

SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE CIRCULAR ECONOMY: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA ECONOMIA CIRCULAR: UN ANALISIS BIBLIOMETRICO

García, M.¹; García, J. M.²; Angarita, L.³

¹ **Ana Milena García M**, Magister en Administración de Organizaciones, Administradora de Empresas. Ingeniera de Producción Agroindustrial. Universidad de Pamplona, Colombia, E-mail: milegamo@unipamplona.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-3563-0382>

² **Ph.D. Javier Mauricio García Mogollón. Profesor Asociado**, Programa de Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Pamplona, e-mail: jmgmogollon@unipamplona.edu.co. ORCID. <https://orcid.org/0000-0001-7423-8909>

³ **Jhonn Jairo Angarita L**, Magister en TIC Aplicadas a las Ciencias de la Educación. UPTC, Magister en Administración. Universidad de Pamplona, Especialista en Informática para la Docencia. UPTC, Administrador de Empresas Universidad De Pamplona, email: Jhonn.angarita@uptc.edu.co. ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-7462-0865>

Entidad

Ciudadela Universitaria. Universidad de Pamplona, Norte de Santander Colombia.

Tel: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303 Ext. 140

E-mail: dvanegas@unipamplona.edu.co

Recibido: 05/03/2023 / Aceptado: 18/06/2023

RESUMEN

El problema de las basuras se está convirtiendo en un fenómeno complejo para la humanidad, ya que miles de toneladas ingresan diariamente a los rellenos sanitarios y vertederos, no hay voluntad política de querer cambiar dicha situación puesto cada vez es mayor la generación de basura de residuos sólidos que no son tratadas en fases preliminares, a falta de infraestructura cuando se desencadena un aumento de basura al no tener una cultura del reciclaje, por parte de la ciudadanía entre otras cosas debido a la falta de educación de poblaciones que no reciclan con separación en la fuente y/o una forma de recolección de residuos sólidos domiciliarios por parte de las empresas prestadoras del servicio con fines en la economía circular. Estos problemas representan una gran amenaza para la salud de las generaciones presentes y futuras y desde luego el medio ambiente. A continuación, se enuncia la metodología con énfasis en la producción científica de artículos como método relevante a un análisis bibliométrico de temáticas en torno a la gestión de residuos sólidos en la base de datos Scopus con un diseño de tipo bibliográfico documental a nivel histórico, el cual consistió en la valoración del material recopilado en revistas al revisar, identificar y sistematizar la información

obtenida en una ventana de tiempo de 50 años a través de software Vos viewer y su interacción con la base de datos de Scopus. Los resultados obtenidos muestran la tendencia del impacto de la literatura publicados hasta la fecha los cuales orientan la discusión hacia la necesidad de generar proyectos de investigación en Latinoamérica dada la escasa literatura frente a países como Japón o Reino Unido, que están a la vanguardia de estas tendencias y en las se evidencian experiencias replicables en territorios como Colombia, Ecuador o Perú. Dentro de los hallazgos se encontró que el área ambiental posee el 40 % de publicaciones científicas seguida de otras áreas multidisciplinarias como química, bioquímica, microbiología entre otras con un porcentaje cercano al 14, 4%, Ingenierías con un 10,5%, ciencias sociales en un porcentaje de del 6,5%. La economía circular como una respuesta a diferentes problemáticas especialmente la huella de carbono en la producción de bienes y su gran aporte en la disminución del impacto ambiental directamente relacionado con el cambio climático.

Palabras claves: relleno sanitario, cuidado del medioambiente, plan integral de gestión de residuos sólidos, (PGIRS), economía circular.

Abstract:

The waste water problem is becoming a complex phenomenon for humanity, as thousands of tons enter sanitary drains and spills every day, there is no political will to want to change the situation, which is increasingly greater in the generation of waste water waste solids that are not treated in preliminary phases, the lack of infrastructure when an increase in base is triggered by not having a culture of recycling, on the part of the citizenry among other things due to the lack of education of populations that do not recycle with separation between the source and/or a form of collection of household solid waste by companies providing services with fines in the circular economy. These problems represent a great threat to the health of present and future generations and from home to the environment. In continuation, the methodology is stated with emphasis on the scientific production of articles as a relevant method for a bibliometric analysis of themes surrounding the management of solid waste in the Scopus database with a documentary bibliographic type design at a historical level, it which consisted of evaluating material collected in magazines to review, identify and systematize information obtained over a period of 50 years using Vos viewer software and its interaction with the Scopus database. The results obtained show the tendency of the impact of published literature until it closes which guides the discussion, there is a need to generate research projects in Latin America given the scarce literature compared to countries such as Japan and the United Kingdom, which are at the forefront of these trends and in them replicable experiences are evident in territories such as Colombia, Ecuador or Peru. Within the halls it is found that the environmental area has 40% of scientific publications followed by other multidisciplinary areas such as chemistry, biochemistry, microbiology among others with a percentage around 14.4%, Engineering with 10.5%, social sciences with a percentage of 6.5%. The circular economy as a response to different problems especially the carbon footprint in the production of goods and its large contribution in reducing the environmental impact directly related to climate change.

Keywords: sanitary landfill, care for the environment, comprehensive solid waste management plan, (PGIRS), circular economy

1. INTRODUCCION

La gestión de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) es uno de las mayores problemáticas que existen en la actualidad en las ciudades y municipios sobretodo en donde se ubica la mayor cantidad de población urbana y población migrante de Venezuela principalmente hacia centros urbanos, donde muchos de estos residuos no poseen un tratamiento y separación en la fuente procesos de reciclaje que terminan en los rellenos sanitarios. Grandes cantidades de basura doméstica no tratadas y recicladas generan cantidades de gas metano y dióxido de carbono, gases de efecto invernadero, liberados a la atmosfera que han incidido ampliamente en el cambio climático, consecuencias que enfrenta la humanidad actualmente y que podrían generar mayores problemas con el tiempo.

Se evidencia múltiples problemáticas relacionadas con la contaminación, relevante y prevalente en aquellos países desarrollados, identificados como países consumistas, al ser esta una característica frecuente de estos países sin ser esto la excepción en países en desarrollo, que con el tiempo también presentan esta dinámica, con poca cultura ambiental, en poblaciones, al igual que la escasez de recursos económicos con un marco legal e institucional frágil. Sin embargo, sigue siendo un desafío abordar e implementar diversas regulaciones, normas y políticas con una restricción cada vez mayor. (Alzamora Barros & Gonçalves 2022).

De acuerdo a la Cepal (2016) el sector de los residuos sólidos contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) principalmente a través de la

generación de CH₄ a partir de los vertederos, así como pequeñas cantidades de CO₂ a través de la incineración (World Bank, 2010). Cabe decir que, las emisiones de GEI asociados con la gestión de residuos es un área que está recibiendo una creciente atención, así como crece la preocupación sobre el efecto del cambio climático sobre el medio ambiente global. (p. 20).

En Colombia existe una serie de organismos involucradas en aspectos relevantes de la gestión de residuos sólidos. Como son el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Salud Protección Social a través de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA.

Según Castro (2017) afirma sobre el desafío más grande que se tiene en el proceso de manejo de residuos es ampliar proyectos que contribuyan a la disminución y generación de residuos y vertederos, que algunas ocasiones se realiza a cielo abierto que dificultad la grave situación de la disposición de residuos en rellenos sanitarios con una sobreproducción y manejo inadecuado de los residuos o desechos, los cuales son reciclados mínimamente, que repercute en el desarrollo del país de forma incluyente y equitativa, que disminuya los niveles de pobreza, que promueva la instauración de fuentes de ingresos y de empleos, que enaltezca la competitividad de los sectores y que optimice el desempeño ambiental de todos los actores y sectores sociales que generan y manejan residuos o desechos sólidos. (p.13)

El manejo integral y sustentable de los residuos sólidos se refiere al uso de

prácticas combinadas para manipular estos residuos de manera segura y efectiva. Implica la adopción de medidas necesarias y actividades de prevención, minimización, separación en la fuente, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, valorización tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos peligrosos y no peligrosos, de lo cual derivan beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema de manejo práctico para cualquier región.

