

Indicadores de gestión integral de residuos sólidos en el centro de faenamiento municipal de Portoviejo.

Indicators of Integrated Solid Waste Management at the Portoviejo Municipal Slaughtering Center.

Ponce- Ponce, Gema Viviana¹; Salvatierra- Pilozo, Darwin Marcos².

¹ Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador, Jipijapa; <https://orcid.org/0009-0006-9700-0470>; ponce-gema7944@unesum.edu.ec

² Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador, Jipijapa; <https://orcid.org/0000-0002-2659-4471>; darwin.salvatierra@unesum.edu.ec .

¹ Autor Correspondencia

 <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n3/71>

Cita: Ponce-Ponce, G. V., & Salvatierra-Pilozo, D. M. (2025). Indicadores de gestión integral de residuos sólidos en el centro de faenamiento municipal de Portoviejo. *Innova Science Journal*, 3(3), 97-109. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n3/71>

Recibido: 18/04/2025

Aceptado: 31/05/2025

Publicado: 31/07/2025



Copyright: © 2025 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC)**.

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Resumen: Este estudio se enfoca en el diseño de indicadores clave para la gestión integral de residuos sólidos en el centro de faenamiento municipal de Portoviejo, con el objetivo de mejorar la sostenibilidad operativa y reducir el impacto ambiental. Se empleó una metodología descriptiva y correlacional con enfoque cuantitativo, utilizando el coeficiente de Pearson para analizar la relación entre el número de animales faenados y los residuos generados en 2021 y 2022. En 2021, la correlación fue moderada ($r=0.471$; $p=0.122$), mientras que en 2022 fue fuerte y significativa ($r=0.744$; $p=0.005$). Además, se diseñaron indicadores como la tasa de residuos orgánicos reutilizados y el índice de subproductos aprovechables, orientados a mejorar la segregación y valorización de residuos. Se concluye que la aplicación de estos indicadores permitirá optimizar la gestión de residuos, incrementar la eficiencia operativa y cumplir con las normativas ambientales, promoviendo un modelo más sostenible en el centro de faenamiento.

Palabras clave: Biodigestores, indicadores, normativa, residuos orgánicos, sostenibilidad ambiental.

Abstract: This study focuses on the design of key indicators for the integrated management of solid waste at the municipal slaughterhouse of Portoviejo, with the aim of improving operational sustainability and reducing environmental impact. A descriptive and correlational methodology with a quantitative approach was employed, using Pearson's correlation coefficient to analyze the relationship between the number of animals slaughtered and the waste generated in 2021 and 2022. In 2021, the correlation was moderate ($r = 0.471$; $p = 0.122$), while in 2022, it was strong and statistically significant ($r = 0.744$; $p = 0.005$). Additionally, indicators such as the rate of reused organic waste and the index of usable by-products were designed to enhance waste segregation and valorization. The study concludes that implementing these key indicators will optimize waste management processes, increase operational efficiency, and ensure compliance with environmental regulations, thus promoting a more sustainable model at the slaughterhouse.

Keywords: Bio-managers, slaughterhouse, indicators, organic waste, environmental sustainability.

1. Introducción

La contaminación y el agotamiento de los recursos naturales están ocurriendo a un ritmo preocupante. Frente a esta situación, la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) se presenta como una estrategia clave para reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente y promover un modelo de desarrollo sostenible. (Herrera et al., 2023). Las prácticas incluidas en la GIRS, como la recolección, disposición final, reducción, reutilización, reciclaje y valorización de residuos, buscan optimizar el uso de los materiales y reducir significativamente la carga ambiental. A pesar de su implementación en varios sectores, estos esfuerzos enfrentan desafíos debido a la falta de infraestructura adecuada, políticas públicas eficaces y una mayor concienciación sobre su importancia (Beltrán y Pérez, 2022).

Los centros de faenamiento, son considerados uno de los sectores más demandante en la comercialización cárnica. Pese a su importancia en el sector de alimentos, no siempre llevan a cabo una gestión adecuada de los residuos que generan, especialmente en los restos orgánicos, vísceras, sangre y partes animales no aptas para consumo. Convirtiéndose en un foco de contaminación que afecta al medio ambiente y la salud pública (Castro et al., 2023). Los residuos de origen animal, si no son manejados correctamente, contaminan el suelo y el agua, las cuales pueden liberarse nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, que en altas concentraciones pueden provocar eutrofización en cuerpos de agua y la descomposición del suelo (Herrera et al., 2023).

En diversas instalaciones de procesamiento cárnico, la identificación de indicadores medibles constituye un reto debido a la complejidad de los procesos y la falta de herramientas adecuadas para su seguimiento. Para superar esta barrera, es crucial contar con una comprensión profunda de los aspectos operativos y de los indicadores específicos que permiten evaluar objetivamente los resultados obtenidos (Rodríguez et al., 2020). Por ende, la integración clara y accesible de estos elementos o indicadores es clave para tomar decisiones informadas, así como para implementar estrategias efectivas y acciones correctivas.

