

# Plan de Manejo de Residuos Sólidos en La Región Caribe Colombiana, Revisión de literatura.

## Solid Waste Management Plan in The Colombian Caribbean Region, literature review.

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.3.1.2021.07>

Fecha de Recepción: 14/08/2021. Fecha de Publicación: 04/09/2021

**Wilmer Arteta – Barrios**

Universidad de la costa CUC. Barranquilla (Colombia)

[warteta2@cuc.edu.co](mailto:warteta2@cuc.edu.co)

**Jimmy Herrera- Valdes**

Universidad de la costa CUC. Barranquilla (Colombia)

[jherrerera20@cuc.edu.co](mailto:jherrerera20@cuc.edu.co)

**Laura Rhenals – Badillo**

Universidad de la costa CUC. Barranquilla (Colombia)

[lrhenals2@cuc.edu.co](mailto:lrhenals2@cuc.edu.co)

**Nancy Ruiz – Martínez**

Universidad de la costa CUC. Barranquilla (Colombia)

[nruiz9@cuc.edu.co](mailto:nruiz9@cuc.edu.co)

**Nohora Mercado Caruso**

Universidad de la costa CUC. Barranquilla (Colombia)

[Nmercado1@cuc.edu.co](mailto:Nmercado1@cuc.edu.co)

### Resumen

El manejo de los residuos sólidos se ha convertido a nivel mundial, en una problemática de salud pública, debido al inadecuado manejo de estos, causando afectación en la salud de la comunidad y generando un impacto negativo al medio ambiente, causado especialmente por el aumento en el uso del plástico, la falta de cultura de reciclaje y la inexistencia de separación de residuos. Colombia se encuentra en entre los primeros países de América Latina, con mayor generación de residuos sólidos, donde un alto porcentaje de estos residuos, terminan en los rellenos sanitarios, mares y ríos del país. Debido a lo anterior el objetivo principal de la presente propuesta de investigación, es proponer un sistema de separación de residuos sólidos, en los lugares altamente concurridos en la Región Caribe, asimismo identificar y categorizar las zonas críticas de producción de residuos sólidos, con el fin de establecer un plan de manejo adecuado para la separación y reciclaje de residuos sólidos. Teniendo en cuenta lo anterior se realizó una revisión en las bases bibliográficas, con la ayuda de la herramienta VOSviewer se realizó un análisis Cienciométrico, sobre la información de la temática en manejo de residuos sólido, que permita promover alternativas de reciclaje, generando un componente positivo para el desarrollo social, económico y ambiental.

### Palabras clave

Manejo de sólidos; Desechos; Reciclaje; Economía circular

© The author; licensee Universidad de la Costa - CUC.

BILO vol. 3. no. 1 Enero - Junio, 2021

Barranquilla. ISSN Online 2711-3280.

## **Abstract**

The management of solid waste has become worldwide, a public health problem, due to the inadequate handling of these, causing damage to the health of the community and generating a negative impact on the environment, caused especially by the increase in the use of plastic, the lack of a recycling culture and the non-existence of waste separation. Colombia is among the first countries in Latin America, with the highest generation of solid waste, where a high percentage of this waste ends up in the country's landfills, seas and rivers. Due to the above, the main objective of this research proposal is to propose a solid waste separation system, in highly crowded places in the Caribbean Region, also to identify and categorize critical areas for solid waste production, in order to establish an adequate management plan for the separation and recycling of solid waste. Taking into account the above, a review was carried out in the bibliographic databases, with the help of the VOSviewer tool, a Scientometric analysis was carried out on the information on the topic of solid waste management, which allows promoting recycling alternatives, generating a positive component for social, economic and environmental development.

**KeyWords:** Solid handling; Waste; Recycling; Circular economy.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En Colombia el manejo de los residuos se ha convertido en una problemática dado al incremento del consumismo, la implementación del plástico en la mayoría de los productos y por supuesto la falta de cultura ciudadana en general, por ello, la presente investigación tiene como finalidad describir de manera detallada el comportamiento y el manejo frente a los desechos sólidos, en la Región Caribe Colombiana, donde en su mayoría ni siquiera se dispone de los contenedores y/o canecas con la capacidad suficiente para satisfacer las necesidades del área. convirtiéndose una problemática de salud pública, debido al inadecuado manejo de los residuos sólidos. Las cifras indican que solo el 17% de los residuos producidos por el país tienen destinación de transformación para un nuevo aprovechamiento según afirma [1] no está de más dejar en claro que se destinan a las calles, ríos, mares, arroyos etc.