Este manejo incorpora la combinación de tecnologías entre las cuales se mencionan la reducción, la reutilización, el reciclaje, el compostaje, biogasificación y los rellenos sanitarios como disposición final (Tchobanoglous, 1998). Reducir la fuente, consiste en reducir la cantidad de desechos eliminando y/o reutilizando antes de que estos entren en la corriente de desechos.

Es así como la economía circular (EC) busca contribuir a la prosperidad económica y potenciar la sostenibilidad. Este modelo se centra en la reducción de la contaminación, el consumo de recursos naturales y la revalorización de los residuos. El interés por la Economía circular y la gestión de los residuos sólidos se vincula con los cambios normativos que se han desarrollado en los últimos años, principalmente a partir de 2015 con la publicación de nuevas normativas como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) o el acuerdo de la nueva Unión Europea política sobre EC que gestiona la contribución a la sostenibilidad de la gestión de residuos sólidos. La transición de sistemas lineales a circulares tiene un impacto directo en las estrategias

empresariales, especialmente en áreas como la gestión de operaciones, la gestión medioambiental o la responsabilidad social.

Para reducir de manera significativa la crisis socio ambiental en los municipios en Colombia, y donde se presenten este tipo de problemas respecto del manejo de las basuras de bienes de consumo entre otros, donde es necesario definir como realizar una disminución de la crisis socio ambiental. Es relevante analizar nuevas alternativas sociales, con una perspectiva científica de la reutilización de residuos que ayude a mitigar la contaminación, el impacto ambiental con un enfoque sostenible, generando nuevas ideas de negocio, donde se evite el desperdicio, se potencialice los recursos de la riqueza natural para reducir huella de carbono, ecológica, hídrica, etc.

El objetivo del estudio se enfocó en la realización de un análisis documental de la temática de Gestión de residuos sólidos domiciliarios, mediante la exploración documental en la base de datos de Scopus, y proceso de revisión de literatura científica, con el propósito de analizar indicadores claves de principales autores, afiliación de los autores, principales ciencias y multidisciplinariedad de publicaciones en la gestión residuos sólidos domiciliarios y tendencias de investigación en una ventana de tiempo de alrededor de 50 años.

2. MARCO TEORICO

Colombia muestra muy bajas tasas de aprovechamiento y valorización de residuos en comparación con otros países. Mientras en el país apenas se aprovecha

el 17%, en España es el 37%, en Holanda el 99% y en 27 países de la Unión Europea 67% en promedio.

"Para superar estas bajas tasas es necesario trabajar en un decreto que fije metas de recolección selectiva y valorización de residuos e incentive el uso de tecnologías alternativas" (DNP 2016). Además, se recomienda reglamentar el incentivo al aprovechamiento de residuos orgánicos (corte de césped, poda de árboles) y generar energía renovable a partir de biogás de rellenos sanitarios que reciben más de 7.000 toneladas por mes.

En Colombia los planes de gestión integral de residuos (PGIRS) están definidos en la resolución 1045 de 2003, el PGIRS, que es un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades, definidos por el ente territorial para la prestación del servicio de aseo, acorde con los lineamientos definidos en los Planes y/o esquemas de Ordenamiento Territorial, basado en la política de la ley 142 de 1994 por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios. Decreto 1713 de 2002.

El manejo de residuos sólidos se ha convertido en un foco de gran interés para la humanidad, dado que la producción de desechos y la ausencia de una cultura medioambiental, ha convertido esta realidad, en un problema.

Es necesario crear conciencia de la realidad de muchas comunidades que no tienen sanidad y donde las investigaciones que realicen en los territorios propenderán por atenuar dicha problemática que aqueja muchos municipios muchos

departamentos del país, obligue a los gobiernos hallar soluciones mediante un rastreo riguroso de alternativas certeras y creíbles la orientación las directrices que beneficien a los pobladores, por la innovación en nuevos modelos de negocios sostenibles en el tiempo como parte de alternativas de la economía circular (Robledo *et al.*, 2022).

El presente estudio crea un panorama enmarcado en los principales autores, países, instituciones y disciplinas que vienen indagando estudios desde ya un tiempo atrás con un marcado interés en la adquisición de conocimiento.

Herramientas como Scopus y Vosview contribuyen a la gestión de la información y el conocimiento logrando así evidenciar la fiabilidad en los resultados basados en la producción científica de artículos relevantes con hallazgos interesantes que reflejan países, autores, instituciones que han trabajado acerca de las principales investigaciones concernientes al manejo de los residuos sólidos entre otros desde un análisis bibliométrico, el cual parte de la caracterización de la información obtenida en una ventana de observación de 50 años.

Economía Circular

Economía Circular Sostenible en lugar de Economía de flujo continuo reorienta fundamentalmente el ciclo económico a la economía circular, transita del equilibrio entre oferta y demanda, al equilibrio entre economía y ecología, cuya tecnología inspirada en la naturaleza en lugar de utilizar simplemente la naturaleza, es lo que trae la implementación de los objetivos que trae consigo la cuarta revolución industrial. Desde el punto

estratégico de cualquier tipo de organización, representa una solución a múltiples problemas ambientales y sociales que enfrenta la humanidad y es clara una tendencia a nuevos flujos circulares de reutilización, restauración y renovación que responda a iniciativas que basan su economía en la reducción, reutilización, recuperación y reciclaje de materiales y energía.

Las capacidades limitadas de nuestros recursos naturales y la responsabilidad por las generaciones futuras nos obligan a utilizar todas las materias primas de forma moderada y económica. Por lo tanto, la economía de flujo continuo anterior (economía lineal o de usar y tirar) debe ser reemplazada por una economía circular moderna.) debe ser reemplazada por una economía circular moderna. (Castro 2021, p.28). De acuerdo Monteiro (2018) la Economía Circular va más allá del alcance y enfoque estricto de las acciones de gestión de residuos y reciclaje, buscando una vida más amplia gama, desde el rediseño de procesos, productos y nuevos modelos de negocio para optimizar el uso de los recursos ("circular" lo más eficientemente posible) productos, componentes y materiales en ciclos técnicos y/o biológicos). (p.3).

2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Una de las principales razones de las diversas problemáticas, especialmente en los países en desarrollo, es la falta de datos o de datos fiables. Este vacío de información dificulta la actuación de la administración pública ya que la disponibilidad de información es vital para una buena gestión. Además, la falta de detalle de la cantidad de RSU generados

puede perjudicar la ejecución de la recolección y eliminación, la planificación para escenarios futuros (incluyendo la estimación de recursos financieros) y el cobro por la gestión, lo que generalmente conduce a menos recursos y, en consecuencia, a servicios de baja calidad. (Alzamora *et al.*, 2019, parr.1; Zuluaga *et al.*, 2022).

Los países de ingresos medianos altos tienen el porcentaje más alto de desechos en vertederos, con un 54 por ciento. Esta tasa disminuye en los países de ingresos altos al 39 %, con una desviación del 35 % de los desechos al reciclaje y el compostaje y el 22 % a la incineración. La incineración se usa principalmente en países de alta capacidad, altos ingresos y tierras limitadas. (worldbank.org.2022).

Alrededor del 93 por ciento de los desechos se quema o arrojados en carreteras, terrenos abiertos o vías fluviales en países de bajos ingresos, mientras que solo el 2 por ciento de los desechos se vierte en países de altos ingresos. Las prácticas de eliminación de desechos varían significativamente según el nivel de ingresos y la región. Otra referencia a destacar relacionada con las actitudes medioambientales de los consumidores planteadas por Otero, Celis y Aguilar (2020).

La gestión de residuos sólidos afecta a todas las personas del mundo, a medida que las naciones y las ciudades se urbanicen, se desarrollen económicamente y crezca en términos de población. Actualmente, al menos el 33 % de estos desechos se gestionan de forma inadecuada a nivel mundial a través de vertedero a cielo abierto o quema. Se ha

demostrado que los factores socioeconómicos son un fuerte predictor de los comportamientos de reciclaje en particular (Lo y Liu, 2018).

