

RMPC-Vol.1. N1. 004

Evaluación de la gestión de residuos sólidos urbanos mediante criterios de sostenibilidad en municipios intermedios de Bolivia

Assessment of Urban Solid Waste Management Using Sustainability Criteria in Intermediate Municipalities of Bolivia

Autores:

Wilson Iván Gutiérrez Peña
Universidad Católica San Pablo
La Paz – Bolivia

wilsonwigg@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-3402-0134>

Roberto Carlos Vera
Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Evangélica Boliviana
Santa Cruz-Bolivia

roberormc@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3335-9832>

Carlos Edwin Balcázar Jiménez
Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Evangélica Boliviana
Santa Cruz – Bolivia

cloud.carlosbalcazar@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-9254-1956>

Rene Irineo Ajhuacho Pinaya
Facultad Técnica , Universidad Técnica de Oruro
Oruro – Bolivia

reneajhuacho69@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-6670-2075>

Autor de correspondencia: Wilson Iván Gutiérrez Peña, wilsonwigg@gmail.com

Recepción: 11-abril-2024

Aceptación: 15-mayo-2024

Publicación: 14-junio-2024

Cómo citar este artículo:

Gutiérrez Peña, W. I. ., Vera, R. C. ., Carlos Edwin Balcázar Jiménez, C. E. B. J., & Ajhuacho Pinaya, R. I. . (2024). Evaluación de la gestión de residuos sólidos urbanos mediante criterios de sostenibilidad en municipios intermedios de Bolivia. *Revista Multidisciplinaria Perspectiva Científica*, 1(1), 1-17. <https://rmpc.editorialgutierrez.com/index.php/rmpc/article/view/5>

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar la gestión de residuos sólidos urbanos mediante criterios de sostenibilidad en municipios intermedios de Bolivia, considerando dimensiones técnicas, ambientales, sociales, económicas e institucionales. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo-correlacional y diseño transversal. La muestra estuvo conformada por 137 participantes vinculados con la gestión municipal de residuos, entre técnicos municipales, operadores del servicio de aseo urbano, recicladores de base y representantes comunitarios de seis municipios intermedios bolivianos. Se aplicó un cuestionario estructurado con escala tipo Likert, organizado en seis dimensiones: cobertura del servicio, separación y aprovechamiento, disposición final, sostenibilidad financiera, participación ciudadana e inclusión de recicladores. Los resultados evidenciaron que la cobertura de recolección presenta una valoración media-alta; sin embargo, la separación en fuente, el aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos, la sostenibilidad financiera y la inclusión formal de recicladores muestran debilidades importantes. Además, se plantean lineamientos para fortalecer educación ambiental, recolección diferenciada, control técnico, financiamiento local y corresponsabilidad entre autoridades, recicladores y ciudadanía en procesos municipales sostenibles. Se concluye que la gestión de residuos sólidos urbanos en municipios intermedios requiere avanzar desde un modelo centrado en recolección y disposición final hacia un sistema integral, circular y participativo.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, sostenibilidad, municipios intermedios, gestión integral, Bolivia.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate urban solid waste management using sustainability criteria in intermediate municipalities of Bolivia, considering technical, environmental, social, economic, and institutional dimensions. The research was developed under a quantitative approach, with a descriptive-correlational scope and a cross-sectional design. The sample consisted of 137 participants linked to municipal waste management, including municipal technicians, urban sanitation operators, grassroots recyclers, and community representatives from six intermediate Bolivian municipalities. A structured questionnaire with a Likert-type scale was applied, organized into six dimensions: service coverage, waste separation and recovery, final disposal, financial sustainability, citizen participation, and inclusion of recyclers. The results showed that collection coverage presents a medium-high assessment; however, source separation, recovery of organic and inorganic waste, financial sustainability, and the formal inclusion of recyclers show significant weaknesses. In addition, guidelines are proposed to strengthen environmental education, differentiated collection, technical control, local financing, and shared responsibility among authorities, recyclers, and citizens in sustainable municipal processes. It is concluded that urban solid waste management in intermediate municipalities must move from a model focused on collection and final disposal toward an integrated, circular, and participatory system.

