

GESTIÓN ECOEFICIENTE DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL CANTÓN QUEVEDO

ECO-EFFICIENT MANAGEMENT OF HOUSEHOLD SOLID WASTE FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CANTON QUEVEDO

Dayra Katherine Toscano Alvarez^{1*}

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Posgrado, Maestría Desarrollo Local Mención Planificación y Ordenamiento Territorial, Quevedo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2163-4565>. Correo: dtoscano@uteq.edu.ec

Juan Pablo Urdánigo Zambrano²

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo-Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8972-0279>. Correo: jurdanigo@uteq.edu.ec

María Belén Sánchez Mera³

³ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Posgrado, Maestría Desarrollo Local Mención Planificación y Ordenamiento Territorial, Quevedo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9031-1530>. Correo: msanchezm@uteq.edu.ec

* Autor para correspondencia: dtoscano@uteq.edu.ec

Resumen

El problema del manejo de los residuos sólidos domiciliarios es una preocupación creciente en todo el mundo debido al aumento constante de la población urbana y la generación de basura. El propósito de este artículo es analizar la cantidad de residuos sólidos generados por los hogares, con el objetivo de evaluar la gestión ecoeficiente de residuos sólidos domiciliarios para el desarrollo sostenible del Cantón Quevedo, parroquia el Guayacán, buscando fomentar una cultura ambiental y reducir los niveles de contaminación causados por la mala gestión de residuos. Esto se logró mediante el manejo adecuado de los residuos orgánicos e inorgánicos. Tomando en consideración como muestra 116 hogares implementando cuestionarios basado en la escala de liker con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 % de una manera cuantitativa, donde la generación diaria será de 1.30 kg /hb/día. Una vez que fueron obtenidos los resultados se trabajó con la

construcción del árbol de decisiones con el principal propósito de identificar la característica con mayor impacto en cada hogar manipulando el lenguaje de programación de Python. En este sentido, la gestión ecoeficiente de los residuos orgánicos domiciliarios se presenta como una alternativa de mayor porcentaje promoviendo el desarrollo sostenible donde se destacó la importancia en el desarrollo social y económico de los hogares realizando un diagnóstico actualizado sobre los niveles de conocimiento y participación mostrando un modelo de precisión promedio de aproximadamente 89.6%, basándose en las características seleccionadas.

Palabras clave: Economía circular, Impacto ambiental, Reutilización, Políticas de residuos, Eficiencia energética.

Abstract

The problem of household solid waste management is a growing concern throughout the world due to the constant increase in the urban population and the generation of garbage. The purpose of this article is to analyze the amount of solid waste generated by homes, with the objective of evaluating the eco-efficient management of household solid waste for the sustainable development of the Quevedo Canton, Guayacán parish, seeking to promote an environmental culture and reduce the levels pollution caused by poor waste management. This was achieved through the proper management of organic and inorganic waste. Taking into consideration 116 households as a sample, implementing questionnaires based on the liker scale with a confidence level of 95% and a margin of error of 5% in a quantitative manner, where the daily generation will be 1.30 kg/hb/day. Once the results were obtained, we worked on the construction of the decision tree with the main purpose of identifying the characteristic with the greatest impact on each home by manipulating the Python programming language. In this sense, the eco-efficient management of household organic waste is presented as an alternative with a higher percentage promoting sustainable development where the importance in the social and economic development of households was highlighted by carrying out an updated diagnosis on the levels of knowledge and participation showing an average model accuracy of approximately 89.6%, based on the selected features.

Keywords: Circular economy, Environmental impact, Reuse, Waste policies, Energy efficiency.

Fecha de recibido: 12/07/2023

Fecha de aceptado: 05/10/2023

Fecha de publicado: 11/10/2023

Introducción

En la actualidad la humanidad vive una crisis ambiental global generada por la destrucción de la naturaleza, lo cual provoca efectos perjudiciales para la salud y calidad de vida de las poblaciones (Reynosa, 2015). Este problema se acentúa en las sociedades modernas por su alto daño y desequilibrio ambiental en el manejo de los recursos naturales, especialmente en el deterioro de la atmosfera, la contaminación del aire, suelo y agua

(Ávila et al., 2018). De acuerdo con el (PNUMA, 2021) cada año 11.200 millones de toneladas de residuos sólidos es recolectado, lo que equivale el 5% de residuos reutilizados. La (ONU, 2017) informa que se ha reciclado un 9 % de todo el desecho del plástico, un 12 % se ha incinerado, el 79 % se ha acumulado en vertederos, basureros o en el medio ambiente. Ahondando la problemática, se estima que actualmente se usan hasta 5 billones de bolsas de plástico de usar y tirar al año a nivel global, los desechos electrónicos que se generaron a nivel mundial crecieron de 5,3 a 7,3 Kg per cápita por año.

En el Ecuador se producen semanalmente 58.829 toneladas de residuos sólidos, de las cuales únicamente el 20% se dispone en condiciones adecuadas; el porcentaje restante se distribuye entre vertederos a cielo abierto, botaderos controlados, ríos e incineradores (Zambrano, 2015). En la costa la fracción de residuos generada es de 38 %; mientras en la Sierra es 44 %, en la Amazonía es 45 % y Región Insular 85 % (Solíz, 2015). De acuerdo con los datos que proporciona la Alianza Basura Ecuador, en el país se generan alrededor de 375 mil toneladas de residuos sólidos domiciliario (RSD) al año, la mayoría de estos residuos (57%) son de origen orgánico, mientras el resto (43%) son inorgánicos (Rodríguez & Baca, 2022).

Por otro lado, en América Latina y El Caribe los estudios e indicadores reflejan que el manejo de los residuos sólidos está sujeto con el esquema de recolección y disposición final, en su mayoría son vertidos en vertederos a cielo abierto sin especificaciones técnicas (Tang, 2018). Para poder conseguir una gestión y desarrollo sostenible, es imperativo abordar estos desafíos y establecer estrategias que promuevan la participación activa de la sociedad. De acuerdo a un estudio realizado por la OPS (Organización Panamericana de la Salud), el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y la AIDIS (Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiente) estiman que la producción de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) per cápita se cifra en 0,63 kg por habitante/día (kg/hab/día) (Calle & Solís, 2021).

