UNIPAZ
Instituto Universitario de la Paz

ESCUELA DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL

2026

INFORME

Ciencias



LEIDY CAROLINA ORTIZ ARAQUE

INFORME DEL PROYECTO FORTALECIMIENTO DEL ESLABÓN DE PROCESAMIENTO DE LA CADENA CÁRNICA PORCINA COMO ESTRATEGIA SOSTENIBLE PARA LA ASOCIACIÓN ASMUDEVICSAR EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR, BOLÍVAR.

LEIDY CAROLINA ORTIZ ARAQUE
DOCTORA EN CIENCIAS EXACTAS
Área Química

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ (UNIPAZ)
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
BARRANCABERMEJA
2026

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO 5

1. INTRODUCCIÓN 7

2. INFORME DE AVANCE 9

3. OBJETIVOS 11

2.1. OBJETIVO GENERAL 11

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11

3. ACTIVIDADES REALIZADAS 12

3.1. ESTRUCTURACIÓN PARA UN MODELO SOSTENIBLE DE RESIDUOS BASADO EN REUTILIZACIÓN, RECICLAJE Y COMPOSTAJE, DE LA ASOCIACIÓN ASMUDEVICSAR. 12

3.1.1. Compilación de los flujos de residuos en la cadena cárnica porcina 12

3.1.2. Análisis de residuos por etapa de la cadena 12

3.1.3. Clasificación fisicoquímica y sanitaria de los residuos en base a literatura especializada. 13

3.1.4. Clasificación funcional para valorización 15

3.1.5. Análisis del potencial de valorización 16

3.1.6. Análisis de criticidad de residuos 17

3.1.7. Mapa de flujo de residuos 17

3.1.8. Enfoque conceptual del modelo 18

3.1.9. Principios operativos del modelo 18

3.1.10. Estructura del modelo de gestión 19

3.1.11. Componente de reutilización 19

3.1.12. Componente de reciclaje 20

3.1.13. Componente de compostaje 20

3.2. MODELO INTEGRADO DE ECONOMÍA CIRCULAR 21

3.2.1. Representación conceptual del modelo 21

3.2.2. Evaluación de la viabilidad de las estrategias de economía circular 22

3.2.3. Análisis económico 22

3.2.4. Evaluación de viabilidad ambiental 23

3.2.5. Impacto ambiental de las estrategias 23

3.2.6. Indicadores de desempeño del modelo 23

4. CONCLUSIONES 26

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 28

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe técnico corresponde a la compilación y desarrollo del componente de economía circular del último objetivo planteado en el plan de actividades para Minciencias aplicado a la cadena cárnica porcina en el marco del proyecto orientado al fortalecimiento agroindustrial de la Asociación ASMUDEVICSAR, en el municipio de Santa Rosa del Sur, Bolívar.

La problemática abordada se sustenta en la generación significativa de residuos orgánicos y subproductos derivados de la actividad porcina, los cuales, en contextos rurales con limitaciones tecnológicas y operativas, suelen ser subutilizados o dispuestos de manera inadecuada, generando impactos ambientales negativos, pérdidas económicas y desaprovechamiento de oportunidades de valorización. En este sentido, el informe propone una transición desde un modelo lineal de producción hacia un modelo circular, orientado al aprovechamiento eficiente de los recursos y a la minimización de residuos.

Metodológicamente, el estudio se desarrolló a partir de un enfoque de investigación aplicada, estructurado en tres fases principales: (i) compilación y análisis de los flujos de residuos, (ii) diseño del modelo estrategias de gestión sostenible y (iii) evaluación de la viabilidad de dichas estrategias. En la primera fase, la compilación de la identificación y clasificación integral de los residuos generados en cada eslabón de la cadena, incluyendo estiércol, aguas residuales, sangre, vísceras, grasas, huesos y recortes cárnicos. Estos fueron analizados desde una perspectiva fisicoquímica respaldada por la literatura especializada existente, sanitaria y funcional, permitiendo determinar su potencial de aprovechamiento y su nivel de riesgo asociado.

Los resultados del análisis de la caracterización evidencian que una proporción significativa de los residuos generados posee un alto potencial de valorización, particularmente aquellos asociados a la transformación cárnica, como los recortes, grasas y sangre, los cuales pueden reincorporarse al proceso productivo mediante la elaboración de subproductos como embutidos y derivados. Asimismo, los residuos provenientes de la producción primaria, especialmente el estiércol porcino, presentan condiciones favorables para su aprovechamiento mediante procesos de compostaje, contribuyendo a la generación de insumos agrícolas y al cierre de ciclos productivos.

En la segunda fase, se diseñó un modelo técnico de gestión sostenible de residuos basado en los principios de la economía circular, el cual integra estrategias de reutilización, reciclaje y compostaje adaptadas a las condiciones operativas de la

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

Asociación ASMUDEVICSAR. Este modelo propone un sistema articulado en el que los residuos dejan de ser considerados desechos para convertirse en recursos productivos, promoviendo la eficiencia en el uso de materias primas y la generación de valor agregado. Entre las estrategias propuestas se destacan la reutilización de sangre para la producción de morcilla, el aprovechamiento de recortes cárnicos en la elaboración de embutidos, la transformación de huesos en subproductos para alimentación animal y la implementación de sistemas de compostaje para residuos orgánicos.

Adicionalmente, el modelo fue diseñado considerando criterios de viabilidad técnica y accesibilidad tecnológica, priorizando soluciones de bajo costo, fácil implementación y adaptabilidad al contexto rural. Este enfoque busca garantizar la apropiación del modelo por parte de las beneficiarias del proyecto, particularmente las mujeres vinculadas a la asociación, fortaleciendo sus capacidades productivas y su participación en procesos de transformación agroindustrial.

