



ARTÍCULO CIENTÍFICO

**ADMINISTRACIÓN LOGÍSTICA Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE
RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN ÁREA URBANA DE SANTA CRUZ DE
YOJOA, HONDURAS, 2025.**

Autor

Máster Oslin Omar Blanco Bodden

San Pedro Sula, Honduras, Octubre 2025

RESUMEN

La gestión logística de los desechos sólidos en áreas urbanas de países en desarrollo enfrenta desafíos críticos debido al crecimiento poblacional, la falta de infraestructura y prácticas inadecuadas. Este estudio tuvo como objetivo optimizar el proceso de recolección de desechos sólidos en el área urbana de Santa Cruz de Yojoa, Honduras, entre enero y septiembre de 2025. Se empleó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental, aplicando encuestas a 383 usuarios, entrevistas semiestructuradas a funcionarios municipales, observación directa y revisión documental.

Los resultados evidenciaron que el 65% de los desechos provienen del sector residencial, con predominancia de desechos mezclados (49% orgánicos e inorgánicos reciclables), lo que dificulta su tratamiento. La frecuencia de recolección es irregular: 42% de los usuarios reportaron dos recolecciones semanales, mientras el 13% no recibía el servicio. La infraestructura municipal es limitada (solo dos camiones operativos) y el botadero carece de condiciones técnicas, con prácticas como quema (29%) y disposición inadecuada (31%). No obstante, el 86% de la población mostró disposición a participar en programas de reciclaje. Se propusieron estrategias como la separación en origen, optimización de rutas, capacitación comunitaria y modernización del botadero.

El estudio concluye que la mejora requiere inversión en equipos, políticas claras y participación activa de la comunidad, alineada con modelos de economía circular. Estas acciones contribuirían a reducir riesgos sanitarios y ambientales, promoviendo un desarrollo urbano sostenible.

Palabras clave: Desechos, Optimización, Participación, Yojoa, Sostenibilidad.

ABSTRACT

Solid waste logistics management in urban areas of developing countries faces critical challenges due to population growth, lack of infrastructure, and inadequate practices. This study aimed to optimize the solid waste collection process in the urban area of Santa Cruz de Yojoa, Honduras, between January and September 2025. A quantitative approach with a non-experimental design was used, applying surveys to 383 users, semi-structured interviews with municipal officials, direct observation, and document review.

Results showed that 65% of waste comes from residential sectors, with a predominance of mixed waste (49% organic and inorganic recyclables), complicating treatment. Collection frequency is irregular: 42% of users reported twice-weekly pickups, while 13% lacked service. Municipal infrastructure is limited (only two operational trucks), and the landfill lacks technical conditions, with practices such as burning (29%) and inadequate disposal (31%). However, 86% of the population expressed willingness to participate in recycling programs.

Strategies proposed include source separation, route optimization, community training, and landfill modernization. The study concludes that improvements require investment in equipment, clear policies, and active community participation, aligned with circular economy models. These actions would reduce health and environmental risks, promoting sustainable urban development.

Keywords: Waste, Optimization, Participation, Yojoa, Sustainability.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes del Problema

La gestión logística integral de desechos sólidos en áreas urbanas representa un desafío multidimensional que requiere una atención cuidadosa debido a su impacto ambiental, social y económico. En la última década, se ha observado un aumento significativo en la cantidad de desechos sólidos generados en las ciudades latinoamericanas, lo que ha llevado a una serie de problemas relacionados con la contaminación del suelo, agua y aire, así como con la salud pública y la calidad de vida de los habitantes.

Diversos estudios han abordado esta problemática desde diferentes perspectivas, proporcionando propuestas para la optimización en su gestión.

Según Martínez, Pérez y Soto (2020) estudios recientes, uno de los principales desafíos en la gestión de desechos sólidos urbanos radica en la falta de infraestructura adecuada para su recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

Esta deficiencia en la infraestructura de gestión de desechos sólidos ha llevado a la proliferación de vertederos a cielo abierto en muchas ciudades latinoamericanas, lo que representa un grave riesgo para la salud humana y el medio ambiente González et al (2019).

Además, la falta de conciencia ambiental y prácticas inadecuadas de disposición de desechos sólidos entre la población urbana también contribuye significativamente a este problema como señala Silvia y Gómez (2021).

Estudios han demostrado que la implementación de programas de educación ambiental y campañas de sensibilización pública puede tener un impacto positivo en la reducción de la generación de desechos y la promoción de prácticas de disposición adecuadas según Hernández y López (2019).

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Diseñar propuesta de la administración y optimización logística del proceso de recolección de desechos sólidos en el área urbana de Santa Cruz de Yojoa en Honduras, en el periodo de enero a septiembre del 2025.

Objetivo Específico

- Clasificar los desechos sólidos del municipio de Santa Cruz de Yojoa según sus categorías
- Evaluar los recursos logísticos con que dispone la municipalidad para el proceso de recolección de desechos sólidos
- Proponer estrategias para optimizar el proceso de recolección de desechos sólidos.

Justificación

Determinar la optimización de recolección de los desechos sólidos, en el proceso de los servicios que brinda la municipalidad de Santa Cruz de Yojoa a la población del casco urbanos es una necesidad imperante, en la administración de la municipalidad, por el impacto en la calidad de vida de los habitantes como por su repercusión directa en el desarrollo económico, especialmente en el sector turístico.

Desde el punto de vista de conveniencia, esta investigación permitirá identificar soluciones concretas que contribuirán a mitigar un problema que afecta diversas esferas de la comunidad local, optimizando la gestión de desechos y protegiendo tanto el entorno natural como la imagen turística de la ciudad y los más importantes

La relevancia de este estudio es indiscutible, puesto que la optimización de los servicios municipales en la gestión de los desechos sólidos es un eje transversal ya que tiene implicaciones en los social y económico, en lo social, trasciende lo ambiental y económico, al

involucrar la salud pública y el bienestar de los ciudadanos. La reducción de desechos en las calles mejorará la higiene urbana y disminuirá los riesgos de enfermedades, beneficiando directamente a la población local y a los visitantes.

Además, fomentará la cohesión social al involucrar a la comunidad en iniciativas de sensibilización y educación ambiental, promoviendo un cambio de comportamiento colectivo hacia un manejo responsable de los desechos.

Desde el enfoque de implicaciones prácticas, esta investigación proporcionará una base sólida para el diseño e implementación de estrategias concretas que mejoren los procesos de acopio, transporte y disposición final de los desechos. La identificación de insuficiencias en la infraestructura actual, como la limitada frecuencia de recolección de desechos, permitirá a las autoridades locales ajustar sus políticas y asignar recursos de manera más eficiente, garantizando un servicio más efectivo y sustentable.

En términos de valor teórico, el estudio contribuirá al conocimiento científico sobre la optimización de recolección de desechos sólidos en contextos urbanos y turísticos, especialmente en regiones con características similares a Santa Cruz de Yojoa.

Finalmente, la utilidad metodológica de este estudio radica en su potencial para servir como modelo replicable en otros municipios. La metodología utilizada podrá ser adoptada y adaptada por otras localidades que busquen optimizar el proceso de recolección de desechos y desarrollar planes integrales que promuevan la sostenibilidad ambiental. Este enfoque permitirá una mejora continua en las políticas municipales y proporcionará una guía práctica para la implementación de soluciones efectivas en la gestión de desechos sólidos.

Este estudio es importante porque está enmarcado en la Agenda 2030 de Naciones Unidas referente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Considerando lo anterior en este proyecto de grado está relacionado con la ODS 11, el cual trata de ciudades y comunidades sostenibles, por lo tanto, el manejo de los desechos sólidos está en el tema de la ODS

mencionada anteriormente, ya que se está proponiendo acciones que permiten mejorar la limpieza urbana y optimizar la gestión de desechos sólidos.

De la misma manera, se vinculó con el ODS 12 que trata de la producción y consumo responsables, por lo que el proyecto que se está presentado promueve prácticas de separación en la fuente, reciclaje y reducción de desechos, Además se asocia con la ODS 13, Acción por el clima, dado que la implementación de estrategias adecuadas de gestión de desechos contribuye a reducir emisiones y minimizar impactos ambientales. (Naciones Unidas 2015).

El proyecto igual se vincula con la ODS 3, 6 y 15: Salud, agua limpia y ecosistemas terrestres, respectivamente, se ven beneficiados por la correcta gestión de residuos.