El comportamiento de los hogares en la gestión de sus propios desechos afecta la sostenibilidad de los sistemas de gestión de desechos en general y estos comportamientos están fuertemente influenciados por factores normativos. Redman & Redman (2022). Los residuos no gestionados o mal gestionados de décadas de crecimiento económico requieren una acción urgente en todos los niveles de la sociedad.

Para abordar el complejo problema del desperdicio de alimentos, algunos estudios proponen un enfoque de "sistemas de desperdicio de alimentos" para optimizar los recursos. Dicho marco se puede aplicar para diseñar estrategias que minimicen la cantidad de alimentos comestibles que se desperdician, y el fomento del uso eficiente de la energía y el agua en el proceso de producción de alimentos.

Las inversiones verdes suelen ser riesgosas, costosas y requieren más capital por adelantado. En muchos países, también están en desventaja por los subsidios a los combustibles fósiles. Se han realizado mejoras, pero las inversiones en tecnologías limpias aún son insuficientes para frenar los efectos del cambio climático, por lo que es necesario repensar cómo hacer verde la combinación energética global. World Bank (2013)

EE.UU

En EE.UU hay más de 8600 programas de recolección de reciclaje en la acera en los Estados Unidos. El ejemplo más visible de estos programas es la recuperación y reutilización de envases de bebidas de aluminio, plástico y vidrio. Alrededor del 43 por ciento de los envases y empaques de acero, vidrio, aluminio, papel y plástico se recuperaron y reciclaron en 2007. Los productos con la tasa de recuperación más alta incluyen baterías de plomo ácido, periódicos y cajas de cartón corrugado. (Ogunseitan 2011).

El manejo moderno de los desechos sólidos en los Estados Unidos consiste principalmente en disponer los desechos directamente en el suelo, incinerarlos o depositarlos en un relleno sanitario. La opción de vertedero es actualmente la más utilizada. Las últimas cifras muestran que Estados Unidos tiene más de 2000 vertederos municipales activos (más de 1800 en los Estados Unidos continentales, alrededor de 300 en Alaska y 10 en Hawái a partir de 2008).

El propósito del vertedero es aislar los desechos del medio ambiente circundante. Además de ser el depósito de residuos, los rellenos sanitarios de residuos sólidos están diseñados para proteger el medio ambiente de los contaminantes en el flujo de residuos.

Los rellenos sanitarios de residuos sólidos municipales modernos tienen varias restricciones y parámetros de diseño para evitar tales daños. Estos incluyen la ubicación del vertedero lejos de áreas ambiental o geológicamente sensibles, la recolección y eliminación de lixiviados (líquido que drena del vertedero)

y el monitoreo de las aguas subterráneas. De acuerdo a Chung (2019) este país solo recicla el 35 % de los residuos, por ser una de las economías más grandes del mundo, generan en promedio del triple de basura que otros países más poblado del planeta (Manco-Jaraba *et al.*, 2022).

REINO UNIDO

El estudio de Filimonova, Krivosheeva, & Mishenin (2023) tuvo como objetivo, desarrollar un modelo económico de utilización de Residuos sólidos Urbanos (RSU) y evaluar el efecto económico de aplicar el mecanismo de asociación público-privada (PPP) en el ejemplo de la región de Novosibirsk. El modelo tuvo en cuenta la posibilidad de proporcionar contenedores para la recogida selectiva de residuos (SWC-containers) a todos los residentes de Novosibirsk y la ampliación de las instalaciones para la recogida y clasificación de RSU.

JAPON

Debido a la urbanización de muchos países, se espera que la cantidad total de RSU generados aumente mucho más allá del ritmo del futuro crecimiento de la población. La generación de RSU per cápita en los países de altos ingresos es generalmente más alta que en los países de bajos ingresos. (Saitoh, Tago, Kumagai & Iijima, 2022, parr 2.) Para reducir los residuos sólidos domiciliarios, de los países de altos ingresos no solo han introducido sistemas de cobro por residuos, sino que también han llevado a cabo varios proyectos de sensibilización pública. En comparación con los muchos estudios sobre el primero, la investigación sobre el segundo es actualmente insuficiente. Sin embargo, en los últimos años, poco a poco se ha comenzado a

recopilar conocimiento en todo el mundo, especialmente de proyectos de sensibilización para reducir el desperdicio de alimentos (Lascarro *et al.*, 2022).

En muchos países, la incineración es hoy en día el método de procesamiento de RSU más utilizado, pero debido a la posibilidad de que se emitan sustancias nocivas al aire y su impacto negativo en la salud humana, la incineración de RSU se encuentra con una fuerte oposición dentro de la sociedad y, por lo tanto, se requiere el uso de tecnologías más limpias.

En un estudio se presentó un método complejo desarrollado para evaluar la calidad dentro de un marco propuesto y en un cierto alcance de medición para los indicadores de calidad de la economía circular (EC). Este utilizó tres escenarios diferentes para comparar los sistemas de gestión de residuos municipales: 1—incineración; 2—reciclado y 3--reutilización de residuos municipales separados y transformación de la fracción orgánica en biodiésel y biocarbón.

Un escenario mejorado que incluye la disminución del reciclaje de flujos de desechos y el bioprocesamiento de papel/cartón y el procesamiento de la fracción no reciclada en biodiésel, biocarbón y biocombustible de segunda generación. Para la evaluación del indicador de calidad de EC, un panel de expertos seleccionó un conjunto de elementos técnicos, ambientales, económicos y sociales, quienes también les asignaron una valoración y ponderación cualitativa en función de los factores identificados.

El Incremento relativo calculado en el indicador para los escenarios analizados mostró que los escenarios 3 y 2 son mucho más beneficiosos que el escenario 1 en términos técnicos, ambientales, económicos y sociales.

3. METODOLOGIA

La metodología diversas etapas en las que se realizó una revisión bibliométrica de algunos términos que relacionan las tendencias de recolección de residuos sólidos domiciliarios, y revisión de planes de gestión de residuos sólidos domiciliarios, sobre temas en relación a residuos sólidos en el cual se refleja un sistema integrado de nodos mediante software Vos viewer que permitió reconocer redes científicas de investigadores, publicaciones que siguen una operación con patrones específicos en la producción científica con parámetros de términos.

Se realizaron diversos mapeos sistemáticos de la literatura utilizando el programa Vos viewer version 1.6.18, basada en una propuesta metodológica de Petersen *et al.* (2008), que ha sido aplicada en otros estudios y diversos autores en las ciencias sociales (De las Heras *et al.*, 2018; Ramírez & García, 2018; Cantú *et al.*, 2019) Citado por Reye y Avello (2021).

El análisis bibliométrico es un estudio cuantitativo de publicaciones escritas (Broadus, 1987; Pritchard, 1969) que analiza la historia de los trabajos científicos para medir el impacto (Lee *et al.*, 2005), citado por Tigre, F. B., Curado, C., & Henriques. (2022).

El método consiste en realizar un análisis de los datos históricos de la producción científica de mayor impacto internacional del tema de residuos sólidos domiciliarios en los últimos años El análisis se enfocó en resumir investigaciones realizadas en la temática y revisar las líneas de conocimiento de la investigación, principales investigadores, filiaciones, países y temáticas. determinación de las palabras clave de búsqueda, limpieza y formateo de datos, análisis inicial y análisis de datos) para identificar los estudios y autores de mayor impacto y para analizar los temas de investigación y principales tendencias hacia el futuro.

