. En la segunda fase, se lleva a cabo el desarrollo del sistema, mediante el cual se elabora un modelado basado en agentes que simula el funcionamiento del sistema actual, comparándolo con el sistema de reciclaje propuesto. Finalmente, en la

fase de evaluación, se analiza el rendimiento y los beneficios económicos potenciales del nuevo sistema en comparación con las prácticas actuales.

### 3.2.4. Diseño de un sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas.

#### Fase 1: Identificación de caso.

Para obtener información sobre la industria avícolas de la provincia de Santa Elena, se contactó a 13 empresas, desde grandes hasta pequeñas instalaciones, para recopilar datos sobre la cantidad de residuos generados, así como los métodos y costos asociados al manejo de desechos.

En la tabla 27, se detallan los métodos de eliminación de residuos utilizados por las empresas, que incluyen incineración, compostaje y relleno sanitario. Cada método se señala con una marca verde en la casilla, lo que permite visualizar cuáles son las opciones más empleadas para el manejo de los desechos.

**Tabla 28.** *Métodos de eliminación de residuos de la industria avícola.*

	<b>Incineración</b>	<b>Compostaje</b>	<b>Relleno sanitario</b>
1	✓	✗	✓
2	✗	✗	✓
3	✗	✓	✓
4	✗	✓	✓
5	✗	✗	✓
6	✗	✓	✗
7	✗	✗	✓
8	✓	✗	✓
9	✗	✓	✓
10	✗	✗	✗
11	✓	✗	✓
12	✗	✗	✓
13	✗	✓	✓

Nota: Elaborado por los autores.

Asimismo, se recopiló información sobre los costos asociados a la eliminación de residuos en las empresas avícolas. Estos costos varían considerablemente según el método empleado, como se describen en la tabla 29.

**Tabla 29.** Costo de eliminación de residuos.

Método de eliminación	Costo promedio por tonelada
Incineración	\$ 40
Compostaje	\$ 30
Relleno sanitario	\$ 10

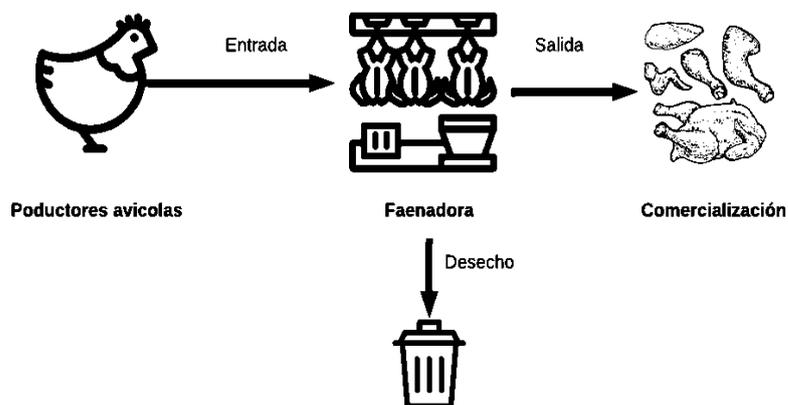
Nota: Elaborado por los autores.

## Fase 2: Desarrollo del sistema de reciclaje.

### Sistema actual.

El sistema actual de la industria avícola se caracteriza por una producción lineal desde la cría de las aves hasta su sacrificio y procesamiento, este método es efectivo para la producción de carne, pero tiene repercusiones en la generación y gestión de residuos. A continuación, se describen en sus componentes en la figura 12.

*Figura 12. Sistema actual*



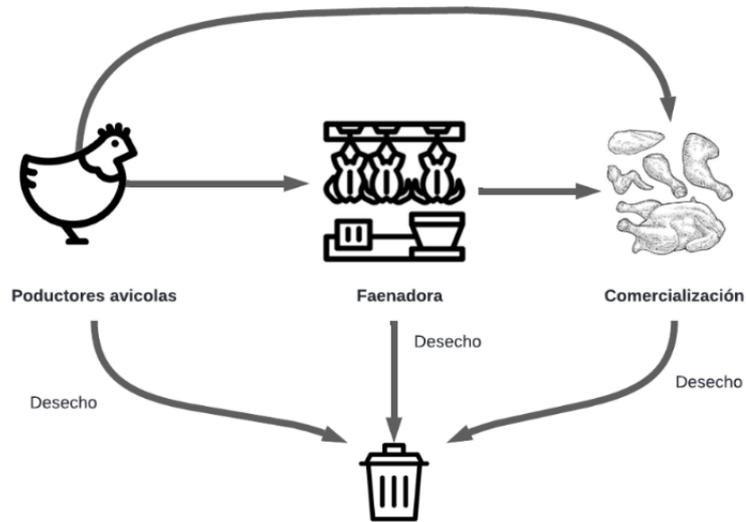
Nota: Elaborado por los autores.

### Modelo conceptual.

El modelo conceptual describe de manera visual como los agentes involucrados en la cadena productiva de la industria avícola interactúan entre sí, a través de flechas

que indican la dirección e influencia entre ellos. En la figura 13 se describen los principales agentes, así como las interacciones que pueden tener entre sí:

**Figura 13. Modelo conceptual.**

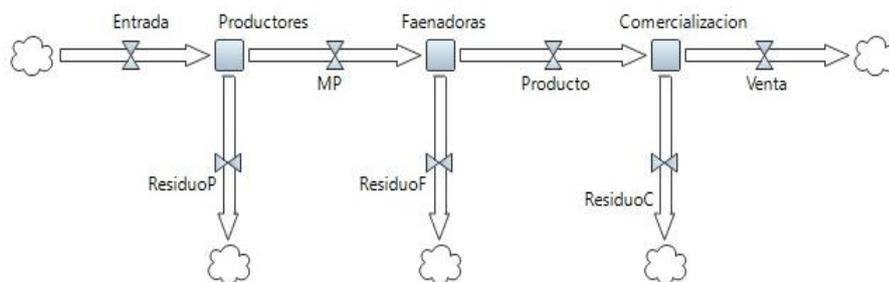


Nota: Elaborado por los autores.

**Modelo analítico.**

Mediante la utilización del software Anylogic, se representan los agentes involucrados en el sistema, facilitando el análisis y la simulación de su funcionamiento. De esta forma se visualizan las interacciones entre los diferentes actores, como los productores, las plantas de procesamiento y la comercialización, como se muestra en la figura 14.

**Figura 14. Modelo analítico.**



Nota: Elaborado por los autores.

Productores: en esta etapa se produce las materias primas del sector, donde las aves vivas ingresan al sistema de producción. Los desechos que se generan aquí se marcan como ResiduoP, que representa los desechos de los productores. En esta etapa, los residuos generados son aves muertas. Estas aves que no sobreviven representan un tipo de desperdicio desde la fase de producción avícola.

Faenadoras: después de los productores, los materiales se procesan en los mataderos. La salida se marca como producto, mientras que los desechos que se generan aquí se etiquetan como ResiduoF, que significa desechos de los mataderos. Estos pueden incluir varios residuos identificados como plumas, vísceras, sangre, y otras partes no aprovechables de las aves de corral, que son los subproductos principales derivados del sacrificio de las aves.

Comercialización: esta etapa involucra la distribución y venta del producto final. Los residuos producidos durante la comercialización se indican como ResiduoC, que pueden representar residuos o cualquier subproducto generado durante el transporte y la manipulación final. En esta etapa, el residuo generado es pollo que no llega al cliente final, lo cual representa una pérdida al final de la cadena de valor. Para una mejor comprensión se desglosan los diferentes agentes que conforman el modelo analítico en la tabla 29, se describe la influencia de cada agente dentro del sistema.

**Tabla 30. Agentes del modelo.**

<b>Categoría de los agentes</b>	<b>Agente</b>	<b>Descripción</b>
Entrada Salida de materia prima Residuo	Productores avícolas	Son responsables de la cría y el engorde de los pollos, se conectan con los transportistas que llevan los pollos a las plantas de procesamiento, y en ocasiones, directamente con comercializadores.
Entrada de materia prima Salida de producto Residuo	Faenadora	Instalaciones que procesan pollos para el consumo, se conectan con los distribuidores y comercializadores para llevar el producto final al mercado.
Entrada de producto Venta Residuo	Comercialización	Distribución y venta de productos avícolas a minoristas y mayoristas.

Nota: Elaborado por los autores.

La relación entre agentes permite comprender como fluye la materia prima, los productos y los residuos a lo largo del sistema. Estas interacciones se pueden representar matemáticamente a través de las siguientes ecuaciones:

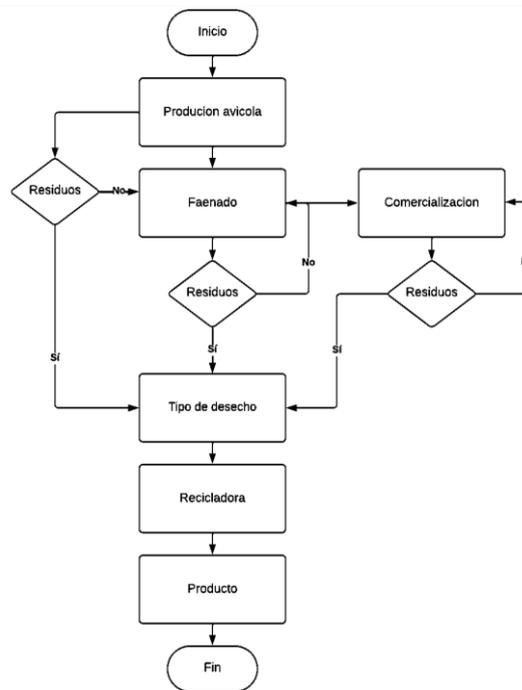
$Entrada - Salida de materia prima - Residuos = Productores avícolas (Ec. 1)$

$Entrada de materia prima - Producto - Residuo = Faenadora (Ec. 2)$

$Entrada de producto - venta - Residuos = Comercialización (Ec. 3)$

### Diagrama de flujo del sistema de reciclaje de residuos cadavéricos avícolas.

*Figura 15. Diagrama de flujo del sistema de reciclaje.*

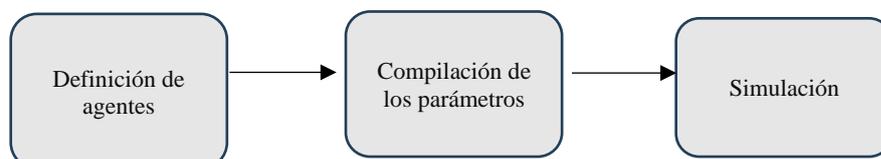


Nota: Elaborado por los autores.

### Validación del modelo computacional

Es crucial que el modelado represente de forma exacta el comportamiento del sistema real, ya que esto asegura que los resultados sean confiables y representen de manera efectiva las dinámicas del sistema de reciclaje de residuos avícolas. A continuación, en la figura 16 se explica los pasos clave para validar el modelo.

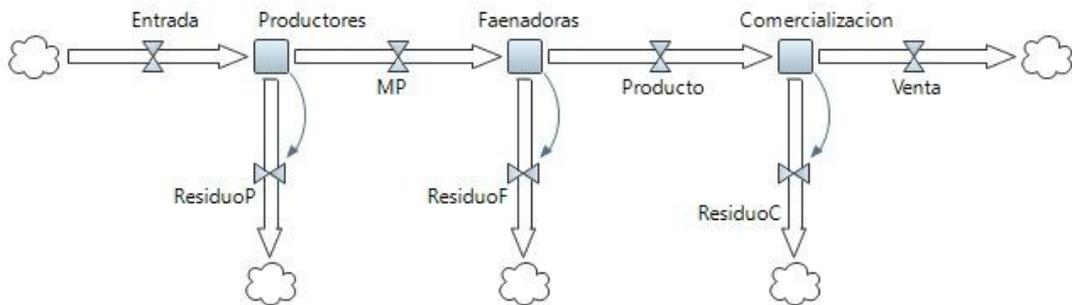
*Figura 16. Proceso de validación.*



Nota: Elaborado por los autores.

**Etapa 1:** se identifican los agentes que participan en el sistema, abarcando así a los productores, faenadoras y comercialización, definiendo sus entradas y salidas. Mediante la utilización en software Anylogic se codifican los agentes siguiendo las ecuaciones ya definidas.

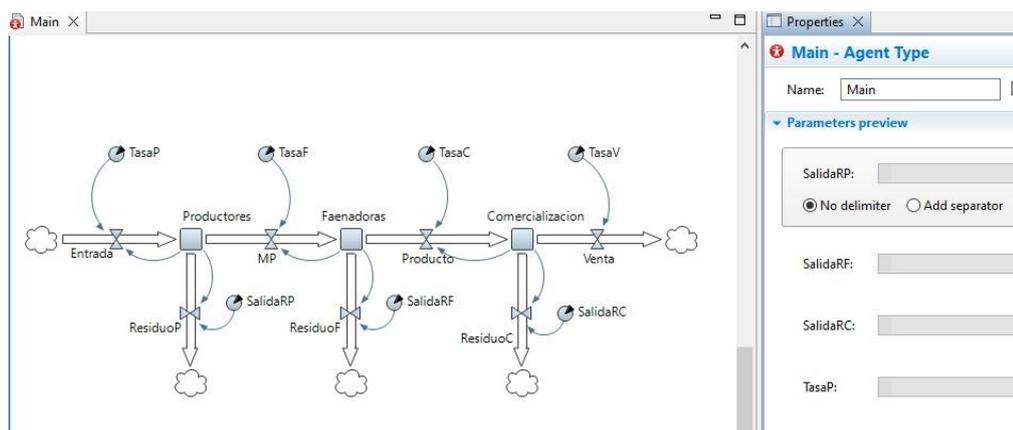
*Figura 17. Representación de sistema actual.*



Nota: Elaborado por los autores.