Los residuos sólidos ocasionan contaminación del medio físico (aire, agua y suelo), alteración del ecosistema, enfermedades en la población, impactos negativos en la economía y aumento en la vulnerabilidad de los asentamientos humanos frente al cambio climático (Beltran, 2020). En Ecuador cada persona genera cada día unos 1.33 kg de basura al día, lo que se traduce, al año, en unos 487 kg de residuos (Solíz, 2015). El cantón Quevedo es una de las ciudades de mayor densidad poblacional en la provincia de Los Ríos, se estima que se generan 269.183 RSD (ton/día), de los cuales un 38% son orgánicos y un 62% inorgánicos, en donde solo el 42% del total de los residuos son aprovechados (Alcocer et al., 2020).

El riguroso monitoreo de la caracterización física de los residuos sólidos resulta imperativo para lograr una gestión eficiente de los RSD (Saldaña et al., 2013). Además, las instituciones o empresas que brindan el servicio de recolección de basura deben desarrollar planes o programas enfocados en la selección y categorización de los diferentes residuos generados para tener un equilibrio en el aspecto económico y social (Jerez et al., 2018). Consecuentemente, es importante la participación de cada uno de los hogares con charlas periódicas promoviendo acciones correctivas a corto y mediano plazo para tomar decisiones más eficientes y efectivas en el manejo de residuos en la zona urbana (Rondón et al., 2016) ; mientras, en la zona rural se debe dar mayor seguimiento en la gestión de RSD porque la mayoría de desechos son enterrados o quemados por la falta del acceso a la recolección de desechos provocando inequidad a las localidades que necesitan de este derecho (Ortega, 2020).

En respuesta a la problemática señalada, este estudio se enfocó en caracterizar los residuos sólidos urbanos y determinar hábitos y actitudes de los habitantes de la parroquia el Guayacán, cantón Quevedo, en su gestión. Los hallazgos buscan sentar las bases para contribuir en la formulación de un modelo participativo para la gestión de RSD, enfatizando una perspectiva integral y sistémica que considere impactos económicos, sociales y ambientales. En consecuencia, se pretende fomentar prácticas alineadas con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 12, referente a la producción y consumo responsables, en el contexto de la Agenda 2030 (Gamez, 2015).

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la parroquia el Guayacán perteneciente al cantón Quevedo, provincia Los Ríos entre el mes de julio a septiembre del año 2023. Este cantón, está situado en el centro de la región litoral de Ecuador, se ubica a 74 msnm con una extensión territorial de 303 km² (Alcaldía Ciudadana de Quevedo, 2018). Es la urbe más grande y poblada de la provincia, alberga a más de 206 008 habitantes, presenta una tasa de crecimiento poblacional anual de 2,41%, su población se distribuye en la Zona Urbana con el 86.9%; mientras, 13.1% restante en la Zona Rural respectivamente (INEC 2023).

El estudio de los hábitos y actitudes se centró en los hogares pertenecientes a clases media alta y media baja de la parroquia El Guayacán. Para establecer la población y muestra se utilizó la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos. Posteriormente, se utilizó la fórmula para el tamaño de muestra en poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% obteniendo la muestra de 116 hogares. Se aplicó el cuestionario propuesto por (Cedeño, 2021) que incluye 5 componentes, 21 preguntas de opciones múltiples [Ver Tabla 1].

Tabla 1. Formulario de preguntas de Diagnóstico ambiental en la parroquia Guayacán, Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, Ecuador.

Preguntas	Código	Opciones de respuesta
Nivel de estudio	1PR	(0) Sin estudio (1) Primaria (2) básico (3) Bachillerato (4) Tercer nivel (5) Cuarto nivel.
Ocupación económica	2PR	(0) Ama de casa (1) Comerciante (2) Obrero (3) Profesional (4) Desempleado (5) Jubilado (6) Otro.
Ingreso económico	3PR	(0) Hasta \$400

		(1) De \$400 - 700 (2) \$700 en adelante.
¿Tipo de vivienda?	4PR	(0) Casa/Villa (1) Departamento (2) Cuarto (3) Covacha (4) Choza.
Su sueldo es Invertido mayoritariamente en	5PR	(0) Comprar comida (1) Comprar ropa (2) Comprar objetos del hogar (3) Pagar servicios (4) Otro.
¿Cuántas veces realiza compras?	6PR	(0) Diario (1) 3 veces por semana (2) 2 vez por semana (3) 1 vez por semana (4) Cada quince días (5) Cada mes (6) Nunca.
¿Cuántas veces realiza limpieza en su hogar?	7PR	(0) Diario (1) 3 veces por semana (2) 2 veces por semana (3) 1 vez por semana.
¿Cada cuánto realiza reuniones de amigos o familias en su hogar?	8PR	(0) Semanal (1) Quincenal (2) Mensual (3) Anual (4) Nunca.
Cuando compra un producto que es lo que primero toma en cuenta	9PR	(0) Precio (1) Calidad (2) Marca (3) Presentación.
Al comprar un nuevo producto toma en cuenta que este sea reutilizable reciclable o recargable	10PR	(0) No (1) Si.
Si un producto cuenta con una certificación ambiental usted lo compraría	11PR	(0) No (1) Si.
¿Qué es lo que más bota al tacho de la basura?	12PR	(0) Resto de comida (1) Plástico (2) Papel (3) Vidrio (4) Latas (5) Otro.
¿En cuántos días se llena el tacho de la basura?	13PR	(0) En día (1) En 2 días (2) En 3 días

		(3) Más de 3 días.
¿Usted recibe el servicio de recolección por parte del municipio?	14PR	(0) No (1) Si.
¿Cada cuánto le recolectan los residuos?	15PR	0) En día (1) En 2 días (2) En 3 días (3) Más de 3 días.
Se encuentra satisfecho con el servicio de recolección	16PR	(0) No (1) Si.
Estaría dispuesto a aumentar el valor que pagar por optimizar el servicio de recolección	17PR	(0) No (1) Si.
Ha recibido charlas o capacitaciones sobre el manejo de los residuos	18PR	(0) No (1) Si.
Conoce sobre el valor agregado de los residuos	19PR	(0) No (1) Si.
Alguna vez ha aprovechado los restos de comida	20PR	(0) No (1) Si.
Estaría dispuesto a realizar la separación de los residuos dentro de su hogar	21PR	(0) No (1) Si.