En la tercera fase, se llevó a cabo la evaluación de la viabilidad técnica, económica y ambiental de las estrategias propuestas, mediante la aplicación de indicadores de desempeño orientados a medir la eficiencia en el aprovechamiento de residuos, la reducción de costos operativos y la disminución de impactos ambientales. Los resultados preliminares indican que la implementación del modelo de economía circular permite mejorar significativamente la eficiencia del sistema productivo, reduciendo pérdidas de materia prima y generando nuevas fuentes de ingreso a partir de subproductos valorizados.

Desde el punto de vista económico, se evidencia un potencial de reducción de costos asociado al aprovechamiento interno de residuos y a la disminución de gastos en disposición final. En términos ambientales, el modelo contribuye a la mitigación de impactos negativos relacionados con la acumulación de residuos orgánicos, la contaminación de suelos y fuentes hídricas, y la emisión de olores. Asimismo, se identifican beneficios sociales asociados al fortalecimiento de capacidades locales, la generación de oportunidades productivas y la contribución a la seguridad alimentaria.

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

1.INTRODUCCIÓN

La intensificación de los sistemas agroindustriales y el crecimiento sostenido de la demanda de proteína de origen animal han generado una expansión significativa de la cadena cárnica porcina a nivel global y regional. Este crecimiento, si bien ha contribuido al fortalecimiento de la seguridad alimentaria y al dinamismo económico de zonas rurales, también ha incrementado la generación de residuos orgánicos y subproductos, configurando desafíos ambientales, sanitarios y de eficiencia productiva (FAO, 2021; Zhang et al., 2022). En particular, en contextos rurales de economías emergentes, donde las capacidades tecnológicas y de gestión son limitadas, estos residuos suelen ser subutilizados o dispuestos de manera inadecuada, generando impactos negativos sobre los ecosistemas y desaprovechando su potencial como insumos en nuevos ciclos productivos.

En este escenario, el paradigma de la economía circular ha emergido como un enfoque estratégico para transformar los sistemas agroindustriales tradicionales, promoviendo la reducción, reutilización y valorización de residuos como mecanismos para cerrar ciclos de materiales y energía (Geissdoerfer et al., 2020). A diferencia del modelo lineal convencional —basado en la lógica de extracción, producción y disposición—, la economía circular propone la reintegración de los flujos residuales al sistema productivo, contribuyendo simultáneamente a la sostenibilidad ambiental, la eficiencia económica y la resiliencia territorial. En el caso específico de la cadena cárnica porcina, diversos estudios han evidenciado que subproductos como la sangre, los recortes cárnicos, las grasas, los huesos y los residuos orgánicos provenientes de la producción primaria poseen un alto potencial de valorización, tanto en la elaboración de nuevos productos como en aplicaciones agroindustriales y agrícolas (Mottet et al., 2017; Salemdeeb et al., 2021).

No obstante, la implementación de modelos circulares en contextos rurales enfrenta barreras estructurales relacionadas con el acceso a tecnología, la formación técnica de los actores locales, la articulación institucional y las condiciones del mercado. En territorios como Santa Rosa del Sur, Bolívar, donde convergen dinámicas de postconflicto, economías de subsistencia y procesos incipientes de agroindustrialización, se hace necesario desarrollar propuestas adaptadas a las realidades locales, que integren criterios de viabilidad técnica, pertinencia social y sostenibilidad económica. En este sentido, la Asociación ASMUDEVICSAR representa un caso relevante de organización comunitaria que busca fortalecer sus capacidades productivas mediante la transformación de carne de cerdo, articulando procesos de generación de ingresos con estrategias de seguridad alimentaria y empoderamiento productivo, particularmente de mujeres rurales.

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

En el marco de este proceso, la gestión de residuos adquiere un papel central, no solo como un desafío operativo, sino como una oportunidad estratégica para incrementar la eficiencia del sistema productivo y generar valor agregado. La ausencia de esquemas estructurados de manejo de residuos en pequeñas unidades agroindustriales limita el aprovechamiento integral de la materia prima y reduce la competitividad de los emprendimientos rurales. Por ello, la incorporación de principios de economía circular en la cadena cárnica porcina se configura como una alternativa pertinente para optimizar el uso de recursos, reducir pérdidas y mitigar impactos ambientales, contribuyendo al mismo tiempo al fortalecimiento de capacidades locales.

Desde una perspectiva investigativa, la literatura reciente ha enfatizado la necesidad de avanzar hacia modelos integrados de gestión de residuos que combinen estrategias de reutilización, reciclaje y compostaje, adaptadas a las condiciones específicas de cada sistema productivo (Kaza et al., 2018; Velenturf & Purnell, 2021). Sin embargo, aún persiste una brecha significativa en la aplicación práctica de estos modelos en contextos rurales latinoamericanos, particularmente en cadenas productivas de pequeña escala, donde los estudios suelen ser limitados o de carácter exploratorio. En consecuencia, se requiere el desarrollo de investigaciones aplicadas que no solo caractericen los flujos de residuos, sino que también propongan y evalúen soluciones concretas, viables y replicables.