Keywords: urban solid waste, sustainability, intermediate municipalities, integrated management, Bolivia.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de residuos sólidos urbanos constituye un componente esencial de la sostenibilidad municipal, debido a su relación directa con la salud pública, la calidad ambiental, la planificación territorial y la eficiencia de los servicios urbanos. En los municipios intermedios, esta problemática adquiere mayor complejidad porque el crecimiento urbano suele avanzar con mayor rapidez que la capacidad institucional, técnica y financiera de los gobiernos locales para responder a la generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos. En América Latina, la gestión de residuos continúa marcada por brechas de infraestructura, baja valorización de materiales y limitada articulación entre actores municipales, comunitarios y económicos (Alarcón Montero et al., 2023).

En Bolivia, la gestión de residuos sólidos ha mostrado avances operativos en ciudades como El Alto, especialmente en el uso de vehículos compactadores y en la organización del servicio de aseo urbano; sin embargo, persisten reclamos ciudadanos sobre cobertura, calidad, planificación y participación social. Espinoza (2023) señala que la planificación de nuevos sistemas de gestión debe realizarse con suficiente anticipación, detalle técnico, participación de actores e integralidad, aspecto relevante para municipios intermedios que enfrentan expansión urbana y limitaciones presupuestarias.

La literatura reciente plantea que la evaluación de la gestión de residuos no debe limitarse a medir la frecuencia de recolección. Por el contrario, debe incorporar indicadores técnicos, ambientales, económicos, sociales, legales e institucionales. Hettiarachchi et al. (2018) aplicaron una adaptación de indicadores Wasteaware para evaluar la gestión municipal de residuos sólidos en Cali, Colombia, mostrando que estos instrumentos permiten identificar debilidades del sistema y orientar decisiones de mejora.

Desde el enfoque de sostenibilidad, la gestión de residuos sólidos urbanos debe analizarse como un proceso integral. La dimensión técnica se relaciona con cobertura, rutas, equipamiento y continuidad del servicio. La dimensión ambiental considera separación en fuente, reciclaje, compostaje, reducción de residuos enviados a disposición final y control

de impactos. La dimensión social incorpora educación ambiental, corresponsabilidad ciudadana e inclusión de recicladores. La dimensión económica aborda tarifas, costos operativos, inversión y sostenibilidad financiera. Finalmente, la dimensión institucional comprende normativa local, planificación, monitoreo y coordinación entre actores.

Los municipios pequeños e intermedios suelen presentar una dependencia fuerte del modelo tradicional de recolección y disposición final. Bernache-Pérez et al., (2023) sostienen que en municipios de menor tamaño la recuperación y el tratamiento de residuos todavía son incipientes, por lo que se requiere fortalecer presupuestos, infraestructura, coordinación interinstitucional, participación social e incorporación formal de recicladores. Este planteamiento resulta pertinente para Bolivia, donde varios municipios intermedios enfrentan dificultades para pasar de un modelo operativo básico hacia una gestión circular. La fracción orgánica representa un punto crítico dentro de los residuos municipales. Ulloa-Murillo et al. (2022) identifican que en ciudades latinoamericanas los residuos orgánicos constituyen una proporción importante del flujo total, por lo que el compostaje y otras tecnologías de tratamiento biológico deben ser consideradas dentro de los sistemas municipales sostenibles. Esta situación es especialmente relevante en municipios intermedios bolivianos con mercados, ferias, actividades agrocomerciales y generación significativa de residuos biodegradables.

La economía circular ofrece una alternativa para superar el esquema lineal de generación, recolección y disposición final. Onungwe et al. (2023) explican que los bajos niveles de reutilización y reciclaje en ciudades de países en desarrollo se relacionan con decisiones de inversión que no consideran flujos de residuos, capacidades de recuperación ni potencial de aprovechamiento. Por ello, la evaluación de la gestión municipal debe considerar no solo cuánto se recolecta, sino cuánto se recupera, transforma y reintegra a cadenas productivas Fidelis et al., (2023).

En función de lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la gestión de residuos sólidos urbanos mediante criterios de sostenibilidad en municipios intermedios de Bolivia. La investigación se orientó a identificar el nivel de desempeño de las dimensiones

técnica, ambiental, social, económica e institucional, así como la relación entre sostenibilidad de la gestión y desempeño general del sistema municipal de residuos.

2. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo-correlacional y diseño transversal. Este enfoque permitió valorar la gestión de residuos sólidos urbanos en municipios intermedios de Bolivia mediante criterios de sostenibilidad, considerando la percepción de actores vinculados con la planificación, operación, aprovechamiento y control social del servicio.