En Ecuador, operan un total de 325 faenadoras, tanto artesanales como industriales, cuya gestión de residuos sólidos es supervisada principalmente por los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD). No obstante, el 3% de las faenadoras operan de manera clandestina, lo que representa un grave peligro para la salud pública y el medio ambiente, ya que carecen de un control adecuado de saneamiento (Cedeño y Gorozabel, 2021). Es una realidad que en el Ecuador debido a la falta de regulación ha derivado en la disposición inadecuada de residuos animales, incluyendo restos de vísceras y otros subproductos, en cuerpos de agua como ríos y manglares, así como en áreas protegidas, tales como bosques y zonas verdes, afectando la biodiversidad de estos ecosistemas (Carrillo et al., 2024).

Una de las principales problemáticas que enfrentan los centros de faenamiento en Ecuador es la carencia de infraestructura adecuada para el manejo de residuos sólidos, lo que genera acumulación y una disposición inadecuada de los mismos (Zambrano et al., 2018). Con el objetivo de optimizar la gestión de residuos en estas instalaciones, se han incorporado indicadores clave como la concentración de contaminantes en el agua (expresada en mg/L de materia orgánica), el grado de segregación de residuos (medido por los días dedicados a dicha actividad) y la velocidad de acumulación de residuos. La

identificación y seguimiento de estos indicadores han permitido mejorar la toma de decisiones e implementar medidas correctivas orientadas a reducir los efectos ambientales negativos (Quishpe et al., 2020).

El centro de faenamiento de Portoviejo, una de las principales instalaciones de faenamiento de bovinos y porcinos en la región, enfrenta dificultades relacionadas con el manejo inadecuado de grandes volúmenes de residuos, lo cual han ocasionado problemas ambientales, como la contaminación del agua y del suelo, poniendo en riesgo la salud de la comunidad local (Saltos y Ramos, 2020). Por lo tanto, la implementación de indicadores específicos para la gestión de residuos sólidos en este centro se presenta como una estrategia clave para monitorear, evaluar y mejorar los procesos de manejo de residuos, asegurando la toma de decisiones acertadas y la mejora continua en los procesos ambientales. A su vez, estos indicadores son esenciales para auditorías y certificaciones en instituciones públicas de relevancia (Molina et al., 2020).

El diseño y uso de indicadores tiene un impacto directo en la toma de decisiones y en la mejora continua de la gestión de residuos. El presente estudio tiene como objetivo diagnosticar la situación actual del centro de faenamiento de Portoviejo, evaluando los tipos de residuos generados, su volumen, proceso de segregación y clasificación. A su vez, se realizará una revisión de la literatura disponible para identificar los indicadores clave utilizados en otros centros de faenamiento para la gestión ambiental. Por último, se llevará a cabo un análisis correlacional de los indicadores propuestos, utilizando la información obtenida directamente de la planta, con el fin de evaluar su efectividad y proponer mejoras en la gestión de residuos sólidos en el centro de faenamiento de Portoviejo.

2. Materiales y Métodos

La presente investigación es de tipo descriptivo, ya que permitió caracterizar los residuos generados, específicamente el volumen de residuos generados y la cantidad de animales sacrificados (bovinos y porcinos). También, se llevó a cabo un estudio de tipo correlacional, dado que los datos recolectados en el centro de faenamiento permitieron examinar la relación entre las dos variables (volumen de residuos y la cantidad de animales), utilizando un enfoque cuantitativo, que facilitó el uso de herramientas estadísticas inferencial. Como parte del desarrollo de esta investigación, se recopiló información de fuentes secundarias, como artículos científicos obtenidos en bases de datos académicas como Scielo, Scopus, Dialnet y Latam. También se incluye fuentes primarias a través de entrevistas no estructuradas y visitas técnicas en las instalaciones. También se utilizó los datos históricos proporcionados por el centro de faenamiento de Portoviejo. No obstante, este estudio se divide en 3 fases fundamentales del desarrollo, las cuales son:

Fase 1. Se realizó un análisis de tipo descriptivo con el objetivo de identificar la distribución y las principales características de los residuos sólidos orgánicos producidos en el centro de faenamiento de Portoviejo. Donde se recopilaron datos históricos mensuales comprendido entre el año 2021- 2022. Dado que los datos del volumen de residuos se encontraron en kilogramos (kg) y los datos sobre el número de animales sacrificados en unidades enteras, se procedió a homogeneizar las unidades para una correcta comparación. Para lograr esto, se convirtió el volumen de residuos de

kilogramos en toneladas, utilizando la siguiente fórmula de conversión, mostrada a continuación.

