

Análisis comparativo de la generación de residuos sólidos urbanos en Guayaquil, Quito y Cuenca

Comparative analysis of urban solid waste generation in Guayaquil,
Quito and Cuenca, Ecuador

Daniela Muñoz-Vera

Universidad Agraria del Ecuador

daniela.munoz.vera@uagraría.edu.ec

ID 0009-0009-0712-5387

Jussen Facuy Delgado

Universidad Agraria del Ecuador

jfacuy@uagraría.edu.ec

ID 0000-0003-1138-4823

Sapientia Technological

e - ISSN 2737- 6400

Periodicidad: Vol 7 No. 1 Enero - Junio 2026

sapientiatechnological@aitec.edu.ec

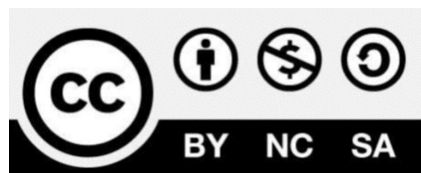


Recepción: 2025 - 12 - 13

Aprobación: 2026 - 01 - 13

Publicación: 2026 - 01 - 31

DOI <https://doi.org/10.58515/056RSPT>



**Atribución/Reconocimiento-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Licencia Pública
Internacional CC BY-NC-SA 4.0**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>

Análisis comparativo de la generación de residuos sólidos urbanos en Guayaquil, Quito y Cuenca

Comparative analysis of urban solid waste generation in Guayaquil,
Quito and Cuenca, Ecuador

Resumen:

La generación de residuos sólidos urbanos constituye un desafío creciente para las ciudades ecuatorianas, especialmente en contextos de expansión urbana y crecimiento poblacional. Este estudio tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de la generación de residuos sólidos urbanos en las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca durante el periodo 2018–2024. Se emplearon datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), considerando la cantidad de residuos recolectados (ton/día), la población urbana y la producción per cápita de residuos. El análisis incluyó estadísticos descriptivos, un análisis de varianza (ANOVA) de un factor con prueba post hoc de Tukey y un modelo de regresión lineal para evaluar los factores explicativos. Los resultados evidencian diferencias estadísticamente significativas en la generación de residuos entre las ciudades, destacándose Guayaquil como la de mayor generación. La prueba de Tukey confirmó diferencias significativas entre Guayaquil y Quito, así como entre Guayaquil y Cuenca, mientras que no se observaron diferencias significativas entre Quito y Cuenca. Asimismo, la población urbana mostró una influencia significativa en la generación de residuos, mientras que la producción per cápita no presentó un efecto estadísticamente significativo. Estos hallazgos aportan evidencia para el diseño de políticas diferenciadas de gestión de residuos a escala urbana.

Palabras clave: desarrollo sostenible, desarrollo urbano, planificación urbana, economía verde.

Abstract: The generation of urban solid waste is a growing challenge for Ecuadorian cities, especially in contexts of urban expansion and population growth. This study aims to carry out a comparative analysis of the generation of urban solid waste in the cities of Guayaquil, Quito and Cuenca during the period 2018–2024. Official data from the National Institute of Statistics and Census (INEC) were used, considering the amount of waste collected (ton/day), the urban population and the per capita production of waste. The analysis included descriptive statistics, a one-factor analysis of variance (ANOVA) with Tukey's post hoc test, and a linear regression model to assess explanatory factors. The results show statistically significant differences in waste generation between cities, with Guayaquil standing out as the one with the highest generation. Tukey's test confirmed significant differences between Guayaquil and Quito, as well as between Guayaquil and Cuenca, while no significant differences were observed between Quito and Cuenca. Likewise, the urban population showed a significant influence on waste generation, while per capita production did not present a statistically significant effect. These findings provide evidence for the design of differentiated waste management policies at the urban scale

Keywords: university learning, teaching modalities, psychology, higher education.



Introducción

La gestión de residuos sólidos urbanos es un componente crítico de la sostenibilidad urbana y del desarrollo ambiental moderno. La rápida urbanización, el crecimiento poblacional y los cambios en los patrones de consumo han intensificado la generación de residuos, planteando desafíos significativos para los sistemas de gestión municipales en términos de eficiencia operativa, impacto ambiental y uso racional de recursos (Silva et al., 2024; Alshaikh & Abdelfatah, 2024).

La eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos se define como la capacidad de los sistemas municipales para gestionar residuos con el menor consumo de recursos, menor impacto ambiental y mayor recuperación de material posible (Zafra-Gómez et al., 2023). Sin embargo, múltiples estudios han documentado que, en muchas ciudades, esta gestión adolece de problemas estructurales, tales como cobertura parcial de recolección, poca incorporación de procesos de separación en la fuente y baja valorización de residuos (Deheri & Acharya, 2021; Silva et al., 2024).