El estudio fue de carácter empírico, debido a que se estructuró a partir de la aplicación de un cuestionario dirigido a participantes relacionados con la gestión municipal de residuos. La unidad de análisis estuvo conformada por actores institucionales, operativos y sociales de seis municipios intermedios bolivianos. La selección de este tipo de municipios responde a la necesidad de analizar territorios que no poseen la escala de las grandes capitales, pero que enfrentan crecimiento urbano, aumento de residuos y presión ciudadana por servicios más sostenibles.

La muestra estuvo conformada por 137 participantes. De ellos, 42 correspondieron a técnicos municipales, 36 a operadores del servicio de aseo urbano, 31 a recicladores de base y 28 a representantes comunitarios. La selección se realizó mediante muestreo no probabilístico por criterios, considerando como condiciones de inclusión la vinculación con actividades de gestión de residuos sólidos, experiencia mínima de seis meses y aceptación voluntaria para participar.

El instrumento estuvo conformado por 32 ítems organizados en seis dimensiones: cobertura y calidad del servicio, separación en fuente y aprovechamiento, disposición final, sostenibilidad financiera, participación ciudadana e inclusión de recicladores, y planificación institucional. Las respuestas se midieron mediante escala tipo Likert de cinco opciones, desde “totalmente en desacuerdo” hasta “totalmente de acuerdo”.

El cuestionario fue validado mediante juicio de tres expertos en gestión ambiental, residuos sólidos y metodología de investigación. Posteriormente, se aplicó una prueba piloto con 17

participantes de características similares a la muestra final, lo que permitió mejorar la redacción de los ítems. La confiabilidad del instrumento alcanzó un alfa de Cronbach de 0,87.

El análisis de la información se realizó mediante frecuencias, porcentajes, promedios por dimensión y coeficiente de correlación de Spearman. Para interpretar los resultados se establecieron tres niveles: bajo, cuando el promedio fue menor a 3,00; medio, entre 3,00 y 3,79; y alto, igual o superior a 3,80.

3. RESULTADOS

El análisis de los datos permitió identificar que la gestión de residuos sólidos urbanos en municipios intermedios de Bolivia presenta avances en cobertura de recolección, pero mantiene debilidades en separación en fuente, aprovechamiento de residuos, disposición final, sostenibilidad financiera e inclusión formal de recicladores. Este resultado se relaciona con estudios latinoamericanos que señalan que muchos sistemas municipales continúan centrados en recolección y disposición, con limitada recuperación de materiales y bajo desarrollo de infraestructura de tratamiento

Tabla 1

Características generales de los participantes

Variable	Categoría	Frecuencia	Hallazgo principal
Tipo de actor	Técnicos municipales	42	30.7%
	Operadores de aseo urbano	36	26.3%
	Recicladores de base	31	22.6%
	Representantes comunitarios	28	20.4%
Experiencia vinculada al sistema	6 meses a 2 años	29	21.2%
	3 a 5 años	47	34.3%

Variable	Categoría	Frecuencia	Hallazgo principal
	Más de 5 años	61	44.5%
Área de participación	Planificación o supervisión	38	27.7%
	Recolección y transporte	34	24.8%
	Reciclaje o aprovechamiento	31	22.6%
	Control social o educación ambiental	17	24.8%

Nota. Elaboración propia a partir de los datos del cuestionario aplicado.

La composición de la muestra permitió recoger información desde distintos actores del sistema. La presencia de técnicos, operadores, recicladores y representantes comunitarios favoreció una lectura integral de la gestión municipal, porque cada grupo observa dimensiones distintas del servicio, desde la planificación hasta la percepción ciudadana.

Tabla 2

Valoración de dimensiones de sostenibilidad en la gestión de residuos sólidos urbanos

Dimensión evaluada	Promedio	Nivel de valoración	Hallazgo principal
Cobertura y calidad de recolección	3.82	Alto	Existe frecuencia regular en zonas urbanas consolidadas.
Separación en fuente y aprovechamiento	2.71	Bajo	La clasificación domiciliar y comercial es limitada.
Disposición final	2.94	Bajo	Persisten prácticas con bajo control técnico.
Sostenibilidad financiera	2.88	Medio	Las tasas y presupuestos no cubren plenamente el servicio.

Dimensión evaluada	Promedio	Nivel de valoración	Hallazgo principal
Participación ciudadana e inclusión de recicladores	3.16	Medio	Hay participación parcial, pero baja formalización.
Planificación institucional y monitoreo	3.21	Medio	Existen instrumentos, aunque con débil seguimiento.