$$v \text{ ton} = \frac{v \text{ kg}}{1000 \text{ kg}} \quad (1)$$

Siendo:

v ton: Volumen en toneladas

v kg: Volumen en Kilogramos

1 ton = 1000 kg

Fase 2. Se llevó a cabo un análisis de correlación con el uso del software Minitab, con el propósito de identificar la relación entre el volumen de residuos generados y la cantidad de animales sacrificados. Para ello, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, el cual permite medir la intensidad y dirección de la relación lineal entre dos variables cuantitativas. Además, se elaboró un diagrama de dispersión para representar gráficamente dicha relación. El valor del coeficiente fue calculado empleando la siguiente fórmula:

$$R_{xy} = \frac{\text{Cov}(x,y)}{\sqrt{V(x) \cdot V(y)}} \quad (2)$$

Siendo:

Cov: Covarianza

x: Volumen de residuos generador

y: Número de animales sacrificados

V: La media de las variables

El coeficiente de Pearson tiene un rango de confiabilidad que va de “-1” a “1”, donde un valor de “1” muestra una tensión positiva perfecta, “0” significa que no existe relación lineal y “-1” representa una tensión negativa perfecta.

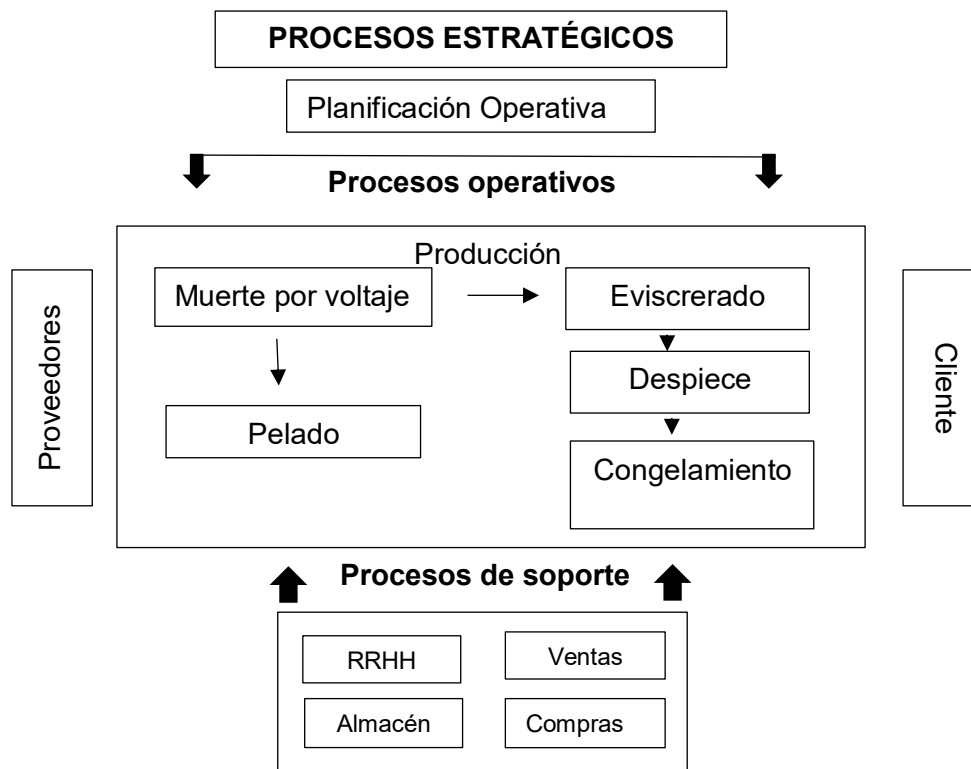
Fase 3. Por último, se diseñó una tabla comparativa con los indicadores de gestión de residuos que podrían implementarse en el eje de faenamiento de Portoviejo, basada en estudios previos sobre buenas prácticas en la gestión de residuos en centros similares. Esta tabla incluye las fuentes y autores consultados, lo que permitió identificar los indicadores más relevantes y aplicables a la realidad del centro, con el objetivo de optimizar la eficiencia en la gestión de residuos sólidos y cumplir con las normativas ambientales vigentes.

3. Resultados

Como se presenta en la figura 1, el esquema del flujo de procesamiento interno en el centro de faenamiento de Portoviejo, el cual se organiza en tres categorías principales: "procesos estratégicos", "procesos operativos" y "procesos de soporte". En el "proceso operativo," se detallan las etapas del sacrificio y procesamiento de los animales, mientras que los "procesos de soporte" abarcan áreas clave como recursos humanos, ventas, almacenamiento y compras. Esta integración de procesos optimiza la eficiencia operativa, asegura la calidad del producto y contribuye a una gestión adecuada de residuos, fundamental para el control ambiental y la salud pública.

Figura 1.

Esquema del procesamiento estratégicos



Nota: Esquema del procesamiento interno llevado a cabo en el centro de faenamiento de Portoviejo.

El centro de faenamiento de Portoviejo, una de las principales instalaciones de sacrificio de bovinos y porcinos en la región de Manabí, maneja un volumen significativo de residuos orgánicos debido a la gran cantidad de animales procesados. Según los registros históricos, durante el año 2021 se generó un total de 59.585,91 kg de residuos orgánicos, lo que representó el 44% del total de residuos. Esta cifra aumentó en 2022, alcanzando 74.866,71 kg, lo que correspondió al 56% del total de residuos generados en la planta. Dicho aumento resalta la tendencia creciente en la generación de residuos, lo que plantea un desafío importante en términos de gestión y disposición final, como se detalla en la Tabla 1.