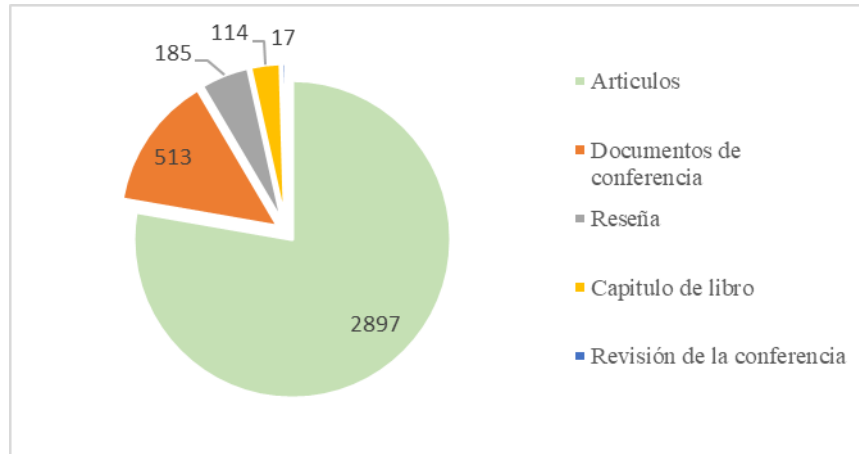
Dentro del diseño de la investigación como referentes de antecedentes en una primera fase del estado de arte, además de datos secundarios tomados de la base de datos de Scopús, y análisis de los mismos, en un lapso de temporalidad, con el establecimiento de tendencias de datos bibliométricos a partir de los algunas bases de satos donde se contempla la producción científica en los últimos 50 años en relación a los planes de manejo de residuos sólidos domésticos a nivel global, nacional con parámetros de sostenibilidad. El estudio analiza algunas similitudes y contrastes mediante la utilización del software Vosview y hallazgos obtenidos en la revisión de la base de datos Scopus respecto a las fuentes de mayor publicación los autores, numero de documentos publicados por año, alguna correlación de investigaciones en temas relevantes por año, países, principales instituciones, etc.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este estudio se basó en una revisión de 3,776 documentos de la base de datos de Scopus de publicaciones que se caracteriza por ser una de las mayores bases de datos de resúmenes y citas, con amplia cobertura mundial y revistas

científicas de acuerdo a artículos científicos, entre 1970 y 2020 con los descriptores household AND solid AND waste).

Figura1. Base de datos Scopus siguiendo descriptores de residuos sólidos domiciliarios



Fuente: Elaboración propia con datos de la base de datos de Scopus

La gestión de residuos sólidos urbanos o domiciliarios comprenden aspectos organizativos y operativos a fin de proteger el medio ambiente, la salud, la calidad de la población donde las empresas prestadoras del servicio tienen a cargo la recolección, el transporte, tratamiento y disposición final de los mismos de forma segura donde no se causa impactos negativos y se minimizan costos, respetando las normas legales nacionales y convenios internacionales.

Para el caso de los términos de búsqueda en Scopus relacionados con los descriptores sobre gestión y manejo de residuos sólidos domiciliarios se utilizaron las palabras plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios, que arrojaron alrededor 140 documentos con una mayor incidencia en las tendencias de gestión de residuos sólidos domiciliarios en los últimos 5 años a partir del año 2018. En particular,

ciudades de rápido crecimiento en las economías emergentes enfrentan un doble problema de desechos domésticos en rápido aumento combinado con sistemas insuficientes para administrar incluso los niveles existentes. En los hogares deseaban adoptar prácticas de desechos sostenibles, pero solo tenían una capacidad limitada para hacerlo debido a las barreras estructurales, particularmente para el reciclaje (González *et al.*, 2022).

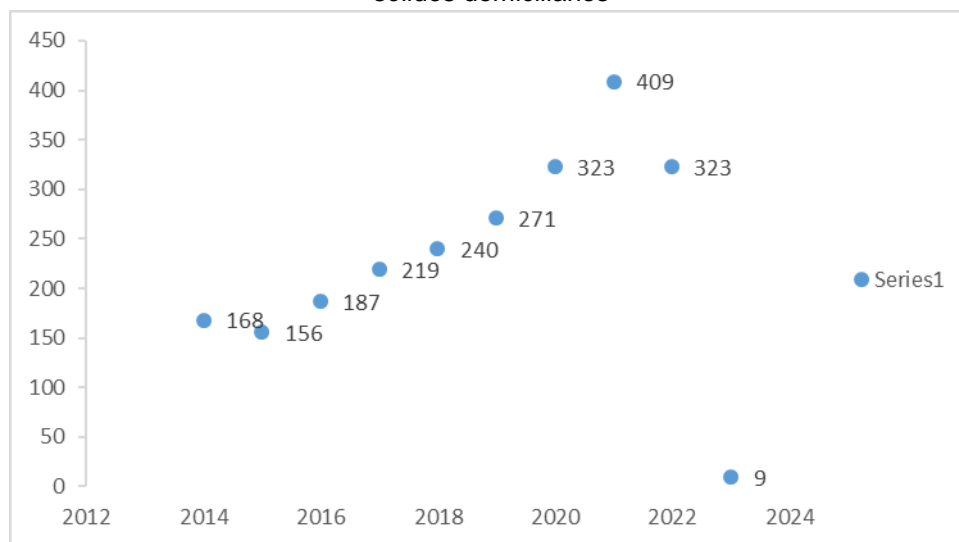
Teniendo en cuenta que, en los últimos años, existe un elevado crecimiento de la población, se observa un aumento acelerado de residuos sólidos domiciliarios, los cuales son recolectados por aquellas empresas de servicios públicos que en algunos casos no solo hacen la recolección sino también el aprovechamiento de aquellos residuos que pueden ser reutilizados en planta sin ser reciclados

adecuadamente para un óptimo beneficio como insumo en otros procesos, antes de que sean desechados y conducidos a los rellenos sanitarios.

A partir de la base de datos de Scopus se observó que existe un referente en tendencias de recolección de residuos sólidos domiciliarios, realizada la búsqueda y arroja resultados de publicaciones que aumentan exponencialmente con el pasar del tiempo. A continuación, se muestran la

construcción y visualización de redes bibliométricas, con base a revistas, investigadores, publicaciones individuales, países de producción científica con el soporte de esta base de datos. En la figura 2 se observa una creciente producción científica del tema de residuos sólidos domiciliarios en los últimos años.

Figura 2. Cantidad de documentos de la base de datos Scopus siguiendo descriptores de residuos sólidos domiciliarios

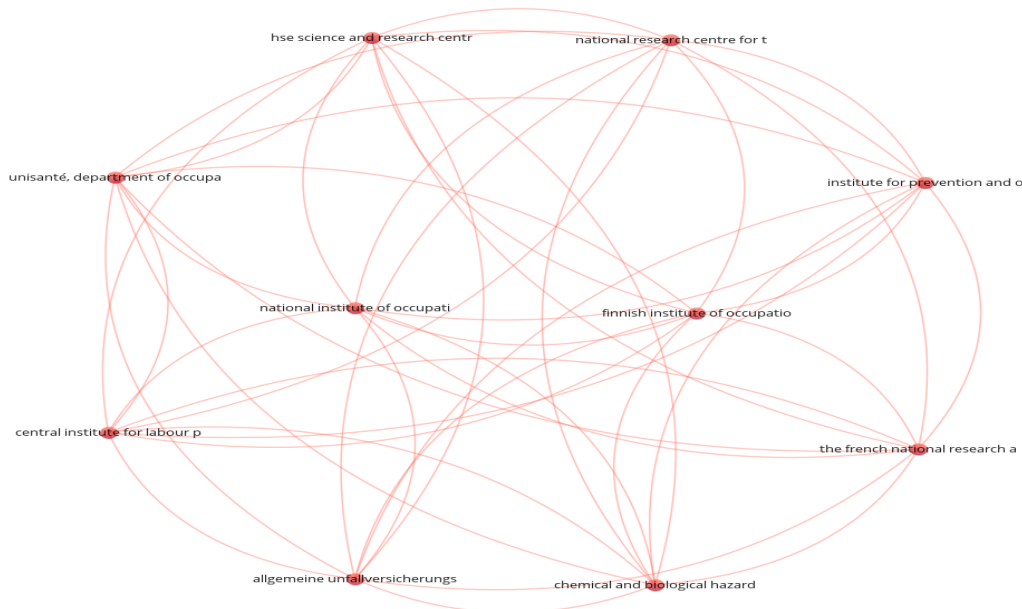


Fuente: Elaboración propia con datos de la base de datos de Scopus (2012-2024)

Para ser efectivas, las campañas que pretenden centrarse en la reutilización y la reducción harían bien en comprender mejor la interacción de las normas domésticas con el sistema más amplio. La trayectoria de la sostenibilidad de los residuos en ciudades como León aún no está definida y trabajar a nivel doméstico será tan importante como construir la infraestructura física necesaria. (Redam A y Redman E., 2022) Este estudio pone de manifiesto la problemática que tienen los diferentes países en cuanto a la pobre cultura de reciclaje que experimenta

la ciudadanía por la falta de infraestructura y la poca educación respecto al tema. A partir de la base de datos de Scopus se observó que para la temática que se referencia en la búsqueda como plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios. En la figura 3 refleja principales instituciones con la mayor cantidad de publicaciones en el área. De acuerdo a la herramienta de revisión bibliográfica se encuentran desarrolladas investigaciones respecto de principales autores (Ortiz *et al.*, 2022).