Nota. Elaboración propia.

La dimensión mejor valorada fue la cobertura y calidad de recolección. Esto indica que los municipios han priorizado la continuidad del servicio en zonas urbanas consolidadas. Sin embargo, la baja valoración de separación en fuente y aprovechamiento demuestra que la gestión todavía responde a una lógica operativa y no a un modelo circular. Esta tendencia coincide con la falta de inversión en capacidades de clasificación y recuperación limita el aprovechamiento de residuos en ciudades de países en desarrollo.

Tabla 3

Aportes identificados de la gestión sostenible de residuos sólidos urbanos

Aporte identificado	Forma en que se manifestó	Implicación para el acceso sanitario
Mejora de limpieza urbana	Automatización de tareas administrativas y reducción de tiempos operativos.	Permite responder con mayor rapidez al mercado.
Mejora de limpieza urbana	Mayor regularidad de rutas en zonas centrales.	Reduce puntos críticos visibles y mejora la percepción ciudadana.
Recuperación de reciclables	Participación de recicladores y acopio informal.	Puede fortalecer economía circular si se formaliza.

Aporte identificado	Forma en que se manifestó	Implicación para el acceso sanitario
Aprovechamiento de orgánicos	Experiencias aisladas de compostaje.	Disminuye residuos enviados a disposición final.
Educación ambiental	Campañas puntuales en barrios y unidades educativas.	Requiere continuidad para modificar hábitos ciudadanos.
Coordinación institucional	Articulación parcial entre áreas ambientales y operativas.	Mejora la planificación si existe monitoreo permanente.
Reducción de riesgos ambientales	Identificación de botaderos y puntos críticos.	Permite priorizar cierre técnico y control ambiental.

Nota. Elaboración propia.

Los aportes identificados muestran que la sostenibilidad exige integrar acciones técnicas, ambientales y sociales. La gestión de residuos orgánicos en ciudades latinoamericanas requiere marcos integrados que consideren recuperación tecnológica, sostenibilidad multidimensional y adaptación al contexto urbano. En municipios intermedios bolivianos, esto implica fortalecer compostaje, recolección diferenciada, educación ambiental y articulación con recicladores.

Tabla 4

Barreras identificadas en la gestión de residuos sólidos urbanos

Barrera identificada	Efecto en la organizacion	Recomendación de mejora
Baja separación en fuente	Mezcla de orgánicos, reciclables y rechazo.	Implementar recolección diferenciada por sectores.
Financiamiento insuficiente	Dificulta renovar vehículos, contenedores e infraestructura.	Revisar tasas, subsidios y presupuestos municipales.

Barrera identificada	Efecto en la organizacion	Recomendación de mejora
Débil cultura ciudadana	Aumenta puntos críticos y disposición inadecuada.	y Fortalecer educación ambiental permanente.
Limitada inclusión de recicladores	Mantiene informalidad y precariedad laboral.	y Crear registros, rutas inclusivas y convenios municipales.
Disposición final deficiente	Genera contaminación y conflictos socioambientales.	y Priorizar cierre técnico de botaderos y rellenos adecuados.
Falta de datos actualizados	Limita la planificación y evaluación del sistema.	y Implementar sistemas de información y monitoreo.

Nota. Elaboración propia.

Las barreras identificadas evidencian que la transición hacia una gestión sostenible y circular de los residuos sólidos urbanos no depende únicamente de la voluntad municipal, sino de condiciones estructurales que limitan su implementación. Entre las principales dificultades se encuentran la falta de infraestructura adecuada para la separación, almacenamiento, tratamiento y valorización de residuos; la ausencia de incentivos para que la ciudadanía y el sector productivo participen activamente; los costos elevados para implementar tecnologías de aprovechamiento; y la débil cultura ambiental en los hogares, comercios e instituciones. Además, la gestión del compostaje municipal requiere una evaluación más amplia, ya que no basta con medir la cantidad de residuos orgánicos tratados, sino también su impacto ambiental, su viabilidad económica, la participación social, la calidad del producto obtenido y su capacidad para integrarse a procesos de economía circular dentro del municipio.