Cabe destacar que estos residuos son gestionados por biogestores y empresas a nivel nacional, como ECOWASTE MANAGEMENT y ANIPROTEIN ANIMAL, las cuales se encargan de transformar estos materiales en productos como queratina para uso cosmético y alimento animal. Esto demuestra que los residuos generados en el centro de faenamiento Portoviejo tiene un alto valor en términos de segregación y disposición final, contribuyendo significativamente a la gestión de residuos sólidos.

Tabla 1.

Residuos sólidos orgánicos de los años 2021 -2022

Residuos Sólidos Orgánicos		
Mes	2021 Kg	2022 Kg
Ene	1.927,45	1.783,20
Feb	4.427,21	2.798,18
Mar	6.309,81	8.475,91
Abr	5.782,15	9.321,36
May	6.342,01	8.987,27
Jun	8.679,20	10.021,82
Jul	2.187,09	3.628,63
Ago	4.279,01	7.022,27
Sep	3.861,26	4.701,82
Oct	3.192,27	3.130,90
Nov	4.672,17	5.102,13
Dic	7.926,28	9.893,22
Total	59.585,91	74.866,71

Nota: Esta tabla es de numero de residuos orgánicos generados desde el 2021 -2022.

Los resultados en la Tabla 2 indica que, entre 2021 y 2022, la cantidad de animales faenados aumentó en un 10%, de 2.542 a 3.133 animales. En ambos periodos, los animales porcinos representan la mayor proporción, mientras que los bovinos tienen una cantidad menor. Este incremento en el número de animales faenados resalta una elevada acumulación de residuos sólidos orgánicos, lo que indica que las instalaciones han estado operando de manera continua durante todo el año. Dichos datos son cruciales para valorar la relación entre la cantidad de animales recibidos y la gestión de los residuos generados en el centro de faenamiento.

Tabla 2.

Número de animales bovinos y porcinos

Mes	2021		2022	
	Bovino	Porcino	Bovino	Porcino
Ene	35	120	42	134
Feb	81	132	47	187
Mar	110	123	127	193
Abr	98	112	139	98
May	104	98	132	130
Jun	98	118	156	201
Jul	42	88	60	105
Ago	68	110	104	152
Sep	108	142	73	161
Oct	79	152	77	183
Nov	106	132	109	173
Dic	141	145	152	198
Total	1070	1472	1218	1915
%	42,09	57,91	38,88	61,12

Nota: Esta tabla representa los de animales bovinos y porcinos faenados durante los años 2021 y 2022.

3.1 Coeficiente de Correlación de Pearson

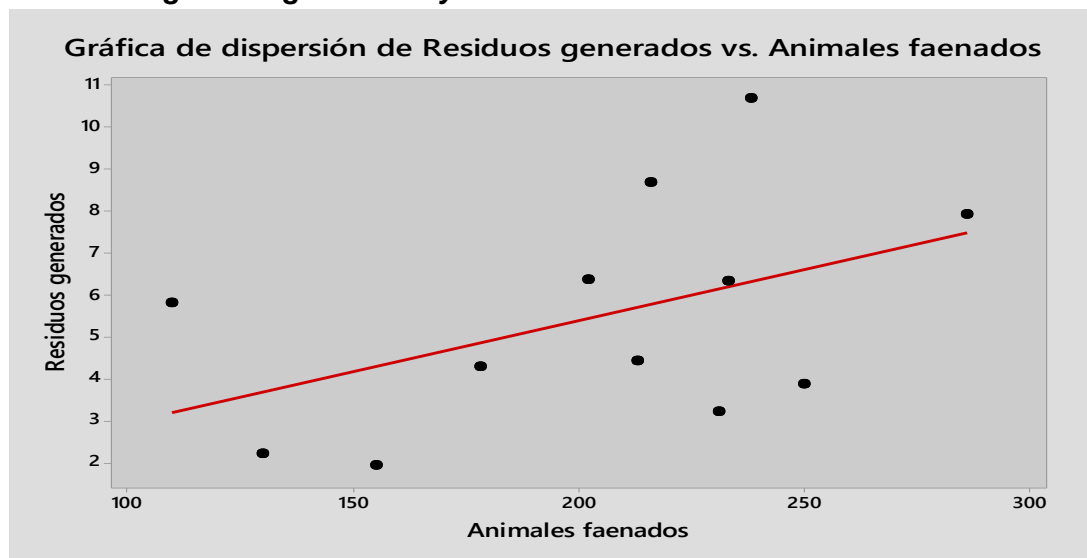
La Figura 2 presenta los resultados obtenidos mediante el coeficiente de correlación de Pearson (r), arrojando un valor de 0.471. Este resultado indica una relación positiva y de intensidad moderada entre la cantidad de animales faenados y el volumen de residuos sólidos generados durante el año 2021. Es decir, al aumentar el número de animales sacrificados, también tiende a incrementarse la generación de residuos; sin embargo, esta asociación no es lo suficientemente fuerte como para considerarse directa o perfecta.

