



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Iniciativas de Basura Cero implementadas a nivel internacional que pueden aplicarse en
Colombia: una revisión sistemática**

Diana Estefany González Díaz
Rolando Alfonso Martínez Falon

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental

Asesora

Lina Claudia Giraldo Buitrago, Doctor (PhD) en Ingeniería

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Especialización en Gestión Ambiental
Medellín, Antioquia, Colombia
2025



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Cita

(González Díaz & Martínez Falon, 2025)

Referencia

González Díaz, D., & Martínez Falon, R. (2025). *Iniciativas de Basura Cero implementadas a nivel internacional que pueden aplicarse en Colombia: una revisión sistemática* [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Estilo APA 7 (2020)



Especialización en Gestión Ambiental , Cohorte XVII.

Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
1. Introducción	9
2. Planteamiento del problema.....	10
3. Objetivos	11
3.1. Objetivo general	11
3.2. Objetivos específicos.....	11
4. Marco teórico	12
4.1. Enfoque Basura Cero: evolución, estrategias y beneficios	12
4.2. Basura Cero y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	13
4.3. Basura Cero en Colombia	14
4.3.1. Apoyo institucional y educación.....	14
4.3.2. Infraestructura disponible.....	15
4.3.3. Disponibilidad tecnológica.....	16
4.3.4. Cultura y participación comunitaria	17
5. Metodología	19
5.1. Definición pregunta de investigación.....	19
5.2. Búsqueda de literatura	20
5.3. Selección de estudios	20
5.4. Análisis de la literatura.....	22
6. Resultados y análisis	24
6.1. Búsqueda y selección de estudios para la elaboración de un portafolio bibliográfico...24	
6.2. Análisis bibliométrico de los estudios seleccionados	25

6.3. Análisis sistemático de las iniciativas Basura Cero en el contexto internacional y su aplicación en Colombia.....	27
6.3.1. Iniciativas con residuos orgánicos.....	28
6.3.2. Iniciativas con residuos mixtos y reciclables	29
6.3.3. Iniciativas con residuos especiales	30
6.3.4. Iniciativas con residuos no definidos (NE)	31
7. Conclusiones	33
8. Referencias bibliográficas.....	34
Anexos.....	43

Lista de tablas

Tabla 1 Criterios de inclusión y exclusión para la selección de títulos y resúmenes.....	21
Tabla 2 Criterios de relevancia temática para la revisión de texto completo.....	22
Tabla 3 Criterios para evaluación de viabilidad.....	23
Tabla 4 Búsqueda y selección de artículos para la construcción del portafolio bibliográfico	24
Tabla 5 Iniciativas Basura Cero con alta viabilidad técnica y social para el contexto colombiano	32

Lista de figuras

Figura 1 Objetivos de Desarrollo Sostenible	13
Figura 2 Diagrama de la metodología Proknow-C para una revisión sistemática	19
Figura 3 Distribución de publicaciones por revista científica.....	25
Figura 4 Distribución de publicaciones científicas por país	27

Resumen

La gestión de residuos sólidos en Colombia enfrenta serios desafíos debido a bajos niveles de aprovechamiento y prácticas insostenibles. En este contexto, el enfoque de Basura Cero, alineado con la economía circular, se presenta como una alternativa integral que promueve la reutilización, el consumo responsable y la recuperación de recursos. El presente trabajo, tiene como objetivo proponer iniciativas exitosas de Basura Cero a nivel internacional que puedan ser viables técnica y socialmente en el contexto colombiano. Para lograrlo, se realizó una revisión sistemática de la literatura publicada entre 2024 y marzo de 2025. A partir del análisis bibliográfico y sistemático de un portafolio conformado por 30 artículos científicos, se diseñó una matriz de evaluación que integró criterios de viabilidad técnica y social. Las iniciativas se clasificaron según el tipo de residuo: orgánicos, mixtos y reciclables, especiales y no definidos. Como resultado, se identificaron siete iniciativas con alto potencial de implementación en el país, relacionadas con educación ambiental, gestión comunitaria, reciclaje en entornos institucionales y el uso de tecnologías accesibles, alineadas con las condiciones actuales del país. La investigación revela que Colombia posee condiciones ideales para avanzar hacia un modelo de Basura Cero, siempre que se priorice en iniciativas contextualizadas, se fortalezcan las capacidades locales y se fomente la participación ciudadana. Con este estudio, se presenta un aporte práctico para la formulación de políticas públicas sostenibles y la promoción de la economía circular en el país.

Palabras clave: iniciativas basura cero, economía circular, residuos, reciclaje, educación ambiental, participación comunitaria

Abstract

Solid waste management in Colombia faces significant challenges due to low recovery rates and unsustainable practices. In this context, the Zero Waste approach, aligned with the circular economy, emerges as a comprehensive alternative that promotes reuse, responsible consumption, and resource recovery. This study aims to propose successful international Zero Waste initiatives that are technically and socially viable in the Colombian context. To achieve this, a systematic review of the literature published between 2024 and March 2025 was conducted. Based on a bibliographic and systematic analysis of a portfolio comprising 30 scientific articles, an evaluation matrix was designed incorporating technical and social feasibility criteria. The initiatives were classified according to the type of waste: organic, mixed and recyclable, special, and undefined. As a result, seven initiatives with high implementation potential in the country were identified, related to environmental education, community-based management, institutional recycling, and the use of accessible technologies, aligned with Colombia's current conditions. The findings indicate that Colombia has favorable conditions to transition toward a Zero Waste model, provided that context-based initiatives are prioritized, local capacities are strengthened, and citizen participation is promoted. This study offers a practical contribution to the development of sustainable public policies and the advancement of the circular economy in the country.

Keywords: zero waste initiatives, circular economy, waste, recycling, environmental education, community participation

1. Introducción

Las ciudades a nivel mundial se están expandiendo a un ritmo acelerado, lo que ha provocado un consumo masivo de recursos naturales, esenciales para sostener el crecimiento de sus economías (Awasthi et al., 2021; Tseng et al., 2020). Al mismo tiempo, esta expansión conlleva a la generación de grandes volúmenes de residuos, lo que plantea desafíos significativos para la sostenibilidad ambiental. Ante esta situación, se requiere una gestión de residuos más eficiente y adaptativa, basada en modelos de retroalimentación y alejada de los enfoques tradicionales de eliminación (Seadon, 2010).

En respuesta a los crecientes desafíos ambientales, ha ganado relevancia el concepto de economía circular, el cual promueve un uso más eficiente de los recursos, especialmente en el manejo de los residuos urbanos e industriales (Ghisellini et al., 2016). Esta filosofía, derivada de la economía verde y la ecología industrial, busca mantener los recursos en circulación y reducir al mínimo el desperdicio mediante un enfoque integral que involucra a todos los sectores de la sociedad (Li et al., 2015; McCormick et al., 2013). En este sentido, el enfoque de Basura Cero se presenta como una estrategia clave para transformar los modelos tradicionales en la gestión de residuos, al promover la prevención en la generación de desechos, altos niveles de reciclaje, la valorización de materiales y el cambio de comportamiento social (Cole et al., 2014; Fricker, 2003). Sin embargo, su implementación efectiva requiere una visión política clara, compromiso de las partes interesadas, capacidades técnicas y comunicacionales adecuadas, así como la consideración de factores sociales, institucionales y técnicos propios de cada contexto (Uyarra & Gee, 2013; Zotos et al., 2009).

Este trabajo tuvo como objetivo proponer iniciativas Basura Cero para Colombia, a partir de una revisión sistemática de publicaciones con estrategias exitosas implementadas internacionalmente entre el año 2024 y marzo de 2025. Las estrategias se clasificaron según factores técnicos y sociales, con el fin de identificar aquellas adaptables al contexto colombiano.

2. Planteamiento del problema

La gestión de residuos sólidos representa un desafío crítico para países en desarrollo como Colombia, donde el crecimiento poblacional y el consumo insostenible, impulsado por prácticas como la obsolescencia programada, han superado la capacidad de los sistemas convencionales (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). Frente a este problema, el enfoque de Basura Cero surge como una alternativa integral, que abarca toda la cadena de producción y consumo, buscando fomentar el rediseño de productos, la reducción de residuos, y promover el reciclaje y la reutilización (Zaman & Lehmann, 2011).

A nivel internacional, las iniciativas de Basura Cero han ganado relevancia en diversos países y ciudades que buscan reducir significativamente los residuos destinados a rellenos sanitarios o incineración. No obstante, su implementación efectiva enfrenta obstáculos cuando se trasladan a otros contextos, debido a factores socioculturales, institucionales y técnicos que dificultan su adecuada adaptación. En Colombia, la situación actual es muy alarmante: de acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018) y el Senado de la República de Colombia (2023), solo se recicla entre el 15% y el 17% de los residuos sólidos, lo que refleja una baja tasa de aprovechamiento y la necesidad de reformas en la gestión de residuos. Esta situación se ve agravada por la falta de infraestructura adecuada, la escasa conciencia ambiental y las desigualdades regionales en capacidades técnicas y recursos (Vesga Ferreira et al., 2024).

Ante esta realidad, surge la pregunta central de esta investigación: ¿Cuáles iniciativas de Basura Cero que han tenido éxito internacional se pueden aplicar en Colombia, teniendo en cuenta factores técnicos y sociales?

3. Objetivos

3.1.Objetivo general

Proponer iniciativas de Basura Cero para Colombia, a partir de una revisión sistemática de la literatura publicada entre el año 2024 y marzo de 2025, que reporte iniciativas exitosas implementadas a nivel internacional.