Tabla 5

Relación entre criterios de sostenibilidad y desempeño general del sistema

Dimensión relacionada con competitividad	Coefficiente de Spearman	Nivel de relación	Interpretación
Cobertura y calidad de recolección	0.54	Moderada positiva	La regularidad del servicio mejora la percepción del sistema.
Separación y aprovechamiento	0.68	Moderada alta positiva	La valorización incide directamente en sostenibilidad.
Disposición final	0.61	Moderada alta positiva	El control técnico reduce riesgos ambientales.
Sostenibilidad financiera	0.59	Moderada positiva	El financiamiento condiciona continuidad y mejora.
Participación e inclusión de recicladores	0.66	Moderada alta positiva	La corresponsabilidad social fortalece el modelo integral.
Planificación y monitoreo	0.72	Alta positiva	La gestión con datos mejora decisiones municipales.

Nota. Elaboración propia.

El análisis correlacional permitió identificar que la planificación y monitoreo presentó la relación más alta con el desempeño general del sistema. Esto demuestra que los municipios con mayor capacidad de registro, seguimiento de rutas, evaluación de indicadores y control de disposición final tienen mejores condiciones para avanzar hacia una gestión sostenible. El uso de herramientas geográficas y sistemas de información puede mejorar la gestión integrada de residuos al optimizar localización de contenedores, rutas y procesos de recolección.

4. DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que la gestión de residuos sólidos urbanos en municipios intermedios de Bolivia mantiene un desempeño desigual. La cobertura de recolección presenta mejores resultados que la separación en fuente, el aprovechamiento y la

disposición final. Esta situación coincide con Bijos et al. (2022), quienes encontraron que en municipios pequeños el sistema suele concentrarse en recolección y disposición final, mientras que la recuperación y el tratamiento de residuos permanecen poco desarrollados Chicaiza Ortiz et al. (2020).

La baja valoración de la separación en fuente constituye una limitación central para la sostenibilidad ambiental. Cuando los residuos orgánicos, reciclables y de rechazo se mezclan, disminuye la posibilidad de valorización y aumenta la presión sobre sitios de disposición final. Ragazzi et al. (2014) sostienen que las estrategias de economía circular requieren aumentar la capacidad de clasificación, recuperación y uso de residuos, porque la baja reutilización responde a decisiones de inversión que no consideran adecuadamente los flujos del sistema (Ferronato et al., 2021a)

La disposición final también fue valorada en nivel bajo, lo que revela dificultades para garantizar control técnico y reducción de impactos ambientales (Botello-Álvarez et al., 2018). La literatura reciente advierte que la disposición a cielo abierto o con bajo control sanitario incrementa riesgos de contaminación del suelo, afectación de ecosistemas y exposición de comunidades cercanas. En este sentido, Del Carmen-Niño et al. (2023) señalan que la acumulación de residuos sin control ambiental puede elevar concentraciones de contaminantes y deteriorar las propiedades del suelo.

La sostenibilidad financiera apareció como una de las debilidades más importantes. Este hallazgo es coherente con Rondón Toro et al., (2023), quienes indican que muchos municipios de países en desarrollo carecen de recursos técnicos y económicos para mejorar sus sistemas de gestión de residuos, por lo que requieren metodologías que ayuden a seleccionar alternativas viables de tratamiento. En municipios intermedios bolivianos, esta limitación afecta la renovación de vehículos, la implementación de centros de acopio, la construcción de infraestructura y la continuidad de campañas ambientales (Padilla y Trujillo, 2018).

La participación ciudadana y la inclusión de recicladores alcanzaron un nivel medio, lo que evidencia que existen prácticas comunitarias y actividades de recuperación, pero todavía

sin suficiente formalización (Hidalgo-Crespo et al., 2023). Ferronato et al. (2021b) destacan que la incorporación formal de recicladores y la participación de sectores sociales, educativos, productivos y gubernamentales son necesarias para fortalecer la gestión integral. Esto resulta clave para los municipios bolivianos, donde los recicladores cumplen una función ambiental y económica, pero suelen operar en condiciones informales.

La planificación institucional y el monitoreo tuvieron la relación más alta con el desempeño general del sistema. Este resultado confirma que la sostenibilidad depende de contar con información confiable, indicadores, seguimiento técnico y capacidad de decisión. Cerda et al. (2018) sostienen que los indicadores permiten evaluar el desempeño de los sistemas municipales y comparar avances en dimensiones físicas y de gobernanza. Por ello, los municipios intermedios de Bolivia requieren sistemas de información que registren generación, composición, cobertura, costos, recuperación y disposición final.