La caracterización de los residuos sólidos domiciliarios se obtuvo mediante un muestreo en 116 hogares de la parroquia el Guayacán. A partir de estos datos, se realizó la cuantificación diaria de los volúmenes de residuos sólidos generados en cada hogar. Para llevar a cabo la caracterización física de los residuos sólidos, se utilizó una clasificación propuesta por (Loor, 2021) que incluyó las categorías: metal, orgánicos, papel y cartón, plástico y vidrio. Tomando en cuenta los resultados de la caracterización física se calculó: (1) generación diaria por vivienda, (2) generación per cápita, (3) generación por tipo de residuo, y (4) volumen de residuos. Todos los resultados del pesaje de residuos fueron expresados en kilogramos (Kg).

Análisis estadístico

Para identificar los hábitos y actitudes de mayor impacto en la gestión de RSD de los habitantes se aplicó un Árbol de decisión basado en el algoritmo CART (Clasificación y Regresión de Árboles). La variable en estudio fue la voluntad de un individuo de llevar a cabo la separación de residuos en su hogar. Con el fin de prevenir la sobrecomplicación, mejorar la simplicidad y la capacidad predictiva en la interpretación del modelo se optó por limitar la profundidad del árbol a tres niveles como máximo “*para encontrar estructuras en espacios de alta dimensionalidad y en problemas que mezclan datos categóricos y numéricos* (Bogado et al., 2018). Para comprobar la resistencia y confiabilidad del modelo, se aplicó una técnica de validación cruzada utilizando 8 divisiones. Involucrando la separación del conjunto de datos en 8 subgrupos diferentes, con 7 de ellos destinados a entrenar el modelo y el restante reservado para su validación en cada iteración” *este “ayuda a garantizar la exactitud de las predicciones del modelo del aprendizaje automático que se está utilizando”* (Pérez et al., 2015). La precisión promedio obtenida de estas iteraciones se empleó como medida del rendimiento del modelo.

En la caracterización de la generación y composición física de los residuos sólidos urbanos, se empleó estadística descriptiva, incluyendo la media, desviación estándar y mediana. Para visualizar la generación de los residuos sólidos, se recurrió a un diagrama de cajas y bigotes. Antes de los análisis inferenciales, se eliminaron los datos atípicos mediante el método del rango intercuartil (IQR). Se consideraron como atípicos aquellos datos por debajo de $Q1 - 1,5 \times IQR$ o por encima de $Q3 + 1,5 \times IQR$ (Pérez, 2019). Posteriormente, se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) considerando los factores de días de la semana y tipo de residuo. Los resultados con diferencias estadísticas significativas se sometieron a la prueba de comparación de medias de Tukey. Finalmente, se empleó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para discernir las relaciones lineales entre los residuos. Se aplicaron las pruebas de esfericidad de Bartlett y KMO para evaluar la idoneidad del ACP (Pizarro & Martínez, 2020).

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el lenguaje de programación Python, y se hicieron uso de los paquetes: (1) Pandas, para la manipulación y análisis de los datos; (2) Scikit-learn (sklearn), para la construcción y validación de los modelos de Árbol de decisión y Análisis de Componentes Principales; (3) SciPy, para el modelo ANOVA; y (4) Matplotlib, para la representación gráfica del Árbol de decisión. Todos los análisis estadísticos inferenciales se realizaron con un nivel de significancia de 0.05.

Resultados y discusión

Hábitos y actitudes del manejo de residuos sólidos domiciliarios

A través de la técnica de validación cruzada con 8 particiones, el modelo demostró una precisión promedio de aproximadamente 89.6% (Figura 1). Esta alta precisión sugiere que el modelo es capaz de predecir con confiabilidad la disposición de un individuo a separar residuos basándose en las características seleccionadas. Para (Pérez et al., 2015b) “establece que la validación cruzada para la determinación del manejo de residuos sólidos en su estudio determinó que el 79.6% es preciso y confiable para que una persona separe los desechos y los seleccione dependiendo su composición”

Las variables señaladas por el modelo como las más determinantes en la decisión de realizar la separación de residuos en el hogar fueron **¿En cuántos días se llena el tacho de la basura?** La tendencia a separar los residuos se encontró en sintonía con aquellos participantes que mencionaron que su basurero se llena en un período superior a los 3 días, de acuerdo a (Macias et al., 2018) en su investigación denominado Gestión integral de residuos sólidos establecen que se necesita un periodo 2 a 3 días para que un hogar llene un tacho de 35 litros, tiene efectos perjudiciales para la salud pública por la contaminación ambiental y por la posible transmisión de enfermedades infecciosas vehiculizadas por los roedores que los habitan y degradación del medio ambiente (Escalona, 2014). Esto podría insinuar que las personas con producción baja de residuos tienden a ser más conscientes de su impacto ambiental y, por lo tanto, tienen una mayor inclinación hacia la separación de residuos (Reyes et al., 2015).

El árbol de decisión mostró que las personas que tardan más de 3 días en llenar su tacho de basura, el *Estudio de la Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales* establece que por el periodo de recolección de basura por parte de los carros recolectores un 49% se demoran dicho tiempo en el llenado, mientras que un 26% menciona que desechan en dos días y buscan contenedores, el 25% esperan a contar con basura suficiente

para ser desechado, pero en un tiempo no mayor a tres días y, además, desechan principalmente restos de comida, tienen una alta probabilidad de estar dispuestas a separar los residuos en su hogar, *los restos de alimentos es el desecho principal y con frecuencia reciclan materiales inorgánicos, para obtener un beneficio económico* (Zevallos, 2018)

¿Qué es lo que más bota al tacho de la basura?: Se observó que aquellos participantes que mayormente descartaban restos de comida en su cubo de basura demostraron una mayor predisposición hacia la separación de residuos, en el estudio *Residuos generados en los hogares de* (Ramos, 215) menciona que los hogares generan en su mayoría residuos orgánicos (68%) como restos de alimentos; en contraste, con los residuos inorgánicos (32%) que presentan una mayor frecuencia de reciclaje de sus residuos. Desarrollar iniciativas o programas que contribuyan a mejorar la selección o categorización de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos con el objetivo que las familias tengan viviendas y calles limpias promoviendo la obtención de esos recursos “desechos” con campañas de reciclaje de la localidad para obtener réditos económicos y contribución con el medio ambiente (Asanza, 2017).