Adicionalmente, se obtuvo un valor p de 0.122, el cual supera el nivel de significancia establecido (0.05). Esto implica que la relación observada no es estadísticamente significativa, por lo tanto, no se puede afirmar con certeza que el aumento en los residuos esté vinculado exclusivamente al número de animales faenados. Esto sugiere la posible presencia de otras fuentes o factores de contaminación dentro de la planta.

La gráfica de dispersión refleja una tendencia moderadamente ascendente, lo cual apoya la existencia de una relación positiva entre ambas variables. No obstante, la dispersión de los puntos demuestra que dicha relación no es completamente uniforme, lo que respalda la idea de que existen otros elementos influyentes en la generación de residuos, como la eficiencia en su manejo, las condiciones de la infraestructura o los procedimientos operativos implementados, los cuales no fueron considerados dentro de este análisis.

Figura 2.

Residuos orgánicos generados y la cantidad de animales faenado



Nota: Esta figura es el análisis de correlación entre los residuos orgánicos generados y la cantidad de animales faenado comprendido en el periodo 2021.

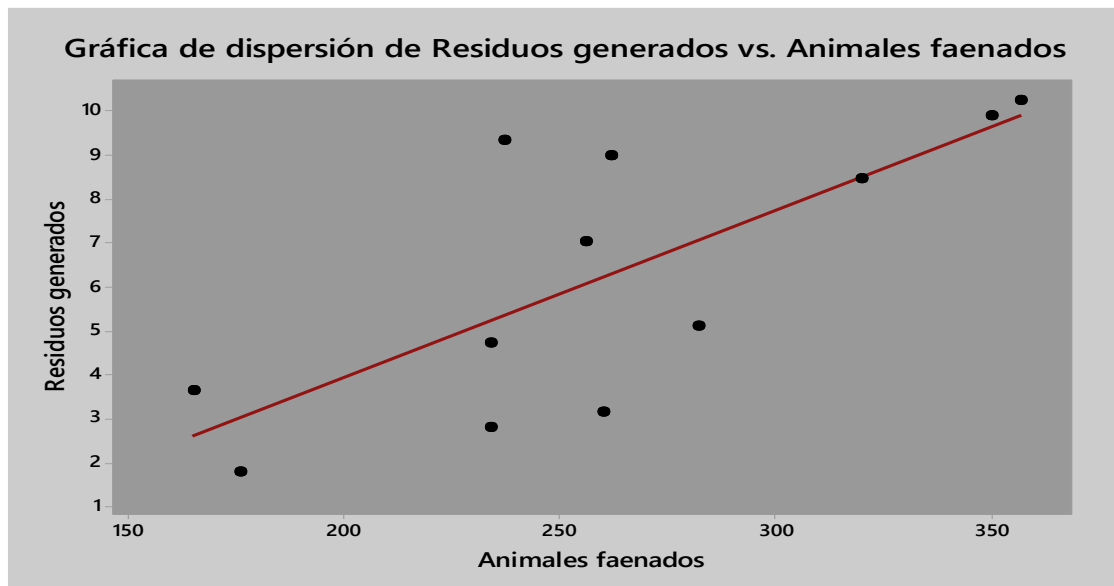
Los resultados mostrados en la Figura 3 indican un coeficiente de correlación de Pearson (r) de 0.744, lo que indica una clasificación fuerte positiva entre el número de animales faenados y los residuos sólidos generados en este periodo, la cual existe una relación más fuerte entre ambas variables en comparación con 2021, lo que implica que el aumento en el número de animales faenados tiene un impacto considerablemente

mayor sobre el volumen de residuos generados. Por lo consiguiente, el p valor fue de 0.005, lo que es significativamente menor a la probabilidad de 0.05, la cual es estadísticamente significativa. Dicho resultado es aún más concluyente que el de 2023, lo que demuestra que la relación entre los residuos generados y los animales faenados es más fuerte y confiable en el 2022.

La gráfica de dispersión muestra una relación mucho más clara y fuerte, con una línea de tendencia que se ajusta mejor a los puntos, lo que significa una dependencia más directa entre ambas variables. Por lo tanto, este resultado refuerza la idea de que en 2022 la cantidad de residuos generados está más directamente vinculada al número de animales sacrificados.

Figura 3.

Correlación entre los residuos orgánicos generados y la cantidad de animales faenado



Nota: Esta figura es el análisis de correlación entre los residuos orgánicos generados y la cantidad de animales faenado comprendido en el periodo 2022.