Bajo este contexto, el presente estudio tiene como propósito diseñar y evaluar estrategias de economía circular para la gestión sostenible de los residuos generados en la cadena cárnica porcina de la Asociación ASMUDEVICSAR. Para ello, se plantea una aproximación metodológica estructurada en tres componentes: (i) la caracterización integral de los flujos de residuos en las etapas de producción primaria, sacrificio y transformación, considerando sus propiedades fisicoquímicas, sanitarias y funcionales; (ii) el diseño de un modelo técnico de gestión basado en estrategias de reutilización, reciclaje y compostaje, adaptado a las condiciones operativas del contexto rural; y (iii) la evaluación de la viabilidad técnica, económica y ambiental de las estrategias propuestas, mediante indicadores de desempeño orientados a la eficiencia en el aprovechamiento de recursos y la reducción de impactos.

Este enfoque permite no solo abordar la problemática de los residuos desde una perspectiva técnica, sino también integrar dimensiones sociales y económicas, en coherencia con los objetivos de desarrollo sostenible y las políticas de fortalecimiento del sector agroindustrial rural. Asimismo, el estudio aporta una base metodológica y empírica para la implementación de modelos circulares en sistemas productivos de pequeña escala, contribuyendo al cierre de brechas entre la teoría y la práctica en el ámbito de la economía circular aplicada a la agroindustria.

icontec
ISO 9001
SC5544-1
IQNET
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

2. INFORME DE AVANCE

El presente informe técnico desarrolla el componente de economía circular aplicado a la cadena cárnica porcina en el marco del proyecto de fortalecimiento agroindustrial de la Asociación ASMUDEVICSAR, ubicada en el municipio de Santa Rosa del Sur, Bolívar. Este estudio aborda de manera integral la caracterización de la problemática asociada a la generación y manejo de residuos en las etapas de producción primaria, sacrificio y posibles residuos de la transformación, proponiendo estrategias orientadas a su valorización bajo criterios de sostenibilidad técnica, económica y ambiental.

La generación de residuos orgánicos y subproductos en la cadena porcina representa un desafío significativo en contextos rurales, donde las limitaciones tecnológicas y operativas dificultan su adecuado aprovechamiento. En muchos casos, estos residuos son subutilizados o dispuestos sin control, lo que conlleva impactos negativos sobre el ambiente, pérdida de valor económico y disminución de la eficiencia productiva. En respuesta a esta problemática, el presente informe adopta el enfoque de economía circular como marco conceptual y operativo, orientado a la transformación de los residuos en recursos productivos y al cierre de ciclos dentro del sistema agroindustrial.

Metodológicamente, el estudio se desarrolló mediante un enfoque de investigación aplicada estructurado en tres fases: compilación y análisis de la caracterización de los flujos de residuos, diseño de estrategias de gestión sostenible y evaluación de la viabilidad de dichas estrategias. Estos fueron analizados desde perspectivas fisicoquímicas respaldada con literatura especializada, sanitarias y funcionales, lo que permitió determinar su potencial de valorización y establecer prioridades de intervención.

Los resultados evidencian que una proporción considerable de los residuos generados presenta alto potencial de aprovechamiento. En particular, los subproductos de la transformación cárnica, se basa en el estudio de futuros residuos como los recortes, grasas y sangre, pueden ser reincorporados al proceso productivo mediante la elaboración de derivados como embutidos, mientras que los residuos orgánicos provenientes de la producción primaria, como el estiércol porcino, son aptos para procesos de compostaje orientados a la producción de abonos orgánicos.

Con base en estos hallazgos, se diseñó un modelo técnico de gestión sostenible de residuos que integra estrategias de reutilización, reciclaje y compostaje, adaptadas a las condiciones operativas de la Asociación ASMUDEVICSAR. Este modelo

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

propone un sistema circular en el que los residuos son reincorporados al ciclo productivo, optimizando el uso de recursos, reduciendo pérdidas y generando valor agregado. La propuesta prioriza soluciones de bajo costo, fácil implementación y alta adaptabilidad al contexto rural, facilitando su apropiación por parte de las beneficiarias del proyecto.

Finalmente, se evaluó la viabilidad técnica, económica y ambiental de las estrategias propuestas mediante indicadores de desempeño relacionados con la eficiencia en el aprovechamiento de residuos, la reducción de costos operativos y la mitigación de impactos ambientales. Los resultados preliminares indican que la implementación del modelo de economía circular contribuye a mejorar la eficiencia productiva, disminuir la generación de residuos y fortalecer la sostenibilidad del sistema agroindustrial.

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

3. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseño de estrategias para la reutilización, reciclaje o compostaje de los residuos generados de la producción primaria, producción y transformación de la cadena cárnica porcina.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estructurar un modelo sostenible de residuos basado en reutilización, reciclaje y compostaje, de la asociación ASMUDEVICSAR.

2. Diseñar un modelo técnico de gestión sostenible de residuos basado en estrategias de reutilización, reciclaje y compostaje, que optimice el aprovechamiento de subproductos y minimice los impactos ambientales, considerando las condiciones operativas y tecnológicas de la Asociación ASMUDEVICSAR.

2. Evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de las estrategias de economía circular propuestas, mediante indicadores de desempeño (eficiencia en aprovechamiento, reducción de residuos y costos operativos), que permitan sustentar su implementación en contextos agroindustriales rurales.

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

3. ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1. ESTRUCTURACIÓN PARA UN MODELO SOSTENIBLE DE RESIDUOS BASADO EN REUTILIZACIÓN, RECICLAJE Y COMPOSTAJE, DE LA ASOCIACIÓN ASMUDEVICSAR.

3.1.1. Compilación de los flujos de residuos en la cadena cárnica porcina

La compilación de los flujos de residuos se realizó bajo un enfoque integral que considera la cadena cárnica porcina como un sistema productivo compuesto por tres eslabones principales: producción primaria, sacrificio y transformación. Este análisis permite identificar no solo la naturaleza de los residuos generados, sino también su comportamiento fisicoquímico, su riesgo sanitario y su potencial de valorización dentro de esquemas de economía circular.