Nivel de estudio: La disposición a separar residuos en el hogar también se vio influenciada por el nivel de estudio, en particular, ser bachiller se destacó como un factor relevante, en el estudio *La gestión de residuos sólidos y su relación con la educación ambiental para el desarrollo sostenible y el fortalecimiento de la cultura ambiental* sostienen que el aporte de un enfoque educativo y cultural a la solución de la problemática ambiental se debe abordar teniendo en cuenta los valores, las creencias, las actitudes y los comportamientos ecológicos de la población. La correlación entre tener un nivel de estudio de "Bachillerato" y la disposición a separar indica que la educación juega un papel en la conciencia ambiental, pero es interesante que niveles educativos más altos o más bajos no fueran indicadores significativos, lo que podría deberse a otros factores socioeconómicos o culturales en juego (Gonzales & Moreno, 2022) .

El estudio denominado *Campaña de concientización sobre el manejo responsable de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Quito* menciona que una adecuada campaña a escuelas o colegios con material audiovisual está sujeta a la concientización ambiental es primordial para la reducción de los desechos provocados por los hogares y que se transmita el mensaje, con repercusiones para la misma sociedad (Noroña, 2023). Por otro lado, aquellos que llenan su tacho en 3 días o menos y tienen un nivel de estudio de bachillerato también tienden a mostrar una tendencia hacia la separación de residuos, mientras que otros niveles de estudio sugieren lo contrario. *El análisis en el estudio denominado Caracterización de residuos sólidos domiciliarios* la muestra se realizó en 100 familias donde el 60% son amas de casa con un nivel de estudio de secundaria y realizan el proceso de separación de residuos, un 30% su nivel de estudio es de primaria y no realizan la separación con frecuencia, y el 10% sin instrucción no realizan ningún proceso de separación de residuos sólidos (Soliz, 2023)

Este análisis resalta la importancia de considerar tanto las prácticas de gestión de residuos como el nivel educativo al abordar estrategias de fomento de la separación de residuos en los hogares, en el criterio del estudio *Gestión integral de residuos sólidos para el desarrollo sostenible* proponen que una adecuada participación de la ciudadanía en procesos de educación ambiental y la cultura del manejo responsable de la separación de residuos sólidos y la ejecución de proyectos ambientales en las escuelas, colegios permitirá fortalecer a la ciudadanía desde temprana edad, mediante seminarios relacionados, evidenciara resultados positivos (Beltrán & Pérez, 2022)

Estos resultados proporcionan una base sólida para el diseño de campañas de concienciación y educación ambiental. Las autoridades y organizaciones pueden utilizar esta información para dirigir sus esfuerzos hacia grupos específicos que muestren una menor disposición a separar residuos, basándose en las características identificadas. Sin embargo, se sugiere que futuras investigaciones incluyan un conjunto más amplio de variables para obtener una comprensión más completa de las dinámicas detrás de la separación de residuos y consideren la recopilación de datos en diferentes regiones para generalizar aún más los resultados.

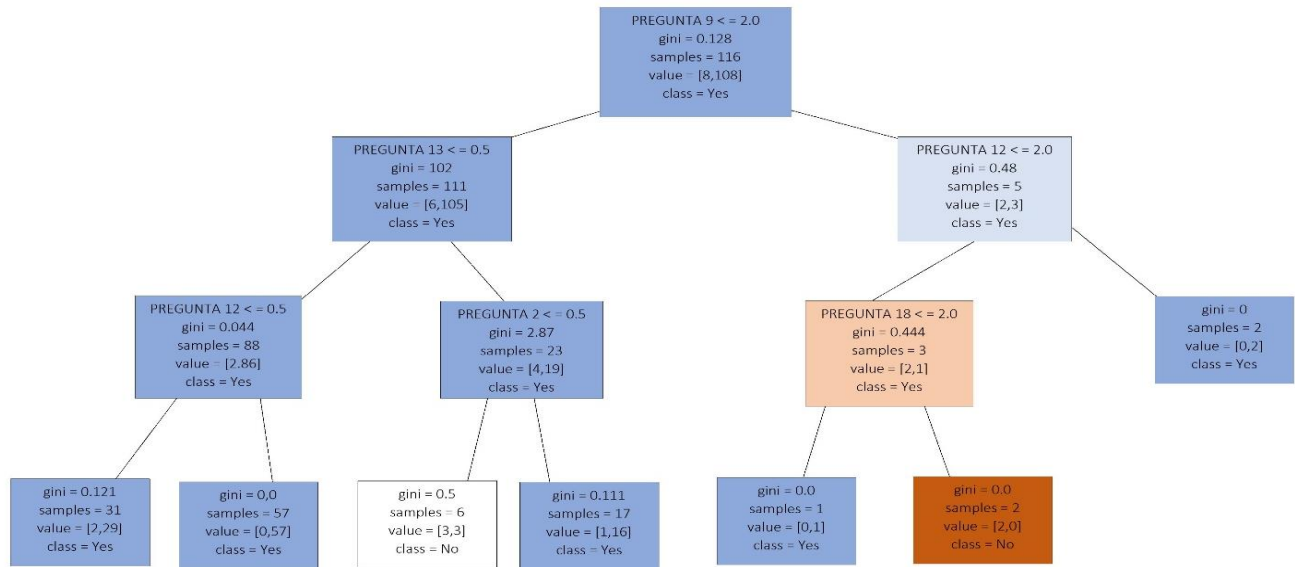


Figura 1.- Árbol de decisión de los tipos de residuos por días en la parroquia El Guayacán, Quevedo, Ecuador.