3.2.Objetivos específicos

- Identificar las estrategias de la iniciativa basura cero implementadas a nivel internacional y en Colombia Analizar.
- Seleccionar las estrategias internacionales de la iniciativa Basura Cero que podrían implementarse en Colombia, teniendo en cuenta la clasificación que se realice a partir de factores técnicos y sociales
- Proponer iniciativas de Basura Cero a partir del análisis de las estrategias que se han implementado a nivel internacional y su aplicabilidad al contexto colombiano.

4. Marco teórico

4.1. Enfoque Basura Cero: evolución, estrategias y beneficios

Tradicionalmente, los residuos han sido considerados subproductos sin valor que resultan al final de la vida útil de un producto, el cual debe ser eliminado o incinerado para su manejo adecuado. Sin embargo, el enfoque Basura Cero desafía esta visión, al concebir los residuos como "recursos mal asignados" o un "en transición" (A. Zaman, 2022). Desde esta perspectiva, según Zaman & Ahsan (2019), los residuos generados durante la producción y el consumo deben reincorporarse al ciclo productivo mediante acciones como la reutilización, reciclaje, rediseño o reprocesamiento. Esta visión resalta que los residuos no deben ser eliminados ni incinerados, sino utilizados repetidamente como recursos dentro de un ciclo continuo.

Según la Zero Waste International Alliance (2018), Basura Cero promueve la conservación de recursos a través de un consumo responsable, la reutilización y la recuperación, evitando la quema o disposición final de residuos. Este enfoque se alinea con el modelo de economía circular y las 9R (rechazar, repensar, reducir, reutilizar, reparar, restaurar, remanufacturar, recuperar y reciclar), orientadas a maximizar la valorización de materiales (United Nations Environment Programme, 2023; Fudala-Ksiazek et al., 2016). Así, se fomenta una gestión holística donde los residuos se transforman en insumos para nuevos procesos productivos (Silva et al., 2017; A. U. Zaman, 2014; Lehmann, 2011; Greyson, 2007).

Las estrategias para la gestión de residuos dentro de un marco de Basura Cero incluyen el reuso, la reutilización, el aprovechamiento y la valoración de los materiales generados, con el objetivo de reducir los residuos enviados a vertederos y la extracción de materias primas. El reuso implica la utilización directa de productos o materiales sin modificar su forma, mientras que la reutilización puede involucrar el acondicionamiento de materiales para nuevos usos. Por su parte, el aprovechamiento y la valoración de los residuos están orientados hacia la conversión de los desechos en nuevos productos o energía, contribuyendo así a la reducción de residuos y a la eficiencia en el uso de recursos naturales. Estas acciones permiten sustituir materiales vírgenes y generar ahorros significativos en la gestión de residuos (Zaman, 2016).

Por otro lado, los beneficios derivados de este modelo son múltiples y abarcan distintos niveles. De acuerdo con Pietzsch et al. (2017), a nivel comunitario, fomenta la participación ciudadana, mejora la salud pública y genera empleo en sectores del reciclaje. Económicamente,

reduce costos de gestión y puede generar ingresos por la valorización de materiales. Ambientalmente, disminuye los impactos asociados a la generación de residuos, extiende la vida útil de los rellenos sanitarios y optimiza el uso de recursos. Finalmente, en el ámbito industrial, promueve una mayor eficiencia, diseños sostenibles y simbiosis industrial, fortaleciendo la competitividad empresarial.

4.2. Basura Cero y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El enfoque Basura Cero se ha considerado fundamental para alcanzar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (Figura 1), ya que promueve el consumo y la producción responsables. Al reducir los impactos ambientales y optimizar el uso de recursos, contribuye significativamente a enfrentar problemas globales como el cambio climático, la contaminación y la pérdida de biodiversidad. Además, tiene efectos positivos sobre otros ODS, como el acceso a agua limpia, ciudades sostenibles, igualdad de género, erradicación de la pobreza, entre otros; posicionándose así, como una vía principal para avanzar hacia un desarrollo sostenible integral, impulsando avances en todos los objetivos y metas establecidas en la Agenda 2030 (United Nations Environment Programme, 2023).

Figura 1

Objetivos de Desarrollo Sostenible



Nota. Fuente (Naciones Unidas, 2017).

4.3. Basura Cero en Colombia

4.3.1. Apoyo institucional y educación

En Colombia, la implementación del enfoque Basura Cero ha estado respaldado por un creciente apoyo institucional y avances en educación ambiental, integrándose en políticas de economía circular. La Ley 2294 de 2023 (Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026), estableció el programa “Basura Cero”, liderado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, como parte del compromiso estatal con una transformación estructural del manejo de residuos sólidos, alineado con objetivos de desarrollo sostenible y justicia social (MVCT, n.d.).

En el marco de institucionalidad, se destaca desde el año 2010, la creación del movimiento Basura Cero Colombia junto con ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación), impulsó el Sistema de Certificación Basura Cero (SBC), el cual permite a las organizaciones demostrar su compromiso con la reducción de residuos y la implementación de prácticas sostenibles, asociadas con los principios de economía circular y ecología industrial. A través de herramientas como el análisis de ciclo de vida, la gestión del riesgo y el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar), la certificación SBC no solo fortalece la gestión interna de residuos en las organizaciones, sino que busca cambios culturales profundos en la producción, consumo y en la gestión de residuos (ICONTEC, n.d.).

Complementariamente, se ha venido fortaleciendo mecanismos de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), establecidos formalmente por el Proyecto de Ley No. 048 de 2020 para envases y empaques de vidrio, metal, aluminio, papel y cartón, definidos como productos valorizables. Esta normativa, exige a los productores asumir la gestión de los residuos de sus productos, bajo principios como “quien contamina, paga”, la participación activa de la comunidad, la descentralización, la innovación y la divulgación de la información (Congreso de Colombia, 2020). Estas acciones se articulan con políticas como el CONPES 3874 de 2016, que define la Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, y se traduce como una hoja de ruta que orienta la gestión integral de residuos sólidos, con metas claras de reducción y aprovechamiento, especialmente para orgánicos y reciclables (ICONTEC, n.d.).

El factor educativo ha sido crucial para la sensibilización ciudadana. Hasta la fecha, se han realizado diversas campañas que han promovido prácticas como la separación en la fuente, la reutilización y el reciclaje, incluyendo visitas personalizadas y actividades comunitarias lideradas por colectivos como Gente de Zona Trece, Comunidad Nueva Roma y Trébola (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020). También destacan la implementación del código de colores para separación de residuos a nivel nacional desde el año 2021 (MADS, 2020), la Guía Nacional para la Correcta Separación de Residuos Sólidos, expedida en el año 2022 (Departamento Nacional de Planeación et al., 2022) y programas de concientización en escuelas como el impulsado por la Alcaldía de Pereira (Alcaldía de Pereira, 2024).

Actualmente, en ciudades como Bogotá se están impulsando planes pilotos para la recolección selectiva de algunos materiales aprovechables por parte de organizaciones de recicladores, fortaleciendo su rol en la economía circular (UAESP, 2025).

4.3.2. Infraestructura disponible

La gestión de residuos sólidos en Colombia enfrenta retos ambientales, sociales y económicos. Según el Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos, el país cuenta con 249 sitios de disposición final, que incluyen 157 rellenos sanitarios, 73 botaderos a cielo abierto, 10 celdas de contingencia y 9 celdas transitorias (SUPERSERVICIOS, 2023).

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2023), clasifica estos sitios en sistemas autorizados y no autorizados. Los sistemas autorizados cumplen con licencias ambientales (Decreto 1076 de 2015) o planes de manejo ambiental previos a la Ley 99 de 1993, e incluyen:

- Relleno sanitario: solución técnica con control de impactos ambientales, mediante confinamiento, compactación de residuos, control de gases y lixiviados, y cobertura diaria y final (Decreto 1077 de 2015).
- Celda de contingencia: opción temporal de disposición final que puede incorporarse a rellenos sanitarios según el artículo 3 de la Resolución 1890 de 2011.

En contraste, los sistemas no autorizados no cumplen con la normativa vigente y han sido señalados para cierre por sus riesgos ambientales y sanitarios. Estos incluyen:

- Celdas transitorias: instalaciones temporales, utilizadas mientras los municipios gestionan el traslado de residuos a rellenos sanitarios licenciados por la autoridad ambiental competente (Resoluciones 1390 de 2005, 1684 de 2008, 1822 de 2009, 1529 de 2010 y 1890 de 2011).
- Botaderos a cielo abierto: sitios sin control técnico ni ambiental donde se acumulan residuos, generando graves impactos al ambiente y a la salud pública (Resolución 1045 de 2003).

4.3.3. Disponibilidad tecnológica

La gestión de residuos en Colombia avanza hacia la sostenibilidad y la economía circular, integrando tecnologías innovadoras con prácticas tradicionales. Este enfoque impulsa procesos como la valorización energética, el reciclaje automatizado y el tratamiento de residuos complejos (MADS, 2021).

Según el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2021), los principales tipos de tratamiento son:

- Mecánico: separación y clasificación de residuos para reciclaje o valorización energética.
- Biológico: descomposición de residuos orgánicos por microorganismos, mediante compostaje (aerobio) o producción de biogás (anaerobio).
- Térmico: transformación de residuos mediante la aplicación de altas temperaturas, como incineración, gasificación y pirólisis (INERCO, 2018).

Entre las tecnologías implementadas en el país se destacan:

- Aprovechamiento de residuos orgánicos: se destacan proyectos como plantas de biogás, a partir de residuos orgánicos en ciudades como Bogotá y Medellín (MADS, 2021).
- Valorización energética: incineración con recuperación de energía (Alcaldía de Bogotá, 2022).