Figura 3. Principales instituciones en producción científica en el tema relacionado con el plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios



Fuente: Realizado con el software VOSviewer

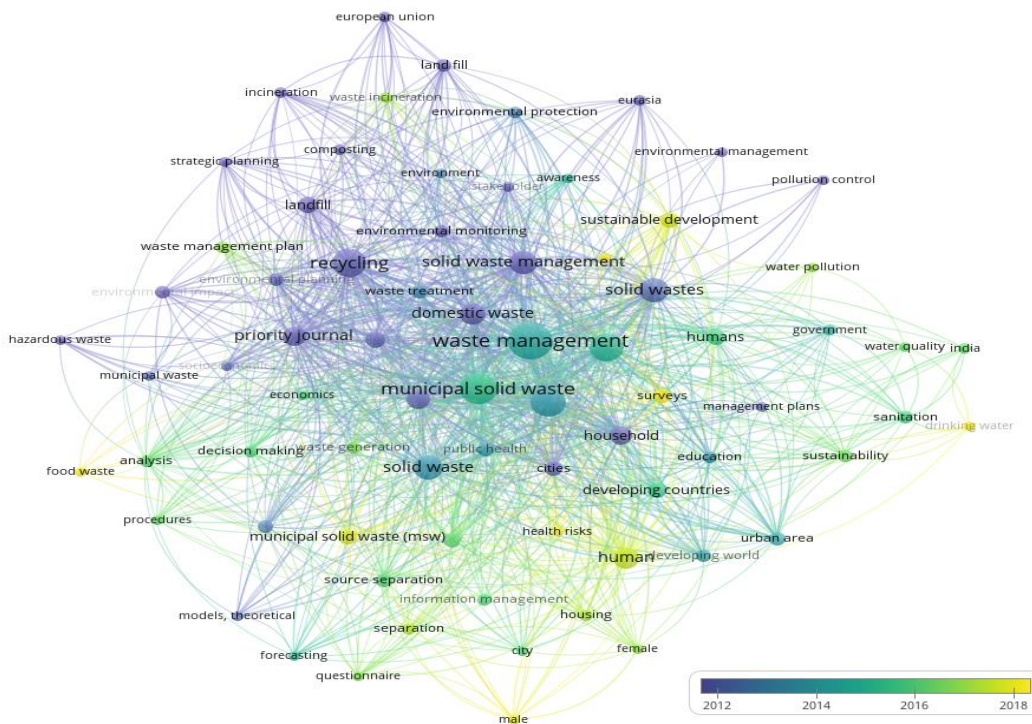
Ha disminuido la producción de la temática en el año 2018 y en el año 2012 con una mayor producción en temas como gestión de residuos sólidos, del tema de reciclaje. Respecto algunas metodologías utilizadas en estudios de esta temática está dada por cuantificación de residuos sólidos domiciliarios o urbanos algunos estudios se enfocaron en la caracterización según sean biodegradables o no y las fuentes de recolección de los mismos, al igual que las épocas de recolección, que permitió denotar estas diferencias (Figura 4).

De esta manera los estudios permiten hallar la huella ecológica total (HE) de los residuos sólidos en diferentes épocas del año- En la red de cocitación de documentos, cada nodo representaba un área de investigación siendo la gestión o el manejo de la basura, una temática que se vienen desarrollando en el año 2022 con variantes de investigación en el año 2018 los enlaces de

los nodos conectados representaban las relaciones en otras áreas diferentes cuyos colores expresan intervalos de tiempo correspondientes (Camargo *et al.*, 2022) (Figura 5).

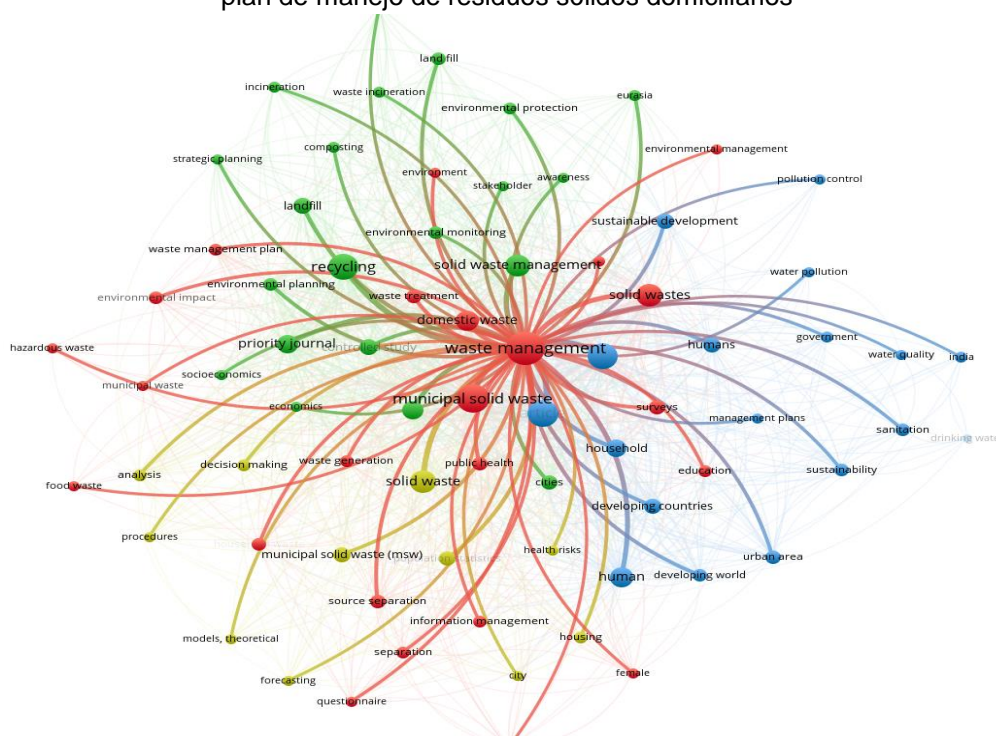
Se realiza una búsqueda en revistas técnicas especializadas en el tema, siguiendo el análisis bibliométrico de Scopus se utilizaron los descriptores household AND solid AND waste Dentro del top 5 de los países con mayor producción científica se evidenció a EE. UU con 434 documentos relacionado seguido por China con 335 documentos e India con 286 documentos, en menor proporción Reino Unido con 241 documentos y Japón con 160 (Pineda & González García, 2022). Los nodos más grandes indican artículos citados por numerosos académicos diferentes, lo que sugiere la influencia relativamente más importante de la temática (Figura 6).