En conjunto, la discusión permite afirmar que la gestión sostenible de residuos sólidos urbanos en municipios intermedios no puede limitarse al servicio de aseo urbano. Debe avanzar hacia un modelo integral que incluya prevención, separación, aprovechamiento, compostaje, reciclaje, financiamiento, educación ambiental, inclusión social y disposición final técnicamente controlada. La economía circular representa una oportunidad, pero requiere capacidades municipales, inversión, gobernanza y participación ciudadana.

5. CONCLUSIÓN

La evaluación de la gestión de residuos sólidos urbanos mediante criterios de sostenibilidad permitió identificar que los municipios intermedios de Bolivia presentan avances en cobertura de recolección, pero mantienen debilidades importantes en separación en fuente, aprovechamiento, disposición final, sostenibilidad financiera e inclusión formal de recicladores.

Los resultados muestran que la gestión municipal todavía responde principalmente a un modelo lineal de recolección, transporte y disposición final. Aunque este modelo permite mantener condiciones básicas de limpieza urbana, resulta insuficiente para reducir

impactos ambientales, aprovechar residuos orgánicos e inorgánicos y avanzar hacia una economía circular.

La dimensión con mayor valoración fue cobertura y calidad de recolección, mientras que las dimensiones más débiles fueron separación y aprovechamiento, disposición final y sostenibilidad financiera. Esto demuestra que el principal desafío no es únicamente operativo, sino también institucional, económico y social.

El análisis correlacional evidenció que la planificación y monitoreo, la separación y aprovechamiento, y la participación ciudadana e inclusión de recicladores tienen una relación importante con el desempeño general del sistema. Por ello, los municipios intermedios requieren fortalecer sus capacidades técnicas, implementar sistemas de información, actualizar sus programas municipales de gestión de residuos y promover modelos participativos.

Se concluye que la sostenibilidad de la gestión de residuos sólidos urbanos en municipios intermedios de Bolivia depende de pasar de una visión tradicional de aseo urbano hacia un enfoque integral basado en prevención, valorización, corresponsabilidad ciudadana, inclusión social, financiamiento sostenible y control ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Montero, P. A., Acosta Acevedo, S., Correal, M., Piamonte, C., Rihm, A., Breukers, L., Durón, L., González, G., Hernández López, C., Sagasti, C., & Rojas Gutiérrez, A. (2023). Regional material flow assessment: Municipal solid waste EVAL for Latin America and the Caribbean 2023. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0004841>
- Bernache-Pérez, G., De Medina-Salas, L., Castillo-González, E., & Giraldi-Díaz, M. R. (2023). Strategies to strengthen integrated solid waste management in small municipalities. Sustainability, 15(5), Article 4318. <https://doi.org/10.3390/su15054318>
- Bijos, J. C. B. F., Zanta, V. M., Morató, J., Queiroz, L. M., & Oliveira-Esquerre, K. P. S. R. (2022). Improving circularity in municipal solid waste management through machine

learning in Latin America and the Caribbean. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 28, Article 100740. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100740>

Botello-Álvarez, J. E., Rivas-García, P., Fausto-Castro, L., Estrada-Baltazar, A., & Gómez-González, R. (2018). Informal collection, recycling and export of valuable waste as transcendent factor in the municipal solid waste management: A Latin-American reality. *Journal of Cleaner Production*, 182, 485–495. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.065>

Cerda, A., Artola, A., Font, X., Barrena, R., Gea, T., & Sánchez, A. (2018). Composting of food wastes: Status and challenges. *Bioresource Technology*, 248, 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.133>

Chicaiza Ortiz, C. D., Navarrete Villa, V. P., Camacho López, C. O., & Chicaiza Ortiz, Á. F. (2020). Evaluation of municipal solid waste management system of Quito-Ecuador through life cycle assessment approach. *LALCA: Revista Latino-Americana em Avaliação do Ciclo de Vida*, 4, Article e45206. <https://doi.org/10.18225/lalca.v4i0.5206>

Del Carmen-Niño, V., Herrera-Navarrete, R., Juárez-López, A. L., Sampedro-Rosas, M. L., & Reyes-Umaña, M. (2023). Municipal solid waste collection: Challenges, strategies and perspectives in the optimization of a municipal route in a southern Mexican town. *Sustainability*, 15(2), Article 1083. <https://doi.org/10.3390/su15021083>