Caracterización de los residuos domiciliarios

En las viviendas de la parroquia el Guayacán se registraron una media de 4 personas por hogar, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado por el (INEC, 2023a) el promedio del tamaño del hogar en la ciudad de Quevedo es de 3.2 personas representan el 22.2%, el 17,8 corresponde a 1 persona, 2 personas representan el 20,4%, el 19,7% es de 4 personas y 19,8 son de 5 personas o más. En consecuencia, la generación per cápita de los residuos fue de 0,81kg/día/persona, para (Torres, 2016) en su estudio ecología política y geografía sigue la misma estructura de los países en vías de desarrollo con una media de producción urbana de 0,81 kg/día/persona de un total aproximado de 58.829 toneladas semanales que se producen a nivel de las 24 provincias.

Existen diferencias estadísticas entre los residuos generados en diferentes días de la semana, con mayor generación es el viernes (0.38 ± 0.64) y miércoles (0.4 ± 0.65) tienden a tener una generación de residuos similar con un promedio y una desviación estándar. Mientras, los días de menor generación de residuos fueron martes (0.46 ± 0.63) y jueves (0.38 ± 0.60). De acuerdo a (Bautista, 2019) en su estudio de *Basura a Residuos Sólidos Urbanos* establece que las condiciones para que una persona deseche basura (residuos orgánicos) con

frecuencia en determinados días corresponde a factores culturales familiares y de parte del servicio de recolección de basura por parte de los gobiernos o empresas privadas que realizan el trabajo.

Tabla 2.- Datos estadísticos generación por día de los residuos en la parroquia El Guayacán, Quevedo, Ecuador.

Día	Promedio (kg)	Mediana (kg)	Desviación Estándar (kg)	Máximo (kg)
Lunes	0.51	0.24	0.60	2.89
Martes	0.46	0.20	0.63	2.86
Miércoles	0.40	0.10	0.65	3.29
Jueves	0.38	0.10	0.60	2.70
Viernes	0.38	0.00	0.64	3.50
Sábado	0.43	0.22	0.55	2.81
Domingo	0.42	0.15	0.56	3.20

Los residuos de mayor generación corresponden al tipo de residuo orgánico, y esto se observa principalmente los días miércoles. Por otra parte, el tipo de residuo con menor fluidez en su generación es el inorgánico manteniéndose a lo largo en los diferentes días de la semana. (Figura 2). El estudio de la Cantidad de Materia Orgánica de menciona que hay indicadores que muestran que existe un día donde se incrementa el nivel de material orgánico y días que presentan disminución, y se asocian a los cronogramas de recolección de basura por parte de las empresas o instituciones que lo realizan y no corresponden a patrones propios de cada hogar, (Chico, 2015).

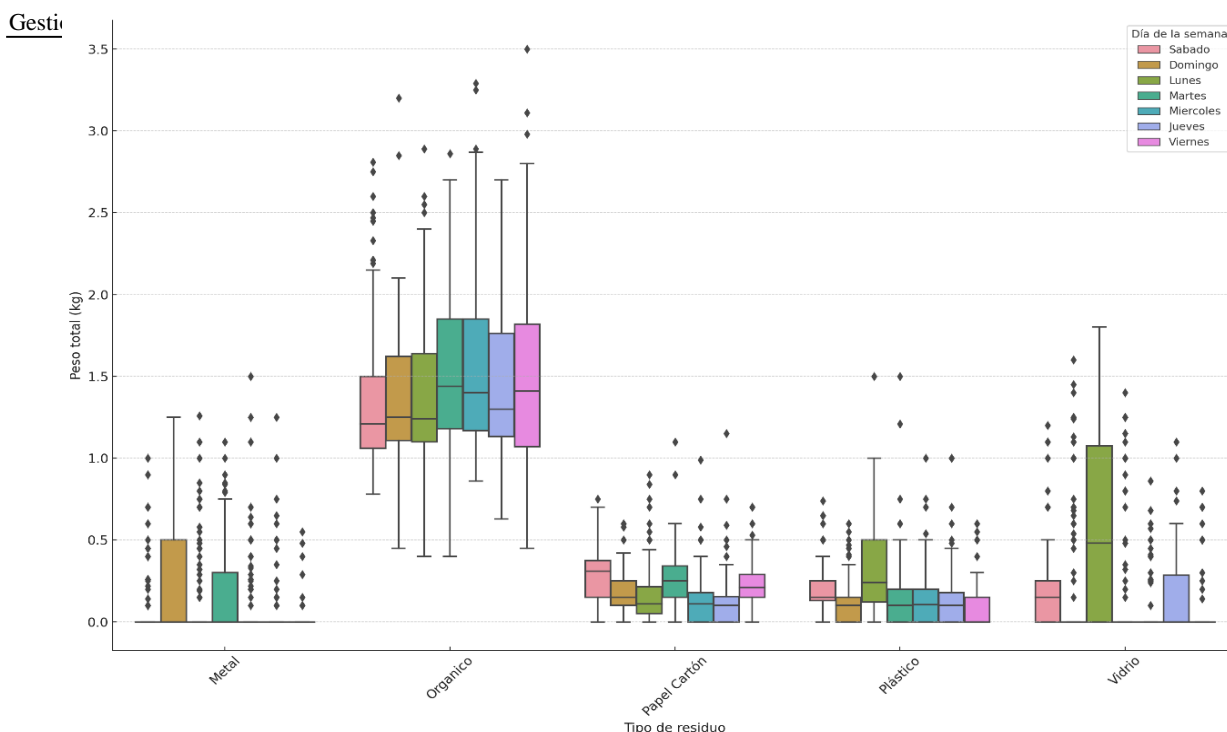


Figura 2.- Datos estadísticos descriptivos generación por tipo de residuos por días en la parroquia El Guayacán, Quevedo, Ecuador.