- Reciclaje automatizado: tecnologías de clasificación automática y plataformas digitales, para mejorar la recolección y comercialización de materiales reciclables (SUPERSERVICIOS, 2023).
- Rellenos sanitarios tecnológicos: con captura de metano y tratamiento de lixiviados (Gómez et al., 2020).
- Gestión de residuos electrónicos: plantas especializadas para recuperar metales como oro, cobre y aluminio, bajo estándares internacionales (MINTIC, 2022).

Sin embargo, persisten importantes desafíos. Solo el 30% de los municipios cuenta con tecnologías avanzadas para el manejo de residuos, debido a desigualdades regionales y falta de inversión (Universidad Nacional de Colombia, 2020). Aunque el compostaje es común por su bajo costo, existe una brecha en la implementación de alternativas más complejas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020). En años recientes, se han iniciado proyectos innovadores, como la planta de valorización energética del relleno Magic Garden en San Andrés, que busca mejorar la gestión de residuos en la isla y energía a partir de ellos (INTERASEO, 2021).

4.3.4. Cultura y participación comunitaria

La implementación de iniciativas Basura Cero en Colombia ha adoptado un enfoque integral que trasciende lo técnico e incorpora prácticas sociales, valores culturales y modelos de gobernanza regional y nacional.

El programa Basura Cero, creado bajo el artículo 227 de la Ley 2294 de 2023 y liderado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), articula esfuerzos entre sectores públicos, privados y comunitarios, con una participación destacada de los recicladores y sus organizaciones. Este modelo busca no solo mejorar la gestión de residuos sino fortalecer la economía circular y la inclusión socioeconómica de actores tradicionalmente marginados (MVCT, n.d.).

Dentro de esta estrategia surgen los “Pactos Territoriales por Basura Cero”, espacios de gobernanza donde comunidades, autoridades locales, organizaciones sociales, recicladores y representantes de los sectores productivos se comprometen voluntariamente con acciones pedagógicas y metas locales para fomentar la cultura Basura Cero (MVCT, 2025). Además, el

programa impulsa campañas de sensibilización ambiental y la cultura ciudadana, orientadas a transformar los hábitos y percepciones sobre la separación en la fuente y disposición de residuos (MVCT, n.d.).

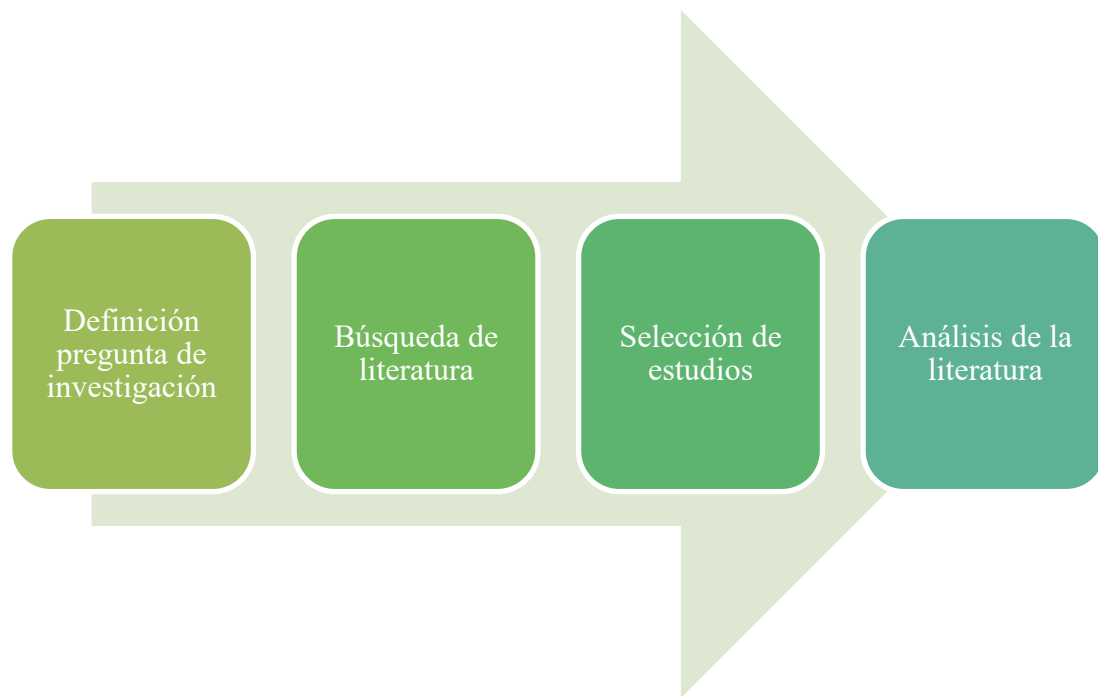
Una experiencia destacada es la de Bogotá, donde desde el año 2013, se han implementado medidas para incluir formalmente a los recicladores en los sistemas de gestión de residuos, reconociendo y dignificando su labor mediante esquemas de pago y el fortalecimiento de su rol en la economía popular (Alcaldía de Bogotá, 2013). Asimismo, proyectos similares han sido desarrollados en departamentos como Bolívar, Boyacá, Guainía, Norte de Santander, Vaupés y Vichada, promoviendo la participación comunitaria en el tratamiento y/o aprovechamiento de residuos locales (MVCT, n.d.). Aunque Colombia avanza hacia una cultura ambiental renovada, persisten desafíos en la implementación en otras regiones del país.

5. Metodología

Para realizar la revisión sistemática del presente trabajo, se empleó la metodología basada en el Proceso de Desarrollo del Conocimiento Constructivista (Proknow-C) propuesto por Ensslin, L., et al. (2010), que comprende tres etapas principales: elaboración de un portafolio bibliográfico, análisis bibliométrico y análisis sistémico. A partir de esta estructura metodológica, se aplicó el procedimiento descrito en la Figura 2 para la búsqueda y selección de estudios relevantes.

Figura 2

Diagrama de la metodología Proknow-C para una revisión sistemática



5.1. Definición pregunta de investigación

Inicialmente, se procedió con la identificación y formulación de la pregunta de investigación, lo que permitió delimitar el tema y alcance de la investigación. Con base en este proceso, se formuló la siguiente pregunta: ¿Cuáles iniciativas de Basura Cero que han tenido éxito internacional se pueden aplicar en Colombia, teniendo en cuenta factores técnicos y sociales?

5.2. Búsqueda de literatura

Se estableció un conjunto de palabras clave relacionadas con la pregunta de investigación, utilizando tesauros en línea como apoyo para construir un sistema de búsqueda estructurado. Se seleccionaron los términos “basura cero” y “economía circular”, así como sus equivalentes en inglés “zero waste” y “circular economy”, teniendo en cuenta que el tema de estudio se enfoca en las iniciativas de Basura Cero, y que las estrategias de este y conceptos asociados como sostenibilidad y gestión de residuos, se encuentran incluidas dentro del concepto de economía circular. Las búsquedas se realizaron mediante el operador booleano “AND”, con las ecuaciones: (“basura cero” AND “economía circular”) y (“zero waste” AND “circular economy”).

Posteriormente, se eligieron las bases de datos Scopus y ScienceDirect, por su enfoque científico y pertinencia temática, y se procedió a recopilar la mayor cantidad posible de documentos relevantes disponibles en estas fuentes.

5.3. Selección de estudios

Con el objetivo de garantizar la calidad y la pertinencia de la información, se definieron criterios de inclusión y exclusión alineados con la pregunta y el alcance de la investigación. Inicialmente, se consideraron artículos de investigación y de revisión, de acceso abierto, publicados en los últimos diez años. Sin embargo, debido al alto volumen de resultados y con el fin de priorizar información actual, se ajustó el filtro para incluir artículos de investigación publicados entre el año 2024 y marzo de 2025.

Posteriormente, los documentos obtenidos se consignaron dentro del gestor bibliográfico Mendeley, donde se depuraron duplicados, estudios irrelevantes o que carecían de detalles como título, autores, y año. Luego, se evaluaron los títulos y resúmenes para identificar su relevancia. La Tabla 1 presenta los criterios utilizados para determinar la pertinencia temática antes de proceder a una revisión de texto completo. Esta selección permitió establecer aquellos estudios directamente relevantes para el alcance de esta investigación, los cuáles pasarían a una revisión de texto completo.

Tabla 1*Criterios de inclusión y exclusión para la selección de títulos y resúmenes*

Aspecto	Inclusión	Exclusión
Campo de estudio	El área de estudio debe estar relacionada con iniciativas Basura Cero, gestión y aprovechamiento de residuos sólidos, economía circular y sostenibilidad ambiental.	El campo de estudio no está relacionado con Basura Cero, ni con la gestión de residuos sólidos en el marco de la economía circular (p. ej., estudios sobre políticas públicas generales, gestión financiera, urbanismo sin relación con residuos).
Contexto dentro del campo	El título/resumen debe mencionar estrategias, tecnologías, sistemas o procesos implementados a nivel internacional dentro del marco Basura Cero, incluyendo sus enfoques principales en economía circular (reducción, reutilización, reciclaje y valorización de materiales).	El título/resumen aborda temas generales de sostenibilidad, residuos sólidos o economía circular sin enfocarse en estrategias de Basura Cero. También se excluyen estudios que traten solo sobre tecnologías, sistemas o procesos sin relación con reducción, reutilización, reciclaje y valorización de residuos sólidos.
Tema de discusión	El título/resumen debe describir estrategias de Basura Cero aplicadas en algún país o región, con información sobre su éxito, impacto y viabilidad en cuanto al uso de la tecnología, los sistemas o procesos implementados para mejorar la gestión, reducción, reutilización, reciclaje y valorización de residuos sólidos.	El título/resumen analiza conceptos teóricos de Basura Cero, su historia o principios sin vinculación a casos de éxito. También se excluyen artículos que analicen residuos sin relacionarlos con las estrategias de Basura Cero.