Es entonces conveniente a partir de la premisa anterior no solo reconocer el problema sino plantear un plan de manejo y control responsable de los desechos producidos en la región caribe colombiana, lo invitamos a leer la propuesta planteada por los autores, le aseguro que tendrá una nueva perspectiva frente a esta problemática que va en aumento.

## **II. REVISIÓN LITERARIA**

El desarrollo de la presente investigación se realizó bajo las fuentes de consulta especializadas y sus bases de datos; IEEE, Scienedirect, Scopus, Google Scholar, referentes del orden internacional, nacional y local, cuya información estuvieran relacionadas con la temática en, manejo de residuos sólidos, usando palabras claves, como: Manejo de residuos sólidos, desechos, reciclaje, economía circular. Posterior a este proceso se realizó un análisis y selección de aquellos artículos que tuvieran una relación, con los objetivos de la investigación, de los cuales solo se seleccionaron 15 artículos.

## **III. METODOLOGÍA**

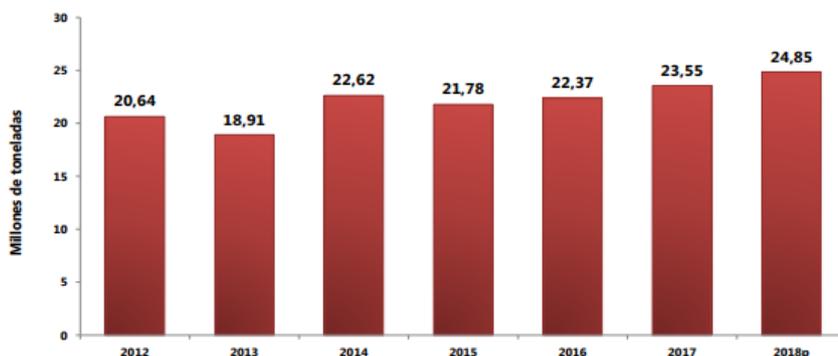
Para el desarrollo del presente artículo, se realizó la revisión en base de datos bibliográficos y páginas de consultas académicas, como: Base de datos de IEEE, Scienedire, Sciense especialmente en Scopus, con el uso de las palabras claves (solid AND waste AND management) arrojando como resultado 116 mil publicaciones, utilizando la herramienta VOSviewer, la cual permite realizar un análisis Cienciométrico, sobre la información de la temática en manejo de residuos sólidos

## **IV. DESARROLLO**

El manejo inadecuado de residuos sólidos se considera una problemática global, no solo abarca la contaminación, sino problemas de orden público.

En una encuesta realizada por la organización del Banco Mundial, se identificó que a nivel mundial se genera alrededor de 2 millones de toneladas métricas de desechos sólidos y el 33% de estos desechos, se les da un manejo inadecuado, asimismo en el presente estudio, se proyecta que para el año 2050 se incrementará hasta tres veces este valor, si no se toman las medidas adecuadas. [2]

Según el boletín técnico de cuenta ambiental y económica de flujo de materiales – residuos sólidos emitido por el DANE, en Colombia para el 2018 los residuos sólidos generados por el consumo humano y la producción, presento un ascenso hasta 24.85 millones de toneladas de residuos sólidos y productos residuales, de los cuales el 86% representan los residuos sólidos generados en el país para ese año. Lo anterior refleja un crecimiento del 5.5% con respecto al año anterior, presentando un mayor aumento en la oferta generada desde los hogares. [3]



**Fig. 1. Oferta de Productos Sólidos y Productos Residuales.** Fuente: DANE, Cuentas nacionales, provisional.

Sin embargo, aunque las cifras resultan alarmantes, la preocupación asciende cuando en el marco de la investigación se siguen tratando las basuras como un problema minúsculo y se sigue reiterando que “el bajo nivel de inversión ambiental es una de las principales limitaciones para el desarrollo del reciclaje” como pudo concluirlo [4], y aunque tampoco se puede desconocer que el esfuerzo que realizan las diferentes instituciones y organismos de control de contaminación generan un impacto de mejora, es inevitable concebir que tampoco es suficiente. Dicho esto ¿Cuánto debe invertir Colombia para garantizar la calidad ambiental de la población?