Viabilidad del Estudio

Para llevar a cabo el estudio se contó con los recursos de tiempo, materiales, de personal y financieros, así como el acceso al campo del estudio.

Limitantes del Estudio

Al concluir este estudio no se identificaron limitantes para su realización.

Consecuencias éticas de la investigación

Para el desarrollo de esta investigación se consideró el consentimiento informado de los participantes y se mantuvo su anonimato.

METODO

Enfoque de la investigación

El presente estudio se basó en un enfoque mixto, ya que se trabajó con datos numéricos y verbales, con preponderancia cuantitativa, según Hernández S. (2014) el enfoque mixto integra los métodos cuantitativo y cualitativo dentro de un mismo estudio para lograr una comprensión más completa del fenómeno. lo que permitió analizar la capacidad operativa actual de la municipalidad y proponer estrategias de optimización para el manejo integral de desechos sólidos.

Diseño

El estudio adoptó un diseño, no experimental, secuencial de acuerdo con Hernández S. (2014) dado que no se manipularon intencionalmente las variables de estudio. En este tipo de diseño, se observaron y analizaron los fenómenos tal como ocurrían en su contexto natural, sin intervención directa por parte del investigador. El objetivo principal fue evaluar las oportunidades de optimización del proceso de gestión de desechos sólidos en la alcaldía, utilizando datos recopilados mediante encuestas, observación sistemática de las operaciones y entrevistas a actores claves.

Alcance de la investigación

La investigación fue de descriptiva de corte transversal, ya que se llevó a cabo en un único momento temporal. Este enfoque permitió capturar una instantánea detallada y actualizada de la situación del manejo integral de desechos sólidos en el casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.

Determinación de las variables y categorías de análisis

Variables y categorías de análisis de estudio por objetivos

Objetivo 1 Clasificar los desechos sólidos del municipio de Santa Cruz de Yojoa según sus categorías.

- Tipo usuarios
- Tipo de desechos
- Volumen de desechos
- Frecuencia de recolección
- Interrupción del servicio por defectos de camiones

Objetivo 2: Evaluar los recursos con que dispone la municipalidad para el proceso recolección de desechos sólidos.

- Cantidad de camiones recolectores
- Estado de camiones recolectores
- Personal de recolección
- Ruta de recolección
- Tratamiento desechos

Objetivo 3 Proponer estrategias para optimizar el proceso de recolección de desechos sólidos.

- Clasificación de los desechos
- Propuesta de recolección
- Propuesta de reciclaje
- Participación Ciudadana
- Eficiencia de recolección

Operacionalización de las variables y categorías de análisis

Objetivo 1 Clasificar los desechos sólidos del municipio de Santa Cruz de Yojoa según sus variables y categorías de análisis

Tabla 1 Matriz de operacionalización de las variables para la clasificación de desechos sólidos.

VARIABLES	INDICADORES	DEFINICION OPERACIONAL	VALORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Tipo de usuarios	Porcentaje usuario	Clasificación de los usuarios según su perfil de generación de desechos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Residencial ▪ Comercial ▪ Industrial 	Nominal
Tipos de desechos	Porcentaje generados	Clasificación de los desechos por su naturaleza, como orgánicos (restos de comida), inorgánicos reciclables (plásticos, vidrio) e inorgánicos no reciclables (materiales peligrosos).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orgánicos : ▪ Inorgánicos reciclables: ▪ Inorgánicos no reciclables: ▪ Orgánicos e Inorgánicos reciclables 	Nominal
Volumen de desechos	Proporción de desechos generados	Cantidad total de desechos generados en un mes media en kilogramos.	kg/mes desechos generados	Nominal
Frecuencia de recolección	Frecuencia de recolección	Cantidad de veces que se recoge la basura en un período determinado, clasificada como diaria, semanal o mensual.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nunca, ▪ 1 vez a la semana ▪ 2 veces a la semana, ▪ 3 veces a la semana ▪ 1 vez al mes 	Ordinal

VARIABLES	INDICADORES	DEFINICION OPERACIONAL	VALORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Interrupción del servicio por defectos de camiones	Frecuencia de interrupciones del servicio	Número de veces que se interrumpe el servicio de recolección debido a fallas mecánicas o desperfectos en los camiones recolectores en un período determinado (mensual).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nunca ▪ Ocasionalmente 1-2 veces al mes ▪ Frecuentemente más de 3 veces al mes 	Ordinal

Nota: La tabla presenta la definición conceptual, definición operacional, dimensiones e indicadores utilizados para clasificar los desechos sólidos generados en el área urbana de Santa Cruz de Yojoa.

Objetivo 2 Evaluar los recursos con que dispone la municipalidad para el proceso recolección de desechos sólidos.

Tabla 2 *Matriz de operacionalización para la evaluación de recursos municipales en la recolección de desechos sólidos.*

OBJETIVO	DESCRITOR	CATEGORÍAS	PARTICIPANTES
Evaluar los recursos con que dispone la municipalidad para el proceso recolección de desechos sólidos	Equipos operativos en la recolección	Camiones	Empleados municipalidad
	Infraestructura y equipo logístico	Estado de los camiones Capacidad en toneladas para albergar desechos.	
	Personal de recolección	Operarios.	
	Rutas de recolección	Rutas de recolección asignadas por la municipalidad para el manejo de desechos.	
	Tratamiento de los desechos	Tipo de tratamiento en la eliminación de los desechos	

Nota: La tabla muestra la definición conceptual, definición operacional, dimensiones e indicadores relacionados con los recursos disponibles en la municipalidad para el proceso de recolección de desechos sólidos.

Objetivo 3: Proponer estrategias para optimizar el proceso de recolección de desechos sólidos.

Tabla 3 *Matriz de operacionalización de la variable: Estrategias de optimización del proceso de recolección.*

VARIABLES	INDICADORES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	VALORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Clasificación desechos	Número de estrategias	Proponer estrategias que contribuyan a mejorar la capacidad de la municipalidad en la clasificación y reutilización de los diferentes desechos generados por los usuarios.	Estrategia	Nominal
Propuesta de recolección	Número de estrategias	Proponer estrategia para mejorar la frecuencia y eficiencia de la recolección de desechos.	1	Nominal
Propuesta de reciclaje	Número de estrategias	Proponer estrategias en reutilización, reciclaje y tratamiento de desechos, sobre la base de métodos específicos y metas.	1	Nominal
Participación ciudadana	Número de estrategias	Proponer estrategias que involucre a la comunidad en actividades de gestión de desechos y optimización de los recursos de la municipalidad.	1	Nominal
Eficiencia de recolección	Número de estrategias	Proponer estrategia se monitoreo, seguimiento y evaluación de la gestión del proceso de recolección de desechos, en función de los tiempos y recursos utilizados.	1	Nominal

Nota: La tabla describe la definición conceptual, definición operacional, dimensiones e indicadores utilizados para el diseño de estrategias orientadas a la optimización del proceso de recolección de desechos sólidos en el área urbana de Santa Cruz de Yojoa.

Población y Muestra

Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo compuesta por las personas usuarias del servicio de recolección, gestores de recolección de desechos y personal de la Alcaldía de Santa Cruz de Yojoa,

Población

La población de estudio estuvo conformada por 92,746 habitantes en el casco urbano y 90 negocios ubicados en el centro de la ciudad, actores directamente involucrados en la gestión de desechos sólidos del casco urbano.

Muestra

El cálculo de la muestra, se realizó dividiendo la población por barrios del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa, para ello, se utilizó la fórmula para el cálculo del tamaño de muestra en poblaciones finitas. Dado que la población fue de 92,746 habitantes y se consideró un nivel de confianza del 95% con un margen de error del 5%, el tamaño de la muestra se calculó de la siguiente manera:

Ilustración 1 Fórmula del tamaño de la muestra

Fórmula del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población (92,746)

Z = Valor Z (para un nivel de confianza del 95%, Z = 1.96)

p = Proporción estimada de la población (si no se conoce, se usa 0.5)

e = Margen de error (0.05)

Respuesta: n= $\frac{92,746 * 1.96^2 * 0.5 * (1-0.5)}{0.05^2 * (92,745) + 1.96^2 * 0.05 * (1-0.5)}$

n= 89173.42 = 383

232.89229

El tamaño calculado para la muestra sería de 383.