Desde una perspectiva metodológica, la caracterización se fundamenta en criterios de:

- Composición fisicoquímica (contenido orgánico, humedad, grasa, proteína)
- Clasificación sanitaria (riesgo biológico, contaminación)
- Funcionalidad productiva (posibilidad de reincorporación al sistema)

3.1.2. Análisis de residuos por etapa de la cadena

La generación de residuos en la cadena porcina presenta variaciones significativas según el eslabón productivo, siendo más intensiva en materia orgánica en la fase de producción primaria y más diversificada en la fase de transformación.

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

Tabla 1. Identificación de residuos en la cadena cárnica porcina

Etapa	Tipo de residuo	Descripción	Estado
Producción primaria	Estiércol porcino	Excretas sólidas y semilíquidas	Sólido/Líquido
Producción primaria	Aguas residuales	Agua con materia orgánica	Líquido
Sacrificio	Sangre	Fluido rico en proteínas	Líquido
Sacrificio	Vísceras no aprovechadas	Órganos descartados	Sólido
Sacrificio	Contenido gastrointestinal	Material digestivo	Sólido
Transformación	Recortes cárnicos	Fragmentos no comerciales	Sólido
Transformación	Grasas	Tejido adiposo	Sólido
Transformación	Huesos	Estructuras óseas	Sólido

3.1.3. Clasificación fisicoquímica y sanitaria de los residuos en base a literatura especializada.

La caracterización fisicoquímica permite determinar el potencial de aprovechamiento, mientras que la clasificación sanitaria establece las condiciones para su manejo seguro.

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

Tabla 2.Caracterización fisicoquímica y sanitaria de residuos en base a literatura especializada.

Residuo	Composición predominante	Humedad (%)	Riesgo sanitario	Observaciones	Referencia (2021–2026)
Estiércol	Materia orgánica, nitrógeno, fósforo	70–85%	Medio	Alta carga microbiana	Aguirre-Illatopa et al. (2024); Puerta Herrera (2024)
Sangre	Proteínas, hierro	75–80%	Alto	Requiere manejo inmediato	Conde-Noble (2023); González (2025)
Vísceras	Proteínas, grasas	60–75%	Alto	Riesgo de descomposición	ESPoch (2025); González (2025)
Grasas	Lípidos	10–20%	Bajo–Medio	Alta estabilidad relativa	González (2025); Bocchetto et al. (2023)
Recortes cárnicos	Proteínas, grasa	65–75%	Medio	Aprovechamiento directo	ESPoch (2025); Aguirre-Illatopa et al. (2024)
Huesos	Minerales (Ca, P)	10–15%	Bajo	Valorización industrial	González (2025); UPRA (2025)

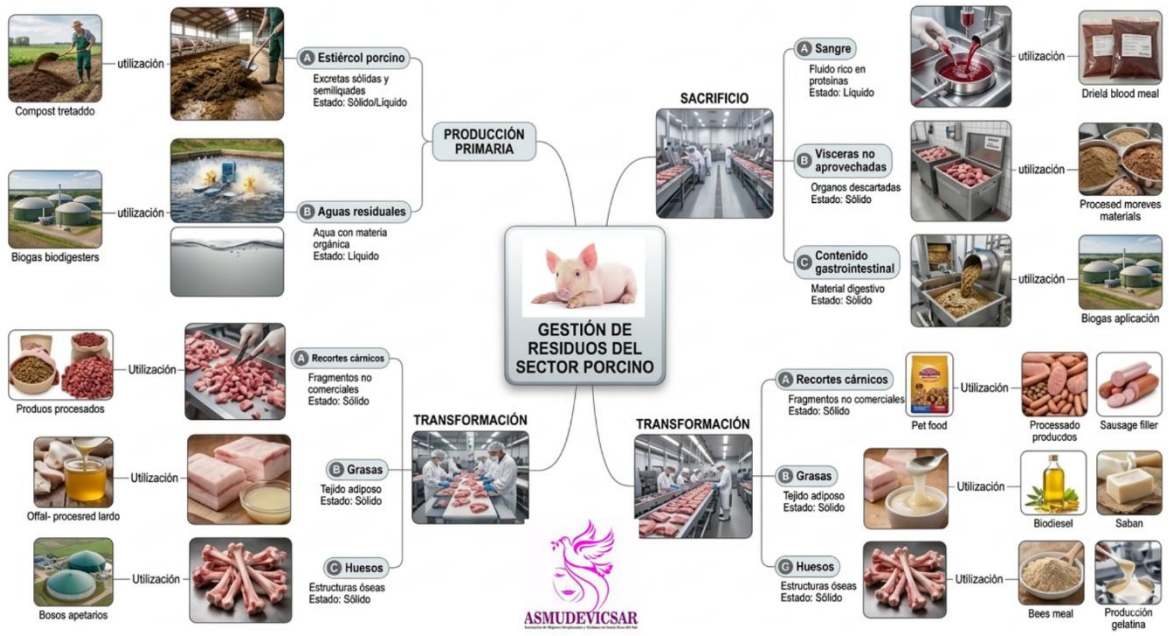
atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

3.1.4. Clasificación funcional para valorización

A partir de la caracterización, se establecen categorías funcionales orientadas a su reincorporación en el sistema productivo.

Figura 1.Clasificación funcional de residuos



Producción Primaria (El origen en granja)

El enfoque está en los residuos biológicos generados durante la cría del animal.