Como se muestra en la Tabla 2, después se desarrollaron criterios para garantizar que la información fuera relevante para responder la pregunta de investigación.

Tabla 2*Criterios de relevancia temática para la revisión de texto completo*

Criterio	Clasificación	El trabajo debe contener
Técnico	Tipo de residuo	Descripción del tipo de residuo abordado en la iniciativa Basura Cero, detallando sus características y los desafíos asociados a su gestión.
	Tecnologías, sistemas o procesos para reducir, reutilizar, reciclar y valorizar los residuos sólidos	Descripción de tecnologías, sistemas o procesos implementados o propuestos para la gestión de residuos en el marco de Basura Cero, con evidencia de su efectividad y aplicabilidad.
Social	Generación de empleos	Información sobre cómo la iniciativa Basura Cero impacta la creación de empleos en la comunidad donde se aplicó.
	Participación comunitaria	Evidencia de la inclusión de la comunidad en la implementación y mantenimiento de las iniciativas Basura Cero.
	Educación	Descripción de estrategias educativas para promover iniciativas Basura Cero, que incluyan: ciencias del comportamiento (hábitos y cambios de conducta), incentivos (económicos o de otro tipo) y normatividad (regulaciones y políticas públicas).

Toda la información obtenida y procesada sobre las iniciativas de Basura Cero, fue organizada y estructurada en una base de registro en Excel, que permitió realizar posteriormente un análisis de toda la información obtenida, incluyendo la evolución que se ha tenido del tema en materia de implementación, estrategias, ejecución y viabilidad de aplicación.

5.4. Análisis de la literatura

De acuerdo con la clasificación y selección de los documentos recopilados, se procedió a analizar y evaluar cuáles son las iniciativas de Basura Cero implementadas a nivel internacional

que pueden aplicarse a la realidad de Colombia. Para ello, se utilizó una matriz de evaluación diseñada con criterios técnicos y sociales, que permitió organizar y comparar las iniciativas según variables como tipo de residuo, tecnologías o sistemas implementados, participación comunitaria, impacto en la generación de empleo y estrategias educativas.

A partir de esa matriz, se valoró la viabilidad técnica, considerando factores como infraestructura disponible, compatibilidad tecnológica y capacidades institucionales; y la viabilidad social, teniendo en cuenta la participación comunitaria, aceptación social y educación ambiental (Tabla 3). Cada iniciativa fue clasificada en niveles de viabilidad (baja, media, alta), lo cual permitió priorizar aquellas con mayor potencial de adaptación al contexto colombiano.

Tabla 3

Criterios para evaluación de viabilidad

Nivel viabilidad	Viabilidad técnica	Viabilidad social
Alta	Existencia de infraestructura o programas similares en Colombia.	Si hay reporte de participación comunitaria, impactos sociales positivos, generación de empleo, buen nivel de educación ambiental y aceptación cultural.
Media	Se debe realizar una adaptación de la tecnología/sistema.	Si se requiere trabajar más en sensibilización ambiental, la participación comunitaria es moderada y se deben enfrentar algunas barreras sociales/culturales.
Baja	Si la tecnología/sistema es muy costosa o no se encuentra disponible en el país.	Si existe resistencia social, desconfianza o se requieren cambios culturales significativos.

6. Resultados y análisis

6.1. Búsqueda y selección de estudios para la elaboración de un portafolio bibliográfico

De Siguiendo la metodología Proknow-C, inicialmente se elaboró un portafolio bibliográfico a partir de una búsqueda sistemática de artículos científicos relacionados con las iniciativas de Basura Cero a nivel internacional en el contexto de la economía circular, publicados entre el año 2024 y marzo de 2025. Los resultados de esta etapa se resumen en la Tabla 4.

La búsqueda documental, se realizó en las bases de datos Scopus y ScienceDirect, utilizando los comandos: (“basura cero” AND “economía circular”) y (“zero waste” AND “circular economy”). Aunque el primer comando no arrojó resultados en ninguna base, el segundo permitió recopilar un total de 360 artículos en bruto: 45 en Scopus y 315 en ScienceDirect.

Posteriormente, los documentos recopilados fueron consignados dentro del gestor bibliográfico Mendeley, donde se realizó un primer filtro para eliminar aquellos artículos duplicados, reduciendo el número a 342 artículos no repetidos. Luego, aplicando criterios de inclusión y exclusión a títulos y resúmenes (Tabla 1), se preseleccionaron 65 artículos. De estos, 30 fueron finalmente seleccionados, tras una revisión de texto completo, basada en su relevancia temática (Tabla 2), para conformar el portafolio bibliográfico definitivo que se utilizó en las siguientes etapas del análisis.

Tabla 4

Búsqueda y selección de artículos para la construcción del portafolio bibliográfico

Base de datos	Comando de búsqueda	No. de artículos
Scopus	"basura cero" AND "economía circular"	0
Scopus	"zero waste" AND "circular economy"	45
ScienceDirect	"basura cero" AND "economía circular"	0
ScienceDirect	"zero waste" AND "circular economy"	315
	Total artículos	360
	Artículos en bruto	360
	Artículos en bruto no repetidos	342

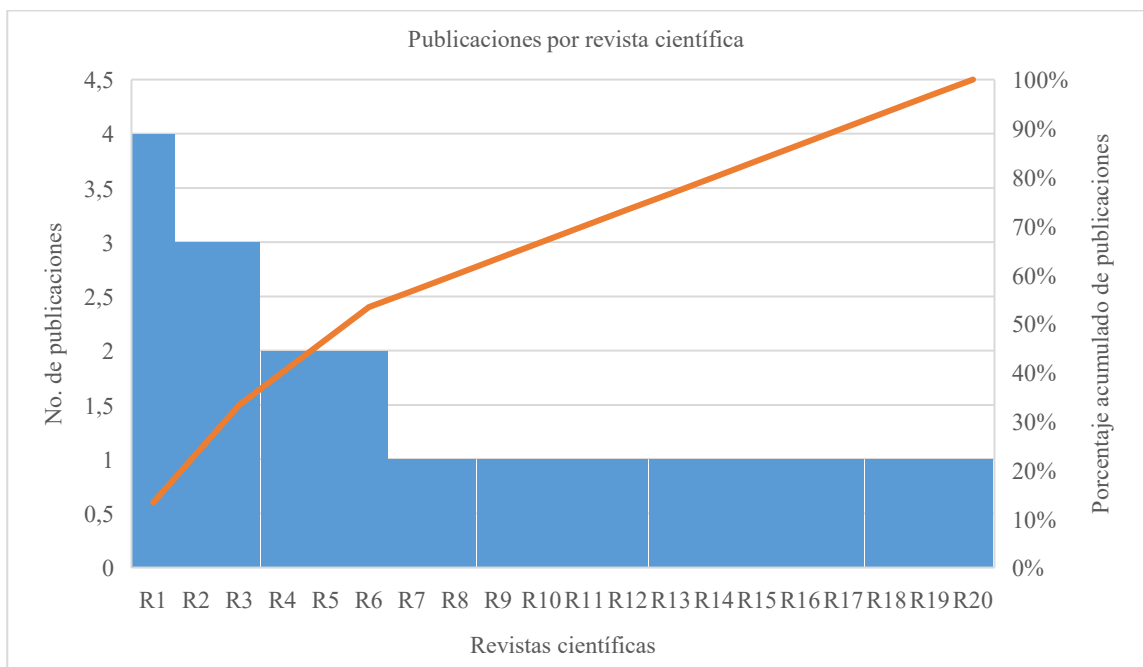
Artículos con representatividad, con títulos o resúmenes alineados	65
Portafolio bibliográfico	30

6.2. Análisis bibliométrico de los estudios seleccionados

En esta etapa se realizó un análisis bibliométrico de los 30 artículos seleccionados anteriormente, con el fin de identificar tendencias clave en la investigación en torno a las iniciativas de Basura Cero en el contexto internacional. Los artículos fueron publicados en 20 revistas científicas, siendo Journal of Cleaner Production la más representativa con 4 publicaciones, seguida por Cleaner Waste Systems y Environmental Challenges con 3 publicaciones cada una, y Heliyon, Science of The Total Environment y Waste Management Bulletin contribuyeron con 2 publicaciones cada una. Estas revistas concentraron el 53% de publicaciones totales, destacando su papel en la difusión de investigaciones sobre Basura Cero, mientras que el 47% restante se distribuyó en 14 revistas, evidenciando una mayor dispersión en la contribución científica dentro de este campo (Figura 3).