La muestra se complementó con un enfoque triangular para robustecer la validez interna del estudio, integrando tres técnicas clave: entrevistas semiestructuradas (aplicadas a una submuestra estratificada que incluyó personal de la municipalidad), observación en campo (con registros etnográficos en espacios públicos y contextos relevantes identificados durante el trabajo de campo) y revisión documental (análisis de registros municipales, informes demográficos y planes urbanísticos). Esta combinación metodológica permitió contrastar datos cuantitativos derivados de la muestra representativa (383 participantes distribuidos proporcionalmente por barrios) con perspectivas cualitativas, asegurando una comprensión holística de la problemática en línea con los objetivos de la investigación.

Fuente de Información

La fuente primaria estuvo organizada por habitantes del casco urbano en cuenta 90 negocios que están en el centro de la ciudad, así como las autoridades municipales y gestores de recolección de desechos, involucrados en la gestión de desechos sólidos. Como fuente

secundaria se contó con información documentada de la municipalidad de Santa Cruz de Yojoa y los puntos de acumulación y recolección de desechos en el casco urbano.

Técnicas e instrumentos aplicados

Para el desarrollo de esta investigación se emplearon técnicas de recolección de datos de carácter cuantitativo y cualitativo. Las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

Encuesta, entrevista semiestructurada, observación directa, revisión documental y los **instrumentos son** cuestionario estructurado, la guía de entrevista semiestructurada, guía de observación directa y la ficha de revisión documental.

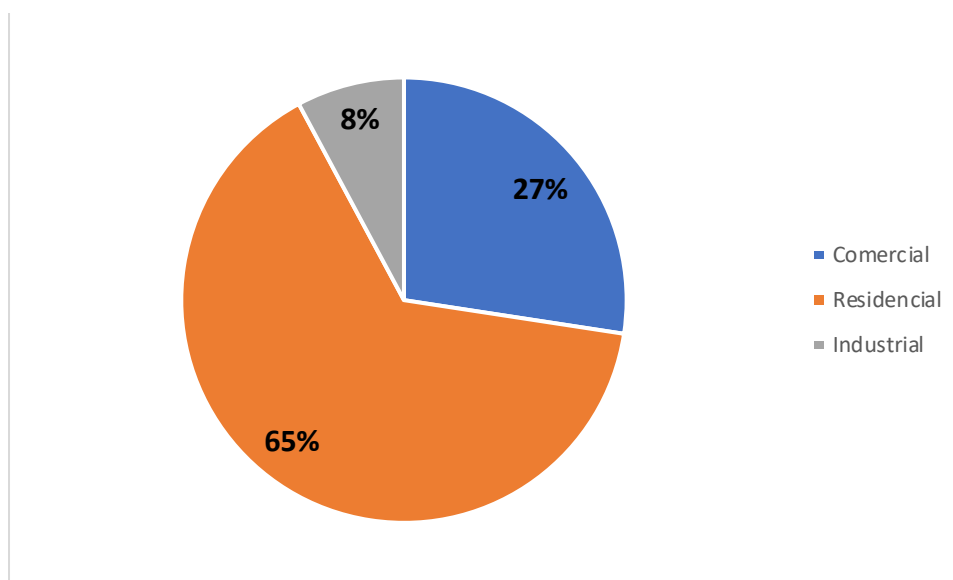
RESULTADOS Y ANÁLISIS

Presentación y análisis de información

Presentación y análisis de información de la entrevista a los usuarios en el municipio de Santa Cruz de Yojoa.

Objetivo 1 Clasificar los desechos sólidos del municipio de Santa Cruz de Yojoa según sus categorías

Ilustración 2 Tipos de usuarios del área urbana de Santa Cruz de Yojoa



Nota: La fuente de los datos proviene de la encuesta realizada a población del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.

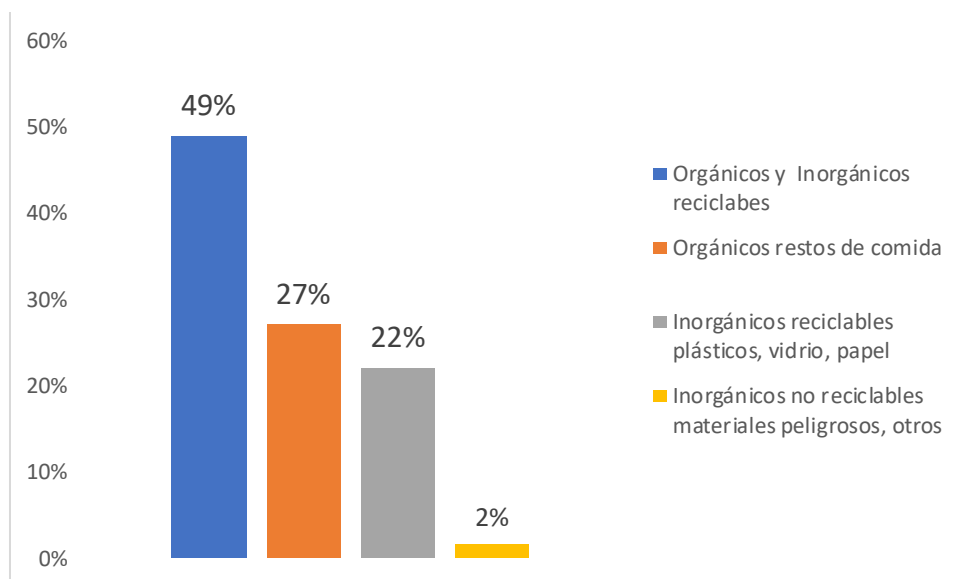
Con respecto a los datos obtenidos a la variable de tipos de usuarios en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, se observa que el sector residencial con 248 (65%), seguido del sector comercial con 105 (27%) y, finalmente, el sector industrial con 30 (8%). (ver anexo 2, tabla 1)

El mayor porcentaje lo represento el sector residencial con el 65%, ya que se tiene un alto crecimiento poblacional en el área residencial.

Estos resultados se alinean con lo expuesto por Guerrero, Maas y Hogland (2013) los autores subrayan que, en contextos urbanos con alta densidad poblacional, el sector residencial

tiende a ser el principal generador de desechos debido al consumo doméstico y la falta de separación en la fuente.

Ilustración 3 Tipos de desechos generados por usuarios del área urbana de Santa Cruz de Yojoa



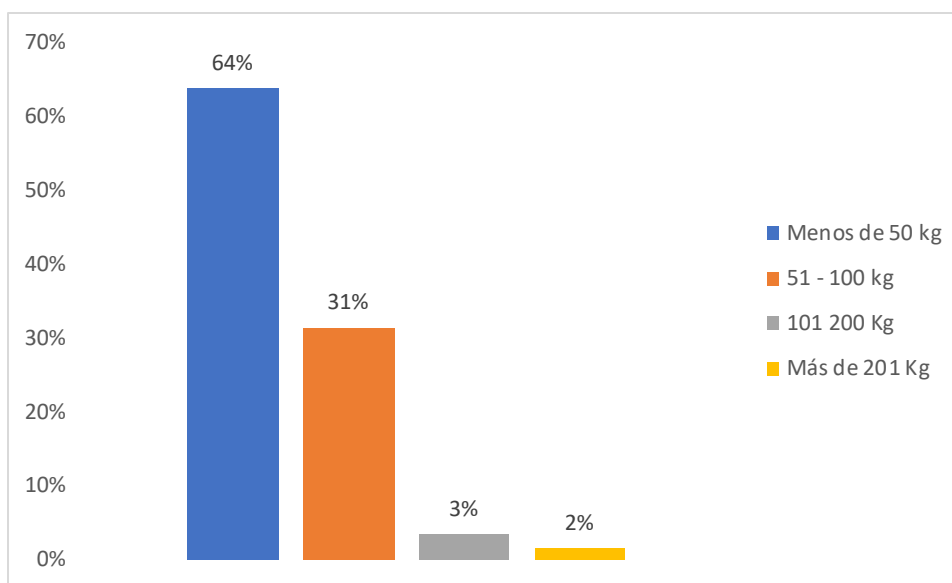
Nota: La fuente de los datos proviene de la encuesta realizada a población del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa

En relación con los tipos de desechos generados en hogares o negocios del municipio de Santa Cruz de Yojoa, se identificó que 188 (49%), corresponde a una mezcla de desechos orgánicos e inorgánicos reciclables, seguido por los desechos orgánicos exclusivos con 104 (27%), los inorgánicos reciclables con 85 (22%) y los inorgánicos no reciclables con solo 6 (2%). (Ver anexo 2, tabla 2)

La mezcla de desechos orgánicos e inorgánicos reciclables tiene una predominancia del 49% ya que no hay un sistema de separación o clasificación de desechos en la fuente.