- **Estiércol Porcino:** Descrito como excretas sólidas y semilíquidas. Su potencial de aprovechamiento mediante el compostaje, transformando un residuo orgánico en abono para suelos.

- **Aguas Residuales:** Provenientes del lavado de instalaciones. Se destaca su tratamiento en biodigestores, donde el agua con carga orgánica se utiliza para producir biogás, una fuente de energía renovable que reduce el impacto ambiental de la granja.

Sacrificio (Procesamiento)

En esta sección se abordan los subproductos obtenidos inmediatamente después

icontec ISO 9001 SC5544-1
IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

del faenado del animal.

- **Sangre:** Es un fluido rico en proteínas. En lugar de desecharse, el mapa muestra su transformación en harina de sangre, un insumo altamente valorado para la alimentación animal o como fertilizante nitrogenado.
- **Vísceras no aprovechadas:** Órganos que no son aptos para consumo humano directo. Estos se procesan para convertirlos en harinas cárnicas, cerrando el ciclo de nutrientes.
- **Contenido Gastrointestinal:** Material digestivo sólido. Al igual que el estiércol, su destino principal es la valorización energética a través de sistemas de biogás, aprovechando su alto contenido de materia orgánica.

Transformación (Valor agregado y subproductos)

Esta etapa se duplica en las ramas inferiores para mostrar la versatilidad de los subproductos sólidos finales. Aquí, el residuo deja de verse como basura y se convierte en materia prima secundaria.

- **Recortes Cárnicos:** Pequeños fragmentos no comerciales. Su uso principal se deriva hacia la industria de alimento para mascotas (Pet Food) o la elaboración de productos procesados como embutidos de menor costo.
- **Grasas:** El tejido adiposo es uno de los subproductos más rentables. El mapa detalla dos vertientes: la producción de biodiésel (energía limpia) y la industria química para la fabricación de jabones y cosméticos.
- **Huesos:** Las estructuras óseas se procesan para obtener harina de huesos (suplemento mineral) o para la extracción de colágeno destinado a la producción de gelatinas industriales y farmacéuticas.

3.1.5. Análisis del potencial de valorización

El análisis de valorización permite identificar qué proporción de los residuos puede ser reincorporada al sistema productivo bajo criterios técnicos y económicos.

Tabla 3. Potencial de valorización de residuos

Residuo	Potencial de valorización	Nivel de aprovechamiento	Estrategia sugerida
Estiércol	Alto	80–90%	Compostaje
Sangre	Alto	70–85%	Reutilización
Recortes	Muy alto	90–95%	Reprocesamiento
Grasas	Alto	80–90%	Reutilización
Huesos	Medio	60–75%	Reciclaje
Vísceras	Medio	50–70%	Compostaje

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

icontec ISO 9001 SC5544-1 IQNET

3.1.6. Análisis de criticidad de residuos

Se identifican residuos críticos en función de su impacto ambiental y sanitario.

Tabla 4. Análisis de criticidad

Residuo	Impacto ambiental	Riesgo sanitario	Nivel de criticidad
Estiércol	Alto	Medio	Alto
Sangre	Alto	Alto	Crítico
Vísceras	Alto	Alto	Crítico
Aguas residuales	Alto	Medio	Alto
Grasas	Medio	Bajo	Medio
Huesos	Bajo	Bajo	Bajo

3.1.7. Mapa de flujo de residuos

El análisis sistémico permite visualizar cómo se generan, transforman y pueden reincorporarse los residuos:

Figura 2. Mapa de flujo de residuos



atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

icontec
ISO 9001
SC5544-1
IQNET

Los resultados de la caracterización evidencian que la cadena cárnica porcina presenta un alto potencial de circularidad, dado que más del 70% de los residuos generados pueden ser aprovechados mediante estrategias técnicamente viables. Este hallazgo es consistente con enfoques de bioeconomía, donde los residuos orgánicos se consideran recursos estratégicos.

Se destaca que:

- Los residuos con mayor valor agregado se concentran en la fase de transformación.
- Los residuos con mayor impacto ambiental se originan en producción primaria.
- Existe una relación directa entre nivel de procesamiento y potencial de valorización.

Asimismo, se identifica que la falta de estructuración en la gestión de residuos no responde a limitaciones técnicas, sino a la ausencia de modelos organizados de aprovechamiento, lo que refuerza la pertinencia del diseño de estrategias de economía circular en el contexto de ASMUDEVICSAR.

3.1.8. Enfoque conceptual del modelo

El modelo propuesto se fundamenta en los principios de la economía circular aplicada a sistemas agroindustriales, orientado a la transformación de los residuos generados en la cadena cárnica porcina en insumos productivos, mediante estrategias de reutilización, reciclaje y compostaje. Este enfoque permite superar el paradigma lineal tradicional de "producir–usar–desechar", promoviendo la recirculación de materiales y la optimización del uso de recursos.

Desde una perspectiva sistémica, el modelo integra los diferentes eslabones de la cadena productiva (producción primaria, sacrificio y transformación), estableciendo interacciones entre ellos a través de flujos de materia que permiten el cierre de ciclos productivos. En este sentido, los residuos dejan de ser considerados externalidades para convertirse en elementos estratégicos dentro del sistema.

3.1.9. Principios operativos del modelo

El diseño del modelo se estructura bajo los siguientes principios:

- Valorización de subproductos: aprovechamiento de residuos con potencial

icontec ISO 9001 SC5544-1
IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

económico.