3.2 Diseño de indicadores clave para la gestión de residuos en el Centro de Faenamiento de Portoviejo

Se diseñó un cuadro comparativo que incluye los indicadores clave para la gestión de residuos sólidos en el Centro de Faenamiento de Portoviejo, basadas en estudios previos sobre buenas prácticas en centros similares. La Tabla 3 presenta indicadores como la tasa de residuos generados, la eficiencia de los biodigestores y el cumplimiento de las normativas ambientales, entre otros. Se valora cada indicador con fuentes y autores relevantes que aporten una base sólida para evaluar la gestión de residuos en el centro. La interpretación de estos indicadores es esencial para identificar áreas críticas que requieren mejoras, como el reciclaje de residuos y la producción de subproductos valiosos, como el biogás. Por ende, estos indicadores facilitan el monitoreo y ajuste de los procesos operativos, con el fin de cumplir con las eficiencias ambientales vigentes y mejorar la sostenibilidad del centro faenamiento Portoviejo, no

solo mejorar la gestión interna, sino que también contribuye significativamente a mitigar el impacto ambiental, con el fin de promover prácticas sostenibles.

Vale mencionar que al proporcionar los DOI (Identificadores de Objetos Digitales) y enlaces directos a los artículos, se hace mucho más fácil para los lectores acceder a las fuentes originales, lo que aumenta la transparencia y credibilidad del estudio y accesible a un recurso valioso para investigadores que quieran profundizar en las fuentes y replicar o ampliar el estudio.

Tabla 3.

Indicadores de residuos

Indicador	Doi/Url	Descripción	Métricas
Tasa de Residuos Orgánicos Reutilizados	https://doi.org/10.25127/rIagrop.2025.1.1036	Este indicador mide qué porcentaje de los residuos orgánicos generados se transforma en productos útiles, como compost o fertilizantes. Al hacer esto, no solo se evita que estos residuos terminen en vertederos, sino que se aprovechan como recursos valiosos para otras aplicaciones. La reutilización de estos residuos es un paso importante hacia un modelo de economía circular, donde los materiales directos se reutilizan en lugar de desechar (Neyra, 2025).	(Residuos reutilizados / Residuos totales) * 100
Tasa de Residuos Peligrosos Eliminados Correctamente	https://doi.org/10.56845/terys.v3i1.183	Este indicador evalúa qué tan bien se gestionan los residuos peligrosos, asegurando que se sigan las normativas ambientales correspondientes. Una correcta disposición de estos residuos es fundamental para impedir la contaminación del agua, el suelo y el aire, garantizando que el proceso de faenamiento sea seguro tanto para el medio ambiente como para la salud pública (Mejía et al., 2024).	(Residuos peligrosos gestionados / Totales peligrosos) * 100
Índice de Generación de Subproductos Aprovechables	https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.227	Este indicador mide la cantidad de subproductos, como piel, huesos y grasa, que se recuperan durante el faenamiento y que se destinan a otros usos productivos. Aprovechar estos recursos en lugar de desecharlos no solo reduce la cantidad de residuos, sino que también fomenta la economía circular, beneficiando otras áreas económicas y mejorando la sostenibilidad del centro (Ordaz et al., 2022).	Kilogramos (kg) / Producto Final
Reducción de Emisiones Asociadas al Transporte	https://doi.org/10.24054/raaas.v15i2.3109	Este indicador mide cómo las mejoras en la planificación del transporte de residuos pueden reducir las emisiones de CO2. Al mejorar las rutas, las frecuencias y los medios de transporte, no solo se reduce el impacto ambiental, sino que también se mejora la eficiencia operativa y se reducen los costos asociados al transporte de residuos (Sánchez et al., 2024).	Kg CO ₂ reducido
Costo de Gestión de Residuos por Unidad de Producción	https://doi.org/10.24054/raaas.v15i2.3109	Este indicador compara los costos de gestionar los residuos con la cantidad de carne procesada. Optimizar la gestión de residuos no solo puede generar ahorros significativos, sino que también mejora la eficiencia, reduce el impacto ambiental y ayuda a reducir los costos operativos a largo plazo. Todo esto beneficia tanto la economía del centro como el medio ambiente (Sánchez, 2024).	\$/ Kg de carne procesada

Nota: Esta figura es de indicadores y métricas seleccionadas para la gestión de residuos sólidos en el Centro de Faenamiento Portoviejo.

4. Discusión

El análisis correlacional realizado en el centro de faenamiento Portoviejo muestra que, en 2021, la relación entre el número de animales faenados y los residuos generados es moderado, con un coeficiente de medición de Pearson de 0.471, mientras que en 2022 la relación se fortaleció con un coeficiente de 0.744, indicando una evaluación fuerte y

significativa. Cuyos resultados reflejan que, a medida que aumenta la cantidad de animales sacrificados, también lo hace el volumen de residuos generados, lo que subraya la necesidad de una gestión eficiente de los residuos en función de la producción. Por otra parte, Veliz y Vásquez (2020), señala que aunque el número de animales faenados influye directamente en la cantidad de residuos, existen otros factores, como la infraestructura, las prácticas operativas y la eficiencia en la segregación de residuos, que también juegan un papel clave en la generación de residuos, la cual resalta la importancia de no solo monitorear la cantidad de animales faenados, sino también optimizar los procesos de gestión de residuos para mejorar la sostenibilidad y eficiencia operativa del centro.