Existen diferencias estadísticas entre los tipos de residuos $p=0,001$, los residuos orgánicos presentaron la mayor generación con una media de 1.460 kg/día; mientras que los residuos metálicos registraron la menor cantidad con 0.112 kg/día. Medias y los intervalos de confianza (95%) basados en los resultados de la prueba de Tukey para cada tipo de residuo. [Ver Tabla 3]. En el estudio de *Reciclaje en la Ciudad de Guayaquil* menciona que los residuos sólidos pueden ser agrupados en las siguientes categorías: orgánicos con un 77,41% del total, e inorgánicos reciclables (papel, cartón, plástico, vidrio, metales) con un 21,28% y otros residuos como las pilas, maderas y gomas ocupan un 1.31% siendo la categoría orgánica que más incremento tiene en comparación con la inorgánica, en promedio cada persona genera 0.86kg/día de residuos orgánicos mientras que los inorgánicos representan 0.12kg/día (Guerrero, 2022) “esta problemática de interés por la conservación ambiental dentro de la urbe y de la facilitación a las personas que recolectan la basura, conlleva a la demanda de conductas forma positiva que aporte de manera efectiva al momento de botar desechos domésticos, refiriéndonos al comportamiento cultural de separación de residuos” (Villacrés, 2022)

Tabla 3.- Media e intervalo de confianza tipos de residuos en la parroquia El Guayacán, Quevedo, Ecuador.

Tipo de Residuo	Media (kg)	Límite Inferior (kg)	Límite Superior (kg)	Grupo Homogéneo
Orgánico	1.460	1.499	1.586	A
Vidrio	0.198	-1.111	-1.024	B

Papel	0.195	0.200	0.287	B
Cartón	0.161	0.203	0.289	B
Plástico	0.112	1.417	1.504	C

Residuos sólidos domiciliarios en días de la semana

No se observaron diferencias estadísticas ($p \geq 0,05$) en la generación de residuos orgánicos entre los diferentes días de la semana. Por otro lado, se identificaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la generación de residuos inorgánicos como el vidrio, metal, plástico y papel /cartón indistinto a los días de la semana que se observó en la caracterización mostraron una generación predominante entre el día lunes, mientras que el metal fue abundante el domingo. Por otra parte, el residuo que no alcanzo su mayor generación es el papel/cartón en el día sábado. [Ver Tabla 4]. El estudio sobre el *manejo de desechos sólidos del área urbana en la parroquia Membrillo, cantón Bolívar* determino que los hábitos de consumo de la mayoría de residentes es significativo en promedio de 0.56 kilogramos por persona/día en el sector urbano y 0.25 kilogramos en el día/persona, en la zona rural, observándose patrones de conducta de martes a sábado se producen con frecuencia residuos orgánicos e inorgánicos, en la parte orgánica desechos diarios de consumo sumado a los inorgánicos como papel y plástico, mientras que los días domingo y lunes se observan patrones de materiales como el metal y cartón en su mayoría latas de cervezas y el empaque, y cartones de las compras que utilizan en vez fundas plásticas (Mendieta et al., 2020)

Tabla 4.- Análisis de la varianza de generación diaria de residuos por días en la parroquia El Guayacán, Quevedo, Ecuador.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Orgánico (Kg)	1,3963	1,5699	1,6253	1,494	1,5241	2,4866	1,3805
Vidrio (Kg)	0,5763a	0,1767b	0,0627b	0,1447b	0,0491c	0,1994b	0,1938b
Metal (Kg)	0,1127b	0,1941b	0,1046b	0,0625b	0,0178c	0,0666b	0,2273a
Plástico (Kg r)	0,3348a	0,1575c	0,1516c	0,1300c	0,1112c	0,2230b	0,1397c
Papel/Cartón (Kg)	0,1729c	0,2878b	0,1593c	0,1152d	0,2227c	0,3059a	0,1735c

Análisis de componentes principales

La variabilidad de los datos fue capturada en tres componentes principales registrando el 65.40% de la varianza total explicada (Figura 3) es un fenómeno multidimensional de las variables causa efecto para la separación de residuos, involucra la participación de la población en pro beneficio al no cumplir las variables ocasionan que sean negativas según en la investigación *Conducta de Separación de Residuos* (Lopez &

Espinoza, 2020) el análisis de componentes principales es una técnica útil para el análisis exploratorio de datos, que le permite visualizar mejor la variación presente en un conjunto de datos con muchas variables. (Sánchez,2019)

El Componente Principal 1 (PC1): La variable "Vidrio" tiene una alta carga positiva, seguida de "Plástico". En la *Evaluación de los Indicadores de los Residuos Sólidos Generados* establece que se debe a que a "fracción de residuos en su mayoría son orgánicos generados 54.97% en comparación con el resto de componentes de los residuos un 2.63% corresponde a vidrio y un 4.63% corresponde a plásticos" (Puli, 2023). Esta representación "se debe al estilo de vida la capacidad de compras y la situación económica un factor importante es el tamaño de la familia que radica en el hogar, a mayor cantidad de personas más generación de residuos" (Abdel & Mansour, 2018). El Componente Principal 2 (PC2): "Orgánico" tiene una alta carga positiva, mientras que "Metal" tiene una carga negativa significativa. De acuerdo a *Diseño de un Sistema de Residuos Sólidos Inorgánicos* se produce la acción por el hábito de consumo con frecuencia cada familia adquiere productos de primera necesidad orgánicos y muchos de los productos tienen una envoltura de distinto material puede ser plásticos, cartón o metálicos que son descartados además por cada producto que se adquiere se descarta un equivalente a la misma equivalencia de desecho (Mora, 2021).