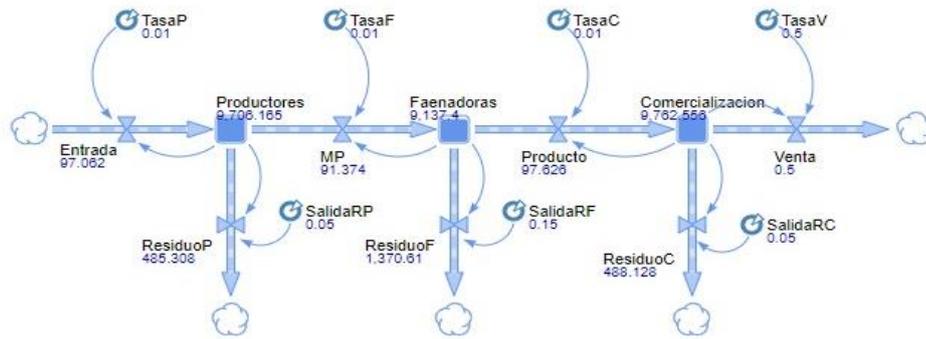
**Etapa 2:** se debe asegurar que no se contenga errores y en caso de tenerlos se deben corregir siguiendo los parámetros establecidos, con conexiones claras para tener una correcta simulación. En la figura 18, se pueden observar los datos recopilados para la simulación y los mecanismos de control de errores implementados.

*Figura 18. Parametrización de agentes.*



**Etapa 3:** una vez configurado el modelo y verificado que no se contenga errores que impidan su ejecución, se pueden realizar la simulación. En la figura 19 se muestra la representación gráfica de la simulación en funcionamiento ejecutando el modelo para observar el comportamiento de los agentes dentro del sistema.

**Figura 19. Inicio del simulado.**



Nota: Elaborado por los autores.

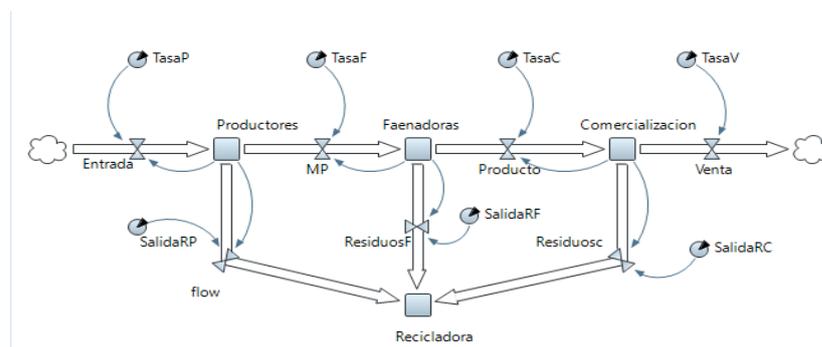
### Fase 3: Evaluación.

#### Análisis de escenarios y resultados.

**Escenario actual:** el sistema lineal de la cadena productiva de la industria avícola de la provincia de Santa Elena representa un riesgo debido al uso ineficiente de los recursos, derivado de la ausencia de un sistema de reciclaje eficiente, lo que genera una gran cantidad de desechos no aprovechados.

**Escenario propuesto:** en este escenario se propone un sistema de reciclaje eficiente de residuos agregando un nuevo agente el cual nos permite mejorar la sostenibilidad del sector y los beneficios económicos en las empresas que están dentro del sistema.

**Figura 20. Escenario propuesto.**



Nota: Elaborado por los autores.

#### Beneficios económicos.

De acuerdo con el modelado, los resultados muestran que los beneficios económicos generados por el agente productores avícolas, abarcan la reducción de costos de disposición y a su vez generan ingresos al vender sus residuos. Antes de la

implementación del sistema, los agentes tenían que pagar por eliminar sus residuos, representando un gasto recurrente. Con la implementación del sistema, se logran:

- **Reducción de costos:** los residuos ya no requieren eliminación paga, lo que representa un ahorro directo.

**Tabla 31. Costo de eliminación de residuos propuesta.**

Agente	Método de eliminación	Costo de eliminación de residuos (\$/mes)	Total	Costo de eliminación propuesto
Productores avícolas	Incineración	\$ 0		
	Compostaje	\$ 40	\$ 100	\$ 0
	Relleno sanitario	\$ 60		
Faenadoras Avícolas	Incineración	\$ 830		
	Compostaje	\$ 650	\$ 4.620	\$ 0
	Relleno sanitario	\$3.140		
Comercializadores	Incineración	\$ 0		
	Compostaje	\$ 0	\$ 20	\$ 0
	Relleno sanitario	\$ 20		

Nota: Elaborado por los autores.

- **Generación de ingresos:** los residuos se convierten en un producto comercializable, con un valor promedio de \$50 por tonelada, lo que permite transformar un problema en una fuente de ingresos.

**Tabla 32. Beneficios económicos propuesto por agente.**

Agente	Cantidad de residuos (mes)	Ahorro por eliminación de residuos (\$/mes)	Ingreso por venta (\$/mes)	Beneficio total (\$/mes)
Productores avícolas	8 T	\$ 100	\$ 400	\$ 500
Faenadoras Avícolas	210 T	\$ 4.620	\$ 10.500	\$ 15.120
Comercializadores	2 T	\$ 20	\$ 100	\$ 120

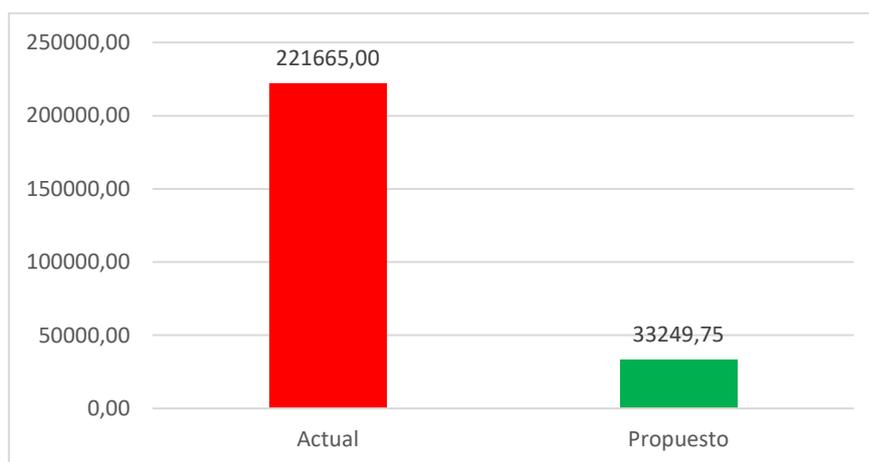
Nota: Elaborado por los autores.

Este modelo de reciclaje reduce el impacto ambiental y a su vez genera beneficios económicos a todos los agentes involucrados, al convertir un gasto en una fuente de ingresos, lo que demuestra que el sistema es una solución sostenible.

## Beneficios ambientales

En el escenario propuesto, la mejora de la eficiencia operativa y reducción de residuos es evidente. Al valorizar los desechos generados en las diferentes etapas del procesamiento avícola, se contribuye a la mitigación de la contaminación de la industria en general, como se muestra en la figura 21.

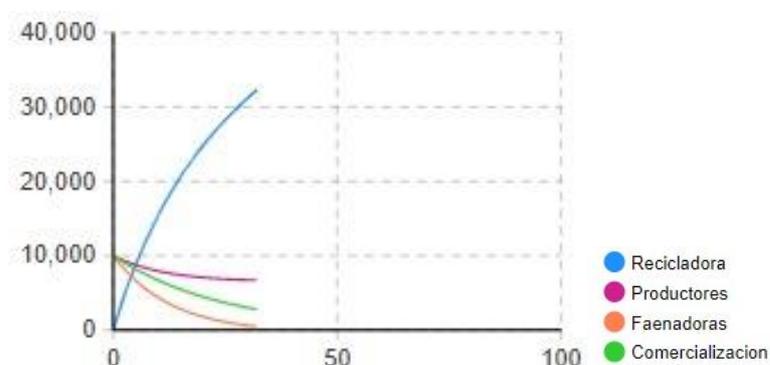
**Figura 21.** Contaminación de la industria avícola propuesta.



Nota: Elaborado por los autores.

La cantidad mensual de residuos generados con el sistema actual es de 221.665 kg, mientras que siguiendo un modelo de producción circular se reduce a 33.250 kg, lo que representa una mejora en la gestión de residuos avícolas, disminuyendo el impacto ambiental, incluyendo menos emisiones de gases de efecto invernadero, menos contaminación de fuentes de agua, y una reducción en la acumulación de residuos sólidos.

*Figura 22. Proyección de residuos 30 años*



Nota: Elaborado por los autores.

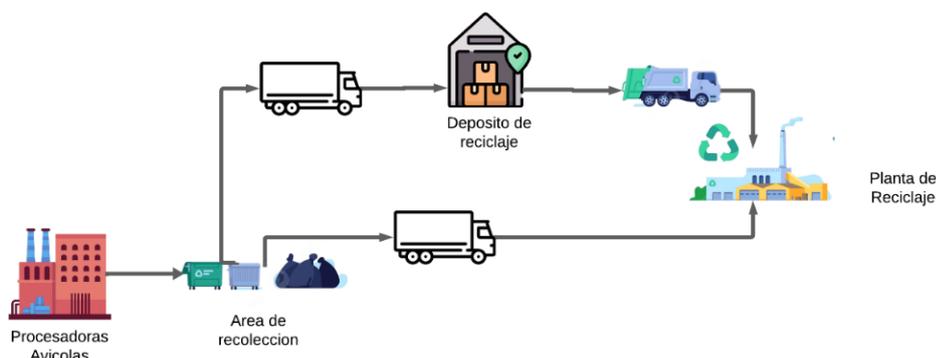
La figura 22, refleja cómo el sistema de reciclaje reduce la generación de residuos en cada fase de la cadena productiva, al permitir que estos residuos sean transformados en recursos valiosos para otros sectores, beneficiando a la industria avícola como al medio ambiente, al reducir el impacto ecológico y ofrecer una alternativa económica a la gestión de residuos.

### **Sistema de reciclaje de residuos avícolas.**

El sistema de reciclaje de residuos avícolas es un proceso diseñado para aprovechar los desechos generados en la industria avícola, como plumas, vísceras y sangre, transformándolos en productos de valor, como la alimentación animal. Estos desechos, en lugar de ser tratados como elementos contaminantes, se someten a procesos, que permiten extraer nutrientes, proteínas y otros componentes útiles.

En este contexto, los residuos avícolas pueden ser aprovechados para la producción de alimentos para animales, ayudando a reducir la contaminación y disminuyendo la dependencia de los recursos naturales. La figura 23 ilustra las etapas clave del sistema de reciclaje, mostrando cómo cada fase contribuye a convertir los desechos en productos útiles.

*Figura 23. Sistema de reciclaje.*



Nota: Elaborado por los autores.

### **Recolección de residuos.**

La recolección de residuos dentro del sistema de reciclaje, garantizan que los materiales lleguen en las condiciones adecuadas al centro de reciclaje, para su procesamiento. Se realiza en las plantas de procesamiento de aves, donde se generan

grandes cantidades de residuos. La tabla 33, detalla la cantidad de residuos avícolas recolectados en distintas plantas de faenamiento.

**Tabla 33. Cantidad de residuos recolectados.**

<b>Plantas de Faenamiento / Ubicación</b>	<b>Residuos diarios</b>	<b>Residuos mensuales</b>
COREYPOL (La Libertad)	5.684 kg	174.520 kg
Pollo Costa (Santa Elena)	1.624 kg	39.720 kg
Amandita (La Libertad)	487.2 kg	14.616 kg
ASOAVIBAM (Colonche)	365.4 kg	10.962 kg
ASOPROUNITRI (Manglaralto)	162.4 kg	4.872 kg
<b>Total</b>	<b>8.323 kg</b>	<b>252690 kg</b>

Nota: Elaborado por los autores.

- ***Clasificación en el sitio de recolección.***

Para maximizar la eficiencia en la cadena de reciclaje, los residuos pueden ser clasificados en el sitio de origen. Esto implica separar los materiales según su tipo, como vísceras y restos de carne, por un lado, y plumas o sangre por otro. Esta clasificación inicial facilita el tratamiento posterior, permitiendo que cada tipo de desecho siga un proceso específico en el centro de reciclaje, y también ayuda a reducir la necesidad de manipulación adicional en etapas posteriores.

- ***Almacenamiento temporal.***

En muchos casos, los residuos recolectados requieren almacenamiento temporal en contenedores especiales que evitan el contacto directo con el ambiente. Los recipientes están diseñados para ser resistentes y herméticos, previniendo fugas y minimizando la exposición a la intemperie. Además, en cada sitio de recolección se implementan prácticas de higiene estrictas para evitar la contaminación cruzada y garantizar que los residuos lleguen en las mejores condiciones al centro de reciclaje.

- ***Transporte controlado.***

La logística de transporte de estos materiales es clave para conservar la calidad de los residuos y evitar problemas ambientales. Dependiendo de la distancia hasta el centro de reciclaje y del volumen de los residuos, el transporte puede requerir camiones

refrigerados o camiones cerrados especialmente acondicionados para reducir la degradación la descomposición y la generación de malos olores.

### **Almacenamiento.**

Una vez que los residuos lleguen al depósito de reciclaje, deben ser almacenados en condiciones óptimas hasta su procesamiento, minimizando los riesgos ambientales y de salud pública. Generalmente, los residuos se almacenan en tanques sellados o cámaras refrigeradas, evitando contaminar el entorno y ralentizando el crecimiento de microorganismos.

- ***Descarga y clasificación de residuos.***

Al llegar al centro de reciclaje, los residuos son descargados y, en algunos casos, clasificados nuevamente para asegurar que cada tipo de material se dirija al área de almacenamiento más apropiada. Este proceso de clasificación y descarga se debe realizar en áreas cerradas, evitando la exposición directa de los residuos al aire y facilitando la limpieza constante de la zona para prevenir malos olores y evitar la atracción de plagas.

- ***Almacenamiento en tanques sellados y cámaras refrigeradas.***

Los residuos se almacenan en tanques sellados o en cámaras refrigeradas, dependiendo del tipo de material y del tiempo que permanecerán en la instalación antes de su procesamiento.