- Minimización de pérdidas: reducción de desperdicios en cada etapa del proceso.
- Eficiencia de recursos: uso óptimo de materias primas y energía.
- Adaptabilidad tecnológica: implementación de soluciones de bajo costo y fácil adopción.
- Enfoque territorial: ajuste a condiciones rurales y capacidades locales.

3.1.10. Estructura del modelo de gestión

El modelo se organiza en tres componentes estratégicos, alineados con las rutas de valorización identificadas en la caracterización:

3.1.11. Componente de reutilización

Este componente se enfoca en la reincorporación directa de subproductos al proceso productivo, sin transformación compleja.

Aplicaciones:

- Sangre → producción de morcilla
- Recortes cárnicos → embutidos (chorizo, hamburguesa)
- Grasas → formulación de productos cárnicos

Características:

- Bajo costo de implementación
- Alta eficiencia en recuperación de materia prima
- Impacto inmediato en reducción de pérdidas

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

Tabla 5. Estrategias de reutilización

Subproducto	Uso propuesto	Nivel tecnológico	Impacto esperado
Sangre	Producción de morcilla	Bajo	Alto
Recortes	Embutidos	Bajo	Muy alto
Grasas	Formulación	Bajo	Alto

3.1.12. Componente de reciclaje

Este componente implica la transformación de residuos en nuevos productos o insumos secundarios mediante procesos básicos.

Aplicaciones:

- **Huesos → producción de harinas minerales (uso animal)**
- **Subproductos no comestibles → insumos secundarios**

Características:

- Requiere procesos simples de transformación
- Genera valor agregado indirecto
- Reduce volumen de residuos finales

Tabla 6. Estrategias de reciclaje

Residuo	Producto derivado	Aplicación	Complejidad
Huesos	Harina mineral	Alimentación animal	Media
Subproductos	Insumos secundarios	Uso productivo	Media

3.1.13. Componente de compostaje

Este componente se orienta al aprovechamiento de residuos orgánicos mediante su transformación biológica en abono.

Aplicaciones:

- Estiércol porcino
- Vísceras no aprovechables
- Residuos orgánicos generales

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

Parámetros técnicos:

- Relación C/N: 25–30:1
- Humedad: 50–60%
- Temperatura: 50–65°C

Características:

- Alta pertinencia en contexto rural
- Bajo costo tecnológico
- Impacto ambiental significativo

Tabla 7. Estrategias de compostaje

Residuo	Proceso	Producto final	Beneficio
Estiércol	Compostaje	Abono orgánico	Alto
Vísceras	Compostaje controlado	Compost	Medio
Orgánicos	Compostaje	Fertilizante	Alto

3.2. MODELO INTEGRADO DE ECONOMÍA CIRCULAR

El modelo propuesto articula los tres componentes en un sistema continuo de flujo de materiales:

Producción primaria → Sacrificio → Transformación → Generación de residuos → Clasificación → (Reutilización / Reciclaje / Compostaje) → Reincorporación al sistema productivo

3.2.1. Representación conceptual del modelo

El sistema puede entenderse como un ciclo cerrado donde:

- Los residuos de transformación retornan como insumos productivos
- Los residuos orgánicos retornan al suelo como fertilizantes
- Se reduce la dependencia de insumos externos

Tabla 8. Requerimientos del modelo

Componente	Requerimiento	Nivel de inversión
Reutilización	Equipos básicos	Bajo

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

icontec ISO 9001 SC5544-1
IQNET

Componente	Requerimiento	Nivel de inversión
Reciclaje	Procesos simples	Medio
Compostaje	Área y control	Bajo

El modelo propuesto evidencia una alta coherencia con los principios de sostenibilidad y economía circular, al integrar soluciones técnicamente viables con un enfoque adaptado al contexto rural. Su principal fortaleza radica en la simplicidad operativa y en la capacidad de generar beneficios inmediatos en términos de eficiencia productiva y reducción de impactos ambientales.

3.2.2. Evaluación de la viabilidad de las estrategias de economía circular

La evaluación de la viabilidad de las estrategias de economía circular propuestas se desarrolló bajo un enfoque integral de análisis multicriterio, que articula tres dimensiones fundamentales: técnica, económica y ambiental. Este enfoque permite determinar no solo la factibilidad operativa del modelo, sino también su sostenibilidad en el tiempo y su impacto en el sistema productivo.

La evaluación se fundamenta en:

Indicadores de desempeño productivo
Análisis de costos y beneficios
Evaluación de reducción de impactos ambientales
La viabilidad técnica se analiza en función de la capacidad del sistema para implementar las estrategias propuestas sin requerir transformaciones complejas o tecnologías de alto costo.

Criterios evaluados:

- Compatibilidad con procesos existentes
- Nivel de complejidad operativa
- Requerimientos tecnológicos
- Facilidad de adopción

Tabla 9. Impacto económico de las estrategias

Estrategia	Reducción de costos (%)	Generación de ingresos	Impacto económico
Reutilización	15–25%	Alto	Muy alto
Reciclaje	5–10%	Medio	Medio
Compostaje	10–20%	Bajo–Medio	Alto

3.2.3. Análisis económico

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias
Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

La reutilización de subproductos presenta el mayor impacto económico, al permitir el aprovechamiento directo de materia prima que, de otra manera, se perdería. El compostaje, aunque no genera ingresos directos significativos, contribuye a la reducción de costos en fertilización y disposición de residuos. El reciclaje presenta beneficios moderados, condicionados por la escala de producción.

3.2.4. Evaluación de viabilidad ambiental

La evaluación ambiental se centra en la capacidad de las estrategias para reducir impactos negativos asociados a la generación de residuos.