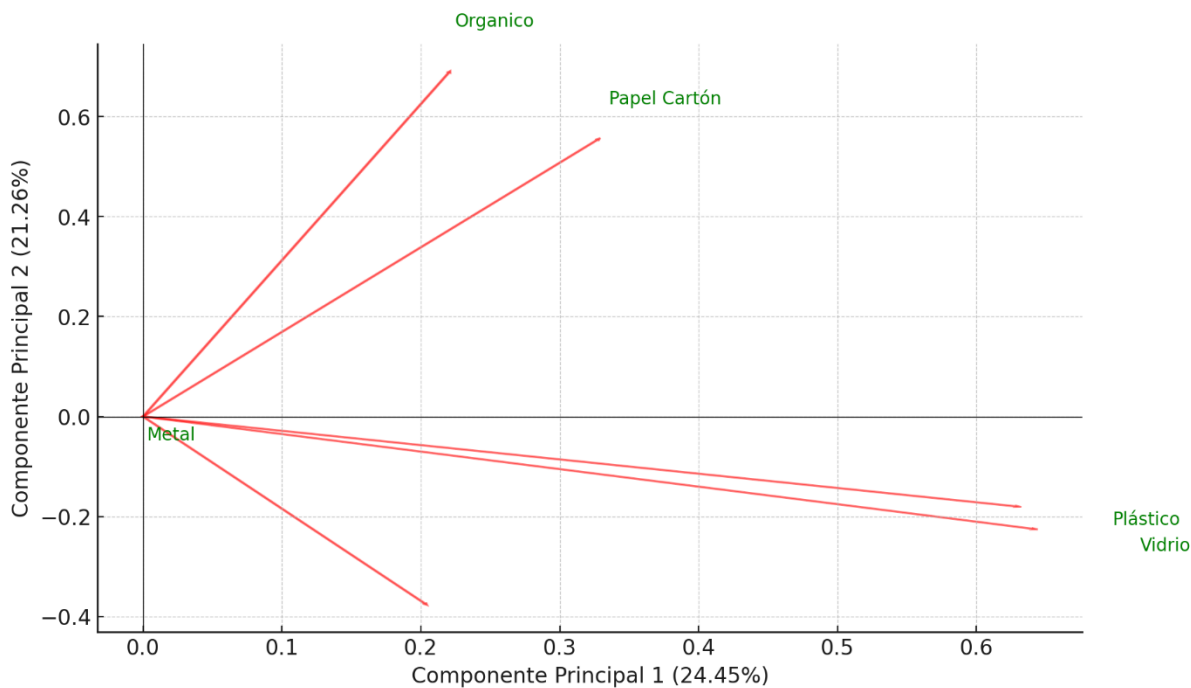


Figura 3.- Análisis de los componentes principales de los residuos en la parroquia El Guayacán, Quevedo, Ecuador.

Conclusiones

El Árbol de decisión identificó factores cruciales que influyen en los hábitos y actitudes de los individuos a separar residuos en sus hogares. La robustez del modelo se ve reflejada en una precisión del 89.6%. De este análisis, se concluye que la frecuencia de llenado del tacho de basura, el tipo de residuo predominante y el nivel educativo del individuo son determinantes en la comprensión de su comportamiento ambiental. En cuanto a la caracterización de residuos de los hogares en la parroquia El Guayacán, se registró una variabilidad significativa en la generación diaria de desechos. El residuo orgánico fue el de mayor generación, con un promedio de 1.460 kg/día, mientras que los residuos metálicos presentaron la generación más baja, con un promedio de 0.112 kg/día.

Referencias

- Abdel, H., & Mansour, M. (2018). Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. In *Egyptian Journal of Petroleum* (Vol. 27, Issue 4, pp. 1275–1290). Egyptian Petroleum Research Institute. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>
- Alcaldía Ciudadana de Quevedo. (2018, August 8). Quevedo en la Historia. <http://quevedo.gob.ec/quevedo-en-la-historia/>
- Alcocer, P., Knudsen, J., Marrero, F., & Miranda, B. (2020). Modelo multicriterio para la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Quevedo – Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, 26, 328–352. <https://orcid.org/0000-0002-5470-2572>
- Asanza, C. (2017). Propuesta de modelo de gestión de residuos sólidos domiciliarios para áreas marginales urbanas. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18802/1/CD-8191.pdf>
- Ávila, P., Pablos, J., & Pelayo, C. (2018). Estudio sobre la protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos.
- Bautista, J. (2019). De basura a residuos sólidos urbanos, su representación social en la Alcaldía de Azcapotzalco. https://sociologiaurbana.azc.uam.mx/wp-content/uploads/2021/04/De_basura_a_residuos_solidos_Bautista_Magallon_J_S_2019.pdf
- Beltrán, E., & Pérez, M. (2022). Gestión integral de residuos sólidos para el desarrollo sostenible en la Institución Educativa de Rio Nuevo en el municipio de Achí, departamento de Bolívar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(5), 793–805. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3127
- Beltrán, P. (2020). Contaminación por basura: causas, consecuencias y soluciones. *Medico*. <https://medicoplus.com/ciencia/contaminacion-basura>
- Bogado, V., Sapozo, G., & García, R. (2018). Estimación en gestión de proyectos de software basada en explotación de información. <https://core.ac.uk/download/pdf/15776963.pdf>

- Calle, J., & Solís, J. (2021). Estudio del manejo de desechos sólidos e impacto en la población de La Troncal, Ecuador. <https://doi.org/DOI 10.35381/cm.v7i3.652>
- Cedeño, J. (2021). Gestión integral de los residuos sólidos urbanos del cantón Valencia, provincia de Los Ríos [Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/72991509-6e8e-4244-89da-d01fa7d0be78/content>
- Chico, M. (2015). Estudio de la cantidad de materia orgánica eliminada del sistema de residuos mediante el compostaje doméstico. <https://compostaenred.org/documentacion/Estudio%20Final%20comopostaje.pdf>
- Escalona, E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. In Revista Cubana de Higiene y Epidemiología (Vol. 52, Issue 2). <http://scielo.sld.cuhttp://scielo.sld.cu>
- Gámez. (2015). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://Www.Un.Org/Sustainabledevelopment/Es/Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible/>.
- Gonzales, J., & Moreno, J. (2022). La gestión de residuos sólidos y su relación con la cultura ambiental para el desarrollo sostenible y el fortalecimiento de la cultura ambiental. una revisión. Hacedor - AIAPÆC, 6(2), 44–59. <https://doi.org/10.26495/rch.v6i2.2250>
- Guerrero, A. (2022). EL RECICLAJE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22770/1/UPS-GT003796.pdf>
- INEC. (2023a). Instituto Nacional de Estadística y Censos - Data y Resultados. <https://Www.Censoecuador.Gob.Ec/Data-y-Resultados/>.
- INEC. (2023b). Censo de población y vivienda. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Jerez, W., Borja, E., & Regnault, M. (2018). Percepción de la calidad del servicio de recolección de desechos sólidos: evaluación de un Gobierno Autónomo Descentralizado del Ecuador. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, 6, 7–26. <https://www.redalyc.org/journal/2150/215058535002/html/>
- Loor, J. (2021). Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la parroquia rural Guasaganda del cantón la Maná, provincia Cotopaxi [Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/95dc3f50-260f-4217-b04d-27742a1584fc/content>
- López, A., & Espinoza, D. (2020). Conducta de separación de residuos en los hogares costarricenses. año, 5(1). <https://orcid.org/0000-0003-2015-2979>
- Macias, L., Páez, M., & Torres, G. (2018). La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos desde una perspectiva territorial en el estado de Hidalgo y sus municipios. Centro de investigación en ciencias de información geoespacial, A.C. CentroGeo.