Estos hallazgos reflejan lo expuesto por Guerrero, Maas y Hogland (2013) quienes señalan que, en países en desarrollo, la generación de desechos orgánicos reciclables e inorgánicos predomina debido a patrones de consumo doméstico y prácticas culturales.

Ilustración 4 Volumen de desechos que generan usuarios del área urbana de Santa Cruz de Yojoa



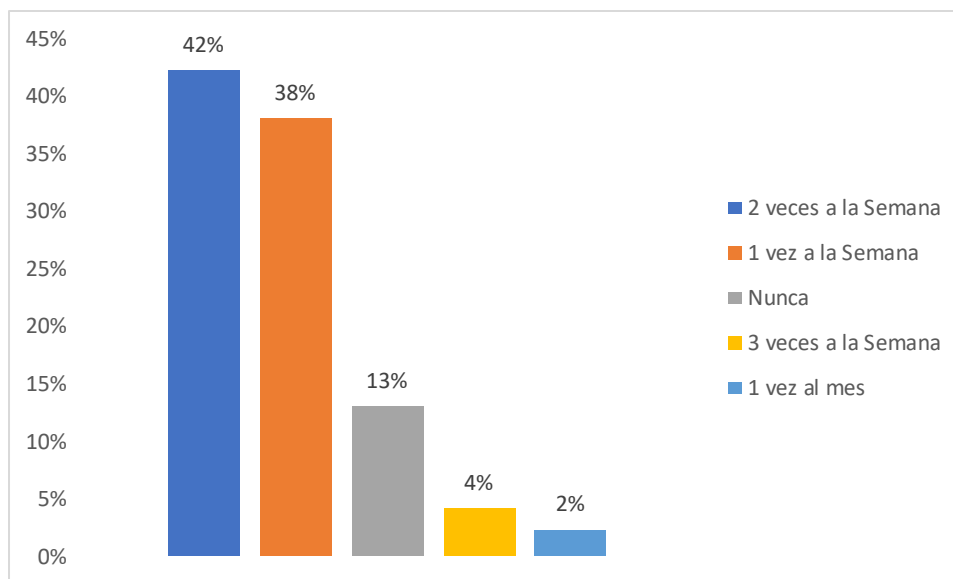
Nota: La fuente de los datos proviene de la encuesta realizada a población del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.

Respecto al volumen de desechos generados mensualmente en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, se identificó que 244 (64%) de los usuarios generan menos de 50 kg de desechos al mes, seguido 120 (31%) que produce entre 51-100 kg. Solo un 13 (3%) y 6 (2%) corresponden a rangos de 101-200 kg y más de 201 kg. (ver anexo 2. Tabla 3)

La predominancia de este rango se vincula a patrones de consumo moderado en el sector residencial, característico de economías locales con acceso limitado a bienes industrializados.

Estos datos se vinculan con lo expuesto por Kreith F.K y Tchobanoglous (2019) quienes destacan que la generación de desechos está directamente asociada al nivel de ingresos y patrones de consumo. Como señala Kaza, Yao, Bhada-Tata y Van WoErden (2018) estos patrones subrayan la importancia de diseñar sistemas de recolección adaptados a las realidades socioeconómicas, priorizando la eficiencia en zonas de alta densidad poblacional con bajos volúmenes individuales.

Ilustración 5 Frecuencia de recolección de desechos en área urbana de Santa Cruz de Yojoa



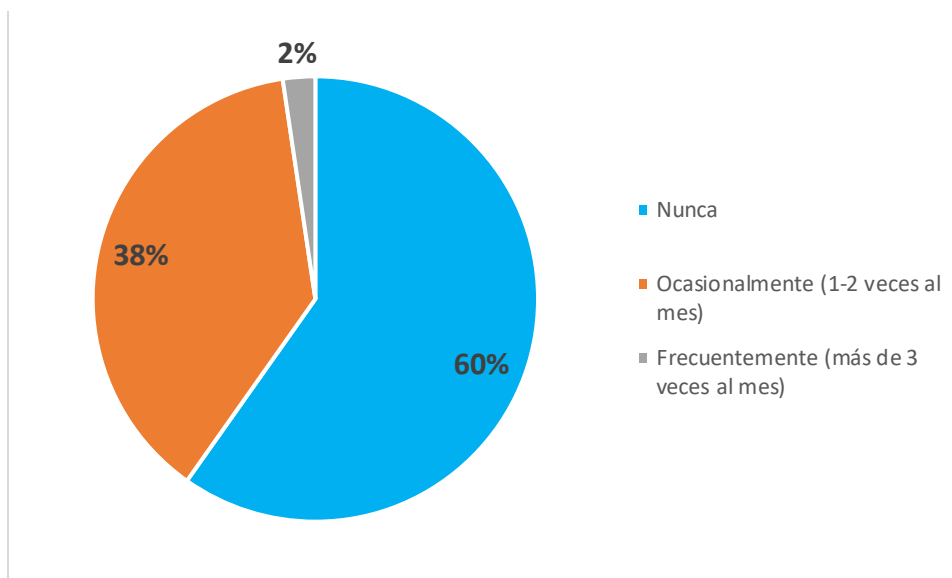
Nota: La fuente de los datos proviene de la encuesta realizada a población del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.

Respecto a la frecuencia del servicio de recolección en el área urbana de Santa Cruz de Yojoa, se observó que el 162 (42%) reportó que el camión pasa 2 veces a la semana, mientras que 146 (38%) indicó una frecuencia de 1 vez a la semana. El 50 (13%) afirmó que el servicio nunca llega, y que 3 veces a la semana (16,4%) y 1 vez al mes (9,2%) (ver anexo 2, tabla 4)

La prevalencia de esta frecuencia de dos veces por semana con un 42.30% se relaciona con la priorización de zonas urbanas estratégicas, como el centro de la ciudad y áreas de alta densidad poblacional como barrios aledaños al centro.

Estos resultados se relacionan con lo expuesto Kreith F.K y Tchobanoglous (2019) quienes enfatizan que una mayor frecuencia de recolección mejora la higiene urbana y la percepción ciudadana.

Ilustración 6 Interrupción en el servicio de recolección por desperfecto de los camiones en área urbana de Santa Cruz de Yojoa.



Nota: La fuente de los datos proviene de la encuesta realizada a población del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.

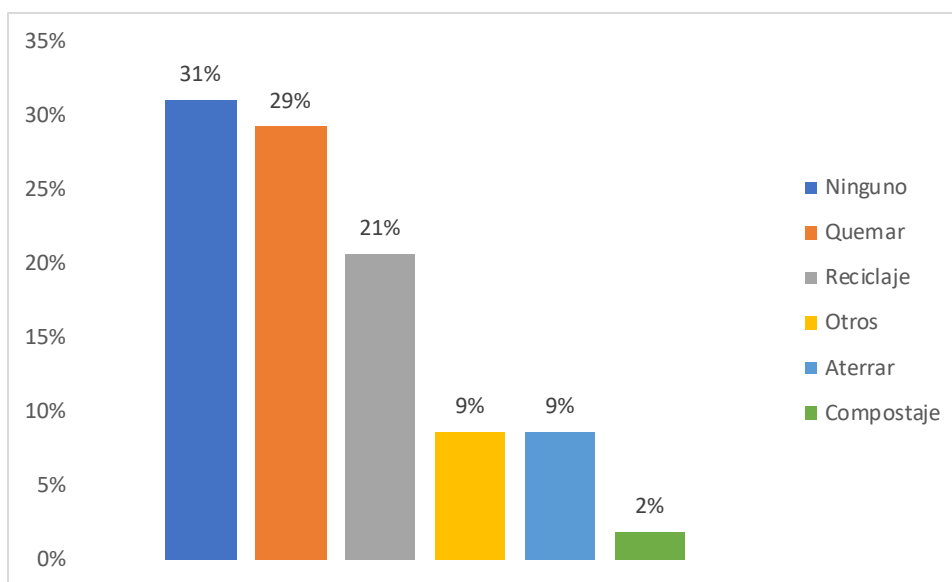
Respecto a las interrupciones del servicio de recolección por fallas en los camiones, 229 (60%) de los usuarios indicó que nunca ha experimentado interrupciones, mientras que 145 (38%) reportó interrupciones ocasionales (1-2 veces al mes). Solo 9 (2%) enfrenta interrupciones frecuentes más de 3 veces al mes. (ver anexo 2, tabla 5)

La percepción mayoritaria de un servicio sin interrupciones con un 59.79% podría reflejar esfuerzos municipales en mantenimiento preventivo de la flota vehicular.