Indicadores considerados:

- Reducción de residuos (%)
- Disminución de contaminación
- Aprovechamiento de materia orgánica

3.2.5. Impacto ambiental de las estrategias

Estrategia	Reducción de residuos	Impacto ambiental	Nivel de sostenibilidad
Reutilización	Alto (60–80%)	Alto	Alto
Reciclaje	Medio (40–60%)	Medio	Medio
Compostaje	Alto (70–90%)	Muy alto	Muy alto

El compostaje se posiciona como la estrategia con mayor impacto ambiental positivo, al permitir la transformación de residuos orgánicos en insumos agrícolas, reduciendo significativamente la carga contaminante. La reutilización también presenta beneficios importantes al disminuir la generación de residuos desde la fuente.

3.2.6. Indicadores de desempeño del modelo

Se establecieron indicadores clave para medir la eficiencia del sistema de economía circular:

Indicador	Fórmula	Unidad	Interpretación
Aprovechamiento	de (Residuos valorizados	/ %	Eficiencia del

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

icontec ISO 9001 SC5544-1
IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

Indicador	Fórmula	Unidad	Interpretación
residuos	Residuos totales) × 100		sistema
Reducción de costos	(Costos evitados / Costos totales) × 100	%	Impacto económico
Generación de valor	Ingresos adicionales / Producción total	%	Rentabilidad
Reducción de impacto ambiental	Residuos no dispuestos / Total residuos	%	Sostenibilidad

Análisis de escenarios

Se evaluaron tres escenarios para determinar el impacto del modelo:

Tabla 10. Escenarios de implementación

Escenario	Características	Resultado esperado
Base	Sin aprovechamiento	Alta pérdida y contaminación
Intermedio	Aplicación parcial	Mejora moderada
Optimizado	Implementación total	Alta eficiencia y sostenibilidad

El escenario optimizado muestra mejoras significativas en todos los indicadores, evidenciando el potencial del modelo para transformar el sistema productivo.

Síntesis de la viabilidad del modelo

Tabla 11..Evaluación integral

Dimensión	Resultado	Nivel de viabilidad
Técnica	Alta	Alta
Económica	Alta	Alta
Ambiental	Muy alta	Muy alta

os resultados de la evaluación evidencian que el modelo de economía circular propuesto es altamente viable en el contexto de la Asociación ASMUDEVICSAR, debido a su bajo requerimiento tecnológico, su impacto positivo en la reducción de costos y su contribución significativa a la sostenibilidad ambiental.

Se destaca que:

- La reutilización es la estrategia con mayor impacto económico

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

- El compostaje es la estrategia con mayor impacto ambiental
- La combinación de estrategias genera sinergias que potencian el sistema

Asimismo, el modelo demuestra que la implementación de economía circular en sistemas agroindustriales rurales no solo es factible, sino estratégicamente conveniente.

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

4. CONCLUSIONES

El desarrollo del presente estudio permitió demostrar, con sustento técnico, económico y ambiental, que la incorporación de estrategias de economía circular en la cadena cárnica porcina constituye una alternativa altamente pertinente y viable para sistemas agroindustriales rurales como el de la Asociación ASMUDEVICSAR. A partir de la caracterización integral de los flujos de residuos generados en las etapas de producción primaria, sacrificio y transformación, se evidenció que una proporción significativa de estos materiales posee un elevado potencial de valorización, lo que redefine su condición tradicional de desecho y los posiciona como recursos estratégicos dentro del sistema productivo.

En términos técnicos, el análisis realizado permitió establecer que las estrategias de reutilización, reciclaje y compostaje pueden ser implementadas de manera eficiente bajo condiciones de baja complejidad operativa y con requerimientos tecnológicos accesibles, lo que garantiza su adaptabilidad al contexto rural. Particularmente, la reutilización de subproductos cárnicos y el aprovechamiento de residuos orgánicos mediante compostaje se destacan como soluciones de alto impacto, debido a su capacidad para integrarse directamente en los procesos productivos existentes sin generar barreras significativas de adopción.

Desde la perspectiva económica, el modelo propuesto evidencia un efecto positivo sobre la estructura de costos del sistema agroindustrial, al reducir pérdidas de materia prima, disminuir gastos asociados a la disposición de residuos y generar oportunidades de valorización mediante la transformación de subproductos. Este enfoque contribuye a mejorar la eficiencia productiva y fortalece la sostenibilidad financiera de la unidad productiva, aspecto clave para la consolidación de iniciativas agroindustriales en contextos de economía rural.

En el ámbito ambiental, la implementación de las estrategias planteadas permite una reducción sustancial de los impactos negativos asociados a la acumulación y disposición inadecuada de residuos orgánicos, tales como la contaminación de suelos y fuentes hídricas, así como la generación de olores y vectores. El compostaje, en particular, se posiciona como una herramienta fundamental para el cierre de ciclos de nutrientes, favoreciendo la reincorporación de materia orgánica al sistema productivo y contribuyendo a la sostenibilidad del territorio.

Adicionalmente, el modelo desarrollado adquiere relevancia en su dimensión social, al integrarse con procesos de fortalecimiento de capacidades en las mujeres vinculadas a la Asociación ASMUDEVICSAR, promoviendo su participación activa en la gestión productiva y en la adopción de prácticas sostenibles. Este componente no solo potencia el impacto del proyecto en términos de generación de ingresos, sino que también contribuye al empoderamiento productivo y a la mejora de las condiciones de seguridad alimentaria en el contexto local.

icontec ISO 9001 SC5544-1
IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

De manera integral, los resultados obtenidos permiten concluir que la transición hacia un modelo de economía circular en la cadena cárnica porcina no solo es técnicamente factible, sino estratégicamente necesaria para avanzar hacia sistemas agroindustriales más eficientes, sostenibles y resilientes. La propuesta desarrollada en este estudio se configura como un modelo replicable en contextos similares, con potencial de escalamiento y articulación con políticas de desarrollo rural, sostenibilidad ambiental y fortalecimiento de cadenas productivas.