Aunque Colombia es considerado el segundo país con mayor Biodiversidad en la actualidad es una de las naciones más lejanas a ostentar una política ambiental sostenible a mediano y largo plazo. [5]

Por su parte [1] señala que a 2019 en Colombia solo se recicla el 17% de los 12 millones de toneladas que en promedio produce el país.

1	El reciclaje como Instrumento Para la concientización de la Conservación del Ambiente, en el Preescolar "Mi Casita de Colores"	(Escobar, Quintero & Serradas, 2006)	La idea principal del proyecto teniendo en cuenta una población de niños de 3 a 6 años, padres y docentes estimular el desarrollo de una conciencia ecológica, de conservación del medio ambiente.
2	Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de cerete – Córdoba	(López, 2009)	Se propone contribuir con la disminución de la contaminación, con la ayuda de un programa pertinente, a través de actividades puntuales en las fases más críticas del manejo interno de los residuos;
3	Generación de Residuos Sólidos en el Municipio de Galapa (Atlántico) y su Aprovechamiento como Forma de Minimizar la Problemática Ambiental	(Melo, 2014)	Se realiza el estudio para evidenciar la manera en la cual se generan los residuos sólidos en el municipio, además de realizar un seguimiento a la disposición final de estos, aportando posibles soluciones para un manejo adecuado.
4	Solid waste management in Bogota: the role of recycling associations as investigated through SWOT analysis	(Pardo & Piña, 2017)	La idea principal del estudio fue realizar una matriz (DOFA) para tres asociaciones de reciclaje en Bogotá con el fin de examinar y comprender el punto de vista de los miembros del sector informal, apuntando a lograr la autorización de ser proveedores.

5	Programa manejo de residuos regional atlántico	(Bienestar Familiar, 2017)	El aporte principal de la investigación es buscar la reducción de impactos que producen la generación de residuos en las personas y en el medio ambiente.
6	Waste disposal and households' heterogeneity. Identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia.	(Padilla & Trujillo, 2017)	Se busca identificar aquellos factores que dan paso a las actitudes hacia el reciclaje de fuentes separadas entre los hogares de una ciudad de Colombia.
7	Definición de una estrategia para fortalecer el reciclaje en la universidad católica de Colombia	(Galeano, 2018)	Aporta un diagnóstico para la universidad donde se analiza interna y externamente, aplicando una herramienta de learning para fomentar la iniciativa.
8	Smart Bin (Waste Segregation and Optimisation)	(Pereira, Parulekar, Phaltankar & Kamble, 2019)	Se crea un contenedor inteligente, el cual tiene como objetivo primordial la separación de residuos.
9	Economía circular: una estrategia aplicable a la gestión integral de los residuos sólidos	(Asaff & Salazar, 2019)	Se realiza una revisión bibliográfica para dar profundidad al tema de economía circular, teniendo en cuenta su caracterización, manejo de los residuos sólidos, además la manera en la cual se puede hacer utilidad de estos con la ayuda de la tecnología.
10	AI-Driven Smart Bin for Waste Management	(A, D, Kasthurirathna & Abeysiri, 2020)	El proyecto tiene como objetivo la elaboración de cubo de basura inteligente que cuenta con una IA (Inteligencia Artificial) la cual puede discriminar los residuos sólidos para este caso en específico papel, metal, vidrio y plástico.
11	An improvised smart bin management system using an object recognition method	(Rihana & R, 2020)	La idea central se basa en el desarrollo una máquina automatizada la cual ayudara a resolver el problema de la eliminación de residuos de forma controlada y segura.
12	Alternativas-para-el-manejo-de-los-residuos-sólidos-generados-en-un-municipio-de-la-region-caribe colombiana	(Benítez, Vergara & Fragoso, 2020)	Para el desarrollo del artículo se enfoca en incentivar la sostenibilidad teniendo en cuenta la determinación de algunos efectos técnicos, sociales y económicos.
13	Waste management drivers towards a circular economy in the global south – The Colombian case	(Márquez, Rutkowski 2020)	La investigación se centra artículo explicar qué factores han ayudado a las políticas de gestión de residuos en Colombia, teniendo en cuenta su función dentro del contexto histórico, por otro lado, cómo estos factores afectaron los sistemas de gestión de residuos municipales.
14	Design and Assembly of A Smart Recycling Bin	(Makhseed, Abdel, S & Esmaili, 2021)	El proyecto se enfoca a explicar el diseño de un contenedor de reciclaje inteligente (Enviro-Bin). Además de su utilidad.
15	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos	(Alcaldía Municipal de Puerto Colombia, 2016-2020)	El proyecto establece un plan de gestión de residuos sólidos donde se tendrá en cuenta el manejo de los residuos, enfocado en el municipio.