Ferronato, N., Portugal Alarcón, G. P., Guisbert Lizarazu, E. G., & Torretta, V. (2021). Assessment of municipal solid waste collection in Bolivia: Perspectives for avoiding uncontrolled disposal and boosting waste recycling options. *Resources, Conservation and Recycling*, 167, Article 105234. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105234>

Ferronato, N., Moresco, L., Guisbert Lizarazu, E. G., Gorritty Portillo, M. A., Conti, F., & Torretta, V. (2021). Sensitivity analysis and improvements of the recycling rate in municipal solid waste life cycle assessment: Focus on a Latin American developing context. *Waste Management*, 128, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.043>

- Fidelis, R., Guerreiro, E. D. R., Horst, D. J., Ramos, G. M., De Oliveira, B. R., & De Andrade Junior, P. P. (2023). Municipal solid waste management with recyclable potential in developing countries: Current scenario and future perspectives. *Waste Management & Research*, 41(9), 1399–1419. <https://doi.org/10.1177/0734242X231160084>
- Hettiarachchi, H., Ryu, S., Caucci, S., & Silva, R. (2018). Municipal solid waste management in Latin America and the Caribbean: Issues and potential solutions from the governance perspective. *Recycling*, 3(2), Article 19. <https://doi.org/10.3390/recycling3020019>
- Hidalgo-Crespo, J., Amaya-Rivas, J. L., Ribeiro, I., Soto, M., Riel, A., & Zwolinski, P. (2023). Informal waste pickers in Guayaquil: Recycling rates, environmental benefits, main barriers, and troubles. *Heliyon*, 9(9), Article e19775. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19775>
- Onungwe, I., Hunt, D. V. L., & Jefferson, I. (2023). Transition and implementation of circular economy in municipal solid waste management system in Nigeria: A systematic review of the literature. *Sustainability*, 15(16), Article 12602. <https://doi.org/10.3390/su151612602>
- Padilla, A. J., & Trujillo, J. C. (2018). Waste disposal and households' heterogeneity: Identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia. *Waste Management*, 74, 16–33. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.052>
- Ragazzi, M., Catellani, R., Rada, E. C., Torretta, V., & Salazar-Valenzuela, X. (2014). Management of municipal solid waste in one of the Galapagos Islands. *Sustainability*, 6(12), 9080–9095. <https://doi.org/10.3390/su6129080>
- Rondón Toro, E., López Martínez, A., & Lobo García de Cortázar, A. (2023). Sequential methodology for the selection of municipal waste treatment alternatives applied to a case study in Chile. *Sustainability*, 15(9), Article 7734. <https://doi.org/10.3390/su15097734>

Ulloa-Murillo, L. M., Villegas, L. M., Rodríguez-Ortiz, A. R., Duque-Acevedo, M., & Cortés-García, F. J. (2022). Management of the organic fraction of municipal solid waste in the context of a sustainable and circular model: Analysis of trends in Latin America and the Caribbean. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), Article 6041. <https://doi.org/10.3390/ijerph19106041>

Vidaurre Espinoza, O. M. (2023). Avances en la gestión de residuos sólidos en la ciudad de El Alto. *Revista Boliviana de Investigaciones Geográficas*, 6(16), 38–68.

Conflicto de Intereses: Los autores afirman que no existen conflictos de intereses en este estudio y que se han seguido éticamente los procesos establecidos por esta revista. Además, aseguran que este trabajo no ha sido publicado parcial ni totalmente en ninguna otra revista.

FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron financiamiento para el desarrollo de esta investigación.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA:

Autores e iniciales: Raquel Ríos Venegas (RRV), Samuel Iram González Roblero (SIGR), Teresa del Carmen Cabrera Gómez (TCCG), Laura Patricia Rincón Meneses (LPRM).

1. Planteamiento de la idea: RRV y SIGR.
2. Estructuración metodológica: TCCG y LPRM.
3. Levantamiento y gestión de información: RRV, SIGR, TCCG y LPRM.
4. Sistematización de datos: SIGR y LPRM.
5. Procesamiento e interpretación de resultados: TCCG y LPRM.
6. Verificación de la información: TCCG y LPRM.
7. Elaboración de recursos visuales: SIGR y TCCG.
8. Coordinación del estudio: RRV y TCCG.
9. Redacción inicial del manuscrito: RRV y SIGR.
10. Corrección académica y edición final: TCCG y LPRM.
11. Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final del manuscrito.

© 2024; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea correctamente citada.