Estos hallazgos se vinculan con lo señalado Sánchez y Durán (2020) destacan que, en sistemas de gestión con protocolos de revisión técnica periódica, se minimizan fallas mecánicas, lo que coincide con la realidad observada en zonas donde los camiones operan sin contratiempos.

Ilustración 7 *Tratamiento de los desechos sólidos por usuarios del área urbana de Santa*

Cruz de Yojoa



Nota: La fuente de los datos proviene de la encuesta realizada a población del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.

Respecto a las prácticas de tratamiento de desechos en la comunidad, se identificó que el 119 (31%) de los usuarios señaló que no se aplica ningún tratamiento, luego la práctica de quemar los desechos 112 (29%). El reciclaje por 79 (20%), mientras que aterrizar y otros métodos representaron cada uno con 33 (9.00%). El compostaje solo 7 con (1%). (ver anexo 2, tabla 6)

Los usuarios no le dan ningún tratamiento el cual es casi un tercio de los casos refleja una brecha crítica en la gestión integral de desechos. Desde la fuente hasta el punto final de recolección.

Estos datos se alinean con lo expuesto por Guerrero, Maas y Hogland (2013) quienes resaltan que, en contextos con limitada infraestructura, la quema y disposición inadecuada (como "aterrar") son prácticas comunes, aunque altamente contaminantes.

Objetivo 2 Evaluar los recursos con que dispone la municipalidad para el proceso recolección de desechos sólidos

Respecto a la entrevista semiestructurada a los empleados de la municipalidad las respuestas fueron las siguientes (ver anexo 2, tabla 11)

Equipos operativos en la recolección de desechos sólidos en municipalidad de Santa Cruz de Yojoa

Los entrevistados de la municipalidad, expresaron que el aumento significativo de desechos es debido al crecimiento poblacional y comercial. Solo existen 2 camiones operativos y un botadero municipal de 30 manzanas el cual está (colapsado), pero sin embargo existen proyectos pilas de oxidación.

El crecimiento poblacional y comercial ha superado la capacidad operativa de la municipalidad, evidenciando una brecha crítica entre la demanda y los recursos disponibles. La dependencia de solo dos camiones operativos y un botadero colapsado refleja una infraestructura insuficiente, tal como señalan Guerrero, Maas y Hogland (2013), quienes destacan que la falta de equipamiento adecuado es un problema recurrente en países en desarrollo. Los proyectos piloto, como las pilas de oxidación, son insuficientes sin una inversión sostenible, lo que coincide con lo expuesto por Kaza, Yao, Bhada-Tata y Van Woerden (2018) sobre la necesidad de sistemas técnicos escalables.

Infraestructura y equipo logístico para recolección de desechos sólidos en municipalidad de Santa Cruz de Yojoa

La flota vehicular consta de cuatro camiones, pero solo uno cumple con estándares operativos; los demás son improvisados o están en mal estado.

El botadero municipal carece de condiciones técnicas adecuadas y opera mediante aterramiento sin tratamiento. Los proyectos de modernización, como las pilas de oxidación, dependen de financiamiento externo y aún no están completos.

La flota vehicular obsoleta y el botadero sin condiciones técnicas corroboran lo expuesto por Guerrero, Maas y Hogland (2013) la infraestructura inadecuada perpetúa prácticas contaminantes como el aterramiento. La dependencia de financiamiento externo para proyectos de modernización refleja fragilidad institucional, un tema abordado por Gutiérrez y Ramírez (2022).

Personal asignado al proceso de recolección de desechos sólidos en municipalidad de Santa Cruz de Yojoa

El proceso de recolección involucra entre 12-15 personas, incluyendo conductores, recolectores (3-5 por camión), dos supervisores en el botadero y pepenadores. Las funciones incluyen recolección, registro manual de datos y separación informal de materiales reciclables. No existen protocolos escritos ni roles claramente definidos.

La falta de protocolos y roles definidos genera ineficiencias operativas.

Según Martínez , Pérez y Soto (2020) destacan que la capacitación y estructura organizacional son claves para profesionalizar la gestión. La participación de pepenadores sin reconocimiento formal limita su potencial.

Rutas de recolección de desechos sólidos en municipalidad de Santa Cruz de Yojoa

La recolección varía según la zona: centro de la ciudad (2-3 veces/semana), barrios residenciales (1-2 veces/semana). Algunos barrios tienen recolección diaria rotativa. Si cuentan con un plan de rutas, este no se ha actualizado para adaptarse al crecimiento urbano reciente.

La variabilidad en recolección va depender de la zona, ya que no todas generan la misma cantidad de desechos. Según Sánchez y Durán (2020) resaltan que la adaptación de horarios y rutas a las dinámicas locales mejora la cobertura, algo crítico en contextos de rápido crecimiento urbano.

Tratamiento de los desechos sólidos en municipalidad de Santa Cruz de Yojoa

Predominan desechos orgánicos (restos de comida) e inorgánicos (plástico, cartón, hierro). No hay clasificación en la fuente, lo que dificulta el reciclaje formal. Los materiales reciclables, como plásticos y metales, son recuperados informalmente por pepenadores que operan en el botadero municipal.

La mezcla de desechos orgánicos e inorgánicos sin separación en origen dificulta el reciclaje formal y aumenta los costos de tratamiento. Esto se alinea con Kreith F.K y Tchobanoglous (2019), quienes enfatizan que la clasificación inicial es esencial para maximizar la eficiencia. La recuperación informal por pepenadores subraya la necesidad de integrar actores informales en sistemas estructurados, como propone Medina (2010).

No hay datos precisos debido a la falta de báscula. Estimaciones empíricas (50-100 kg por camión pequeño), pero sin validez técnica.

La ausencia de datos precisos debido a la falta de báscula limita la planificación estratégica. Kaza, Yao, Bhada-Tata y Van Woerden (2018), advierten que, sin métricas confiables, es imposible diseñar rutas óptimas o asignar recursos eficientemente. Esto refleja una gestión reactiva en lugar de preventiva.

No hay políticas claras ni sistemas formales de separación o tratamiento.

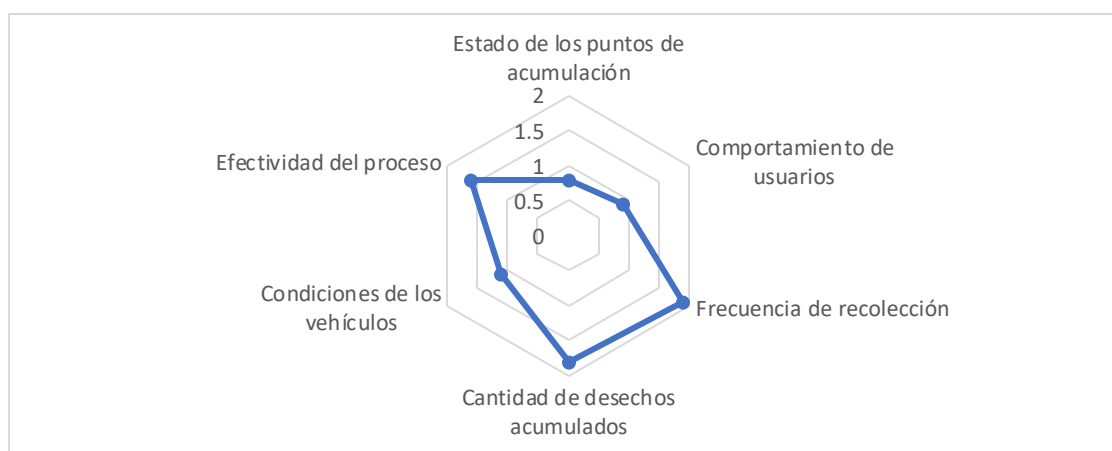
Los desechos se disponen en el botadero mediante aterramiento, mientras que el reciclaje depende de iniciativas informales. Se mencionaron planes futuros para tratamiento técnico, pero dependen de financiamiento externo.