- Tanques sellados: estos tanques reducen el riesgo de contaminación y de proliferación bacteriana, manteniendo los residuos en condiciones estables.
- Cámaras refrigeradas: mantienen los materiales a bajas temperaturas, frenando el crecimiento bacteriano y conserva mejor los residuos para el procesamiento posterior.

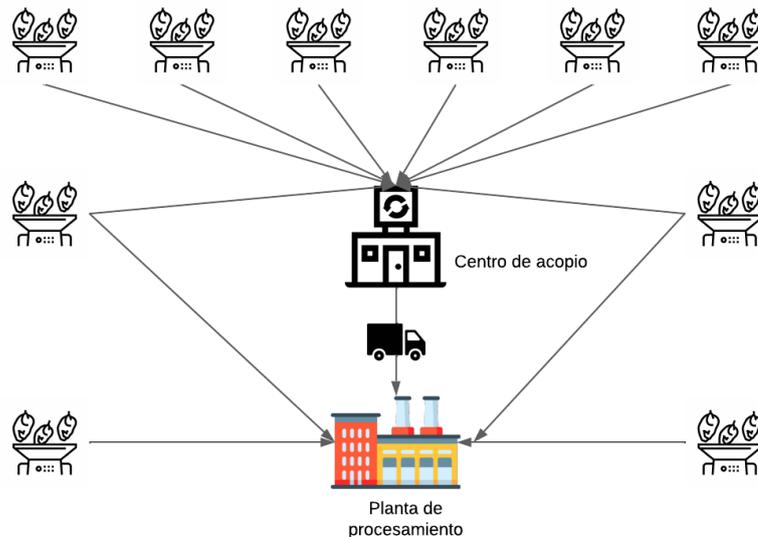
### **Procesos logísticos y de transporte.**

La simulación de los procesos logísticos y de transporte de los subproductos avícolas desde los centros de faenamiento hasta la planta de procesamiento, tienen como objetivo visualizar y comprender el funcionamiento del sistema propuesto

mediante anylogic, un software que permite modelar sistemas complejos, como cadenas de suministro, logística y transporte. La figura 24, muestra la gestión de residuos o subproductos generados en múltiples puntos de origen y llevarlos a una instalación central para su procesamiento o tratamiento.

**Figura 24. Esquema logístico.**

Nota: Elaborado por los autores.

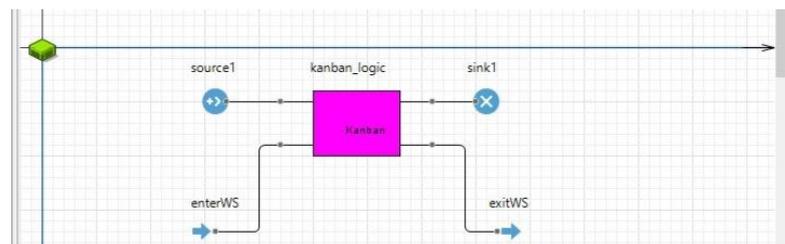


La simulación en anylogic brinda una representación visual y dinámica del sistema propuesto, permitiendo observar cómo se desenvuelve el proceso logístico de principio a fin. De esta manera, se pueden entender mejor su funcionamiento, verificar su efectividad y ajustar detalles antes de llevarlo a la práctica en un contexto real.

**Componentes clave en el funcionamiento simulado del sistema.**

**Centros de faenamiento:** en la simulación, estos centros son los puntos de origen de los subproductos. Cada uno genera una cantidad de residuos que debe ser transportada.

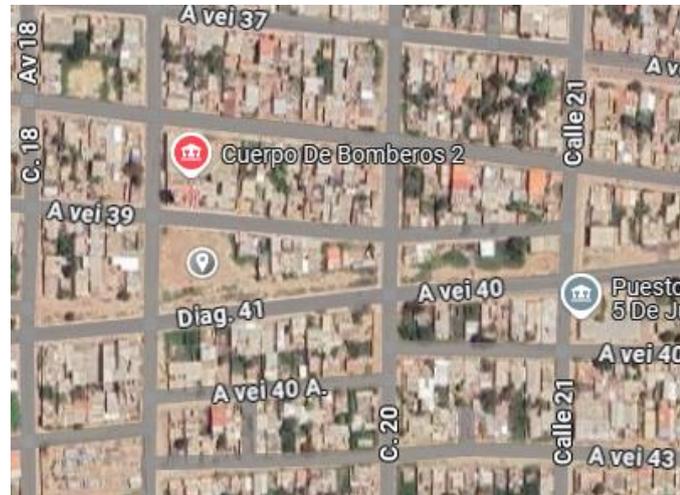
**Figura 25. Centros de faenamiento parámetros**



Nota: Elaborado por los autores.

**Centro de acopio:** el depósito de reciclaje estará ubicado en el Q34R+43W 5 de junio, dentro del cantón La Libertad, un área estratégicamente seleccionada por su accesibilidad y capacidad para manejar eficientemente los residuos.

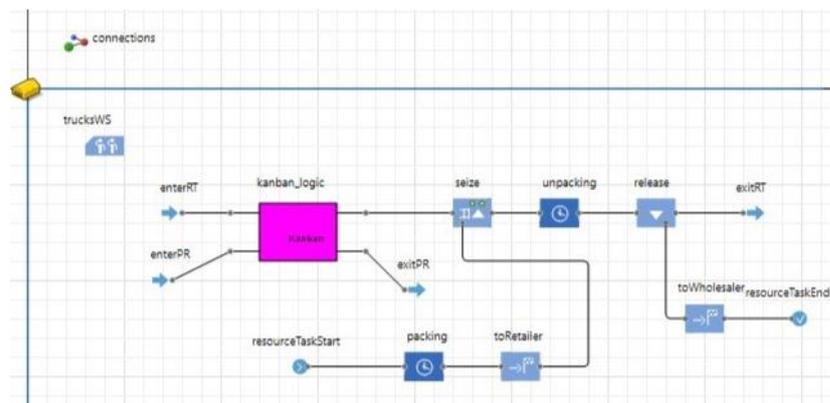
*Figura 26. Ubicación del centro de acopio.*



Nota: Elaborado por los autores.

En el centro de acopio se agrupan los residuos antes de ser transportados a la planta de procesamiento. Mediante la simulación en la figura 27, se puede observar la capacidad de almacenamiento y los tiempos de permanencia de los subproductos.

*Figura 27. Centro de Acopio parámetros.*

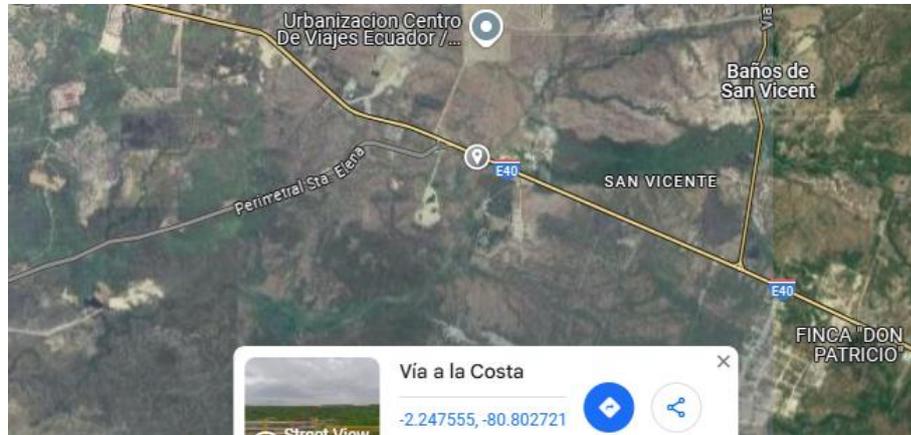


Nota: Elaborado por los autores.

**Planta de Procesamiento:** La planta de procesamiento estará ubicada en P6X5+57W Baños de San Vicente, en la provincia de Santa Elena, en un terreno

seleccionado estratégicamente por su proximidad al depósito de reciclaje y su facilidad de acceso.

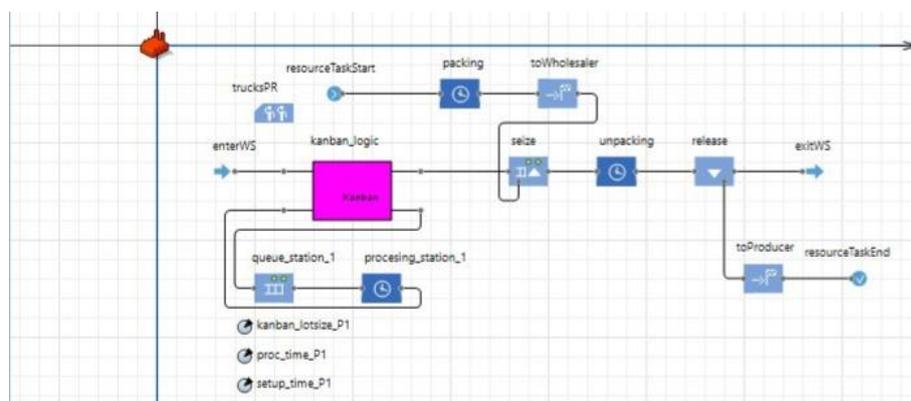
**Figura 28.** Ubicación de la planta de reciclaje.



Nota: Elaborado por los autores.

Este es el punto final del sistema, donde los subproductos llegan para ser tratados. La simulación permite ver cómo el flujo de subproductos llega a la planta, si hay demoras o acumulaciones, y si el sistema de transporte logra mantener un flujo continuo y adecuado de materiales hacia el procesamiento.

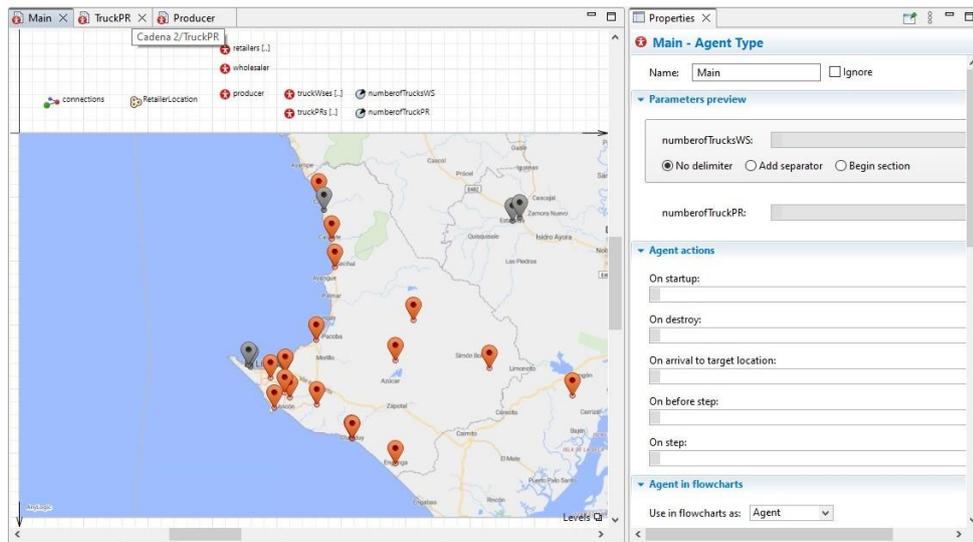
**Figura 29.** Planta de reciclaje parámetros.



Nota: Elaborado por los autores.

**Transporte:** la simulación del transporte permitirá visualizar la frecuencia de recolección y el movimiento de los camiones desde el centro de acopio hasta la planta de procesamiento. Al observar el transporte en acción, se puede evaluar si la frecuencia y capacidad del transporte son suficientes para evitar acumulaciones en el centro de acopio o en los centros de faenamamiento.

**Figura 30. Localización de agentes.**



Nota: Elaborado por los autores.

**Costos involucrados.**

**Tabla 34. Costos involucrados.**

Tipo de costo	Unidad (Tipo)	Valor
Costo de compra de los residuos		\$50
Costos de almacenamiento (Centro de acopio)	Dólares Americanos	\$15
Costos de transporte	(USD) / Tonelada	\$3

Nota: Elaborado por los autores.

**Proceso de producción del balanceado de subproductos avícolas.**

La elaboración de harina de subproductos avícolas abarca los procesos desde la recepción de materia prima hasta su conversión en un producto utilizable y su posterior almacenamiento.

**Recepción de materia prima:** los residuos provenientes de plantas procesadoras avícolas deben estar en óptimas condiciones para el procesamiento, para esto la temperatura adecuada se debe mantener entre 0°C y 4°C para evitar la descomposición.

**Trituración:** los subproductos se trituran para reducir el tamaño del material.

**Limpieza:** los residuos se lavados para eliminar impurezas que pudieran interferir con los procesos de cocción y secado.

**Cocción:** la cocción se realiza con temperaturas entre 120°C y 140°C, para asegurar la correcta descomposición de proteínas.

**Drenado:** durante el proceso de cocción se separan las grasas de los otros componentes a través de centrifugado o decantación, ayudando a reducir el contenido graso del material, de esta forma los sólidos resultantes quedan listos para el siguiente proceso.

**Extrusión o prensado:** el material ya cocido se somete a un proceso de extrusión, mediante la utilización de una prensa, para eliminar el exceso de líquidos, reducir el volumen y compactar el material, facilitando su manipulación.

**Secado:** el secado ayuda a reducir la humedad y facilita la conversión en harina. Este proceso puede ser mediante secado por lotes o sistemas continuos de baja temperatura, dependiendo del sistema utilizado el proceso puede durar varias horas.

**Molienda y envasado:** el material seco pasa por un molino de martillo hasta alcanzar la consistencia de harina homogénea. Después de la molienda, la harina se envasa en sacos, asegura que el producto esté listo para su comercialización.