Figura 4. Principales redes según las temáticas en la producción científica en el tema relacionado con el plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios



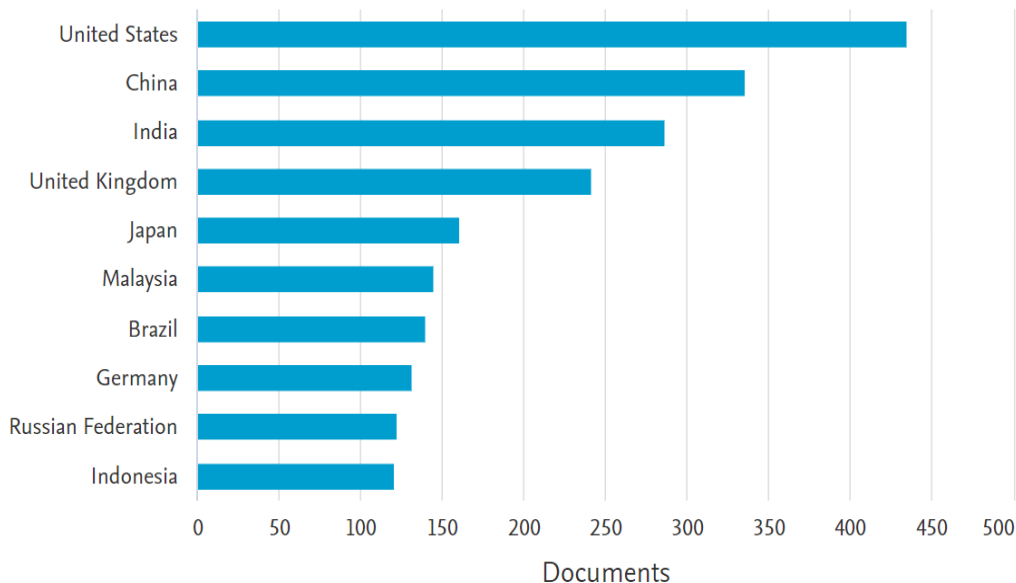
Fuente: Realizado con el software VOS viewer

Figura 5. Principales redes según las temáticas en la producción científica en el tema relacionado con el plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios



Fuente: Realizado con el software VOSviewer

Figura 6. Países donde se contabilizan los estudios acerca de la gestión de residuos sólidos domiciliarios

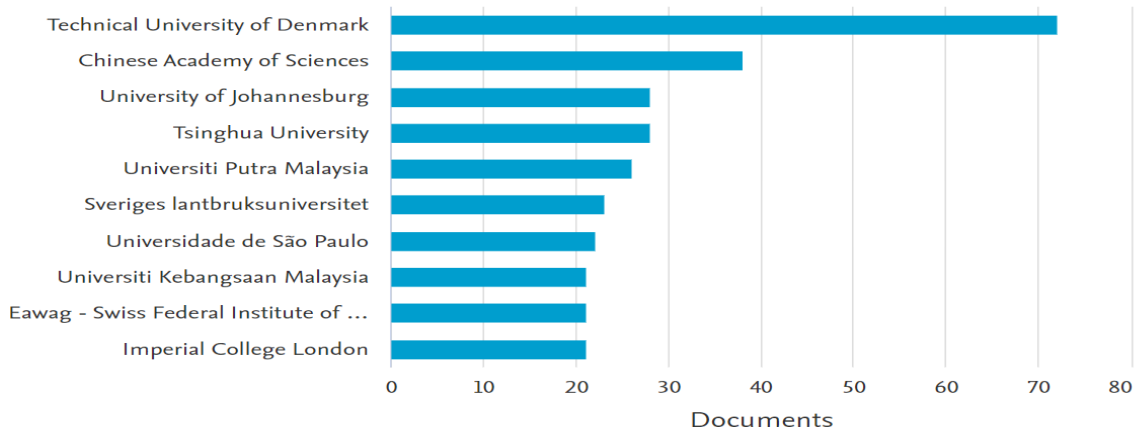


Fuente: Datos recolectados de la base de datos de Scopus con un promedio de 50 años iniciando desde el año 1970 a 2023

El problema de los residuos sólidos se ha venido tratando en diversos artículos años atrás, lo que ha implicado explorar e investigar en diferentes áreas de las ciencias en búsqueda de soluciones. El análisis de las revistas permite describir no solo a los investigadores sino comprender las temáticas y editoriales importantes que tienen estos temas y su influencia relativa en otras investigaciones. En la figura 6 se observa a EE.UU como uno de los países

con mayor producción en la temática de residuos sólidos domiciliarios, en segundo lugar China posterior India y Reino Unido. Posteriormente Japón Malasia y Brasil. Dentro de los autores que más han investigado sobre la gestión de residuos sólidos domiciliarios se encuentran las siguientes: universidades Técnica de Dinamarca, Academia de Ciencias de China, Universidad de Johannesburgo entre otras (Figura 7 y 8).

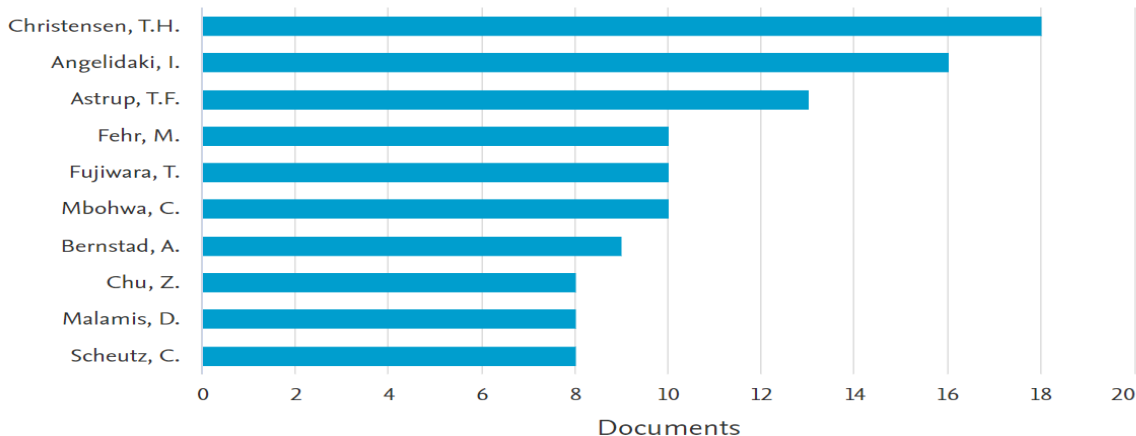
Figura 7. Principales autores de la temática de residuos sólidos domiciliarios en instituciones



Nota:

Fuente: Datos recolectados de la base de datos de Scopus con un promedio de 50 años iniciando desde el año 1970 a 2023.

Figura 8. Principales autores de la temática de residuos sólidos domiciliarios en los



Fuente: Datos recolectados de la base de datos de Scopus con un promedio de 50 años iniciando desde el año 1970 a 2023.

Christensen es el autor con mayores publicaciones en el área quien hace parte del Departamento de Ingeniería Ambiental y de Recursos, Clima y monitoreo de la Universidad técnica de Dinamarca. El campo de investigación es la tecnología y gestión de residuos. Recientemente, esto implica el uso de herramientas de evaluación del ciclo de vida y centrarse en la gestión holística de los sistemas de gestión de residuos con énfasis en las tecnologías de residuos.

Se observa la figura 9 las áreas que se han dedicado al estudio de estas problemáticas es el área ambiental con un porcentaje de alrededor del 40 % seguido de otras áreas multidisciplinarias como química, bioquímica, microbiología entre otras con un porcentaje cercano al 14, 4%, Ingenierías con un 10,5%, ciencias sociales en un porcentaje de del 6,5% (Figura 9).

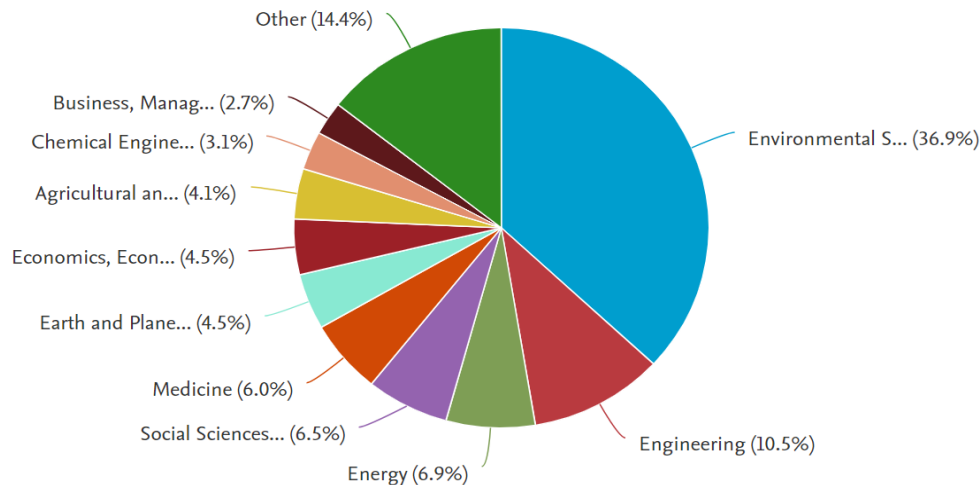
El campo de investigación que se prescribe como una tendencia dentro de la ciencia e innovación de la gestión de residuos sólidos se han desarrollado las