En respuestas a los problemas que presentan el centro de faenamiento Portoviejo y la falta de métricas para monitorear los residuos sólidos generados, se diseñó indicadores específicos como; la tasa de residuos orgánicos reutilizados y el índice de generación de subproductos aprovechables, las cuales han demostrado ser claves herramientas para mejorar la eficiencia en la gestión de residuos. Según Valencia y García, (2024), la valorización de subproductos, como la piel y los huesos, que de otro modo será desechados, no solo reducir la cantidad de residuos, sino que también puede generar productos valiosos para otros sectores, como farmacéutica, industria alimentaria, industria de semillas transgénica, de este modo la reutilización de aquellos residuos animal contribuye a la economía circular y mejora la sostenibilidad ambiental.

En Europa, el establecimiento de indicadores es fundamental para asegurar el cumplimiento de las regulaciones ambientales y avanzar hacia una mayor sostenibilidad. De acuerdo con la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), en el año 2020 se produjeron aproximadamente 118 millones de toneladas de residuos alimentarios en la Unión Europea, de los cuales el 34 % tuvo su origen en los sectores cárnico y pesquero. Estos datos han permitido monitorear y optimizar la gestión de residuos, promoviendo el uso de métodos como el compostaje y la digestión anaerobia. Este último es un proceso biológico que descompone la materia orgánica en condiciones sin oxígeno, lo que contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y favorece una mayor sostenibilidad ambiental (Velásquez et al., 2023).

Por otra parte, Pantoja et al., (2024), señala que una correcta clasificación de residuos es esencial para garantizar la eficiencia en el reciclaje y la reutilización, algo que también se refleja en los resultados de Portoviejo. Si bien el centro ha implementado algunos procesos para mejorar la clasificación, los datos sugieren que la eficiencia en esta área aún no es óptima. Por ende, el autor menciona que implementar estos indicadores de manera adecuada permitirá reducir los costos operativos y asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales, como se observa en la tendencia positiva en el análisis de 2024.

5. Conclusiones

Entre 2021 y 2022, se observó un aumento en la generación de residuos sólidos orgánicos, pasando de 59.585,91 kg a 74.866,71 kg, lo que pone de manifiesto la necesidad de implementar un sistema más eficiente para la gestión de estos residuos. Durante el mismo período, el número de animales faenados creció de 2.542 a 3.133, lo que contribuyó directamente a este incremento en los residuos generados. No obstante, la faenadora para disminuir el foco de contaminación, cuenta con biogestores, que

receptan los residuos orgánicos generados para la producción de biogás y otros subproductos, lo que contribuye a la economía circular y reduce la cantidad de residuos enviados a vertederos.

Los resultados del análisis realizado con el coeficiente de Pearson entre los residuos generados y el número de animales faenados mostraron una relación moderada en 2021 (0.471). En 2022, esta relación se fortaleció significativamente, alcanzando un coeficiente de 0.744, lo que indica una relación más fuerte y estadísticamente significativamente ($p = 0.005$). Esto indica que, a medida que aumentaba el número de animales faenados, también lo hacía la cantidad de residuos generados. No obstante, la relación no fue completamente lineal, lo que implica que otros factores, como la infraestructura y las prácticas operativas, podrían haber influido en la acumulación de residuos generados.

Tras el análisis y diagnóstico observado, se diseñaron indicadores clave para la gestión de residuos orgánicos en el Centro de Faenamiento Portoviejo, basados en estudios previos y adaptados a las necesidades específicas de la planta, las cuales incluyen la Tasa de Residuos Orgánicos Reutilizados, el Índice de Generación de Subproductos Aprovechables, la Reducción de Emisiones Asociadas al Transporte y el Costo de Gestión de Residuos por Unidad Producida, cada uno con sus métricas correspondientes, con la finalidad de monitorear y mejorar los procesos operativos, garantizando que la gestión de residuos sea más eficiente y sostenible, alineada con las normativas ambientales y optimizando el uso de recursos en el centro de faenamiento.