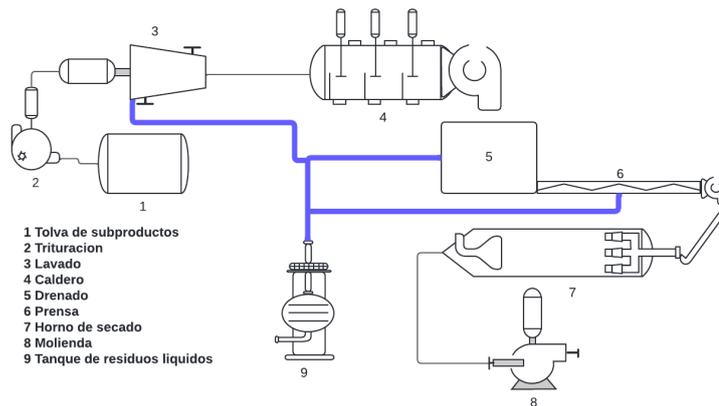
**Mezcla y formulación:** análisis previo de la harina para determinar su contenido proteico, que permitan ajustar las cantidades de aditivos que se agregarán, para asegurar que el producto final cumpla con los estándares de calidad.

**Almacenaje:** almacenaje en ambientes controlados, asegurando que el producto final este en óptimas condiciones para su distribución.

### **Esquema de producción de harina de subproductos de avícolas.**

Para una mejor comprensión del proceso de producción se elaboró un esquema, en el que se representan de manera visual las diferentes etapas que debe llevar los subproductos derivados del procesamiento avícola para ser convertidos en harina utilizable en la industria de alimentos para animales.

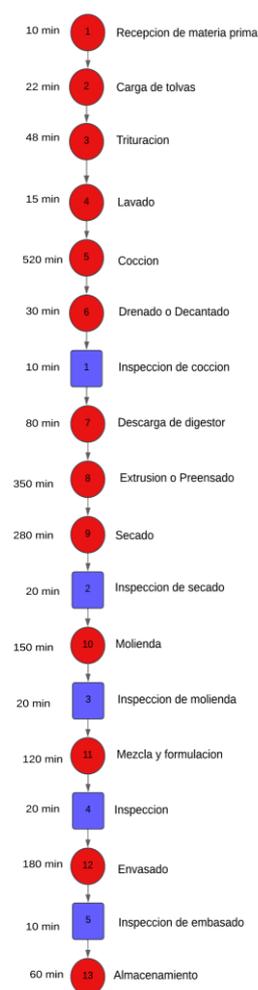
**Figura 31. Esquema de producción.**



Nota: Elaborado por los autores.

En la figura 32 se presenta el diagrama de operaciones del proceso de producción, el cual comprende diversas etapas, desde la recepción de materia prima hasta el almacenamiento.

**Figura 32. Diagrama de operaciones del proceso de producción.**



Nota: Elaborado por los autores.

## Capacidad de producción.

En la tabla 35 se presenta la capacidad instalada del sistema de producción del procesamiento de residuos avícolas para la elaboración balanceado porcino, logrando una producción mensual sin sobrecargar el sistema de 149,990.4 unidades, sin la necesidad de un segundo turno o incremento en la cantidad de maquinaria y personal.

**Tabla 35.** Capacidad instalada.

Días/T	hr/turno	Ope-MOD	Min/ hr	Turnos	USP/min	Minutos	Unidades kg
24	8	7	60	1	1.86	80640	149990.4

Nota: Elaborado por los autores.

## Cálculo de costo de producción.

### Costo de materia prima.

Se evalúa los costos materia prima para el proceso de producción asociados a los subproductos avícolas y los aditivos necesarios. Los subproductos avícolas, como principal insumo, se estiman en 7 toneladas diarias, sumando un total de 210 toneladas mensuales, con un costo de \$10.500 mensuales.

**Tabla 36.** Costo de materia prima.

Requerimiento de materia prima				
Materia prima	Valor	Cantidad	Cantidad mensual	Total
Subproductos avícolas	\$50	7 T	210 T	\$10.500
Aditivos Varios				\$4.500
		Total		\$15.000

### Costos directos.

Incluyen cinco áreas de producción, recolección, digestor, secado, molienda y bodega. Cada una de estas etapas cuenta con operadores que perciben salarios mensuales, sumando un total de \$4.100. La tabla 37 muestra los costos mensuales asociados a la mano de obra directa para diferentes etapas del proceso productivo.

**Tabla 37. Mano de obra directa.**

Mano de obra directa			
Operador	Valor	Cantidad	Total Mensual
Recolección	\$500	2	\$1.000
Digestor	\$650	1	\$650
Secado	\$650	1	\$650
Molienda	\$650	2	\$1.300
Bodega	\$500	1	\$500
	Total		\$4.100

Nota: Elaborado por los autores.

### Costos indirectos.

Los costos indirectos incluyen mano de obra e insumos necesarios mantener el proceso productivo. Esto abarca gastos generales como el mantenimiento de maquinaria, servicios públicos (electricidad, agua), y suministros, entre otros. En total, los costos indirectos mensuales alcanzan los \$3.520.

**Tabla 38. Costos indirectos.**

Costos indirectos				
Rubro	Descripción	Valor	Cantidad	Total Mensual
Mano de obra indirecta	Jefe de producción	\$850	1	\$850
	Analista	\$750	1	\$750
	Mecánico	\$750	1	\$750
Costos indirectos de fabricación	Energía eléctrica		1	\$220
	Agua potable		1	\$150
	Internet		1	\$50
	Diesel		1	\$150
	Mantenimientos		1	\$200
	Empaque	\$0.2	2000	\$400
	Total			\$3.520

Nota: Elaborado por los autores.

## Estimación de costo de producción

*Tabla 39. Costos de producción.*

Rubro	Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)
Materias primas				\$15.000
Costos directos	Mano de obra	9	\$460	\$4.140
Costos indirectos	Mano de obra e insumos		\$3.520	\$3.520
Costos logísticos	Transporte y almacenamiento		\$3.780	\$3.780
Depreciación de maquinaria			\$500	\$500
	Costo de producción			\$26.940
	Cantidad producida			150 T
	Costo por tonelada			\$179,6

Nota: Elaborado por los autores.

El costo de producción de balanceado es significativamente más bajo que el del balanceado tradicional, debido al uso de subproductos de mataderos, como plumas, sangre y vísceras, que tienen un costo mínimo en comparación con ingredientes vegetales como el maíz o la soya utilizados en los alimentos convencionales.

*Tabla 40. Precios.*

Artículo	Cantidad	Precio	Cantidad	Precio
Balanceado tradicional	1 T	\$400	1 q	\$45
Balanceado de subproductos avícolas	1 T	\$250	1 q	\$30

Nota: Elaborado por los autores.

De acuerdo con los datos proporcionados por el (INEC) 2023, en Ecuador se estimó que la población de ganado porcino al año asciende a 1,829,301 animales distribuidos en diferentes regiones del país.

*Tabla 41. Cabezas de ganado porcino al año.*

Región y Provincia	Ganado Porcino al año
Región sierra	1.261.603
Región costa	483.603
Región amazónica	84.094

Región Costa	
El Oro	119.314
Esmeraldas	32.052
Guayas	136.070
Los Ríos	36.077
Manabí	137.988
Santa Elena	22.101

**Nota:** Elaborado por los autores en base a INEC 2023.

En la región costa, la producción porcina representa 26,44 % a escala nacional, con un total de 483.603 cerdos al año, representando un mercado potencial para desarrollar y comercializar balanceado elaborado con residuos avícolas debido a su costo competitivo y valor nutricional.

### 3.3. Presupuesto para la propuesta del sistema.

En la tabla 42, se detalla el presupuesto necesario para la implementación del sistema de reciclaje de residuos avícolas, tomando en cuenta los precios referenciales al año 2024, permitiendo una planificación financiera adecuada para la correcta ejecución del proyecto.

**Tabla 42. Presupuesto.**

Rubro	Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)
Recursos humanos	Investigador	1	\$ 500	\$ 500
	Cursos de capacitación simulación	1	\$ 350	\$ 350
Recurso tecnológico	Software	1	\$ 3000	\$ 3000
	Computadora	1	\$ 2500	\$ 2500
	Internet	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Herramientas y equipo de la propuesta	Personal operativo	6	\$ 460,00	\$ 2.760,00
	Tolvas	1	\$ 2.300,00	\$ 2.300,00
	Balanza de camiones	1	\$ 9.800,00	\$ 9.800,00
	Cámara de frio	1	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
	Edificio	2	\$ 60.000,00	\$ 120.000,00
	Terreno	2	\$ 25.000,00	\$ 50.000,00
	Camión 3.5 T	1	\$ 31.830,00	\$ 31.830,00
	Trituradora	1	\$ 6.200,00	\$ 6.200,00
	Digestor	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
	Horno de secado	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
	Prensa	1	\$ 7.500,00	\$ 7.500,00
Molino de martillo	1	\$ 800,00	\$ 800,00	
Subtotal				\$ 290.590,00

Imprevisto 10%	\$ 29.059,00
Reajuste 15%	\$ 43.588,50
<b>Total</b>	<b>\$ 363.237,50</b>

Nota: Elaborado por los autores.

Para evaluar la viabilidad económica del proyecto es importante realizar un análisis financiero. Para realizar el sistema de residuos cadavéricos avícolas es necesaria una inversión de \$ 363.237,50 dólares americanos que generan por año \$110.971,67 dólares americanos en flujos de fondos en un periodo de cinco años con una tasa de interés del 10%. De esta forma es necesario estimar el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación (PR), para entender la rentabilidad y el riesgo asociados a la inversión, como se muestra en la tabla 43.

**Tabla 43. Análisis financiero.**

	0	1	2	3	4	5
FF	-\$ 363.237,50	\$110.971,67	\$110.971,67	\$110.971,67	\$110.971,67	\$110.971,67
Saldo actual 10%	-\$ 363.237,50	\$100.883,34	\$91.712,12	\$83.374,66	\$75.795,14	\$68.904,68
Saldo actualizado acumulado	-\$ 363.237,50	-\$ 262.354,16	-\$170.642,04	-\$87.267,38	-\$11.472,24	\$57.432,44

Nota: Elaborado por los autores.

Donde:

Tasa (%) = 10%

VNA= \$420.669,94

VAN = \$ 57.432,44

TIR = 16%

PR = 4 años 1 mese 7 días

El análisis financiero muestra que el Valor Neto Actual es de \$420.669,94, mientras el Valor Actual Neto es de \$ 57.432,44, estos valores dan como resultado que el proyecto genera valor sobre su costo. La Tasa Interna de Retorno es del 16%, superior a la tasa de descuento del 10%. Además, el Período de Recuperación implica que la inversión se recuperará en 4 años, 1 meses y 7 días.

### **3.4. Marco de discusión**

La revisión la literatura, recopilo información sobre las prácticas más utilizadas en el reciclaje, permitiendo identificar tendencias en el uso de residuos avícolas, como las técnicas de procesamiento para la producción alimento animal. Se encontraron estudios que destacan las ventajas económicas y ambientales en diversas partes del mundo.

Además, se incluyó la aplicación de un cuestionario mediante la estratificación aplicación de criterios por conveniencia de la muestra, dirigió a gerentes de planta, responsables del área de manejo de residuos de la industria avícola, para recoger información sobre las prácticas actuales de gestión de residuos, las percepciones sobre la viabilidad del reciclaje de subproductos avícolas, permitieron ajustar el diseño del sistema, asegurando su adaptabilidad con los recursos locales disponibles.

El diseño del sistema de reciclaje, utilizando el modelado basado en agentes, permitió evaluar el impacto del sistema propuesto, simulando el modelo de producción actual en contraste del sistema propuesto, se logró obtener mejoras significativas en la sostenibilidad del sector, ya que se reduciría la carga ambiental al evitar métodos de eliminación tradicionales como la incineración o el entierro.

## CONCLUSIONES

Se aplicó una revisión sistemática de la literatura con el objetivo de identificar los avances más relevantes en el campo del reciclaje y la conversión de residuos avícolas, dando resultado 30 investigaciones que sirvieron como base teórica para guiar el desarrollo de la investigación.

El marco metodológico de la investigación estableció un enfoque claro y estructurado que guio el desarrollar el sistema de reciclaje de residuos avícolas, mediante el uso de una encuesta, método analítico y software de simulación que permitan predecir el comportamiento del sistema de reciclaje bajo diferentes escenarios.

Los resultados de las encuestas realizadas a las empresas del sector avícola sirvieron para identificar que existen barreras que contribuye a la resistencia al cambio hacia prácticas más sostenibles, sirviendo como fundamento para el diseño del sistema de reciclaje de residuos.

## **RECOMENDACIONES**

Es importante utilizar herramientas adecuadas que garanticen la obtención de datos verídicos y confiables, como la revisión sistemática de la literatura combinada con un análisis bibliométrico que permite seleccionar y analizar estudios relevantes, aportando un marco sólido para el desarrollo del estudio.

El proceso de validación debe seguir una secuencia lógica y estructurada, respaldada por investigaciones previas, para garantizar un alto grado de confiabilidad en los resultados obtenidos, minimizando los errores que podrían comprometer la integridad del estudio.