Figura 3

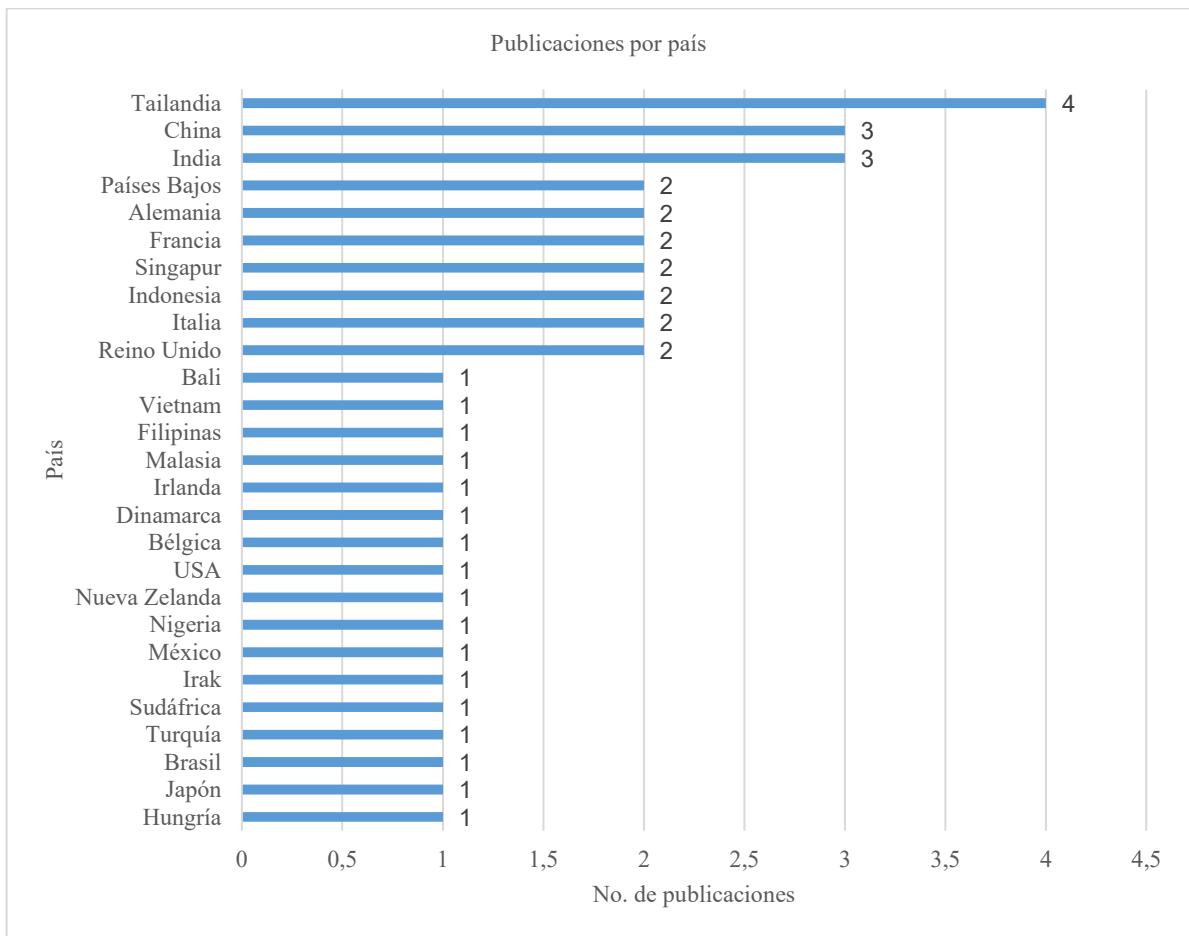
Distribución de publicaciones por revista científica



Nota. R1= Journal of Cleaner Production; R2= Cleaner Waste Systems; R3= Environmental Challenges; R4= Heliyon; R5= Science of The Total Environment; R6= Waste Management Bulletin; R7= Chemical Engineering Journal; R8= Circular Economy; R9= Cleaner and Responsible Consumption; R10= Cleaner Logistics and Supply Chain; R11= Energy Reports; R12= Frontiers in Sustainability; R13= Journal of Environmental Management; R14= Journal of Industrial Ecology; R15= Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity; R16= Procedia Structural Integrity; R17= Resources, Conservation & Recycling; R18= Sustainability; R19= Sustainable Chemistry for the Environment; R20= Sustainable Production and Consumption.

En cuanto a la autoría, se identificaron 84 autores únicos, de los cuales sólo dos participaron en más de un artículo, lo que sugiere una baja concentración de autoría y una producción científica diversa.

Por otro lado, los artículos analizados provienen de 27 países diferentes, lo que refleja un interés global en la temática abordada. En la Figura 4, se muestra que Tailandia fue el país con más contribuciones (4 artículos), seguido por China e India con 3 artículos cada uno, y otros países como Países Bajos, Alemania, Francia, Singapur, Indonesia, Italia y Reino Unido, contribuyeron con 2 publicaciones cada uno. Los 18 países restantes aportaron 1 artículo cada uno, destacando una mayor concentración geográfica en Asia y Europa durante el periodo analizado, lo que muestra un mayor desarrollo o interés académico en cuanto a la gestión sostenible de residuos dentro del contexto de economía circular.

Figura 4*Distribución de publicaciones científicas por país*

Adicionalmente, se identificaron alrededor de 132 palabras claves entre los artículos, siendo las más recurrentes: “food waste”, “circular economy”, “waste management” y “sustainability”. Estos términos reflejan principalmente la preocupación por los residuos alimentarios y las estrategias de economía circular en el marco de la gestión sostenible de residuos.

6.3. Análisis sistemático de las iniciativas Basura Cero en el contexto internacional y su aplicación en Colombia

Se llevó a cabo una evaluación sistemática de 30 iniciativas internacionales identificadas en el portafolio bibliográfico, con el fin de analizar su viabilidad técnica y social en el contexto colombiano. Este análisis se basó en los criterios definidos previamente en el marco teórico y la

metodología del estudio, considerando variables como infraestructura existente, tecnologías requeridas y disponibles, capacidad institucional, participación comunitaria, aceptación cultural y educativa, generación de empleo e inclusión social. Los resultados obtenidos en esta evaluación pueden consultarse en el Anexo 1 – Matriz de evaluación de viabilidad técnica y social de iniciativas internacionales Basura Cero.

6.3.1. Iniciativas con residuos orgánicos

Se identificaron cinco iniciativas internacionales orientadas a la prevención, valorización y tratamiento de residuos orgánicos, todas con alto potencial de aplicación en Colombia, aunque con distintos niveles de viabilidad técnica y social. La iniciativa 1, basada en estrategias educativas en universidades para reducir el desperdicio de alimentos, presenta alta viabilidad técnica y social, debido a la infraestructura formativa y digital existente en estas instituciones, así como al interés ambiental de la población estudiantil. La 3, enfocada en la recolección selectiva de residuos orgánicos, mediante estaciones de reciclaje, etiquetado, recompensas e intervenciones educativas, obtuvo una viabilidad media en ambos aspectos. Aunque en Colombia existen avances en proyectos pilotos y reciclaje selectivo, su implementación general requeriría infraestructura más robusta y transformación cultural en cuanto a separación en la fuente.

La 4, que propone la producción de materiales de construcción a partir de residuos agrícolas, como bio-ladrillos o paneles aislantes, fue evaluada con alta viabilidad técnica y social, dado el acceso a materia prima agrícola (como la cáscara de arroz o la caña de azúcar), y experiencias previas en construcción sostenible, además de su potencial para generar empleo rural y fortalecer la economía circular. La propuesta 10, que utiliza la fermentación anaeróbica de estiércol y paja agrícola para producir energía y fertilizantes, presenta una viabilidad técnica alta, pues ya se ha ensayado en Colombia, pero una viabilidad social media, ya que requiere procesos de capacitación, financiación y sensibilización en zonas rurales.

Finalmente, el sistema 29 (SUZDEE), que convierte residuos alimentarios en biogás y biofertilizantes mediante biodigestión, fue considerado altamente viable tanto técnica como socialmente, gracias a la disponibilidad de residuos, condiciones ambientales favorables y la existencia de redes comunitarias con experiencia en proyectos similares.

6.3.2. *Iniciativas con residuos mixtos y reciclables*

Se analizaron diversas iniciativas internacionales enfocadas en residuos mixtos y reciclables, identificando una alta viabilidad técnica en Colombia, especialmente aquellas que utilizan tecnologías ya disponibles o que se implementan en entornos institucionales controlados. Tal es el caso del reciclaje mecánico de plásticos ABS (16), la recuperación energética de residuos sólidos urbanos (20, 25), y la gestión integrada de residuos en campus universitarios (23), que pueden adaptarse a entornos urbanos, donde ya existe infraestructura básica, personal técnico capacitado y marcos normativos compatibles. Otras iniciativas también viables, aunque con mayores requerimientos técnicos incluyen estrategias como el análisis de flujo de materiales con diagramas Sankey para mejorar la circularidad de materiales como el plástico (18), así como la clasificación avanzada en aeropuertos (28), que demandan infraestructura especializada y fortalecimiento institucional.

En contraste, tecnologías más avanzadas como la despolimerización mecanoquímica del PET (19) y el uso de digestión anaerobia en zonas urbanas (2), presentan una viabilidad técnica media, dado que requieren mayores inversiones, transferencia tecnológica y planificación a largo plazo. Por su parte, iniciativas que promueven hábitos de consumo sostenible mediante envases reutilizables (15, 24, 27) son técnicamente viables, pero enfrentan limitaciones logísticas y falta de estandarización en servicios de recolección a nivel nacional.

Desde el punto de vista social, las estrategias con modelos participativos muestran alta viabilidad en Colombia, especialmente aquellas que involucran comunidades, recicladores y universidades. Experiencias como el modelo universitario de Akure (23), la gestión comunitaria del plástico en Tailandia (11), la valorización de residuos con recicladores informales en India (14) y las compras sin plástico y los mercados locales sostenibles (24), encajan con avances nacionales en educación ambiental, formalización de recicladores y redes ciudadanas ambientalistas.