La ausencia de políticas claras y la dependencia de iniciativas informales reflejan un marco regulatorio débil.

Gutiérrez y Ramírez (2022), argumentan que la integración de modelos de economía circular requiere normativas específicas y alianzas público-privadas.

La transición hacia una gestión sostenible de desechos en Santa Cruz de Yojoa requiere un enfoque multidimensional: 1) inversión en infraestructura y tecnologías asequibles, 2) implementación de políticas públicas que prioricen la separación en origen y el reciclaje formal, y 3) fortalecimiento de la corresponsabilidad ciudadana mediante educación y participación activa. Estos ejes, articulados bajo modelos de gestión integral, no solo mitigarían los impactos ambientales, sino que también posicionarían al municipio como referente en desarrollo urbano sostenible en Honduras. En la siguiente ilustración se presenta el desempeño alcanzado por la municipalidad de Santa Cruz de Yojoa.

Ilustración 8 *Análisis de la observación en campo por indicadores de desempeño de la municipalidad de Santa Cruz de Yojoa.*



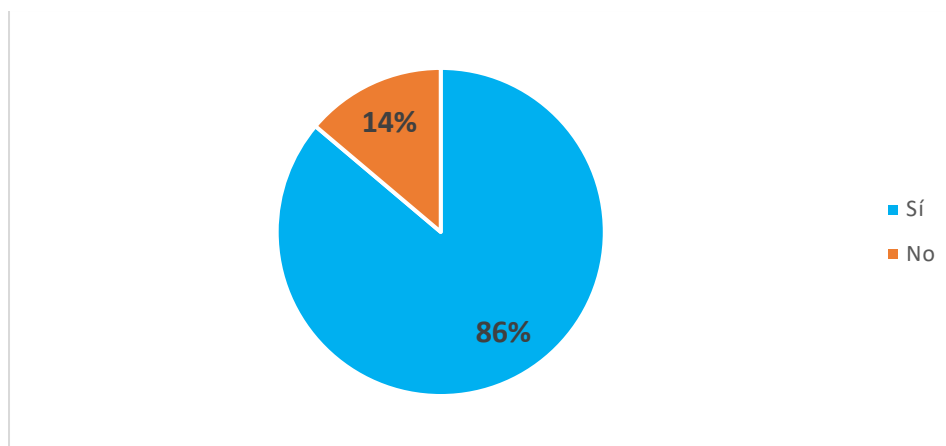
Nota: Los promedios se conectan formando un polígono irregular que destaca las áreas de mayor y menor desempeño.

Basado en los promedios de las observaciones, muestra un sistema de gestión de desechos en Santa Cruz de Yojoa con fortalezas operativas y áreas críticas de mejora. La mayoría de los puntos de acumulación están limpios (80%) y los usuarios colaboran activamente (90%), lo que refleja un compromiso ciudadano sólido. Sin embargo, la frecuencia de recolección (1.9 veces/semana en promedio) y la efectividad del proceso (1.6) indican irregularidades en el servicio, especialmente en zonas periféricas donde persiste la acumulación de desechos (1.8).

Aunque los vehículos están operativos, su diseño improvisado limita la eficiencia, lo que se traduce en dispersión de desechos durante el transporte.

Objetivo 3. Proponer estrategias para optimizar el proceso de recolección de desechos sólidos.

Ilustración 9 *Participación en programas de Clasificación de desechos en el hogar en municipalidad de Santa Cruz de Yojoa*



Nota: La fuente de los datos proviene de la encuesta realizada a población del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.

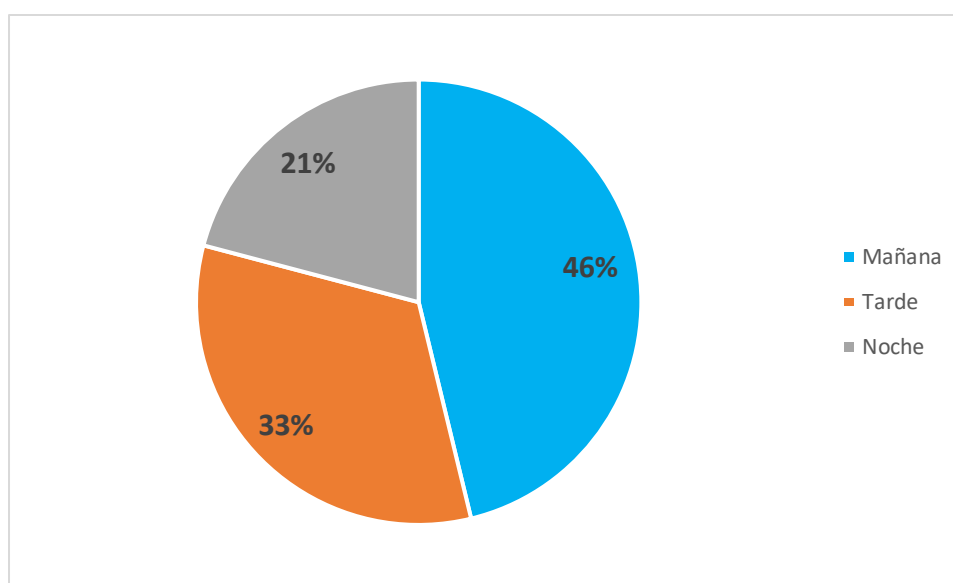
Respecto a la disposición de participar en programas de reciclaje y clasificación de desechos en el hogar, el 86% (330 casos) expresó interés en colaborar, mientras que el 14% (53 casos) indicó no estar interesado (Tabla 7, Anexo 2).

La voluntad del 86% de la población para participar en programas de reciclaje evidencia una base sólida para transitar hacia modelos de economía circular la predisposición de la población refleja una conciencia emergente sobre la importancia de la gestión sostenible de desechos, así como confianza en las iniciativas municipales.

Estos hallazgos se alinean con lo expuesto por Guerrero, Maas y Hogland (2013) quienes resaltan que la participación ciudadana es un factor determinante para el éxito de sistemas de gestión sostenible, especialmente en contextos con recursos limitados.

Al respecto, los empleados de municipalidad resaltaron la importancia de estos resultados, como una oportunidad en planteamiento de estrategias para mejorar las condiciones actuales de quemas, la infraestructura insuficiente tanto de los camiones como del botadero colapsado, ausencia de clasificación en origen y tratamiento adecuado, así como la falta de conciencia ambiental.

Ilustración 10 Propuesta horarios de recolección de desechos en municipalidad de Santa Cruz de Yojoa



Nota: La fuente de los datos proviene de la encuesta realizada a población del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.

Respecto al horario preferido para la recolección de desechos en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, el 46% (177 casos) optó por la mañana, seguido por la tarde con el 33% (126 casos) y la noche con el 21% (80 casos) (Tabla 8, Anexo 2).

La inclinación hacia la recolección matutina con un 46% refleja una sincronización entre las demandas logísticas del servicio para reducir la interferencia en las rutas de recolección y las prácticas cotidianas de la población la preferencia por este horario se asocia a rutinas domésticas como los hábitos de limpieza matutinas arraigadas en la comunidad.

En este contexto, los empleados de la municipalidad sugirieron: recolectar en horarios nocturnos en zonas congestionadas, implementar campañas educativas en escuelas y hogares, reactivar políticas como la prohibición de plásticos, y aplicar sanciones por malas prácticas. También se enfatizó la necesidad de fortalecer la colaboración con organizaciones ambientales.

Estas sugerencias, de recolectar en horarios nocturnos y reactivar políticas anticontaminación, orientadas a tener una ciudad más limpia, se alinean con Sánchez y Durán (2020), quienes promueven la adaptación logística y la participación multisectorial. Las campañas educativas razonan con Martínez et al. (2020), que vinculan la educación ambiental con cambios conductuales.

Similar a lo señalado por Kreith F.K y Tchobanoglous (2019) quienes destacan que la elección de horarios está influenciada por patrones culturales y rutinas diarias de la población. Como recomienda Sánchez y Durán (2020), adaptar las rutas a estos horarios mejoraría la eficiencia del servicio y reduciría la acumulación de desechos en espacios públicos.

Para esto es esencial avanzar hacia un modelo estructurado que combine la recolección de datos confiables, la optimización de procesos, la participación comunitaria y la inversión estratégica en infraestructura.