Dado que el modelado es un proceso complejo, es fundamental utilizar guías y metodologías que faciliten la simulación de manera efectiva, que empleen el uso de softwares que estén debidamente validados y que cumplan con los requisitos técnicos específicos del estudio, para asegurar el desarrollo fluido y eficiente del modelo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adetunji, C. O., Olaniyan, O. T., Bodunrinde, R. E., & Ahamed, M. I. (2021). Bioconversion of Poultry Waste into Added-Value Products. *Advances in Science, Technology and Innovation*, 337–348. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-61837-7\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-61837-7_21)
- Adhikari, B. B., Chae, M., & Bressler, D. C. (2018). Utilization of Slaughterhouse Waste in Value-Added Applications: Recent Advances in the Development of Wood Adhesives. *Polymers 2018*, Vol. 10, Page 176, 10(2), 176. <https://doi.org/10.3390/POLYM10020176>
- Alao, B. O., Falowo, A. B., Chulayo, A., & Muchenje, V. (2017). The Potential of Animal By-Products in Food Systems: Production, Prospects and Challenges. *Sustainability (Switzerland)*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/SU9071089>
- Alibekov, R. S., Alibekova, Z. I., Bakhtybekova, A. R., Taip, F. S., Urazbayeva, K. A., & Kobzhasarova, Z. I. (2024). Review of the slaughter wastes and the meat by-products recycling opportunities. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/FSUFS.2024.1410640/PDF>
- Araújo dos Santos, R., Silva da Costa, J., Maranduba, H. L., Almeida Neto, J. A. de, & Rodrigues, L. B. (2023). Reducing the environmental impacts of Brazilian chicken meat production using different waste recovery strategies. *Journal of Environmental Management*, 341, 118021. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2023.118021>
- Araya, F. (2020). Modelación basada en agentes: *Revista Ingeniería de Construcción*, 35(2), 111–118. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732020000200111>
- Arias-Gómez, J., Ángel Villasís-Keever, M., & Guadalupe Miranda-Novales, M. (2016). *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. [www.nietoeditores.com.mx](http://www.nietoeditores.com.mx)

- Aspevik, T., Oterhals, Å., Rønning, S. B., Altintzoglou, T., Wubshet, S. G., Gildberg, A., Afseth, N. K., Whitaker, R. D., & Lindberg, D. (2017). Valorization of Proteins from Co- and By-Products from the Fish and Meat Industry. *Topics in Current Chemistry*, 375(3). <https://doi.org/10.1007/S41061-017-0143-6>
- Ávila, M. M. (2021). Análisis factorial confirmatorio: un modelo de gestión del conocimiento en la universidad pública. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 12(23), 306. <https://doi.org/10.23913/RIDE.V12I23.1103>
- Baena, G., & Baena, P. (2017). *Metodología de la investigación Grupo Editorial Patria Sistema de aprendizaje en línea Metodología de la investigación*. [www.editorialpatria.com.mx](http://www.editorialpatria.com.mx) [www.sali.org.mx](http://www.sali.org.mx)
- Barry, E. S., Merkebu, J., & Varpio, L. (2022). Understanding State-of-the-Art Literature Reviews. *Journal of Graduate Medical Education*, 14(6), 659–662. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-22-00705.1>
- Benítez, R., Ibarz, A., & Pagan, J. (2008, June). *Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones*. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-29572008000200008](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572008000200008)
- Bermeo-Paucar, J. B.-P., Rea-Sánchez, V., López-Bermúdez, R., & Pico-Yépez, M. P.-Y. (2018). El reciclaje la industria del futuro en Ecuador. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 22(87), 8–8. <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/183/241>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*.
- Bhari, R., Kaur, M., Singh, R. S., Pandey, A., & Larroche, C. (2018). Bioconversion of chicken feathers by *Bacillus aerius* NSMk2: A potential approach in poultry waste management. *Bioresource Technology Reports*, 3, 224–230. <https://doi.org/10.1016/J.BITEB.2018.07.015>

- Bhunja, S., Bhowmik, A., & Mukherjee, J. (2022). Waste management of rural slaughterhouses in developing countries. *Advanced Organic Waste Management: Sustainable Practices and Approaches*, 425–449. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85792-5.00019-8>
- Boumans, I. J. M. M., Schop, M., Bracke, M. B. M., de Boer, I. J. M., Gerrits, W. J. J., & Bokkers, E. A. M. (2022). Feeding food losses and waste to pigs and poultry: Implications for feed quality and production. *Journal of Cleaner Production*, 378. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.134623>
- Caldeira, C., Vlysidis, A., Fiore, G., De Laurentiis, V., Vignali, G., & Sala, S. (2020). Sustainability of food waste biorefinery: A review on valorisation pathways, techno-economic constraints, and environmental assessment. *Bioresource Technology*, 312. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2020.123575>
- Charles Michael Williams. (2013). Revisión del desarrollo avícola. *FAO*, 47–59. [www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)
- Chowdhury, M. W., Nabi, M. N., Arefin, M. A., Rashid, F., Islam, M. T., Gudimetla, P., & Muyeen, S. M. (2022). Recycling slaughterhouse wastes into potential energy and hydrogen sources: An approach for the future sustainable energy. *Bioresource Technology Reports*, 19. <https://doi.org/10.1016/J.BITEB.2022.101133>
- Coronel-Carvajal, C., Guáimaro, P., & Camagüey, C. (2023). Las variables y su operacionalización. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 27. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552023000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552023000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Corporación Financiera Nacional. (2024). *Ficha Sectorial Aves de corral*.
- Cruz-Casas, D. E., Aguilar, C. N., Ascacio-Valdés, J. A., Rodríguez-Herrera, R., Chávez-González, M. L., & Flores-Gallegos, A. C. (2021). Enzymatic hydrolysis and microbial fermentation: The most favorable biotechnological methods for the release of bioactive peptides. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 3, 2666–5662. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHMS.2021.100047>

- Dacto, T., Vinicio, J., Vaca, D., Angel, M., Reinoso, M., & Patricio, A. (2017). Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en Docentes Universitarios. *Latindex Folio Catálogo*, 37–48. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/9807>
- De Araújo, P. D., Faiad, C., & Araújo, W. M. C. (2023). Construction and validation of a scale to measure consumers knowledge of food processing and acceptance of processed food. *Nutrition*, 105, 111869. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2022.111869>
- De la Llave, R. C. (2022). Recycling of materials and reuse of production labor residues in late medieval Europe [Reciclaje de materiales y reutilización de residuos de labores productivas en la Europa bajomedieval]. *Anuario de Estudios Medievales*, 52(1), 185–207. <https://doi.org/10.3989/aem.2022.52.1.07>
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología Segunda edición*.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2021.04.070>
- Franke-Whittle, I. H., & Insam, H. (2013). Treatment alternatives of slaughterhouse wastes, and their effect on the inactivation of different pathogens: A review. *Critical Reviews in Microbiology*, 39(2), 139–151. <https://doi.org/10.3109/1040841X.2012.694410>
- Gemar, G., Soler, I. P., & Sánchez-Teba, E. M. (2021). Waste Management: Valorisation Is the Way. *Foods*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/FOODS10102373>
- Ghanad, A. (2023). An Overview of Quantitative Research Methods. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 06(08). <https://doi.org/10.47191/IJMRA/V6-I8-52>

- Glockow, T., Kaster, A. K., Rabe, K. S., & Niemeyer, C. M. (2024). Sustainable agriculture: leveraging microorganisms for a circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *108*(1). <https://doi.org/10.1007/S00253-024-13294-0>
- Gómez, B., Peña Martínez, N. ;, Luis, S., Fernández Sánchez, ;, Noelia, E., Martínez, P., & Fernández Sánchez, E. (2022). *El estadígrafo Kendall y su aplicación. Un ejemplo práctico.*
- Gržinić, G., Piotrowicz-Cieślak, A., Klimkowicz-Pawlas, A., Górný, R. L., Ławniczek-Wałczyk, A., Piechowicz, L., Olkowska, E., Potrykus, M., Tankiewicz, M., Krupka, M., Siebielec, G., & Wolska, L. (2023). Intensive poultry farming: A review of the impact on the environment and human health. *Science of the Total Environment*, *858*. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.160014>
- Guadalupe Miranda-Novales, M., & Ángel Villasis-Keever, M. (2016). Metodología de la investigación. *Rev Alerg Mex*, *63*(3), 303–310. <http://www.revistaalergia.mx>
- Hadj Saadoun, J., Bertani, G., Levante, A., Vezzosi, F., Ricci, A., Bernini, V., & Lazzi, C. (2021). Fermentation of Agri-Food Waste: A Promising Route for the Production of Aroma Compounds. *Foods*, *10*(4). <https://doi.org/10.3390/FOODS10040707>
- Hallinger, P., & Kovačević, J. (2022). Applying bibliometric review methods in education: rationale, definitions, analytical techniques, and illustrations. *International Encyclopedia of Education: Fourth Edition*, 546–556. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.05070-3>
- Hasan, Z., & Lateef, M. (2024). Transforming food waste into animal feeds: an in-depth overview of conversion technologies and environmental benefits. *Environmental Science and Pollution Research*, *31*(12), 17951–17963. <https://doi.org/10.1007/S11356-023-30152-0>
- Hernández González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General*

*Integral*, 37(3).  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252021000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Hernández Sampieri, R., Feránadez Collado, C., & Baptista Lucio, M. D. P. (2014). Metodología de la investigación. *Metodología de La Investigación*, 91.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008&info=resumen&idioma=SPA>

Herrera Plablo. (2016). “Elaboración de harinas y aceite en planta de rendering” [Universidad de Concepción del Uruguay].  
<http://repositorio.ucu.edu.ar/bitstream/handle/522/307/Tesina%20Herrera%2c%20Pablo%20LB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ILP, I. L. del P. (2024, May 24). *Informe carne de pollo 2024 | ILP-ALA*.  
<https://ilp-ala.org/informe-carne-de-pollo-2024/>

Iskakov, R., & Sugirbay, A. (2023). Technologies for the Rational Use of Animal Waste: A Review. *Sustainability (Switzerland)*, 15(3).  
<https://doi.org/10.3390/SU15032278>

Itza Ortiz, M., Aguilar Urquizo, E., Peraza Mercado, G., & Severino Lendechy, V. H. (2024). Utilización de residuos sólidos alimentarios como materia prima para alimentación animal. *Revista Bio Ciencias*.  
<https://doi.org/10.15741/REVBIO.11.E1613>

Jana, A., Dasgupta, D., Bhaskar, T., & Ghosh, D. (2022). Poultry Waste Biorefinery. *Biotic Resources*, 85–108.  
<https://doi.org/10.1201/9781003335740-4>

Jayathilakan, K., Sultana, K., Radhakrishna, K., & Bawa, A. S. (2012). Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 278–293. <https://doi.org/10.1007/S13197-011-0290-7>

Kefalew, T., & Lami, M. (2021). Biogas and bio-fertilizer production potential of abattoir waste: implication in sustainable waste management in Shashemene

- City, Ethiopia. *Heliyon*, 7(11), e08293.  
<https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2021.E08293>
- Khalid, S., Hassan, S. A., Altemimi, A. B., Chaudhary, K., Raana, S., Javaid, H., Naeem, M., Bhat, Z. F., & Aadil, R. M. (2024). Recovery of valuable substances from food waste by ohmic heating assisted extraction -A step towards sustainable production. *Future Foods*, 9, 100365.  
<https://doi.org/10.1016/J.FUFO.2024.100365>
- Khan, K. S., Bueno-Cavanillas, A., & Zamora, J. (2022). Revisión sistemática en cinco pasos: II. Cómo identificar los estudios relevantes. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 48(6), 431–436.  
<https://doi.org/10.1016/J.SEMERG.2021.12.006>
- Khan, M. N., Sial, T. A., Ali, A., & Wahid, F. (2024). *Impact of Agricultural Wastes on Environment and Possible Management Strategies*. 79–108.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-50503-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-50503-4_4)
- Kharat, D. S. (2019). Pollution Control in Meat Industry. *Current Environmental Engineering*, 6(2), 97–110.  
<https://doi.org/10.2174/2212717806666190204102731>
- Koul, B., Yakoob, M., & Shah, M. P. (2022). Agricultural waste management strategies for environmental sustainability. *Environmental Research*, 206, 112285. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2021.112285>
- Kowalski, Z., Kulczycka, J., Makara, A., & Harazin, P. (2021). Quantification of material recovery from meat waste incineration – An approach to an updated food waste hierarchy. *Journal of Hazardous Materials*, 416.  
<https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2021.126021>
- Kowalski, Z., Kulczycka, J., Makara, A., Mondello, G., & Salomone, R. (2023). Industrial Symbiosis for Sustainable Management of Meat Waste: The Case of Śmiłowo Eco-Industrial Park, Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6).  
<https://doi.org/10.3390/IJERPH20065162>

- Limeneh, D. Y., Tesfaye, T., Ayele, M., Husien, N. M., Ferede, E., Haile, A., Mengie, W., Abuhay, A., Gelebo, G. G., Gibril, M., & Kong, F. (2022). A Comprehensive Review on Utilization of Slaughterhouse By-Product: Current Status and Prospect. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(11). <https://doi.org/10.3390/SU14116469>
- Lindkvist, E. (2023). Resource-efficient treatment of organic industrial waste: Optimization of different treatment options using reMIND. *Resources, Conservation and Recycling*, *197*, 107065. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107065>
- López Fernández, R., Avello Martínez, R., Palmero Urquiza, D. E., Sánchez Gálvez, S., Quintana Álvarez, M., López Fernández, R., Avello Martínez, R., Palmero Urquiza, D. E., Sánchez Gálvez, S., & Quintana Álvarez, M. (2019). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, *48*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572019000500011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000500011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Manosalva Ibañez, M., Carlos, J., Sarabia, B., Enrique, A., & Quiñones, S. (2023). Innovación circular en la cadena de valor avícola: un enfoque integral para la reducción de impactos ambientales y Fomento de la Responsabilidad Social Empresarial. *REICE: Revista Electrónica de Investigación En Ciencias Económicas*, *11*(22), 251–273. <https://doi.org/10.5377/REICE.V11I22.17366>
- Manzano Nunez, R., & García Perdomo, H. A. (2016). Sobre los criterios de inclusión y exclusión. Más allá de la publicación. *Revista Chilena de Pediatría*, *87*(6), 511–512. <https://doi.org/10.1016/J.RCHIPE.2016.05.003>
- Marín-González, F., Pérez-González, J., Senior-Naveda, A., García-Guliany, J., Marín-González, F., Pérez-González, J., Senior-Naveda, A., & García-Guliany, J. (2021). Validating a scientific-technology cooperation network design by using the K coefficient for the selection of experts. *Información Tecnológica*, *32*(2), 79–88. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000200079>