En este sentido, el presente informe no solo aporta una base sólida para la implementación de estrategias de gestión sostenible de residuos en la Asociación ASMUDEVICSAR, sino que también contribuye al desarrollo del conocimiento aplicado en el campo de la economía circular en sistemas agroindustriales rurales, evidenciando la importancia de integrar enfoques técnicos, económicos y sociales en la formulación de soluciones orientadas al desarrollo sostenible.
.

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias
Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Butcher, E., & Schulz, L. (2025). Production dynamics and disruption responses in the pork supply chain: A structural model of hog and pig markets. *Journal of Agricultural & Applied Economics*, 57(4), 633-655. https://doi.org/10.1017/aae.2025.10015

Carballo, J. (2021). [Ya citado como #1, pero enfatizado su relevancia para procesamiento y calidad de embutidos].

Carballo, J. (2021). *Sausages: Nutrition, safety, processing and quality improvement*. Foods, 10(4), 890. https://doi.org/10.3390/foods10040890

D'Arrigo, M., Petrón, M. J., Delgado-Adámez, J., García-Parra, J. J., Martín-Mateos, M. J., & Ramírez-Bernabé, M. R. (2024). Dry-cured sausages "Salchichón" manufactured with a valorized ingredient from red grape pomace (Var. Tempranillo). *Foods*, 13(19), 3133. https://doi.org/10.3390/foods13193133

FFTC-AP. (2019). Pig supply chain analysis for improvement and inclusiveness for small-scale producers in Hanoi, Vietnam. *FFTC Agricultural Policy Platform*.

Hazarika, P., Nandi, S., Sarkar, B. K., Debnath, B., & Kumar, S. (2021). A comparative study on microbiological and compositional aspect of economy pork sausages incorporated with olive oil, apple pulp and pomegranate seed powder. *International Journal of Livestock Research*, 11(2), 85-92.

International Journal of Life Cycle Assessment. (2023). Evaluating environmental, economic, and social aspects of an intensive pig production farm in the south of Brazil: A case study. *The International Journal of Life Cycle Assessment*.

Jaramillo-Bedoya, E., Flórez-Elvira, L. J., & Ocampo-Ibáñez, I. D. (2025). High prevalence of *Salmonella* spp. in ready-to-eat artisanal pork sausages sold at food outlets in Quindío, Colombia. *Pathogens*, 14(1), 31. https://doi.org/10.3390/pathogens14010031

Kılınç, B., & Çaklı, Ş. (2021). Production of dry fermented fish sausages by using different fish species and determination of the microbiological qualities. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(3), 329-336. (Incluido como analogía de procesamiento de embutidos y su control microbiológico).

Palavecino Prpich, N. Z., Camprubí, G. E., Cayré, M. E., & Castro, M. P.

icontec ISO 9001 SC5544-1
IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia

(2021). Indigenous microbiota to leverage traditional dry sausage production. *International Journal of Food Science*, 2021, 6696856. https://doi.org/10.1155/2021/6696856

Plà-Aragonés, L. M., Pagès-Bernaus, A., Nadal-Roig, E., Mateo-Fornés, J., Tarrafeta, P., Mendioroz, D., & Pérez-Cànovas, L. (2019). Economic assessment of pig meat processing and cutting production by simulation. *International Journal of Food Engineering*, 16(5-6). https://doi.org/10.1515/ijfe-2018-0100

Plaza, J., Ávila-Zarza, C., Vivar-Quintana, A. M., & Revilla, I. (2023). The characterization of dry fermented sausages under the "Cárnico embutido ahumado Zamorano" quality label: The application of an alternative statistical approach. *Foods*, 12(3), 483. https://doi.org/10.3390/foods12030483

Samac, D., Senčić, Đ., Antunović, Z., Novoselec, J., Prakatur, I., Steiner, Z., Klir Šalavardić, Ž., Ronta, M., & Kovačić, Đ. (2022). Modifying the quality of pig carcasses, meat, and dry fermented sausage from Black Slavonian pigs by selecting the final body weight and nutrition. *Foods*, 11(9), 1313. https://doi.org/10.3390/foods11091313

Sirini, N., Munekata, P. E. S., Lorenzo, J. M., Stegmayer, M. Á., Pateiro, M., Pérez-Álvarez, J. Á., Sepúlveda, N., Sosa-Morales, M. E., Teixeira, A., Fernández-López, J., Frizzo, L., & Rosmini, M. (2022). Development of healthier and functional dry fermented sausages: Present and future. *Foods*, 11(8), 1128. https://doi.org/10.3390/foods11081128

The Pig Site (2025). Case studies of value added pork production and marketing. (Informe técnico/sectorial sobre valor agregado en porcicultura).

atencionalciudadano@unipaz.edu.co
Página Web: www.unipaz.edu.co
Teléfono: PBX (607) 611 8210
Redes: @unipaznoticias

Decreto Ordenanzal 0331 de 1987 Gobernación de Santander
Cod. SNIES 2207 Vigilada Min Educación NIT. 800-024-581-3
Centro de Invest. Santa Lucía, km 14 vía Bucaramanga
Barrancabermeja, Santander, Colombia