**Fig. 2. contenido de autores. (Fuente propia)**

En la Fig. 2. Se observa las diferentes fuentes de investigación las cuales dieron soporte a la revisión de literatura, de tal manera que se tienen en cuenta los siguientes aspectos dentro de la investigación, las cuales son palabras claves y dan profundidad al tema principal: Manejo de residuos sólidos, desechos, reciclar y economía circular.

### **Manejo de residuos sólidos.**

El manejo de residuos sólidos se puede enfocar de distintas maneras por ejemplo para [6] en cerete -Córdoba se propone un programa que a través de distintos proyectos como lo son instalación de centros de acopios, educación ambiental, actividades de aprovechamiento y rescate de residuos entre otros generen un bajón en la contaminación del municipio. Teniendo en cuenta el enfoque principal en la región caribe esta vez esta vez es el turno de Galapa – atlántico donde [7] en la cual se le realiza (a través de encuestas a los habitantes) un seguimiento total a los residuos producidos por estos, partiendo desde su generación, pasando por la recolección y la disposición final que les dan a estos, resaltando la no existencia de un sistema eficiente de manejo.

Para los autores anteriores que tenían en cuenta soluciones más técnicas, este no es el caso en particular donde tienen en cuenta otros aspectos, para [8], la idea central es crear sostenibilidad teniendo en cuenta también presente efectos sociales y económicos, comentando que las personas no cuentan con un conocimiento propio que les permita separar desde la fuente los residuos, al igual que no cuentan con recursos necesario, además en la región caribe y en general en Colombia no se tiene inculcado como sociedad temas como estos, a diferencia de otros países en el mundo. En el municipio de puerto Colombia – Atlántico se elaboró un plan de gestión de residuos sólidos el cual nace por el pésimo manejo que se les daba a los residuos, tienen en cuenta en el documento con tendrá en cuenta el manejo de los residuos, basados en modelos como inclusión a los recicladores, recolección transporte, transferencia, barrido y limpieza de vías, instalación de canecas de basura en las áreas públicas, limpieza de playas, aprovechamiento de residuos sólidos. Entre otros [9]

### **Desechos.**

Para este ítem se darán a conocer investigaciones que se basan en una idea similar trabajada de formas diferentes, pero con el mismo objetivo en mente la discriminación de residuos, en el caso [10]. Se crea un contenedor inteligente, el cual distribuye en diferentes compartimientos desechos secos, húmedos, aguas residuales y plásticos, por otro lado, tiene la ventaja de poseer un sensor que permite abrir la caneca de forma automática cuando detecta la presencia de alguien y este deposite su residuo, aparte de brindarle al usuario la información en cantidad y tipo de lo arrojado en ella. Por otro lado, [2], utilizaron inteligencia artificial en un cubo de basura pero este puede realizar la separación de materiales en específico como: papel, metal, vidrio y plástico, explican que con la ayuda del tratamiento de imágenes, además de algoritmos de aprendizaje automático. El prototipo puede realizar el monitoreo constante del nivel de residuos depositados mediante el uso de sensores ultrasónicos. También brinda la ventaja de poseer una aplicación para celulares la cual permite a los recolectores saber cuándo se encuentran llenas cada compartimiento de la caneca.

Utilizando un prototipo más experimental [11] basa la investigación en el desarrollo una máquina automatizada la cual al depositar un residuo lo monitorea continuamente a través de la cámara y envía datos los cuales se estudiaron y comprobaron que tan eficiente es este. Por último se observa a [12] los cuales crean a Enviro-Bin. Ellos se enfocan en explicar el diseño de su contenedor de reciclaje inteligente, al igual que su utilidad. Donde este puede segregar residuos como: metal, vidrio y papel. Esto permitirá que se reduzcan la cantidad de gases nocivos que pueden ser producidos en una eventual quema de estos y ayuda al aumento del reciclaje.