tecnologías digitales con mayor énfasis la gestión de residuos en el sector de residuos sólidos conocidas como Smart Waste Technologies (SWT) los cuales contienen elementos de robótica, inteligencia artificial, internet de las cosas, computación en la nube, análisis de datos y tecnología de la comunicación. Recientemente, esto implica el uso de herramientas de evaluación del ciclo de vida y centrarse en la gestión holística de los sistemas de gestión de residuos con énfasis en las tecnologías de residuos. Dentro del manejo que algunos gobiernos están trabajando en cuenta la forma de gestionar los residuos sólidos está relacionado con la tecnología digital dentro de la industria 4.0 que solventan soluciones como son las tecnologías inteligentes de residuos sólidos (por sus siglas en inglés: Smart Waste Technologies (SWT)). Por ejemplo, Un sistema inteligente de gestión de residuos incluye un sistema de hardware y software para acumular y monitorear datos de residuos. El hardware incluye disposiciones de sensores que recopilan información y la envían de forma

inalámbrica al programa de software. Un contenedor de basura inteligente consta de sensores de llenado, ubicación,

temperatura, humedad, olor, contaminación y luz ambiental (Kurani, 2018).

Figura 9. Investigaciones en diferentes ciencias de la temática de residuos sólidos domiciliarios.



Fuente: Datos recolectados de la base de datos de Scopus con un promedio de 50 años iniciando desde el año 1970 a 2023

5. DISCUSION DE RESULTADOS

Los individuos y los gobiernos toman decisiones sobre el consumo y la gestión de residuos que afectan la salud, la productividad y la limpieza diarias de las comunidades. Los desechos mal manejados contaminan los océanos obstruyen los desagües y provocan inundaciones, transmiten enfermedades a través de la reproducción de vectores, aumentan los problemas respiratorios a través de partículas en el aire por la quema de estos desechos de quienes incineran. Algunas investigaciones recientes reflejan la problemática que se viene presentando en los municipios los cuales han venido enfrentando dificultades en el manejo de sus residuos sólidos debido, entre otras razones, a la falta de información. Alzamora *et al* (2022).

El reciclaje y el compostaje son procesos que potencialmente remueven materiales útiles de la corriente de desechos antes que sean incinerados o colocados en el relleno sanitario. Colombia muestra muy bajas tasas de aprovechamiento y valorización de residuos en comparación con otros países.

En los países en desarrollo como Colombia, donde el acceso a los servicios públicos desde el punto de vista tecnológico y logístico, dentro de los principales obstáculos para mejorar el bienestar de la población, la tecnología puede cerrar las brechas en la prestación de servicios públicos seguros, equitativos y de alta calidad, de hecho, es uno de los principales desafíos para una adecuada gestión de los residuos sólidos no solo en Colombia sino en América Latina y el Caribe (ALC). La producción de información eficiente,

confiable y oportuna sobre toda la cadena de residuos sólidos por parte de las entidades que prestan servicios y regulan los sistemas de gestión de residuos sólidos especialmente residuos domiciliarios, deben hacer parte de un adecuado manejo en la gestión de los residuos sólidos urbanos. La falta de información impacta negativamente en los procesos de seguimiento, monitoreo y control del sistema, así como en el diseño e implementación de políticas públicas. Por tanto, vemos como la tecnología en el desarrollo de aplicaciones (Apps) están cambiando no solo hábitos de consumo en todo el mundo, ya que permite reducir los residuos que se generan o en su defecto contribuir la forma en la que actualmente se produce y/o se consume. El modelo basado en la economía circular puede representar la forma como podemos utilizar “la basura”, en lugar de eliminar y contaminar como por ejemplo alimentos en vencimiento que por su estado acabarían en la basura, antes de que caduquen, y/o antes de ser desechados, puedan ingresar a otro proceso como restos orgánicos, materia prima, como frutas y verduras, utilizados mediante el compostaje.

Otras soluciones a la vanguardia de la tecnología y de los desafíos de la seguridad alimentaria que aporten soluciones a través de desarrollos móviles de aplicaciones que puedan ofrecer productos perecederos con grandes descuentos a usuarios que no puedan adquirir en las tiendas o restaurantes a precios razonables dadas las actuales condiciones macro y microeconómicas que restringen el acceso a un número elevado de población vulnerable (Manjarres *et al.*, 2022).

Por otro lado, la utilización del Big Data, sensores inteligentes aplicaciones móviles,

están revolucionando muchas de las soluciones en el campo de la gestión de los residuos sólidos. Es notorio que la tecnología, en procesos de automatización, inteligencia artificial, pueden ayudar a clasificar los materiales reciclables de manera más eficiente para encontrar un uso en la economía circular. El uso de sensores en embalajes inteligentes puede ayudar a reducir los desperdicios de alimentos con lo cual la tecnología, es necesaria para impulsar un gran cambio.

Aplicación del Internet de las Cosas (IoT) aporta muchos beneficios a la gestión inteligente de residuos. Los contenedores inteligentes poseen sensores inalámbricos que detectan cuándo están llenos y envían los datos a la central para que se realice la recogida, como las tecnologías de empresas como Movisat, Sayme o Wellness TechGroup. Esta información optimiza rutas de recolección, y genera horarios de vaciado adaptados, además de reducir la contaminación acústica y las emisiones de carbono emitidas por los camiones de recogida.

En el caso de los residuos sólidos inorgánicos la termovalorización, (siglas en inglés Waste to Energy), cuyo proceso de alimentación continua de residuos inorgánicos, con combustión controlada, recuperación de energía es una alternativa ya que es una tecnología de muy bajo nivel de emisiones como una alternativa para el manejo eficiente en el manejo de la basura a fin de convertirla en un recurso aprovechable.

Actualmente algunos de estos estudios permiten conocer ciertas tecnologías que permiten transformar desechos orgánicos en energías renovables y realizar

compostaje lo que hace posible nuevos modelos de negocios siendo esto reflejados en la fabricación de nuevos materiales dentro de la economía circular desde la transformación de plásticos y otros materiales en nuevos productos que pueden ser biodegradables o que sencillamente reduzcan el impacto ambiental sobre todo aquellos países con las mayores emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo.

6. CONCLUSIONES

En la revisión de algunos estudios hay una alta coincidencia en que parte de la problemática es la cultura del consumismo y la poca educación para reciclar o reutilizar los residuos por parte de la ciudadanía la cual involucra a la comunidad con poca educación y el desaprovechamiento de residuos importantes para la economía circular.

Otro aspecto que concierne a la gestión de residuos sólidos domiciliarios es el poco interés de las empresas recolectoras en el proceso para facilitar a usuarios formas de separación en la fuente precisas y concretas, mediante la financiación de infraestructura que pueda facilitar procesos de recolección transporte, reciclaje y/o procesamiento.

La temática del análisis de residuos sólidos domiciliarios ha ido teniendo importancia en los últimos años, con un número de publicaciones significativas en forma de artículos en la base de datos de Scopus. Christensen como uno de los principales autores en el área con un número de 18 publicaciones en diferentes años. El área de mayor publicación es el

medioambiental, seguido de Ingeniería, Energía, Ciencias sociales etc.

Mucho de los residuos sólidos tienen un grado mínimo de aprovechamiento de residuos sólidos y van a parar a los rellenos sanitarios sin ningún tratamiento como parte de la disposición final. En cuanto a las tendencias se observó la recuperación de energía y bajo nivel de emisiones vinculadas al proceso de termovalorización, servirán como puente para la generación de energía eléctrica. El proceso de termovalorización descompone los residuos inorgánicos a través del calor, en un proceso favorable para el medio ambiente, pues genera bajas emisiones de CO₂ y hace eficiente el manejo de la basura al convertirla en energía. Los pioneros en este tipo de plantas son los países europeos, que viene utilizando esta tecnología hace más de 50 años.

Para que este tipo de procesos tengan éxito, se debe mejorar en la separación de residuos desde la fuente (reciclaje en casa), algo en lo que la ciudad sigue teniendo grandes falencias por múltiples causas entre ellas un adecuada infraestructura y formas de recolección por parte de entidades encargadas.