Como primer paso, la formalización de un programa técnico debe comenzar con la creación de una línea base real sobre generación y composición de desechos, utilizando herramientas como básculas municipales y sistemas digitales de registro. Este diagnóstico permitirá establecer metas claras y medibles, reemplazando la informalidad actual con un enfoque basado en evidencia.

Paralelamente, es urgente diseñar normativas escritas para clasificación, recolección y disposición final, iniciando con proyectos piloto en zonas estratégicas como el centro urbano, donde la separación de desechos y la distribución de contenedores diferenciados pueden generar resultados visibles en el corto plazo.

La optimización operativa del servicio de recolección requiere actualizar las rutas mediante tecnología geo-referenciada, asegurando cobertura equitativa en áreas de crecimiento reciente y ajustando frecuencias según la demanda real. Un sistema flexible, capaz de adaptarse a variaciones estacionales o eventos especiales, mejorará la eficiencia y reducirá la acumulación de desechos en zonas críticas.

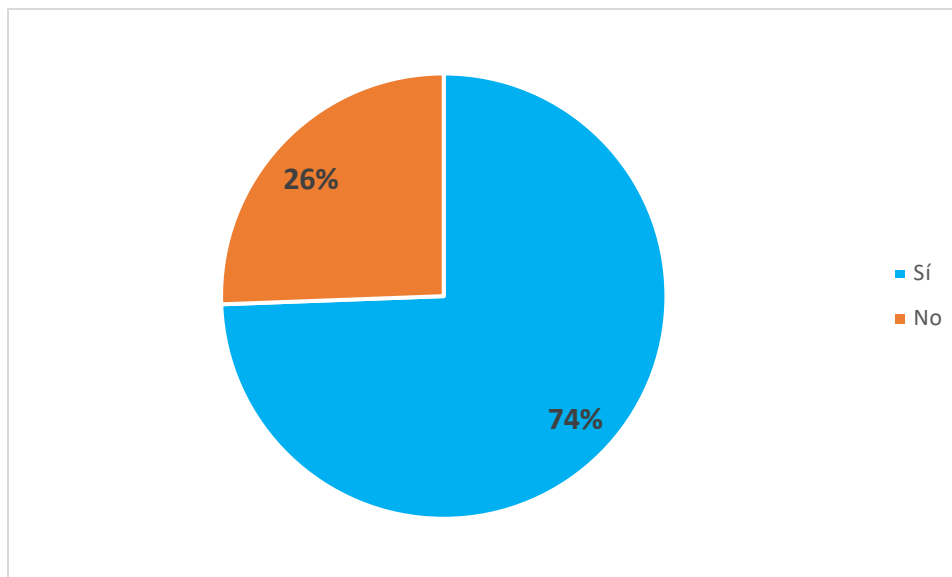
A esto debe sumarse la rehabilitación técnica del botadero municipal, evaluando su capacidad actual y riesgos ambientales, mientras se implementan medidas inmediatas de mitigación, como cercado perimetral y control de lixiviados, para prevenir daños mayores.

La profesionalización del personal es clave: definir roles, capacitar en manejo seguro de desechos y dotar de equipos de protección no solo reducirá riesgos laborales, sino que también aumentará la eficacia del servicio. Simultáneamente, la participación activa de la comunidad debe impulsarse mediante encuestas estructuradas de satisfacción, campañas educativas sobre separación de desechos y la creación de comités de veeduría que vinculen a los ciudadanos en la evaluación continua del sistema.

Para sostener estas acciones, es fundamental gestionar alianzas y financiamiento que prioricen la adquisición de tecnología (básculas, software de rutas) y la mejora de infraestructura (camiones compactadores, mejoras en el botadero). La exploración de modelos de economía circular, como la valorización de materiales reciclables en alianza con empresas locales, no solo aliviará la presión sobre el botadero, sino que generará ingresos complementarios.

En síntesis, la hoja de ruta debe seguir una secuencia clara: comenzar con la formalización técnica y la recolección de datos reales, seguir con la optimización operativa y la rehabilitación de infraestructura, y consolidar la participación ciudadana y las alianzas estratégicas. Priorizar "victorias tempranas", como la limpieza visible del centro urbano o la reducción de desechos mezclados, demostrará avances concretos y fortalecerá la confianza en el sistema. Solo con un enfoque transparente y colaborativo se logrará una transición sostenible, evitando riesgos ambientales y construyendo un modelo resiliente para el futuro.

Ilustración 11 Propuesta de capacitación sobre manejo y reciclaje de desechos sólidos en municipalidad de Santa Cruz de Yojoa



Nota: La fuente de los datos proviene de la encuesta realizada a población del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.

Respecto a la disposición de asistir a capacitaciones sobre manejo y reciclaje de desechos sólidos, el 74% (285 casos) manifestó interés en participar, mientras que el 26% (98 casos) indicó no estar interesado (Tabla 9, Anexo 2).

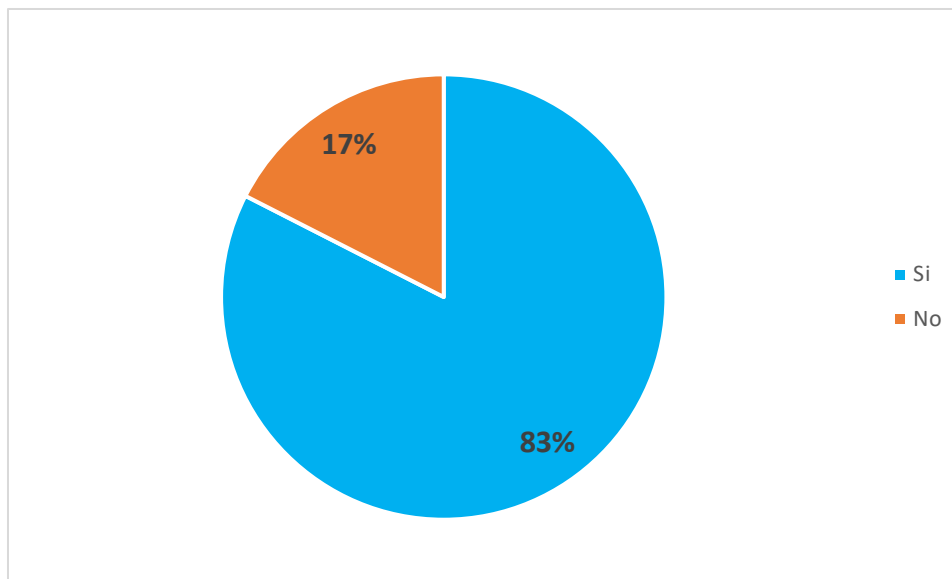
La voluntad del 74% de la población para capacitarse evidencia una oportunidad estratégica para fortalecer la gestión sostenible en la clasificación de desechos.

Respecto a la clasificación de desechos los empleados de la municipalidad expresaron que predomina el aterramiento como única práctica de disposición final, sin tratamiento técnico ni políticas claras de separación esto se agrava por la mezcla indiscriminada de desechos orgánicos (restos de comida) e inorgánicos (plástico, cartón, hierro), lo que dificulta el reciclaje formal y aumenta los costos operativos.

Estos hallazgos refuerzan lo expuesto por Guerrero, Maas, & Hogland (2013) quienes subrayan que la educación ambiental es un eje crítico para transformar prácticas insostenibles. La alta disposición (74%) refleja una comunidad receptiva a adquirir conocimientos técnicos, lo

que coincide con las observaciones de Martínez , Pérez, & Soto (2020) sobre el potencial de programas educativos para reducir la generación de residuos y fomentar el reciclaje.

Ilustración 12 *Participación Ciudadana en actividades comunitarias orientadas a mejorar la eficiencia en la gestión de desechos en municipalidad de Santa Cruz de Yojoa*



Nota: La fuente de los datos proviene de la encuesta realizada a población del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.

Respecto a la participación en actividades comunitarias orientadas a mejorar la gestión de desechos, el 83% (316 casos) expresó disposición a involucrarse, mientras que el 17% (67 casos) indicó no estar interesado (Tabla 10, Anexo 2).

La voluntad del 83% de la población para participar en actividades comunitarias evidencia un potencial transformador clave para la gestión de desechos en el cual la disposición a participar en iniciativas colectivas refleja un sentido de responsabilidad compartida frente a los desafíos ambientales locales.