- Martínez, L. A. C., Hernández, M. F., Martínez, L. A. C., & Hernández, M. F. (2023). Uso y abuso de los criterios de inclusión y exclusión en el proyecto de investigación. *MediSur*, 21(5), 1144–1146. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-897X2023000501144&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2023000501144&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Martinez-Corona, J. I., Palacios-Almon, G. E., & Juarez-Hernandez, L. G. (2020). Analysis of construct validity of the instrument: “Managerial approach in the management for the results in the knowledge society.” *Retos(Ecuador)*, 10(19), 143–154. <https://doi.org/10.17163/RET.N19.2020.09>
- Medina, P. M. P., Allaica, J. C. M., Arcos, C. L. B., & Buenaño., E. N. B. (2019). Gestión de la calidad como estructura del desempeño operacional en el sector Cooperativo Financiero del segmento cinco de la provincia de Chimborazo. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/849>
- Meeker, D. L. (2009). North American Rendering: processing high quality protein and fats for feed. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(SUPPL. 1), 432–440. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300043>
- Mora, L., Toldrá-Reig, F., Reig, M., & Toldrá, F. (2019). Chapter 8 Possible Uses of Processed Slaughter Byproducts. *Sustainable Meat Production and Processing*, 145–160. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00008-0>
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas Systematic Reviews: definition and basic notions. 184 / *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral*, 11(3), 184–186. <https://doi.org/10.4067/S0719-01072018000300184>
- Mosna, D., Bottani, E., Vignali, G., & Montanari, R. (2021). Environmental benefits of pet food obtained as a result of the valorisation of meat fraction

derived from packaged food waste. *Waste Management*, 125, 132–144.  
<https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2021.02.035>

Mozhiarasi, V., & Natarajan, T. S. (2022). Slaughterhouse and poultry wastes: management practices, feedstocks for renewable energy production, and recovery of value added products. *Biomass Conversion and Biorefinery*.  
<https://doi.org/10.1007/S13399-022-02352-0>

Najar, I. N., Sharma, P., Das, R., Tamang, S., Mondal, K., Thakur, N., Gandhi, S. G., & Kumar, V. (2024). From waste management to circular economy: Leveraging thermophiles for sustainable growth and global resource optimization. *Journal of Environmental Management*, 360, 121136.  
<https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2024.121136>

Nath, P. C., Ojha, A., Debnath, S., Sharma, M., Nayak, P. K., Sridhar, K., & Inbaraj, B. S. (2023). Valorization of Food Waste as Animal Feed: A Step towards Sustainable Food Waste Management and Circular Bioeconomy. *Animals*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/ANI13081366>

Nguyen, T. T., Chidgey, K. L., Wester, T. J., Schreurs, N. M., & Morel, P. C. H. (2024). Using poultry by-product meal to replace soybean meal in grower - finisher pig diets. *Animal Feed Science and Technology*, 313, 116001.  
<https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2024.116001>

Osunbami, O. T., & Adeola, O. (2022). Energy value of hydrolyzed feather meal and flash-dried poultry protein for broiler chickens and pigs. *Journal of Animal Science*, 100(3). <https://doi.org/10.1093/JAS/SKAC073>

Ozdemir, S., & Yetilmezsoy, K. (2020). A mini literature review on sustainable management of poultry abattoir wastes. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 22(1), 11–21. <https://doi.org/10.1007/S10163-019-00934-1>

Passas, I. (2024). Bibliometric Analysis: The Main Steps. *Encyclopedia 2024*, Vol. 4, Pages 1014-1025, 4(2), 1014–1025.  
<https://doi.org/10.3390/ENCYCLOPEDIA4020065>

- Pati, D., & Lorusso, L. N. (2018). How to Write a Systematic Review of the Literature. *HERD*, *11*(1), 15–30. <https://doi.org/10.1177/1937586717747384>
- Patty, D. P. F., Alex, P. P., & Iyo, C. P. (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*. <https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V8I.2711>
- Pinotti, L., Ferrari, L., Fumagalli, F., Luciano, A., Manoni, M., Mazzoleni, S., Govoni, C., Rulli, M. C., Lin, P., Bee, G., & Tretola, M. (2023). Review: Pig-based bioconversion: the use of former food products to keep nutrients in the food chain. *Animal*, *17*. <https://doi.org/10.1016/J.ANIMAL.2023.100918>
- Pizarro-Romero, K., & Martínez-Mora, O. (2020, December 31). *Análisis factorial exploratorio mediante el uso de las medidas de adecuación muestral kmo y esfericidad de bartlett para determinar factores principales*. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/1046/746>
- Prandi, B., Samaei, S., Beninati, F., Nardi, A., Tedeschi, T., & Sforza, S. (2024). Exploitation of bones-rich poultry by-products to produce protein hydrolysates: optimization of hydrolysis parameters and chemical characterization. *Poultry Science*, *103*(8), 103924. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2024.103924>
- Radwan, N., & Khan, N. A. (2023). *A Systematic Review of Solid Waste Management (SWM) and Artificial Intelligence approach*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2575251/v1>
- Ramírez N., V. M., Peñuela S., L. M., & Pérez R., M. D. R. (2017). Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentación en porcinos. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *34*(2). <https://doi.org/10.22267/RCIA.173402.76>
- Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2016). Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. *Trends in Biotechnology*, *34*(1), 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.10.008>

- Rodríguez-Rodríguez, J., & Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilitat d'un qüestionari o escala mitjançant l'SPSS: el coeficient alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 13(2), 1-13–1–13. <https://doi.org/10.1344/REIRE2020.13.230048>
- Romero Urréa, H., Joe Real Cotto, J., Guayaquil Joe Luis Ordoñez Sánchez, U., & Estatal de Milagro Lic Guadalupe Saldarriaga, U. (2022). Metodología de la investigación. *ACVENISPROH Académico*. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/ACLIB0017>
- Sajid, M., Raheem, A., Ullah, N., Asim, M., Ur Rehman, M. S., & Ali, N. (2022). Gasification of municipal solid waste: Progress, challenges, and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, 112815. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2022.112815>
- Sandström, V., Chrysafi, A., Lamminen, M., Troell, M., Jalava, M., Piipponen, J., Siebert, S., van Hal, O., Virkki, V., & Kummu, M. (2022). Food system by-products upcycled in livestock and aquaculture feeds can increase global food supply. *Nature Food*, 3(9), 729–740. <https://doi.org/10.1038/S43016-022-00589-6>
- Santos, C. M. D. C., Pimenta, C. A. D. M., & Nobre, M. R. C. (2007). Estrategia PICO para la construcción de la pregunta de investigación y la búsqueda de evidencias. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 15(3), 508–511. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692007000300023>
- Seidavi, A. R., Zaker-Esteghamati, H., & Scanes, C. G. (2019). Chicken processing: impact, co-products and potential. *World's Poultry Science Journal*, 75(1), 55–68. <https://doi.org/10.1017/S0043933918000764>
- Shen, X., Zhang, M., Bhandari, B., & Gao, Z. (2019). Novel technologies in utilization of byproducts of animal food processing: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(21), 3420–3430. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1493428>

- Shestakova, A., Timorshina, S., & Osmolovskiy, A. (2021). Biodegradation of Keratin-Rich Husbandry Waste as a Path to Sustainable Agriculture. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(16). <https://doi.org/10.3390/SU13168691>
- Shona McCombes. (2023, June 22). *Descriptive Research | Definition, Types, Methods & Examples*. <https://www.scribbr.com/methodology/descriptive-research/>
- Singh, P., Mondal, T., Sharma, R., Mahalakshmi, N., & Gupta, M. (2018). Poultry Waste Management. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, *7*(8), 701–712. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.077>
- Szopa, D., Skrzypczak, D., Izydorczyk, G., Chojnacka, K., Moustakas, K., & Witek-Krowiak, A. (2023). Waste Valorization towards Industrial Products through Chemo- and Enzymatic- Hydrolysis. *Bioengineered*, *14*(1), 2184480. <https://doi.org/10.1080/21655979.2023.2184480>
- Talha, M., Tanveer, M., Abid, A., Maan, A. A., Khan, M. K. I., Shair, H., Tanveer, N., & Mustafa, A. (2024). Valorization of poultry slaughter wastes via extraction of three structural proteins (gelatin, collagen and keratin): A sustainable approach for circular economy. *Trends in Food Science and Technology*, *152*. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2024.104667>
- Tapia, F., Ernesto, C., Cevallos, F., Carlos, K. L., Flores Tapia, E., & Lissette, K. (2021). Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov. *Periodicidad: Semestral*, *23*(2), 2021.
- Tavares, A. S., & Borschiver, S. (2019). *Proposta de novos modelos de negócio no contexto da economia circular*. 001–010. <https://doi.org/10.7198/S2318-3403201900010881>
- Thoresen, P. P., Álvarez, R. G., Vaka, M. R., Rustad, T., Sone, I., & Fernández, E. N. (2020). Potential of innovative pre-treatment technologies for the revalorisation of residual materials from the chicken industry through enzymatic hydrolysis. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *64*. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2020.102377>

- Toldrá, F., Mora, L., & Reig, M. (2016). New insights into meat by-product utilization. *Meat Science*, *120*, 54–59. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2016.04.021>
- Toldrá, F., Reig, M., & Mora, L. (2021). Management of meat by- and co-products for an improved meat processing sustainability. *Meat Science*, *181*. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2021.108608>
- Tolera, S. T., & Alemu, F. K. (2020). Potential of Abattoir Waste for Bioenergy as Sustainable Management, Eastern Ethiopia, 2019. *Journal of Energy*, *2020*, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2020/6761328>
- Uddin, M. M., & Wright, M. M. (2023). Anaerobic digestion fundamentals, challenges, and technological advances. *Physical Sciences Reviews*, *8*(9), 2819–2837. <https://doi.org/10.1515/PSR-2021-0068/MACHINEREADABLECITATION/RIS>
- Useche, M., Artigas, W., & Queipo, B. (2020). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos*.
- Vanina Nerea, M., Marianela, S., Florencia, C. J., & Adrián, B. (2021). *Principios básicos de nutrición porcina*.
- Vasconcellos, V. M. R. de, Silva, A. P. P. N. da, & Souza, R. T. de. (2020). O Estado da Arte ou o Estado do Conhecimento. *Educação*, *43*(3), e37452–e37452. <https://doi.org/10.15448/1981-2582.2020.3.37452>
- Ventura-León, J. L. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública*, *43*(4), 0–0. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662017000400014&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Wang, S., Wei, Z., & Wang, L. (2024). Improving slaughterhouse byproducts utilization via anaerobic digestion, composting, and rendering. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *189*, 113881. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2023.113881>

- Wang, X., Li, C., Lam, C. H., Subramanian, K., Qin, Z. H., Mou, J. H., Jin, M., Chopra, S. S., Singh, V., Ok, Y. S., Yan, J., Li, H. Y., & Lin, C. S. K. (2022). Emerging waste valorisation techniques to moderate the hazardous impacts, and their path towards sustainability. *Journal of Hazardous Materials*, 423. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2021.127023>
- Wang, Y., Ressler, S., Stefanovski, D., Bender, J., Deutsch, J., Chen, T., Cui, Z., & Dou, Z. (2024). Evidence of animal productivity outcomes when fed diets including food waste: A systematic review of global primary data. *Resources, Conservation and Recycling*, 203. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2024.107411>
- Wilkinson, A. D., Wilkinson, A. D., & Meeker, D. L. (2021). How agricultural rendering supports sustainability and assists livestock's ability to contribute more than just food. *Animal Frontiers*, 11(2), 24–34. <https://doi.org/10.1093/AF/VFAB002>
- Yafetto, L., Odamtten, G. T., & Wiafe-Kwagyan, M. (2023). Valorization of agro-industrial wastes into animal feed through microbial fermentation: A review of the global and Ghanaian case. *Heliyon*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2023.E14814>
- Zhang, B., Biswal, B. K., Zhang, J., & Balasubramanian, R. (2023). Hydrothermal Treatment of Biomass Feedstocks for Sustainable Production of Chemicals, Fuels, and Materials: Progress and Perspectives. *Chemical Reviews*, 123(11), 7193–7294. <https://doi.org/10.1021/ACS.CHEMREV.2C00673>
- Zhao, Y., Zhang, M., Law, C. L., & Yang, C. (2024). New technologies and products for livestock and poultry bone processing: Research progress and application prospects: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 144. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2024.104343>
- Zúñiga, E. A., Chambi, S. C., Carbajal, C. C., Meléndez, F. R. A., Figueroa, I. T., Viveros, W. Y., & Coaquira, J. E. Q. (2022). La Correlación de Pearson o de Spearman en caracteres físicos y textiles de la fibra de alpacas. *Revista*

*de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 33(3), e22908.  
<https://doi.org/10.15381/rivep.v33i3.22908>

# ANEXOS

## Anexo 1: Encuesta de recolección de datos.

	<p><b>UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b> <b>CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL</b></p> <p><b>CUESTIONARIO</b></p>	
<p>1. <b>¿Cree que la gestión actual de los residuos avícolas representa un riesgo para el entorno?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Totalmente de acuerdo</p> <p><input type="checkbox"/> De acuerdo</p> <p><input type="checkbox"/> Neutral</p> <p><input type="checkbox"/> En desacuerdo</p> <p><input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo</p>		
<p>2. <b>¿Percibe que las granjas avícolas en su área están comprometidas con la correcta gestión de residuos?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Sí, están muy comprometidas</p> <p><input type="checkbox"/> Moderadamente comprometidas</p> <p><input type="checkbox"/> Poco comprometidas</p> <p><input type="checkbox"/> No están comprometidas</p> <p><input type="checkbox"/> No tengo información suficiente</p>		
<p>3. <b>¿Considera relevante la implementación de sistemas de reciclaje de residuos para mejorar la sostenibilidad de la industria avícola?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Muy importante</p> <p><input type="checkbox"/> Importante</p> <p><input type="checkbox"/> Moderadamente importante</p> <p><input type="checkbox"/> Poco importante</p> <p><input type="checkbox"/> Nada importante</p>		
<p>4. <b>¿Qué tan importante es para usted la adopción de tecnologías que reduzcan el impacto ambiental asociado al manejo inadecuado de residuos avícolas?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Muy importante</p> <p><input type="checkbox"/> Importante</p> <p><input type="checkbox"/> Moderadamente importante</p>		

Poco importante

Nada importante

5. **¿Estaría dispuesto a colaborar con otras granjas o empresas del sector en la implementación de un sistema de reciclaje de residuos más eficaz?**

Sí, totalmente dispuesto

Dispuesto

Neutral

Poco dispuesto

No estaría dispuesto

6. **En sus procesos de producción, ¿qué porcentaje aproximado de residuos avícolas generan al año?**

Menos del 10%

Entre 10% y 25%

Entre 25% y 50%

Entre 50% y 75%

Más del 75%

7. **¿Qué cantidad de residuos avícolas considera que podría aprovecharse con un sistema de reciclaje adecuado?**

Menos del 10%

Entre 10% y 25%

Entre 25% y 50%

Entre 50% y 75%

Más del 75%

8. **¿Cree que los residuos avícolas podrían generar valor para otras empresas del sector?**

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

Nada importante

5. ¿Estaría dispuesto a colaborar con otras granjas o empresas del sector en la implementación de un sistema de reciclaje de residuos más eficaz?