- Mendieta, R., Giler, J., Menéndez, C., & Macías, R. (2020). Estudio sobre el manejo de desechos sólidos del área urbana en la parroquia Membrillo, cantón Bolívar. *Ciencias Técnicas y Aplicadas*, 6, 282–309. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1285>
- Mora, L. (2021). Análisis comparativo de la gestión de residuos sólidos en el sector urbano y rural en los departamentos de Antioquia, Caldas, Caquetá, Huila, Quindío, Risaralda y Tolima. *Ciencia Unisalle*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria
- Noroña, D. (223 C.E.). Campaña de concientización sobre el manejo responsable de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Quito, a través de la difusión de contenido audiovisual enactivo, mediante el uso de plataformas digitales en la Web 3.0 [Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9238/1/T4044-MCE-Noro%c3%b1a-Campa%c3%b1a.pdf>
- ONU. (2017). Solid waste management. <https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/solid-waste-management>
- Ortega, N. (2020). Educación ambiental y reciclaje de basura en escuelas y colegios, del área urbana del Cantón Zaruma” sostenible. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19109/1/UPS-CT008814.pdf>
- Pérez, L. (n.d.). Valores atípicos en los datos, ¿cómo identificarlos y manejarlos? Outliers in data sets, how identify and handling them? *Revista Del Jardín Botánico Nacional* •, 40, 99–107.
- Pérez, L., Delegido, J., Rivera, J., & Verrelst, J. (2015a). Análisis de métodos de validación cruzada para la obtención robusta de parámetros biofísicos. *Revista de Teledetección*, 2015(44), 55–65. <https://doi.org/10.4995/raet.2015.4153>
- Pizarro, K., & Martínez, O. (2020). Análisis factorial exploratorio mediante el uso de las medidas de adecuación muestral kmo y esfericidad de bartlett para determinar factores principales. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4453224>
- PNUMA. (2021). Datos y cifras. <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>
- Puli, H. (2023). Evaluación de los indicadores de los residuos sólidos generados en el cantón azogues y en las parroquias, javier loyola, guapán, san miguel de porotos y cojitambo [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24070/1/UPS-CT010287.pdf>
- Ramos, R. (215 C.E., February 18). Residuos generados en los hogares. <Http://Ecomedioambiente.Com/Residuos/Residuos-Generados-En-Los-Hogares/>.
- Reyes, A., Pellegrini, N., & Reyes, R. (2015). El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos sólidos en el sector minas de Baruta, Estado Miranda, Venezuela. *Revista de Investigación* , 86. <http://ve.scielo.org/pdf/ri/v39n86/art08.pdf>
- Reynosa, E. (2015). Crisis ambiental global. Causas, consecuencias y soluciones prácticas. <https://www.aacademica.org/ern/16.pdf>

- Rodriguez, A., & Baca, K. (2022). Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): análisis de una década de gestión en países de Europa y América. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 43(1). <https://doi.org/10.26807/remcb.v43i1.919>
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.
- Saldaña, C., Hernández, P., Messina, S., & Perez, J. (2013). Caracterización física de los residuos sólidos urbanos y el valor agregado de los materiales recuperables en el vertedero el iztete, de tepic-nayarit, méxico. 29, 25–32.
- Sánchez, Y. (2019). Analisis de componentes principales. https://Rstudio-Pubs-Static.S3.Amazonaws.Com/551249_b67c6b504b744bc8baf1c4686fd7ead3.Html.
- Solíz, M. (2015a). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1259>
- Solíz, M. (2015b). Informe Desechos plasticos Alianza Basura Cero Ecuador. <https://www.uasb.edu.ec/wp-content/uploads/2022/04/Informe-Desechos-plasticos-Alianza-Basura-Cero-Ecuador-2022.pdf>
- Soliz, M. (2023). Campaña de concientización sobre el manejo responsable de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Quito, a través de la difusión de contenido audiovisual enactivo, mediante el uso de plataformas digitales en la Web 3.0. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9238/1/T4044-MCE-Noro%C3%B1a-Campa%C3%B1a.pdf>
- Tang, A. (2018). Gestión Ambiental de los Residuos sólidos domiciliarios en la unidad residencial Torres de San Francisco en Barrancabermeja.
- Torres, M. (2016). Ecología Política y Geografía crítica de la basura en el Ecuador. <https://dialoguemos.ec/2016/01/ecologia-politica-y-geografia-critica-de-la-basura-en-el-ecuador/>
- Villacrés, J. (2022). El reciclaje en la ciudad de guayaquil [universidad politécnica salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22770/1/ups-gt003796.pdf>
- Zambrano, J. (2015). Estudio de la actividad del reciclaje informal en vertedero a cielo abierto del cantón Portoviejo, su incidencia ambiental, social y económica. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1404/1/ulead-posg-ga-0028.pdf>
- Zevallos, J. (2018). Estudio de la caracterización de los residuos sólidos municipales, para la implementación de la gestión ambiental municipal en la zona urbana del distrito de san jerónimo de Tunán–provincia Huancayo –Junín – 2017.