Por otro lado, iniciativas más complejas como la despolimerización mecanoquímica del PET (19) o el reciclaje especializado para la producción eléctrica en vehículos de hidrógeno (20), requieren condiciones socioeconómicas e institucionales más robustas, lo que representa limitaciones actuales. También se evidencian barreras culturales ante propuestas que implican cambios en la separación de residuos, lo que requiere esfuerzos sostenidos de educación (2, 15, 27). Adicionalmente, se evaluaron propuestas de regulación como la Responsabilidad Extendida

del Productor, políticas de ecoinnovación y leyes para la reducción del desperdicio de alimentos (9), que mostraron viabilidad técnica y social media, al depender de marcos normativos sólidos y una cultura empresarial más comprometida.

De este conjunto de experiencias, se identifican tres tendencias estratégicas para Colombia: la implementación de sistemas integrados en entornos institucionales con cultura ambiental, infraestructura básica y articulación local (23); el fortalecimiento de modelos de gestión participativa basados en inclusión social, formalización del reciclaje y educación ambiental (1, 14, 24); y la aplicación progresiva de tecnologías circulares en sectores urbanos e industriales con mayor capacidad instalada (16, 18, 25). Para que estas estrategias sean efectivas, es fundamental una articulación sólida entre actores públicos, privados y comunitarios, políticas nacionales que impulsen el financiamiento, la educación ambiental y el fortalecimiento de la infraestructura existente.

6.3.3. *Iniciativas con residuos especiales*

En el análisis de residuos especiales, se identificaron iniciativas con distintos niveles de viabilidad técnica y social para el contexto colombiano. Desde el factor técnico, algunas estrategias presentan viabilidad media, debido a limitaciones en tecnología y capacidades especializadas, a pesar de contar con marcos normativos e infraestructura básica. Por ejemplo, la gestión integral de residuos de construcción y demolición mediante sitios de cero residuos que enfrenta obstáculos en la infraestructura para recuperación y reutilización de materiales, y la tecnología para garantizar la calidad de los mismos; y el reciclaje de hormigón pulverizado y vidrio de desecho para cementos alcalinos activados (22), que requiere procesos avanzados como tratamiento térmico y control químico, aún poco disponibles en el país.

En contraste, propuestas como el tratamiento de neumáticos fuera de uso, mediante pirólisis y destilación para generar combustibles y materiales secundarios muestra alta viabilidad técnica (21), especialmente en zonas industriales con infraestructura petroquímica. Respecto a residuos textiles, las prácticas comunitarias de reducción de ciclos mediante reutilización, reparación y reciclaje revelan viabilidad técnica media (26), al requerir infraestructura básica y habilidades técnicas accesibles, pero dependen de redes colaborativas y acceso a materiales. En cambio, la fabricación sin residuos de vigas de madera optimizadas mediante métodos digitales

presenta baja viabilidad técnica (30), por su alto requerimiento tecnológico y la limitada capacidad industrial actual.

Desde el factor social, las iniciativas que involucran la participación ciudadana, el trabajo colaborativo y la inclusión social, como el manejo de residuos de construcción con incentivos a pymes y creación de empleos verdes (13), o los proyectos comunitarios textiles basados en trueques y reparación comunitaria (26), evidencian alta viabilidad social. En cambio, aquellas con alto nivel de especialización y sin participación ciudadana presentan baja viabilidad social, como en el caso de propuestas como el reciclaje avanzado de hormigón pulverizado (22) o la metodología para vigas de madera optimizadas (30), que no incorporan actores sociales vulnerables ni estrategias de inclusión. La iniciativa de los neumáticos fuera de uso (21) presenta una viabilidad social media, ya que si bien puede generar empleo no incorpora activamente a comunidades vulnerables, lo que limita su potencial integrador.

6.3.4. Iniciativas con residuos no definidos (NE)

Las iniciativas de Basura Cero relacionadas con residuos no definidos, abarcan enfoques diversos orientados a la sostenibilidad y circularidad, con distintos niveles de viabilidad técnica y social en el contexto colombiano. Iniciativas como el diseño de productos durables y actualizables (5), el uso de envases reciclables y reutilizables (7), y la alfabetización circular basada en la regla de las “3R” (8), presentaron alta viabilidad técnica y social, ya que emplean tecnologías accesibles, promueven el consumo responsable y se alinean con prácticas comunitarias existentes, además de generar empleo local y fomentar conciencia ambiental.

Otras propuestas, como la implementación de WebGIS para monitoreo de políticas Basura Cero (6), la promoción de las compras de segunda mano y la reparación (12), y el fortalecimiento de la logística inversa (17) presentan viabilidad técnica media, debido a retos en infraestructura y capacidades digitales. Socialmente, también enfrentan limitaciones en cuanto a falta de capacitación, visibilidad o acceso tecnológico en algunas regiones del país.

La evaluación realizada indica que la mayoría de iniciativas internacionales de Basura Cero presentan condiciones favorables para su adaptación al contexto colombiano. El país dispone de marcos institucionales, capacidades técnicas básicas en progreso, potencial comunitario y entornos tanto urbanos como rurales diversos que pueden beneficiar su implementación, principalmente si

se acompaña de estrategias educativas, incentivos económicos y fortalecimiento de capacidades locales. Sin embargo, para que estas iniciativas sean verdaderamente efectivas y sostenibles, lo ideal es que presenten alta viabilidad tanto técnica como social. Bajo estos criterios, las iniciativas que resultan aplicables al contexto colombiano son la 1, 4, 5, 7, 8, 23 y 29, por su alineación con las capacidades actuales del país y su potencial para generar impactos positivos en términos de sostenibilidad, inclusión y participación comunitaria (Tabla 5).

Tabla 5

Iniciativas Basura Cero con alta viabilidad técnica y social para el contexto colombiano

No. de iniciativa	Descripción de la iniciativa
1	Estrategias para reducir el desperdicio de alimentos entre estudiantes universitarios a través de campañas de concientización, uso de redes sociales, talleres educativos, clases sobre el tema e implementación de pasantías en comedores estudiantiles, para fomentar la prevención del desperdicio.
4	Start-ups circulares en el sector de la construcción que promueven el uso de biomateriales elaborados a partir de productos y subproductos agrícolas locales (como paja de trigo o arroz, cáscara de arroz o residuos alimentarios) para fabricar materiales como bioladrillos, paneles aislantes o soleras.
5	La transición hacia una economía circular en el turismo, mediante estrategias de diseño ecológico, enfocadas en productos duraderos, reutilizables y fabricados con materiales locales, así como en la disposición de los turistas a pagar por participar en prácticas sostenibles.
7	Estrategias ecológicas y sociales (como el uso de empaques ecológicos, el fortalecimiento de creencias proambientales y el aprovechamiento de la interacción en redes sociales) en la intención de compra de productos cosméticos de residuo cero por parte de consumidores con conciencia ecológica.
8	La alfabetización circular sobre comportamientos circulares "R" (rechazar, reducir y reutilizar) y su promoción a través de pedagogías relacionales informales en contextos domésticos.
23	Gestión sostenible de residuos sólidos en campus universitarios bajo principios de economía circular, centrado en: optimización de recolección, reciclaje, colaboración con emprendedores locales y sensibilización ambiental desde las escuelas y universidades.
29	Gestión sostenible de residuos alimentarios mediante digestión anaeróbica con el sistema SUZDEE que se adapta a climas tropicales.

7. Conclusiones

La revisión sistemática realizada permitió identificar y analizar diversas iniciativas de Basura Cero implementadas a nivel internacional, con el propósito de evaluar su viabilidad técnica y social en el contexto colombiano. Como resultado y en cumplimiento del objetivo general, se propusieron siete estrategias altamente adaptables a las condiciones del país, considerando factores como infraestructura existente, las capacidades institucionales, la participación comunitaria y el marco normativo vigente.

Los hallazgos revelan que Colombia presenta condiciones favorables para adoptar múltiples estrategias, particularmente aquellas orientadas al manejo de residuos orgánicos y mixtos, así como enfoques centrados en educación ambiental e inclusión social. Entre las iniciativas con mayor viabilidad destacan la producción de biogás y biofertilizantes a partir de residuos alimentarios, la fabricación de materiales de construcción a partir de residuos agrícolas, la implementación de sistemas integrados en entornos institucionales y el fortalecimiento del trabajo de recicladores. Estas propuestas no solo promueven el aprovechamiento de residuos, sino que también generan impactos positivos en términos de empleo, conciencia ciudadana y la sostenibilidad local.

Asimismo, se identificaron iniciativas con viabilidad media o baja, especialmente aquellas que requieren altas inversiones tecnológicas o cambios culturales significativos. Esto sugiere la necesidad de adoptar estrategias de adaptación progresiva, acompañadas de políticas públicas, incentivos adecuados y procesos pedagógicos que permitan su implementación sostenible en el tiempo.

Finalmente, este estudio resalta que la transición hacia un modelo de Basura Cero en Colombia es viable, siempre que se prioricen acciones contextualizadas a la realidad del país, se fomente la corresponsabilidad entre actores públicos y privados, y se fortalezca la relación social desde la educación y la participación continua de las comunidades. Las iniciativas propuestas ofrecen una oportunidad estratégica para avanzar hacia una economía circular, reducir los impactos ambientales y mejorar la calidad de vida en el país.