Sí, totalmente dispuesto

Dispuesto

Neutral

Poco dispuesto

No estaría dispuesto

6. En sus procesos de producción, ¿qué porcentaje aproximado de residuos avícolas generan al año?

Menos del 10%

Entre 10% y 25%

Entre 25% y 50%

Entre 50% y 75%

Más del 75%

7. ¿Qué cantidad de residuos avícolas considera que podría aprovecharse con un sistema de reciclaje adecuado?

Menos del 10%

Entre 10% y 25%

Entre 25% y 50%

Entre 50% y 75%

Más del 75%

8. ¿Cree que los residuos avícolas podrían generar valor para otras empresas del sector?

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

**9. ¿Ve una oportunidad de mejora en la transición hacia un modelo de producción más circular dentro de la industria avícola?**

- Sí, totalmente
- Sí, en parte
- No lo sé
- No, no lo veo
- No, en absoluto

**10. ¿Considera que los costos asociados a la gestión de residuos avícolas son una barrera para implementar mejores prácticas?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

**Anexo 2: Formato para la validación del instrumento.**

	<p><b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>  <b>CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL</b></p>															
<p><b>Asunto:</b> Validación de encuesta por expertos</p>																
<p><b>Opinión:</b> Yo, _____, con CC _____: requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, TOMALA AGUILERA FAUSTO ARIEL, con CC 2450305327 y AGUILERA CONFORME CESAR ANDRÉS, con CC 1726940818, para la evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un test dirigido a conjunto de empresas dedicadas a actividades avícolas en la Provincia de Santa Elena, señala lo siguiente:</p>																
<p><b>Firma:</b></p>																
<p><b>TEMA: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS CADAVERICOS AVICOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PORCINO"</b></p>																
N°	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO														
1	¿Cree que la gestión actual de los residuos avícolas representa un riesgo para el entorno?															
2	¿Percebe que las granjas avícolas en su área estén comprometidas con la correcta gestión de residuos?															
3	¿Considera relevante la implementación de sistemas de reciclaje de residuos para mejorar la sostenibilidad de la industria avícola?															
4	¿Qué tan importante es para usted la adopción de tecnologías que reduzcan el impacto ambiental asociado al manejo inadecuado de residuos avícolas?															
5	¿Estaría dispuesto a colaborar con otras granjas o empresas del sector en la implementación de un sistema de reciclaje de residuos más eficaz?															
6	En sus procesos de producción, ¿qué porcentaje aproximado de residuos avícolas genera al año?															
7	¿Qué cantidad de residuos avícolas considera que podría aprovecharse con un sistema de reciclaje adecuado?															
8	¿Cree que los residuos avícolas podrían generar valor para otras empresas del sector?															
9	¿Ve una oportunidad de mejora en la transición hacia un modelo de producción más circular dentro de la industria avícola?															
10	¿Considera que los costos asociados a la gestión de residuos avícolas son una barrera para implementar mejoras prácticas?															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Escala de Colores</th> </tr> <tr> <td style="width: 10px; text-align: center;">5</td> <td style="background-color: #008000; color: white;">Muy importante</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="background-color: #00FF00;">Importante</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="background-color: #FFFF00;">Duda</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="background-color: #FFA500;">Poco importante</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="background-color: #FF0000; color: white;">Sin importancia</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="background-color: #FFFFFF;">Sin Respuesta</td> </tr> </table>			Escala de Colores		5	Muy importante	4	Importante	3	Duda	2	Poco importante	1	Sin importancia	0	Sin Respuesta
Escala de Colores																
5	Muy importante															
4	Importante															
3	Duda															
2	Poco importante															
1	Sin importancia															
0	Sin Respuesta															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Datos del Experto</th> </tr> <tr> <td style="width: 60%;">Identificación</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Profesión</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Años de Experiencia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Teléfono</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Correo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de validación</td> <td></td> </tr> </table>			Datos del Experto		Identificación		Profesión		Años de Experiencia		Teléfono		Correo		Fecha de validación	
Datos del Experto																
Identificación																
Profesión																
Años de Experiencia																
Teléfono																
Correo																
Fecha de validación																

**Anexo 3: Validación de instrumento por expertos.**



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



**Asunto:** Validación de encuesta por expertos

**Opinión:** Yo, Victoria Marijos Páez con CC 0912164043 : requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, TOMALA AGUILERA FAUSTO ARIEL, con CC 2450305327 y AGUILERA CONFORME CESAR ANDRÉS, con CC 1726940818, para la evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un test dirigido a conjunto de empresas dedicadas a actividades avícolas en la Provincia de Santa Elena, señala lo siguiente:

**Firma:**

**TEMA: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS CADAVERICOS AVICOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PORCINO"**

Nº	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1	¿Cree que la gestión actual de los residuos avícolas representa un riesgo para el entorno?	5
2	¿Percibe que las granjas avícolas en su área están comprometidas con la correcta gestión de residuos?	5
3	¿Considera relevante la implementación de sistemas de reciclaje de residuos para mejorar la sostenibilidad de la industria avícola?	5
4	¿Qué tan importante es para usted la adopción de tecnologías que reduzcan el impacto ambiental asociado al manejo inadecuado de residuos avícolas?	5
5	¿Estaría dispuesto a colaborar con otras granjas o empresas del sector en la implementación de un sistema de reciclaje de residuos más eficaz?	5
6	En sus procesos de producción, ¿qué porcentaje aproximado de residuos avícolas generan al año?	5
7	¿Qué cantidad de residuos avícolas considera que podría aprovecharse con un sistema de reciclaje adecuado?	5
8	¿Cree que los residuos avícolas podrían generar valor para otras empresas del sector?	5
9	¿Ve una oportunidad de mejora en la transición hacia un modelo de producción más circular dentro de la industria avícola?	5
10	¿Considera que los costos asociados a la gestión de residuos avícolas son una barrera para implementar mejores prácticas?	5

Escala de Colores	
5	Muy Importante
4	Importante
3	Duda
2	Poco Importante
1	Sin Importancia
0	Sin Respuesta

Datos del Experto	
Identificación	
Profesión	Ingeniero Industrial
Años de Experiencia	20 Años
Teléfono	0999820204
Correo	armarijos@upse.edu.ec
Fecha de validación	15/09/24



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



**Asunto:** Validación de encuesta por expertos

**Opinión:** Yo, Geyardo Antonio Herrera Brunett, con CC 0909254260, requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, **TOMALA AGUILERA FAUSTO ARIEL**, con CC **2450305327** y **AGUILERA CONFORME CESAR ANDRÉS**, con CC **1726940818**, para la evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un test dirigido a conjunto de empresas dedicadas a actividades avícolas en la Provincia de Santa Elena, señala lo siguiente:

**Firma:**

**TEMA: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS CADAVERICOS AVICOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PORCINO"**

Nº	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1	¿Cree que la gestión actual de los residuos avícolas representa un riesgo para el entorno?	5
2	¿Percibe que las granjas avícolas en su área están comprometidas con la correcta gestión de residuos?	5
3	¿Considera relevante la implementación de sistemas de reciclaje de residuos para mejorar la sostenibilidad de la industria avícola?	5
4	¿Que tan importante es para usted la adopción de tecnologías que reduzcan el impacto ambiental asociado al manejo inadecuado de residuos avícolas?	5
5	¿Estaría dispuesto a colaborar con otras granjas o empresas del sector en la implementación de un sistema de reciclaje de residuos más eficaz?	5
6	En sus procesos de producción, ¿qué porcentaje aproximado de residuos avícolas generan al año?	5
7	¿Qué cantidad de residuos avícolas considera que podría aprovecharse con un sistema de reciclaje adecuado?	4
8	¿Cree que los residuos avícolas podrían generar valor para otras empresas del sector?	5
9	¿Ve una oportunidad de mejora en la transición hacia un modelo de producción más circular dentro de la industria avícola?	5
10	¿Considera que los costos asociados a la gestión de residuos avícolas son una barrera para implementar mejores prácticas?	5

Escala de Colores	
5	Muy Importante
4	Importante
3	Duda
2	Poco Importante
1	Sin Importancia
0	Sin Respuesta

Datos del Experto	
Identificación	0909254260
Profesión	Ing. Industrial (PHD)
Años de Experiencia	35 años
Teléfono	0983178375
Correo	G.Herrera@upse.edu.ec
Fecha de validación	23/09/24



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



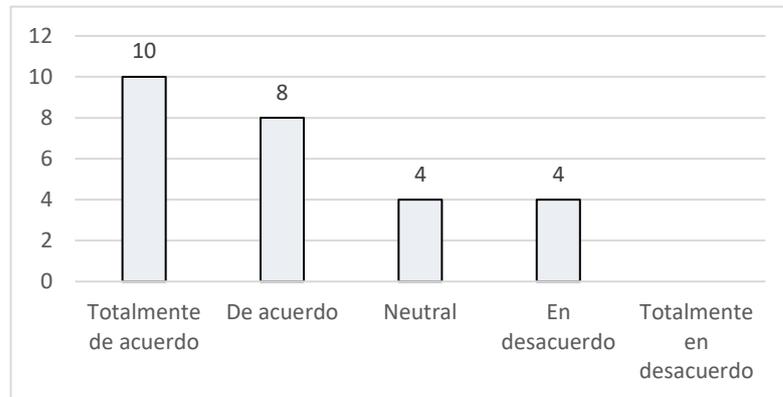
<b>Asunto:</b> Validación de encuesta por expertos		
<b>Opinión:</b> Yo, <u>Alexandro Veliz Aguayo</u> , con CCI <u>0908189280</u> requerido por los estudiantes de Ingeniería Industrial, <b>TOMALA AGUILERA FAUSTO ARIEL</b> , con CC <b>2450305327</b> y <b>AGUILERA CONFORME CESAR ANDRÉS</b> , con CC <b>1726940818</b> , para la evaluar la pertinencia de las preguntas contenidas en un test dirigido a conjunto de empresas dedicadas a actividades avícolas en la Provincia de Santa Elena, señala lo siguiente:		
<b>Firma:</b>		
<b>TEMA: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS CADAVERICOS AVICOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PORCINO"</b>		
Nº	PREGUNTAS	RESPUESTA DECLARADA POR EXPERTO
1	¿Cree que la gestión actual de los residuos avícolas representa un riesgo para el entorno?	5
2	¿Percibe que las granjas avícolas en su área están comprometidas con la correcta gestión de residuos?	3
3	¿Considera relevante la implementación de sistemas de reciclaje de residuos para mejorar la sostenibilidad de la industria avícola?	4
4	¿Que tan importante es para usted la adopción de tecnologías que reduzcan el impacto ambiental asociado al manejo inadecuado de residuos avícolas?	4
5	¿Estaría dispuesto a colaborar con otras granjas o empresas del sector en la implementación de un sistema de reciclaje de residuos más eficaz?	5
6	En sus procesos de producción, ¿qué porcentaje aproximado de residuos avícolas generan al año?	3
7	¿Qué cantidad de residuos avícolas considera que podría aprovecharse con un sistema de reciclaje adecuado?	4
8	¿Cree que los residuos avícolas podrían generar valor para otras empresas del sector?	5
9	¿Ve una oportunidad de mejora en la transición hacia un modelo de producción más circular dentro de la industria avícola?	3
10	¿Considera que los costos asociados a la gestión de residuos avícolas son una barrera para implementar mejores prácticas?	3

Escala de Colores	
5	Muy Importante
4	Importante
3	Duda
2	Poco Importante
1	Sin Importancia
0	Sin Respuesta

Datos del Experto	
Identificación	
Profesión	Ingeniero Industrial
Años de Experiencia	3 años
Teléfono	0996566782
Correo	aveliz@upse.edu.ec
Fecha de validación	23/09/24

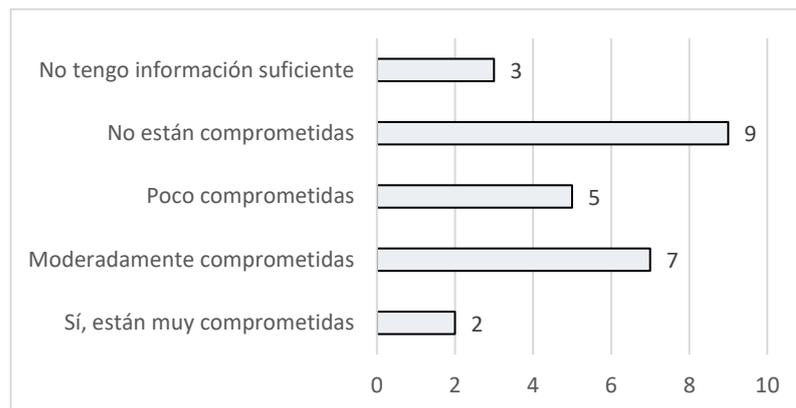
*Anexo 4. Respuestas de la encuesta.*

**¿Cree que la gestión actual de los residuos avícolas representa un riesgo para el entorno?**



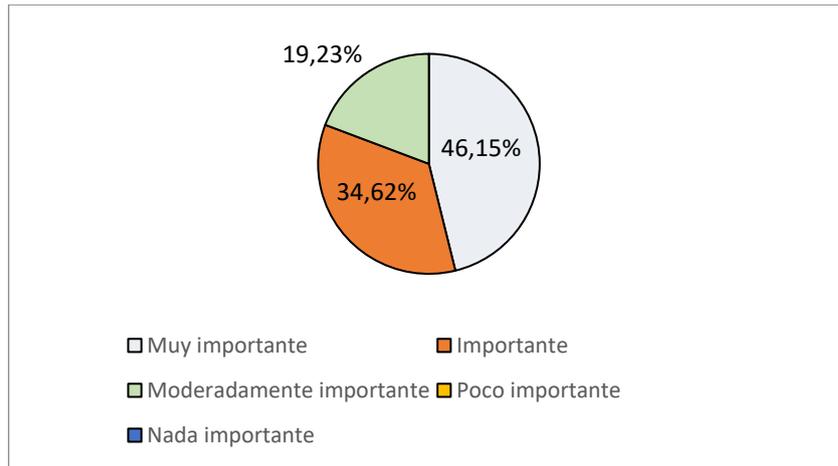
Nota: Elaborado por los autores.