### **Reciclar.**

Desde el punto de vista de [13] se puede utilizar el reciclaje para crear conciencia de preservar el medio ambiente, teniendo en cuenta una población de niños de 3 a 6 años, padres y docentes donde se estimula el desarrollo de una conciencia ecológica.

En la capital del país [14] desarrollan un estudio en el cual se realiza una matriz (DOFA) para tres asociaciones de reciclaje en esa ciudad con el fin de examinar y comprender el punto de vista de los miembros del sector informal, apuntando a lograr la autorización de ser proveedores, ellos destacan que ese tipo de estudios son escasos en el país.

En el caso de [15]. Se busca identificar aquellos factores que dan paso a las actitudes que tienen las personas hacia el reciclaje en la fuente, con la ayuda de un modelo, el cual deja un resultado en particular se evidencia que una persona mientras más nivel socioeconómico posea así serán la dedicación que tendrán en discriminar los residuos que ellos producen.

En las universidades también se intenta llevar esta conciencia del reciclar para este caso en la universidad católica de Colombia [16] realiza su aporte a través de un diagnóstico del panorama actual tanto interna y externamente, realizando aportes a niveles de las dimensiones tecnológica, organizativa y humana además de la aplicación de una herramienta de learning para fomentar la iniciativa.

### **Economía circular.**

Este tema está tomando fuerza en el país, teniendo en cuenta que ya hace parte de dentro de uno de los objetivos de desarrollo sostenible propuesto por el gobierno nacional los autores [17], realizaron una revisión bibliográfica para dar profundidad al tema de economía circular, teniendo en cuenta su caracterización, manejo de los residuos sólidos, además la importancia de la tecnología y como este tema puede ser útil en la gestión de residuos. Por otro lado [18] tiene en cuenta la definición del concepto basado en tomar, hacer, consumir y disponer de los residuos, además se tienen en cuenta temas como sostenibilidad financiera, también el reciclaje inclusivo, además incluyen a Colombia, explicando qué factores han ayudado a las políticas de gestión de residuos en el país, teniendo presente su función dentro del contexto histórico, al igual cómo estos factores afectaron los sistemas de gestión de residuos municipales.

## **V. CONCLUSIONES**

El aumento de las cantidades de basuras en el mundo es un tema de preocupación en la actualidad, en Colombia el porcentaje de residuos aprovechados para reciclar es bajo, por ende, buscar diferentes alternativas de solución, es fundamental hoy día.

Implementar un plan de manejo de residuos sólidos es la solución que mejor se adapta a las necesidades actuales, donde se incluirán rubros como: separación de residuos, economía circular, reciclar.

A través de la revisión literaria se muestra documentación a nivel nacional y local, por ejemplo, en los municipios de Galapa, puerto Colombia, cerete evidenciando el precario nivel con el que cuentan estos municipios para brindarle disposición final a los residuos generados por ellos.

Por otra parte escritos que específicamente se centran en dar solución a la separación de materiales, con la ayuda de canecas de reciclaje inteligente, las discriminan ciertos tipos de materiales sólidos, permitiendo la recolección en la fuente, permitiendo de esta manera el reciclaje.

## **VI. REFERENCIAS**

- [1] Colprensa, “En Colombia solo se recicla el 17% de la basura,” *El Universal*, p. 1, Oct. 13, 2019.
- [2] K. & A. A, D, “AI-Driven Smart Bin for Waste Management,” pp. 482–487, 2020, doi: <https://doi.org/10.1109/ICAC51239.2020.9357151>.
- [3] DANE, “Boletín Técnico Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales – residuos sólidos,” *Dane*, pp. 1–19, 2020, [Online]. Available: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas\\_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2018p.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2018p.pdf).
- [4] L. A. Kormishkina, Y. D. Kormishkin, L. P. Koroleva, and D. A. Koloskov, “Recycling in Modern Russia: Need, Challenges, and Prospects,” *Econ. Soc. Chang. TRENDS Forecast*, vol. 11, no. 5, pp. 155–170, 2018, doi: 10.15838/esc.2018.5.59.10.
- [5] E. Tiempo, “MEDIO AMBIENTE, UNA MALA INVERSIÓN. MEDIO,” pp. 1–1, Sep. 20, 2000.
- [6] Natalia Clelia López Rivera, “PROPUESTA DE UN PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS

- SOLIDOS EN LA PLAZA DE MERCADO DE CERETE – CORDOBA,” vol. 26, no. 4, pp. 551–556, 2009, [Online]. Available: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/6132>.
- [7] A. Isabel and M. Henríquez, “Generación de residuos sólidos en el municipio de Galapa (Atlántico) y su aprovechamiento como forma de minimizar la problemática ambiental,” *Inge Cuc*, vol. 10, no. 1, pp. 89–96, 2014.
- [8] L. J. V. R. & P. J. F. C. Adriana Patricia Benítez Camargo, “ALTERNATIVAS-PARA-EL-MANEJO-DE-LOS-RESIDUOS-SOLIDO,” *Univ. Pop. del Cesar*, p. ALTERNATIVAS-PARA-EL-MANEJO-DE-LOS-RESIDUOS-SOLIDO, 2020, doi: <https://doi.org/10.34893/2fx2-4407>.
- [9] Gobierno Nacional, “Plan De Gestión Integral De Residuos Solidos - Pgirs.” 2016, [Online]. Available: [https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcccontent/Sites/Subportal del Ciudadano/Nuestro Gobierno/Secciones/Publicaciones/Documentos/Gaceta Oficial/2010/Gaceta 3756/ANEXO PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS - PGIRS.pdf](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Nuestro%20Gobierno/Secciones/Publicaciones/Documentos/Gaceta%20Oficial/2010/Gaceta%203756/ANEXO%20PLAN%20DE%20GESTION%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOS%20SOLIDOS%20-%20PGIRS.pdf).
- [10] W. Pereira, S. Parulekar, S. Phaltankar, and V. Kamble, “Smart Bin (Waste Segregation and Optimisation),” *Proc. - 2019 Amity Int. Conf. Artif. Intell. AICAI 2019*, pp. 274–279, 2019, doi: 10.1109/AICAI.2019.8701350.
- [11] R. Aswini and R. B. A. R., “AN IMPROVISED SMART BIN MANAGEMENT SYSTEM USING AN OBJECT RECOGNITION METHOD Department of Computer Science & Engineering Villupuram E Mail id : Ashwi.raja55@gmail.com Department of Computer Science & Engineering Villupuram,” 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/ICSCAN49426.2020.9262333>.
- [12] M. Makhseed, F. A. Salam, S. El-Aswad, and S. E. Esmaceli, “Design and Assembly of A Smart Recycling Bin,” pp. 1–4, 2021, doi: 10.1109/hora52670.2021.9461315.
- [13] A. Escobar, D. Quintero, and D. Serradas, “El reciclaje como instrumento para la concientización de la conservación del ambiente, en el preescolar ‘mi casita de colores,’” *Univ. Catol. Andrés Bello*, no. 12, p. 119, 2006, [Online]. Available: <file:///C:/Users/estudiante/Desktop/AAQ6004.pdf>.
- [14] G. A. Piña, “Gestión de residuos sólidos en Bogotá: el papel de las asociaciones de reciclaje según se investiga a través del análisis FODA,” no. 6, pp. 1067–1086, 2017, [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-016-9782-y>.
- [15] A. J. Padilla and J. C. Trujillo, “Waste disposal and households’ heterogeneity. Identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia,” *Waste Manag.*, vol. 74, pp. 16–33, 2018, doi: 10.1016/j.wasman.2017.11.052.
- [16] C. E. Galeano, “DEFINICIÓN DE UNA ESTRATEGIA PARA FORTALECER EL RECICLAJE EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA,” *N. Engl. J. Med.*, vol. 372, no. 2, pp. 2499–2508, 2018, [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7556065> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC394507> <http://dx.doi.org/10.1016/j.humpath.2017.05.005> <https://doi.org/10.1007/s00401-018-1825-z> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27157931>.
- [17] V. Andrea and A. Cárdenas, “Economía circular : una estrategia aplicable a la gestión integral de los residuos sólidos,” *Univ. Santiago Cali, Fac. Ing. Gerenc. Ambient. Y Desarro. Sosten. Empres.*, pp. 1–14, 2019, [Online]. Available: <https://bit.ly/3l6jIeB>.
- [18] A. J. Calderón Márquez and E. W. Rutkowski, “Waste management drivers towards a circular economy in the global south – The Colombian case,” *Waste Manag.*, vol. 110, pp. 53–65, 2020, doi: 10.1016/j.wasman.2020.05.016.