8. Referencias bibliográficas

- Abdullah, Z. T. (2024). Quantitative sustainability assessment of plant layouts for mechano-chemical remanufacturing of waste tires into rubber sheets with integrated pyrolysis-distillation. *Environmental Challenges*, 15. <https://doi.org/10.1016/J.ENVC.2024.100949>
- Alcaldía de Bogotá. (2013). *Bogotá humana y ambiental con el programa “Basura Cero.”*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/gestion-publica/bogota-humana-y-ambiental-con-el-programa-basura-cero>
- Alcaldía de Bogotá. (2022). *Bogotá tendrá la primera Planta de Termovalorización de Colombia, la cual convertirá los residuos en energía para la ciudad.* <https://www.ambientebogota.gov.co/noticias-de-ambiente/planta-de-termovalorizacion-de-bogota-que-es-y-como-funciona>
- Alcaldía de Pereira. (2024). *Empresa de aseo sensibiliza sobre código de colores y separación de residuos en la fuente.* <https://www.pereira.gov.co/publicaciones/8037/empresa-de-aseo-sensibiliza-sobre-codigo-de-colores-y-separacion-de-residuos-en-la-fuente/>
- Awasthi, A. K., Cheela, V. R. S., D’Adamo, I., Iacovidou, E., Islam, M. R., Johnson, M., Miller, T. R., Parajuly, K., Parchomenko, A., Radhakrishan, L., Zhao, M., Zhang, C., & Li, J. (2021). Zero waste approach towards a sustainable waste management. In *Resources, Environment and Sustainability* (Vol. 3). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100014>
- Bai, J., Liang, X., Goh, H. H., Kurniawan, T. A., Goh, K. C., Xie, X., Peng, Y., Liu, L., & Yin, J. (2025). Promoting decarbonization in waste and energy sectors in Delhi (India) through circular economy and resource recovery: A low carbon transition towards renewable energy. *Energy Reports*, 13, 2106–2128. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2025.01.066>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *Gestión de Residuos Sólidos en América Latina: Retos y Oportunidades.* <https://publications.iadb.org>.
- Bittner, B., Vida, V., Szakos, D., Kasza, G., Kovács, S., & Nagy, A. (2025). A study of the behavioral and environmental factors influencing food waste in higher education. *Cleaner Waste Systems*, 11, 100256. <https://doi.org/10.1016/J.CLWAS.2025.100256>
- ÇETİN, E., & TÜRKAN, O. T. (2024). Material recycling of acrylonitrile butadiene styrene (ABS) from wiring devices using mechanical recycling. *Sustainable Chemistry for the Environment*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.scenv.2024.100095>

- Cole, C., Osmani, M., Quddus, M., Wheatley, A., & Kay, K. (2014). Towards a Zero Waste Strategy for an English Local Authority. *Resources, Conservation and Recycling*, 89, 64–75. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2014.05.005>
- Congreso de Colombia. (2020). *Proyecto De Ley No. 048 De 2020-Cámara: “por medio del cual se establece el principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) para envases y empaques de vidrio, metal, aluminio, papel y cartón.”* [https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2021-03/TEXTO%20APROBADO%20PL%20048-20-C%20\(REP\).pdf](https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2021-03/TEXTO%20APROBADO%20PL%20048-20-C%20(REP).pdf)
- Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, & Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2022). *Guía nacional para la adecuada separación de residuos sólidos 2022*.
- Edwards, J., Xia, H., Li, Q. J., Wells, P., Milisavljevic-Syed, J., Gallotta, A., & Salonitis, K. (2024). Achieving net zero neighborhoods: A case study review of circular economy initiatives for South Wales. *Journal of Cleaner Production*, 469. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2024.143117>
- Ensslin, L., Ensslin, S.R., Lacerda, R.T., y Tasca, J.E. (2010). ProKnow-C, knowledge development process-constructivist. *Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil*, 10(4), 2015.
- Fricker, A. (2003). Waste reduction in focus. *Futures*, 35(5), 509–519. [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(02\)00094-0](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(02)00094-0)
- Fudala-Ksiazek, S., Pierpaoli, M., Kulbat, E., & Luczkiewicz, A. (2016). A modern solid waste management strategy – the generation of new by-products. *Waste Management*, 49, 516–529. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2016.01.022>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2015.09.007>
- Ghisellini, P., Quinto, I., Passaro, R., & Ulgiati, S. (2024). Bio-based products for a more sustainable construction sector. Technical, environmental and social performances and impacts. *Procedia Structural Integrity*, 64, 1689–1695. <https://doi.org/10.1016/J.PROSTR.2024.09.174>

- Gómez, J., et al. (2020). Sustainable Landfill Management in Colombia: A Case Study of La Pradera. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(15), 17845-17856. DOI: 10.1007/s11356-020-08320-3
- Greyson, J. (2007). An economic instrument for zero waste, economic growth and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 15(13–14), 1382–1390. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2006.07.019>
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste? A Global Review of Solid Waste Management*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/302341468126264791/pdf/68135-REVISED-What-a-Waste-2012-Final-updated.pdf>
- ICONTEC. (n.d.). *Certificación del Sistema de Gestión Basura Cero*. Retrieved December 4, 2024, from https://www.icontec.org/eval_conformidad/certificacion-del-sistema-de-gestion-basura-cero/
- INERCO. (2018). Valorización energética de residuos: Proyecto WTE Colombia. https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/handle/001/1339/Productos%201,2%20y%203_V2.pdf;jsessionid=799422832D1857F8FB5ED1F1CFFCCC08?sequence=5
- INTERASEO, (2021). *Inauguramos Planta de residuos sólidos urbanos*. <https://interaseo.com.co/noticias-y-actualidad/inauguramos-planta-de-residuos-solidos-urbanos/>
- Jourdain, V., & Lamah, M. E. (2024). Fostering and slackening consumption, downstream and upstream: Consumer's roles in French circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 467. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2024.142884>
- Kemper, J. A., Spotswood, F., & White, S. K. (2024). The emergence of plastic-free grocery shopping: Understanding opportunities for practice transformation. *Journal of Environmental Management*, 349. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2023.119290>
- Lehmann, S. (2011). Optimizing urban material flows and waste streams in urban development through principles of zero waste and sustainable consumption. *Sustainability*, 3(1), 155–183. <https://doi.org/10.3390/SU3010155>
- Li, J., Pan, S. Y., Kim, H., Linn, J. H., & Chiang, P. C. (2015). Building green supply chains in eco-industrial parks towards a green economy: Barriers and strategies. *Journal of*

- Environmental Management*, 162, 158–170.
<https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2015.07.030>
- Marrucci, L., Daddi, T., & Iraldo, F. (2024). Identifying the most sustainable beer packaging through a Life Cycle Assessment. *Science of the Total Environment*, 948.
<https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2024.174941>
- Mayencourt, P., Cousin, T., Ganeles, S., & Mueller, C. (2025). Zero-waste fabrication methodology for structurally optimized mass timber beams. *Journal of Cleaner Production*, 490. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144518>
- Mazzoli, E., Parashar, A., D’Odorico, P., & Branca, G. (2024). Greening the city: A holistic assessment of waste management alternatives in India. *Science of the Total Environment*, 955.
<https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2024.176894>
- McCormick, K., Anderberg, S., Coenen, L., & Neij, L. (2013). Advancing sustainable urban transformation. *Journal of Cleaner Production*, 50, 1–11.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2013.01.003>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2020). *Colombia iniciará el 2021 con nuevo código de colores para la separación de residuos*. <https://www.minambiente.gov.co/colombia-iniciara-el-2021-con-nuevo-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2021). *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Recuperado de: https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Políticas_de_la_Dirección/Política_para_la_gestión_integral_de__1.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). *Recicladores, pieza fundamental en la consolidación de una economía circular*. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3866-dia-del-reciclador-2018>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC). (2022). *Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Electrónicos*.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT). (n.d.). *Basura cero*. Retrieved February 17, 2025, from <https://www.minvivienda.gov.co/basura-cero>

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT). (2021). *Tratamiento de residuos sólidos en el marco del servicio público de aseo*. https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/20210806-entregable-1-v5-definitiva_0.pdf
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT). (2025). “*Por el cual se adiciona el capítulo 8 del Título 2, de la Parte 3, del Libro 2, del Decreto 1077 de 2015, se reglamenta el artículo 227 de la Ley 2294 de 2023 referente al Programa Basura Cero, y por el cual se efectúan adiciones al artículo 2.2.2.3.2.3 del Capítulo 3, Título 2, Parte 2, Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 y se dictan otras disposiciones.*” <https://www.andi.com.co/Uploads/2025-02-10-memoria-justificativa-proyecto-de-decreto-programa-basura-cero.pdf>
- Morais, A. C., & Ishida, A. (2025). An overview of residential food waste recycling initiatives in Japan. *Cleaner Waste Systems*, 10. <https://doi.org/10.1016/J.CLWAS.2025.100232>
- Naciones Unidas. (2017). *ONU lanza aplicación móvil en español para los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/02/onu-lanza-aplicacion-movil-en-espanol-para-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/#>
- Ojuri, O. O., Olowoselu, A. S., Akinrele, J., Ayodele, F. O., & Jayejeje, O. O. (2024). Sustainable integrated solid waste management for a university campus – A case study of the Federal University of Technology Akure (FUTA), Nigeria. *Waste Management Bulletin*, 2(2), 161–170. <https://doi.org/10.1016/J.WMB.2024.04.004>
- Olatayo, K. I., Mativenga, P. T., & Marnewick, A. L. (2024). Pathways to zero plastic waste landfill: Progress toward plastic circularity in South Africa. *Journal of Industrial Ecology*, 28(5), 1270–1288. <https://doi.org/10.1111/jiec.13533>
- Oo, P. Z., Prapasongsa, T., Strezov, V., Huda, N., Oshita, K., Takaoka, M., Ren, J., Halog, A., & Gheewala, S. H. (2024). The role of global waste management and circular economy towards carbon neutrality. *Sustainable Production and Consumption*, 52, 498–510. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2024.11.021>
- Phonthanakitithaworn, C., Maitree, N., & Naruetharadhol, P. (2024). Eco-innovation policies for food waste management: A European Union-ASEAN comparison. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(2). <https://doi.org/10.1016/J.JOITMC.2024.100295>