Referencias Bibliográficas

- Beltrán Hernández, E. C., y Pérez Gil, M. de J. (2022). Gestión integral de residuos sólidos para el desarrollo sostenible en la Institución Educativa de Rio Nuevo en el municipio de Achí, departamento de Bolívar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 793–805. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3127
- Carrillo Álvarez, I. S., Paucar Naranjo, D. M., Ortuño Barba, C. L., Loja Pacho, J. S., y Guevara Viera, G. (2024). Estudio Faneroptico, Rendimiento y Clasificación de Canales Bovinas Faenadas en un Camal de la Zona Centro de Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 8362–8370. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.11363
- Castro-Landin, A. L., Mayra Lisette, M. L., y Luisa Anabel, L. A. (2023). El rol de los microorganismos en la fertilidad del suelo agrícola basado en una revisión de estudios recientes. *Innova Science Journal*, 1(1), 26–37. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v1/n1/8>
- Cedeño-Moreira, W. J., y Gorozabel-Chata, F. B. (2021). Análisis de criticidad del equipamiento industrial de la línea de bovinos de un centro de faenamiento. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 4(8 Edición especial septiembre), 49–65. <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespssep.0029>
- Herrera-Sánchez, D. J., Veliz-Ibarra, K. M., y Jaramillo-Veliz, J. J. (2023). Progresos en la gestión reproductiva del ganado bovino mediante una revisión bibliográfica. *Innova Science Journal*, 1(4), 37–47. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v1/n4/26>
- Herrera-Uchalin, M. G., Valiente-Saldaña, Y. M., Garibay-Castillo, J. V., y Herrera-Cherres, S. (2023). Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal: Revisión sistémica.

Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 8(16), 150–170.
<https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2540>

Mejía Ochoa, F. J., Rosas Leyva, M. A., y Hernández Salinas, G. (2024). Economía circular en países con economías emergentes: un estudio comparativo. *Tendencias En Energías Renovables y Sustentabilidad*, 3(1), 1–5.
<https://doi.org/10.56845/terys.v3i1.183>

Molina-Cedeño, C. S., Pillco-Herrera, B. M., Salazar-Muñoz, E. F., Coronel-Espinoza, B. D., Sarduy-Pereira, L. B., y Diéguez-Santana, K. (2020). Producción más limpia como estrategia ambiental preventiva en el proceso de elaboración de pasta de cacao. Un caso en la Amazonia Ecuatoriana. *Industrial Data*, 23(2), 59–72.
<https://doi.org/10.15381/idata.v23i2.17640>

Neyra - Carrión, J. P. (2025). Economía circular en la agricultura: Un análisis bibliométrico. *Revista de Investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 5(1), 28–38.
<https://doi.org/10.25127/riagrop.20251.1036>

Ordaz, S. B., Abadía-García, L., Femat-Díaz, A., y Mendoza-Sánchez, M. (2022). Aprendiendo a revalorizar los subproductos y su aplicación en productos cárnicos. *EPISTEMUS*, 16(33). <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.227>

Pantoja-Guerra, M. O., Guerrero-Villegas, W. M., Rosero-Rosero, P. M., y Villares-Villafuerte, H. G. (2024). Cadena de valor y externalidades ambientales en procesos de faenamiento: GAD Montúfar, Carchi, Ecuador. *Sociedad y Tecnología*, 7(3), 252–268.
<https://doi.org/10.51247/st.v7i3.448>

Quishpe-López, J., Lliguicota-Guarquila, J., Sarduy-Pereira, L., y Diéguez-Santana, K. (2020). Cleaner production as a strategy for the valorization (eco-efficiency) of the slaughterhouse, Puyo, Pastaza, Ecuador. *Revista Científica de La UCSA*, 7(3), 59–71.
<https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2020.007.03.059>

Rodríguez-Martín, A., Palomo-Zurdo, R., y González-Sánchez, F. (2020). Transparencia y economía circular: análisis y valoración de la gestión municipal de los residuos sólidos urbanos. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 99, 233–272. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.99.16011>

Saltos Mireyya, y Ramos Yanelis. (2020). *Vista de Evaluación y mejora del cumplimiento de prerrequisitos de seguridad alimentaria del Centro de faenamiento Manabí, Ecuador*. 6(3). <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1336>

Sánchez Castillo, V. (2024). Conservación del agua y las tecnologías sostenibles: estudios sobre las tecnologías y prácticas emergentes para el desarrollo sostenible y la conservación de ecosistemas. *REVISTA AMBIENTAL AGUA, AIRE Y SUELO*, 15(2), 1–15. <https://doi.org/10.24054/raaas.v15i2.3109>

Sánchez Chumpitaz, D. S., Lozada Rodríguez, V. V., y Asmat Caro, G. L. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en la competitividad logística: el mega puerto de Chancay en Perú como conector entre la República Popular China y América Latina. *Revista de Análisis y Difusión de Perspectivas Educativas y Empresariales*, 4(9), 9–28.
<https://doi.org/10.56216/radee032024dic.a01>

- Velásquez-Pita, F. E., Olivera-Aldana, M. F., Diaz-Valiente, F. A., y Mantilla-Sevillano, J. E. (2023). Gestión de residuos sólidos: Una revisión documental. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(2), 806–821. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i2.2974>
- Veliz Fernández, A., y Vásquez Coronado, M. H. (2020). DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DEL CAMAL MUNICIPAL DEL DISTRITO DE TUMÁN. *TZHOECOEN*, 12(2), 171–184. <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i2.1255>
- Zambrano, M. A., Montenegro, J. P., y Reyes, H. (2018). Estimación de la huella hídrica asociada al proceso de beneficio bovino de la cadena cárnica en los frigoríficos Vijagual y Jongovito (Colombia). *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 65(3). <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n3.76462>

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.