**¿Percibe que las granjas avícolas en su área están comprometidas con la correcta gestión de residuos?**



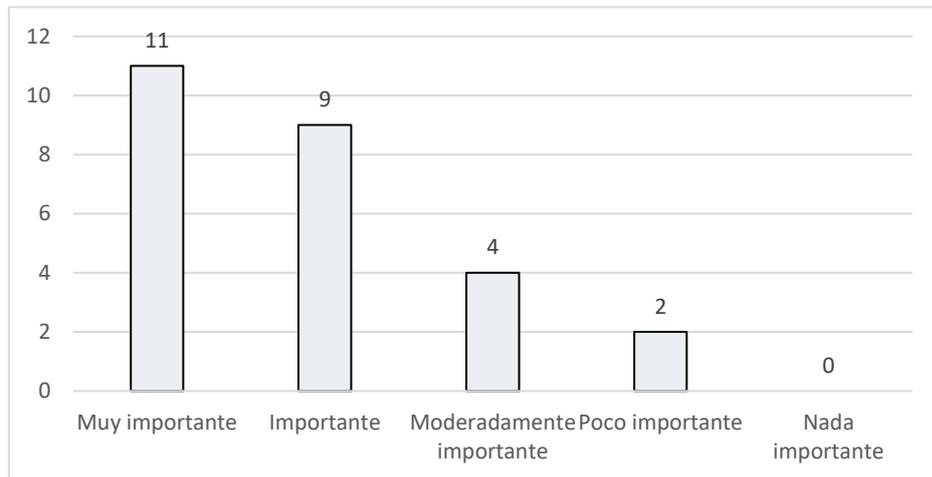
Nota: Elaborado por los autores.

**¿Considera relevante la implementación de sistemas de reciclaje de residuos para mejorar la sostenibilidad de la industria avícola?**



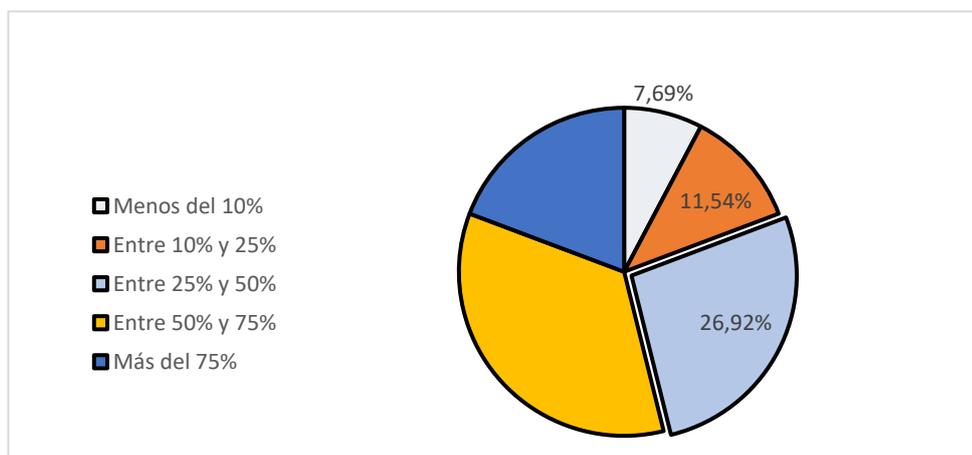
Nota: Elaborado por los autores.

**¿Qué tan importante es para usted la adopción de tecnologías que reduzcan el impacto ambiental asociado al manejo inadecuado de residuos avícolas?**



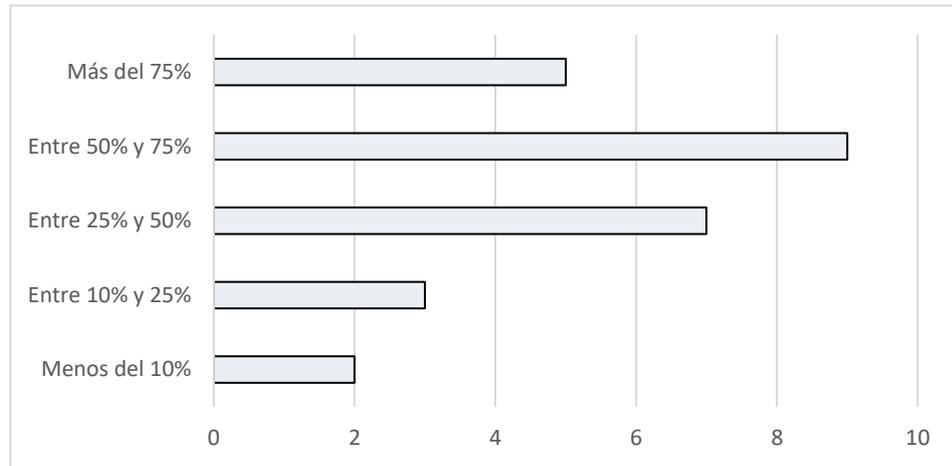
Nota: Elaborado por los autores.

**¿Estaría dispuesto a colaborar con otras granjas o empresas del sector en la implementación de un sistema de reciclaje de residuos más eficaz?**



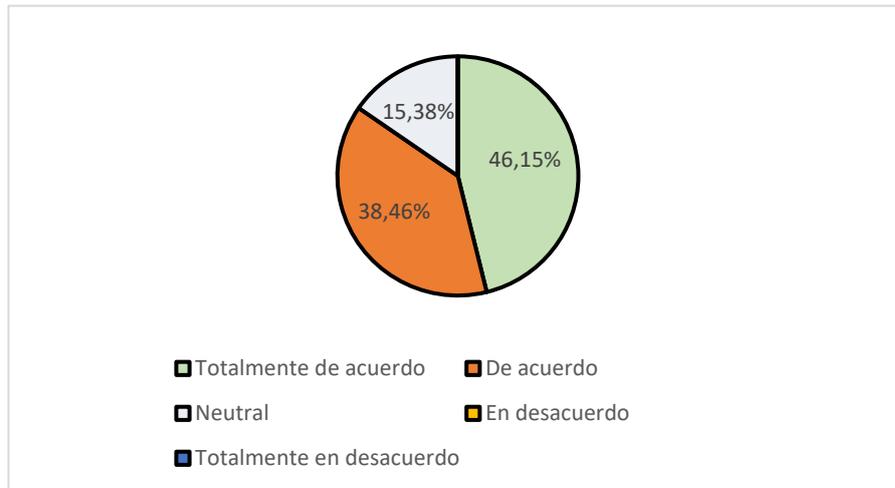
Nota: Elaborado por los autores.

**¿Qué cantidad de residuos avícolas considera que podría aprovecharse con un sistema de reciclaje adecuado?**



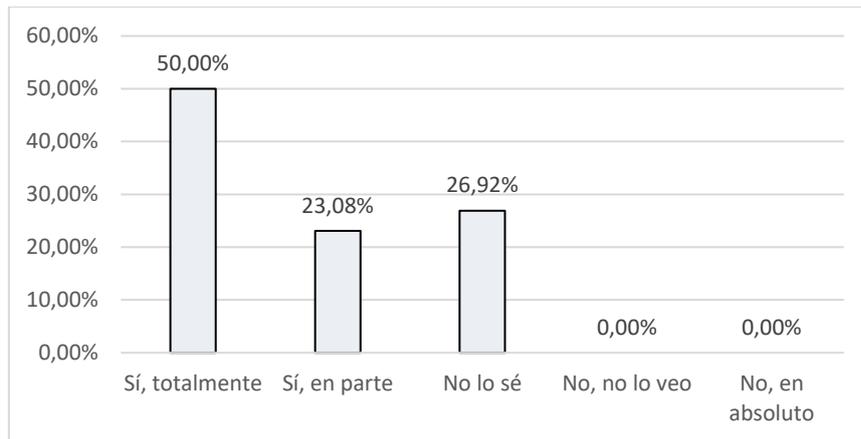
Nota: Elaborado por los autores.

**¿Cree que los residuos avícolas podrían generar valor para otras empresas del sector?**



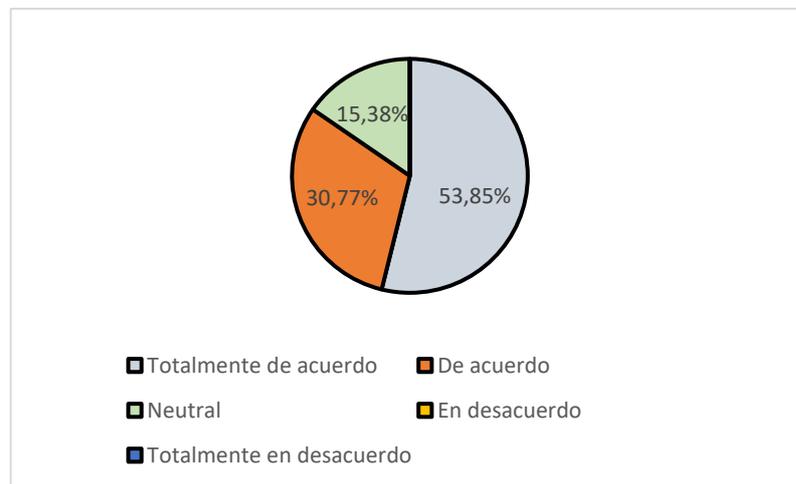
Nota: Elaborado por los autores.

**¿Ve una oportunidad de mejora en la transición hacia un modelo de producción más circular dentro de la industria avícola?**



Nota: Elaborado por los autores.

**¿Considera que los costos asociados a la gestión de residuos avícolas son una barrera para implementar mejores prácticas?**

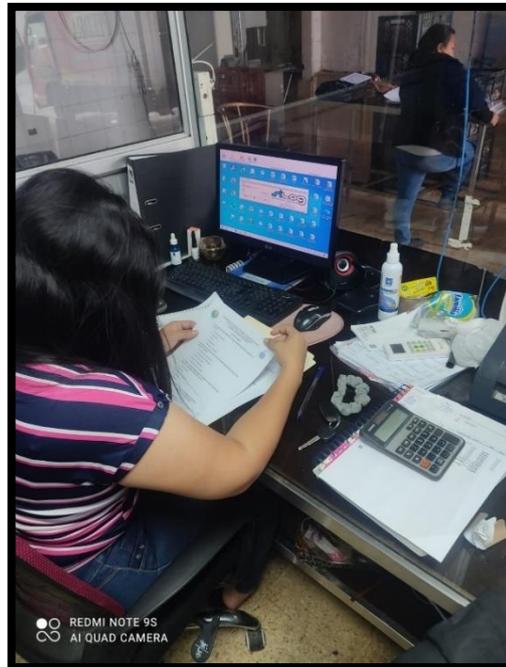


Nota: Elaborado por los autores.

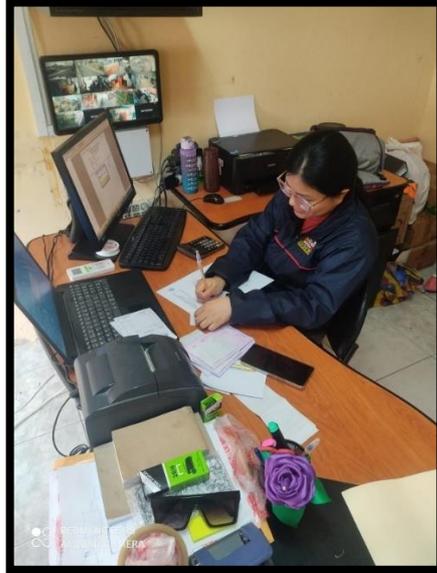
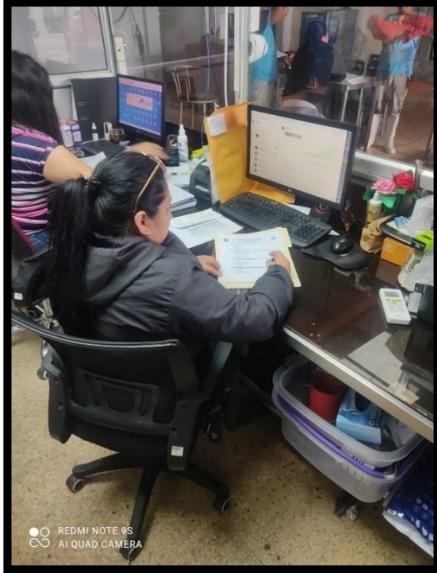
**Anexo 5:** Evidencia de recolección de datos.



Desechos generados por las empresas.



Aplicación de encuesta a gerentes de planta.



Recolección de datos a supervisores de las empresas.