- Pietzsch, N., Ribeiro, J. L. D., & de Medeiros, J. F. (2017). Benefits, challenges and critical factors of success for Zero Waste: A systematic literature review. In *Waste Management* (Vol. 67, pp. 324–353). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.004>
- Prakash, G., Sharma, S., Kumar, A., & Luthra, S. (2024). Does the purchase intention of green consumers align with their zero-waste buying behaviour? An empirical study on a proactive approach towards embracing waste-free consumption. *Heliyon*, 10(3). <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E25022>
- Rincon, P. M., Renner, M., Borchardt, L., & Biessey, P. (2025). Process development and prospective life-cycle assessment of the mechanochemical depolymerization of polyethylene terephthalate. *Chemical Engineering Journal*, 509, 161411. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2025.161411>
- Rittl, L. G. F., Zaman, A., & de Oliveira, F. H. (2025). Digital Transformation in Waste Management: Disruptive Innovation and Digital Governance for Zero-Waste Cities in the Global South as Keys to Future Sustainable Development. *Sustainability (Switzerland)*, 17(4). <https://doi.org/10.3390/su17041608>
- Rodriguez-Morales, J., & Escalante-Garcia, J. I. (2024). Recycling pulverized concrete as cementitious precursor in alkaline one-part cements, with a waste glass-based sodium silicate. *Journal of Cleaner Production*, 482. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2024.144229>
- Samitthiwetcharong, S., Chavalparit, O., Suwanteep, K., Murayama, T., & Kullavanijaya, P. (2024). Enhancing circular plastic waste management: Reducing GHG emissions and increasing economic value in Rayong province, Thailand. *Heliyon*, 10(18). <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E37611>
- Seadon, J. K. (2010). Sustainable waste management systems. *Journal of Cleaner Production*, 18(16–17), 1639–1651. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2010.07.009>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2020). *Iniciativas que contribuyen voluntariamente a la separación de residuos sólidos en Bogotá*. https://www.ambientebogota.gov.co/todas-las-investigaciones/-/asset_publisher/pibvwzUnZiNr/content/iniciativas-que-contribuyen-voluntariamente-a-la-separacion-de-residuos-solidos-en-bogota
- Senado de la República de Colombia. (2023). *Crisis ambiental en Colombia: 18 rellenos sanitarios ya colapsaron*. <https://www.senado.gov.co/index.php/component/content/article/13-senadores/4937-crisis-ambiental-en-colombia-18-rellenos-sanitarios-ya-colapsaron>

- Silva, A., Rosano, M., Stocker, L., & Gorissen, L. (2017). From waste to sustainable materials management: Three case studies of the transition journey. *Waste Management*, *61*, 547–557. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2016.11.038>
- Sonar, H., Dey Sarkar, B., Joshi, P., Ghag, N., Choubey, V., & Jagtap, S. (2024). Navigating barriers to reverse logistics adoption in circular economy: An integrated approach for sustainable development. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, *12*. <https://doi.org/10.1016/J.CLSCN.2024.100165>
- Suhardono, S., Phan, T. T. T., Lee, C. H., & Suryawan, I. W. K. (2025). Design strategies and willingness to pay for circular economy service policies in sustainable tourism. *Environmental Challenges*, *18*. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101081>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SUPERSERVICIOS). (2023). Informe Nacional de Disposición Fiscal de Residuos Sólidos. <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-Nacional-de-Disposicion-Final-de-Residuos-Solidos-2023.pdf>
- Tan, Q. H., & Yeoh, B. (2025). Everyday circular literacy in Singaporean households: Informal relational pedagogies in teaching and learning about circular R-behaviours. *Cleaner and Responsible Consumption*, *16*. <https://doi.org/10.1016/J.CLRC.2025.100256>
- Tan, Q. H., & Yeoh, B. S. A. (2024). The temporal dimensions of textile circularity loops: A community initiative at shortening loops and prolonging textile lives in Singapore. *Resources, Conservation and Recycling*, *206*. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2024.107601>
- Tirapanapai, C., Woraruthai, T., Jiemanukunkij, T., Chairob, T., Thakhiew, P., Sawatraksa, S., Witdyawudthikul, P., Rungjaroenchaiwat, S., Suphawatkon, C., Senthong, P., Wittayawuttikul, R., Chaiyen, P., & Wongnate, T. (2025). Unlocking the Potential of Anaerobic Digestion for Tropical Communities: The SUZDEE System’s Approach to Biogas and Biofertilizer Production. *Environmental Challenges*, *101136*. <https://doi.org/10.1016/J.ENVC.2025.101136>
- Trevenen-Jones, A., Cho, M. J., Thrivikraman, J., & Vicherat Mattar, D. (2024). To reduce or to recycle? Urban residents’ views on food waste and food-related packaging practices in The Hague, Netherlands. *Waste Management Bulletin*, *2(2)*, 279–287. <https://doi.org/10.1016/J.WMB.2024.05.007>

- Tseng, M. L., Chiu, A. S. F., Liu, G., & Jantaralolica, T. (2020). Circular economy enables sustainable consumption and production in multi-level supply chain system. *Resources, Conservation and Recycling*, *154*, 104601. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.104601>
- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2025). *Bogotá impulsa el Piloto de Rutas de Recolección Selectiva para fortalecer la economía circular*. <https://www.uaesp.gov.co/noticias/bogota-impulsa-piloto-rutas-recoleccion-selectiva-fortalecer-la-economia-circular>
- United Nations Environment Programme. (2023). Towards Zero Waste: a catalyst for delivering the Sustainable Development Goals.
- Universidad Nacional de Colombia. (2020). *Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos en Municipios Colombianos*. *Revista de Ingeniería*, *48(2)*, 45-60. DOI: 10.15446/reving.v48n2.78905
- Uyarra, E., & Gee, S. (2013). Transforming urban waste into sustainable material and energy usage: the case of Greater Manchester (UK). *Journal of Cleaner Production*, *50*, 101–110. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2012.11.046>
- Van der Tuin-Rademaker, A., Tschavгова, E., van Maaren, C., Solis, S., Campisano, S., & van Dam, S. (2024). Transforming waste management methods: a Dutch Airport's journey toward a circular economy through baseline measurements and strategic priority setting. *Frontiers in Sustainability*, *5*. <https://doi.org/10.3389/frsus.2024.1356041>
- Vesga Ferreira, J. C., Sepulveda, F. A. A., & Perez Waltero, H. E. (2024). Smart Ecological Points, a Strategy to Face the New Challenges in Solid Waste Management in Colombia. *Sustainability 2024, Vol. 16, Page 5300, 16(13)*, 5300. <https://doi.org/10.3390/SU16135300>
- Wang, Z., Wang, H., Zhao, M., Zhao, N., Lyu, Y., Meng, X., Wang, L., & Lyu, P. (2025). Ecological circular disposal of agricultural waste: Integrated production of gas, electricity, heat, and fertilizer for achieving synergistic effects of pollution reduction and carbon emission reduction. *Circular Economy*, *4(1)*, 100130. <https://doi.org/10.1016/J.CEC.2025.100130>
- Wu, H., Weng, X., Chen, R., Du, L., Li, Y., Liu, W., Liu, S., Yu, B., & Bao, Z. (2025). Generation characteristics and disposal paths of construction waste in public building project: A case study. *Cleaner Waste Systems*, *10*. <https://doi.org/10.1016/J.CLWAS.2025.100211>

- Zaman, A. (2022). Zero-Waste: A New Sustainability Paradigm for Addressing the Global Waste Problem. In *The Vision Zero Handbook* (pp. 1–24). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23176-7_46-1
- Zaman, A., & Ahsan, T. (2019). *Zero-Waste: Reconsidering Waste Management for the Future*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315436296>
- Zaman, A. U. (2014). Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems. *Ecological Indicators*, 36, 682–693. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2013.09.024>
- Zaman, A. U., & Lehmann, S. (2011). Urban growth and waste management optimization towards ‘zero waste city.’ *City, Culture and Society*, 2(4), 177–187. <https://doi.org/10.1016/J.CCS.2011.11.007>
- Zaman, A. U. (2016). A comprehensive study of the environmental and economic benefits of resource recovery from global waste management systems. *Journal of Cleaner Production*, 124, 41–50. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.02.086>
- Zotos, G., Karagiannidis, A., Zampetoglou, S., Malamakis, A., Antonopoulos, I. S., Kontogianni, S., & Tchobanoglous, G. (2009). Developing a holistic strategy for integrated waste management within municipal planning: Challenges, policies, solutions and perspectives for Hellenic municipalities in the zero-waste, low-cost direction. *Waste Management*, 29(5), 1686–1692. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2008.11.016>
- Zero Waste Alliance (ZWA). (2018). Zero waste Kamikatsu: The zero waste measures of Kamikatsu. Recuperado de http://zwa.jp/wp/wpcontent/themes/zwa/assets/pdf/ZeroWaste%20in%20Kamikatsu_infobook_2018.pdf

Anexos

Anexo 1. Matriz de evaluación de viabilidad técnica y social de iniciativas internacionales Basura Cero.