En los residuos ordinarios se incluye el corte de césped y poda de árboles, que tiene una flota de recolección separada y someterse a tratamiento biológico como el compostaje, por sus costos junto con otros residuos vegetales. Estos podrían recolectarse en otra forma con flota optimizada como las plazas de mercado, los domésticos de cocina, previamente seleccionados, que no deben contener residuos de cocción, pero que para obtener un producto el abono orgánico para uso en un suelo mejorado estable y de calidad,

requiere de una estricta separación en la fuente para evitar su contaminación.

El modelo lineal de la producción, se enfrenta hoy a la disponibilidad de recursos en un sistema insostenible que expone a empresas y países a riesgos relacionados con volatilidad de los precios de los recursos y perturbaciones del suministro y donde existe una mayor exigencia con la necesidad de minimizar el impacto ambiental. Este modelo de economía ejerce cada vez más presión”, en aquellos recursos no renovables que antes se consideraban inagotables y que actualmente están alcanzando los límites.

Es así como la alternativa en el modelo circular es restaurativo y regenerativo por su diseño tiene la capacidad de mantener productos, componentes y materiales en su mayor utilidad y valor en todo momento, reducir la cantidad de materia prima que se extrae de la naturaleza, y en consecuencia reduce los residuos a lo largo de la cadena, agregando valor en su reutilización.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amezcuca-Núñez, J. B., De la Peña-de León, A., & Soto, J. M. S. (2020). El desvanecimiento del humanismo en las organizaciones. *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 19(2), 16-23. https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/FACE/article/view/3690
- Alzamora Barros & Gonçalves (2022) Forecasting and the influence of socioeconomic factors on municipal solid waste generation: A literature review. *Environmental Development* (44) 100734. DOI 10.1016/j.envdev.2022.100734
- Camargo, L., Medina, B. y Gómez, J. (2022). Prototipo electrónico IoT para el

seguimiento de variables ambientales. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2723/3796>

Cepal (2016) Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliario. Manuales de la Cepal Naciones Unidas. ISSN 2518-3923.

Chung C. (4 de julio de 2019) Señalan a EE.UU. por su mal manejo de los residuos sólidos. RT. <https://actualidad.rt.com/actualidad/320081-vertedero-eeuu-administrador-basura-mundo>

Experimental Centro de Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México.

Filimonova, Krivosheeva, & Mishenin (2023) The economic effect of public-private partnerships in the implementation of climate projects for the disposal of municipal solid waste. *Energy Reports* (9):996-1002

González, D. J., González, O. J., Manco, J. D., Rojas, M. E. y Lascarro, N.F. (2022). Determinación del uso industrial de las calizas de la formación lagunitas, aflorantes al este del municipio de Agustín Codazzi, Cesar-Colombia. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(1). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2722/3795>

Kowalski, Kulczycka, Makara, Verhé & De Clercq (2022) Assessment of Energy Recovery from Municipal Waste Management Systems Using Circular Economy Quality Indicators. *Energies*, 15(22), 8625. <https://doi.org/10.3390/en15228625>

Kurani, (2018) Smart waste management system. Patente EE.UU N°

- US20200082354A1
<https://patents.google.com/patent/US20200082354A1/en>
- Lascarro, N. F., Manco, J. D. y Rojas, M. E. (2022). Rol de los procesos sedimentarios en la generación de hidrocarburos en la formación la luna. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2724/3797>
- Manco-Jaraba, D. C., Navarro-Becerra, Y., Rojas-Martínez, E. y Mindiola-Gil, R. (2022). Manantial de cañaverales: una estrategia novedosa para el desarrollo socioeconómico del sur de La Guajira (Colombia), a través de la geoeducación, geoturismo y geoconservación. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(1). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2718/3791>
- Manjarres, M., Iglesias, M., Pérez, A., Vega, A. y Mendoza, D. (2022). Las redes sociales digitales como herramienta de marketing en el desempeño empresarial de las PYMES de Barranquilla y Valledupar. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2727/3799>
- Monteiro M. (2018) Economía circular. *Revista Start & Go* (20) <https://www.startandgo.pt/pubs/startgo20.pdf>
- Niño, Trujillo y Niño (2016) Gestión de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Villavicencio. Una Mirada desde los grupos de Interés: Empresa, Estado y Comunidad. *Revistas Científicas* DOI: 10.17151/luaz.2017.44.11
- Otero, M. E. P., Celis, D. M. L., & Aguilar, M. F. M. (2020). LAS ACTITUDES medioambientales de los consumidores: análisis comparativo en las ciudades de san luis de Potosí, México y Medellín Colombia. *Face: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 20(1), 85-96. https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/FACE/article/view/4218
- Ortiz, D. M., Castro, S.A., Niño, C.V., Guevara, D. y Medina, B. (2022). Identificación de residuos sólidos en zonas urbanas con procesamiento de imágenes e inteligencia artificial. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(1). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2719/3803>
- Pineda Zambrano, M. C. y González García, H. (2022). Bioactividad fungistática del extracto acuoso artesanal de *Azadirachta Indica* en hongos fitopatógenos asociados al cultivo de guanábana. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2730/3801>
- Reye y Avello (2021) Alfabetización digital en la educación. Revisión sistemática de la producción científica en SCOPUS. *Revista de Educación a Distancia*. 66, (1). DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/red.444751>
- Redam A y Redman E. (2022) Possibilities for sustainable household waste management: A case study from Guanajuato, Mexico. *Cleaner Waste Systems*, <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100516>

- Robledo, Y., Jaimes, E. O. y Araque, A. C. (2022). Herramientas gerenciales orientadas al empoderamiento socioeconómico de la mujer rural, en la provincia de Pamplona, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2725/3798>
- Saitoh, Tago, Kumagai & Iijima (2022) A Closer Look at Effective Intervention Methods to Reduce Household Solid Waste Generation in Japan (2022) *Sustainability* 14(22), 14835; <https://doi.org/10.3390/su142214835>
- Sánchez (2021) Diseño de rutas para la recolección de residuos sólidos implementando herramientas computacionales del sistema de información geográfica (SIG) ArcGIS en un municipio colombiano. Trabajo de grado Facultad de Ingeniería. Uniandes <http://hdl.handle.net/1992/55649>
- Soria F., M., J. Tun S., A. Trejo R. y R. Terán S. 1994. Producción de hortalizas en la península de Yucatán.
- Soubes, M. 1994. Biotecnología de la digestión anaerobia. pp. 136-148. In: III Taller y Seminario Latinoamericano "Tratamiento de Aguas Residuales". Montevideo, Uruguay.
- Tchobanoglous, G. y E.D. Schoeder. 1985. *Water quality: Characteristics, modeling, modification*. Addison-Wesley. Reading, MA.
- Tigre, F. B., Curado, C., & Henriques, P. L. (2022). Digital Leadership: A Bibliometric Analysis. *Journal of Leadership & Organizational Studies*,(0). <https://doi-org.crai-ustadigital.usantomas.edu.co/10.1177/15480518221123132>
- Torres, D. María. Un Biodigestor de Boñiga de Cabra Calefaccionado con Colectores Planos.
- Vázquez B., E. y A. Manjarrez R. 1993. Contaminación del agua subterránea por la actividad porcícola. *Tecnología del Agua (España)* 109: 38-43.
- Verastegui L., J. 1980. El biogas como alternativa energética para zonas rurales.
- OLADE (Organización Latinoamericana de Alternativas de Energía). *Boletín Energético del Ecuador* 14: 57-94.
- Viñas, M. 1994. Criterios de diseño y escalado de reactores anaerobios. pp. 111-123. In: III Taller y Seminario Latinoamericano "Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales". Montevideo, Uruguay
- World Bank (2013) A Public-Private Partnership (PPP) Approach to Climate Finance. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2013/03/13/a-public-private-partnership-approach-to-climate-finance>
- Zuluaga, A., Durán-Cepeda, J. M. y García, J. M. (2022). Gestión prospectiva–sostenible de desarrollo económico–social para San Juan del Cesar – La Guajira al 2027. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 13(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2731/3802>