De acuerdo a lo observación realizada, la dependencia de prácticas informales, como el trabajo de pepenadores para recuperar materiales reciclables, refleja la ausencia de sistemas estructurados y la necesidad de integrar a estos actores en políticas formales. La participación comunitaria emergente, con un alto porcentaje de disposición a colaborar en programas de

reciclaje, representa una oportunidad estratégica. La educación ambiental y la co-creación de políticas con la comunidad son pilares para lograr cambios conductuales sostenibles.

Estos datos respaldan lo planteado por Martínez , Pérez y Soto (2020) quienes enfatizan que la colaboración ciudadana es un motor esencial para lograr sistemas de gestión sostenibles, particularmente en municipios con recursos operativos limitados.

En este mismo orden los empleados de la municipalidad propusieron alianzas con escuelas, como estrategia de participación, sensibilización e involucramiento a la comunidad docente y estudiantes desde edades tempranas en los programas de recolección de los desechos, lo cual es coinciden con lo expuesto por Guerrero, Maas y Hogland (2013) para fortalecer la corresponsabilidad ciudadana.

Así mismo Guerrero, Maas y Hogland (2013) quienes subrayan que la educación ambiental es un eje crítico para transformar prácticas insostenibles. Una comunidad receptiva a adquirir conocimientos técnicos, lo que coincide con las observaciones de Martínez , Pérez y Soto (2020) sobre el potencial de programas educativos para reducir la generación de desechos y fomentar el reciclaje.

En cuanto a lo señalado se plantean las siguientes estrategias para optimizar la recolección de desechos sólidos en Santa Cruz de Yojoa, por variables:

- **Clasificación de Desechos:** Implementar un programa piloto de separación en origen en 3 barrios estratégicos, con contenedores diferenciados (orgánicos, reciclables, no reciclables) y capacitación comunitaria.
- **Optimización de Recolección:** Diseñar rutas geo-referenciadas y ajustar horarios (nocturnos para comercios, matutinos para residencias).
- **Reciclaje Formal y Economía Circular:** Crear un centro de acopio municipal para integrar a pepenadores y establecer alianzas con empresas locales.

- **Participación Comunitaria:** Lanzar la campaña educativa "Yo Reciclo en Yojoa" con talleres en escuelas y jornadas de recolección masiva.
- **Modernización de Infraestructura:** Adquirir camiones compactadores, rehabilitar el botadero con celdas técnicas e implementar un sistema digital de monitoreo.

DISCUSION

Conclusiones

La investigación permitió clasificar los desechos sólidos del municipio de Santa Cruz de Yojoa, según sus categorías, identificando que la mayoría provienen del ámbito residencial, seguido del comercial e industrial, predominan los desechos mezclados, especialmente orgánicos e inorgánicos reciclables, lo que refleja la ausencia de separación inicial y dificulta su tratamiento. No obstante, la alta disposición comunitaria hacia programas educativos sugiere oportunidades para implementar sistemas de clasificación en la fuente, aprovechando la participación ciudadana como eje clave para mejorar la gestión.

Al evaluar los recursos con que cuenta la municipalidad para el proceso de recolección, se evidenciaron limitaciones críticas: una flota vehicular insuficiente e inadecuada para su uso, un botadero sin condiciones técnicas adecuadas y prácticas como la quema o disposición incontrolada, la falta de datos precisos sobre volúmenes generados y la dependencia de actores informales reflejan una gestión fragmentada. Aunque existen proyectos piloto, como pilas de oxidación, estos carecen de sostenibilidad, lo que exige modernizar equipos, fortalecer la planificación basada en diagnósticos técnicos e integrar tecnologías accesibles para optimizar la operatividad.

Con la investigación surge la diferentes estrategias para optimizar el proceso de recolección de desechos sólidos como ser la separación en origen, rutas geo-referenciadas y horarios adaptados a dinámicas zonales, la rehabilitación técnica del botadero, la inclusión de recuperadores informales en sistemas estructurados y campañas de sensibilización emergen

como prioridades, estas propuestas, articuladas con políticas claras y alianzas público-privadas, podrían transitar hacia un modelo de economía circular, reduciendo riesgos sanitarios y promoviendo un desarrollo urbano alineado con la sostenibilidad ambiental y el compromiso comunitario.

Recomendaciones

A la Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa:

- Priorizar la adquisición de equipos e infraestructura, como camiones adicionales y un sistema de pesaje para generar datos confiables.
- Implementar un plan piloto de separación en la fuente, con contenedores diferenciados en zonas estratégicas.
- Gestionar financiamiento para modernizar el botadero municipal, incorporando técnicas como compostaje y reciclaje formal.

A las autoridades ambientales y organizaciones aliadas:

- Brindar capacitación técnica al personal municipal sobre manejo integral de desechos y mantenimiento de equipos.
- Apoyar campañas educativas en escuelas y comunidades para fomentar la reducción de desechos y la correcta clasificación.

A la comunidad:

- Participar activamente en jornadas de limpieza y programas de reciclaje, aprovechando los espacios de formación propuestos.
- Cumplir con los horarios establecidos para la disposición de desechos y evitar prácticas nocivas como la quema o acumulación clandestina.

Al sector académico y de investigación:

- Desarrollar estudios continuos que monitoreen el impacto de las estrategias implementadas y propongan ajustes basados en evidencia.

Bibliografía

Behar, D. (2021). *Métodos cualitativos en investigación social*. Editorial Académica.

Bolaños, R., García, A., & Rodríguez, J. (2018). Evaluación de la capacidad de los botaderos en la gestión de residuos sólidos. *Evaluación de la capacidad de los botaderos en la gestión de residuos sólidos*, Revista de Gestión Ambiental, 12(3), 245-256.

Chin, M., Wong, J., & Lee, K. (2015). Recycling practices in urban environments: A case study. *Recycling practices in urban environments: A case study*, Waste Management, 45, 143-150.

Constitución de la República de Honduras. (1982). *Decreto No. 131. Diario Oficial La Gaceta*.
Obtenido de https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Constitucion_de_la_republica.pdf

Creswell, J. W. (2013). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*.

Ellen MacArthur Foundation. (2022). <https://vidacircular.lat/centros-de-acopio-todo-lo-que-necesitas-saber-para-contribuir-al-reciclaje/#:~:text=Un%20centro%20de%20acopio%20es,como%20pilas%2C%20bater%C3%ADas%20y%20electrodom%C3%A9sticos>. Obtenido de Centros de acopio: todo lo que necesitas saber para contribuir al reciclaje: <https://vidacircular.lat/centros-de-acopio-todo-lo-que-necesitas-saber-para-contribuir-al-reciclaje/#:~:text=Un%20centro%20de%20acopio%20es,como%20pilas%2C%20bater%C3%ADas%20y%20electrodom%C3%A9sticos>.

- España, D. (2024). *Gestión y transporte de residuos en la Unión Europea*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Obtenido de Tipos de camiones de basura: transporte y recogida: <https://www.derichebourgespana.com/tipos-de-camiones-de-basura-transporte-y-recogida/>
- Fernández , A. F., López, B. L., & Torres, C. (2020). *Economía circular y gestión de residuos sólidos urbanos: El caso de la Ciudad de México*. *Revista de Gestión Ambiental*, 15(2), 45-58. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1551/155171463003/html/>
- Fredrich, E., & Potscheke, M. (2010). Waste collection and recycling in urban area. *Waste collection and recycling in urban areas*, *Journal of Urban Planning* 27(4), 321-335.
- Fundación ECOLEC. (14 de 06 de 2014). *Reciclaje electrónico y gestión de RAEE*. Obtenido de <https://ecolec.es/informacion-y-recursos/tipos-de-residuos/comerciales/#:~:text=Definici%C3%B3n,del%20resto%20del%20sector%20servicios>
- García, G. (2023). *Investigación-acción y su impacto en la gestión pública*. Universidad Nacional.
- García, M., Ruiz, D., & Pérez, F. (2017). Classification of urban waste: Current trends and challenges. *Classification of urban waste: Current trends and challenges*, *Environmental Science & Policy* 70, 78-86.
- Garrido, S. G. (2022). *wash en los establecimientos de salud*. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333393/9789243515502-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, A. G., & Rodríguez. (2022). Frecuencia de recolección de residuos sólidos en zonas urbanas: Recomendaciones y buenas prácticas.