La evaluación de la eficiencia de la gestión de residuos sólidos urbanos ha evolucionado en dos vías principales, comparaciones empíricas entre territorios y modelado cuantitativo de desempeño. Es decir, investigaciones comparativas han identificado variaciones significativas en desempeño productivo y de costos entre diferentes municipios y regiones, influenciadas por la capacidad institucional, políticas públicas y tecnologías aplicadas (Filimonova & Birchall, 2024; Alshaikh & Abdelfatah, 2024). Estudios de corte técnico también han desarrollado indicadores específicos para monitorear la eficiencia operacional, como distancias de recolección, tasas de reciclaje y valor agregado en circuitos de tratamiento (Yang et al., 2018).

La literatura ha adoptado diversos métodos de evaluación, como Data Envelopment Analysis (DEA), análisis de eficiencia ecosistémica y modelos estadísticos avanzados, para medir la eficiencia técnica y económica de los sistemas de GRSU (Deheri & Acharya, 2021; Sánchez-Romero & Recalde-Gracey, 2024). La aplicación de estos modelos ha demostrado consistentemente que una proporción significativa de municipios en estudios internacionales no alcanza niveles óptimos de eficiencia, revelando brechas importantes en la gestión de residuos y oportunidades de mejora institucional y técnica (Delgado-Antequera et al., 2021).

Además, diferentes contextos regionales muestran que factores exógenos como densidad poblacional, estructura socioeconómica y participación comunitaria pueden influir de manera significativa en los resultados de eficiencia municipal, lo que sugiere que la simple comparación de toneladas gestionadas no es suficiente sin considerar estos determinantes contextuales (Delgado-Antequera et al., 2021).

En el caso ecuatoriano, el análisis comparativo de ciudades como Guayaquil, Quito y Cuenca con datos oficiales hasta el año 2024 publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) permite evaluar, mediante análisis estadístico robusto como ANOVA, si existen diferencias significativas en la eficiencia de la gestión de residuos sólidos urbanos entre contextos urbanos diversos. Este enfoque estadístico no solo proporciona evidencia empírica sólida para contrastar el desempeño de los sistemas municipales, sino que también aporta información estratégica para el diseño de políticas públicas, la planificación de servicios y la priorización de inversiones en la gestión de residuos urbanos.



Materiales y métodos

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño comparativo y longitudinal, orientado al análisis de la generación de residuos sólidos urbanos en las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca durante el período comprendido entre los años 2018 y 2024. La selección de estas ciudades responde a su relevancia como principales centros urbanos del Ecuador y a sus diferencias en términos de tamaño poblacional, contexto socioeconómico y estructura de gestión municipal de residuos, lo que permite un análisis comparativo representativo de distintos escenarios urbanos.

La información analizada proviene de registros oficiales publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), los cuales fueron sistematizados en una base de datos que incluyó las variables año, ciudad, población, generación diaria de residuos sólidos urbanos expresada en toneladas por día y producción per cápita de residuos en kilogramos por habitante por día. El número de observaciones por ciudad corresponde a los años con información disponible dentro del período 2018–2024, lo que explica ligeras diferencias en el tamaño muestral entre ciudades. Estas variables permitieron evaluar tanto la magnitud absoluta de residuos generados como los patrones generales de generación en los distintos contextos urbanos analizados.

El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el software estadístico R, utilizando un enfoque descriptivo e inferencial. En una primera etapa, se calcularon estadísticos descriptivos con el fin de caracterizar la generación diaria de residuos sólidos urbanos (ton/día) por ciudad e identificar tendencias generales y niveles de variabilidad a lo largo del período de estudio. Posteriormente, se

aplicó un análisis de varianza de un factor (ANOVA), considerando la ciudad como factor de clasificación, con el objetivo de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la generación diaria de residuos sólidos urbanos entre las ciudades analizadas. Previo a la aplicación del ANOVA, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante pruebas estadísticas y análisis gráfico, garantizando la validez de los resultados obtenidos.

Cuando el análisis de varianza indicó diferencias significativas a un nivel de confianza del 95 % ($p < 0.05$), se empleó la prueba post hoc de comparaciones múltiples de Tukey para identificar los pares de ciudades entre los cuales se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la generación de residuos sólidos urbanos. Este procedimiento permitió una comparación detallada del comportamiento de la generación de residuos entre Guayaquil, Quito y Cuenca durante el período analizado.

De manera complementaria, se elaboraron representaciones gráficas con el fin de facilitar la interpretación de los resultados y visualizar los patrones de generación de residuos, incluyendo la distribución de residuos por ciudad, el promedio de residuos generados y la relación entre población y generación de residuos sólidos urbanos. Estas visualizaciones permitieron identificar tendencias generales y reforzaron la interpretación del análisis estadístico realizado.

Dado que el estudio se basa exclusivamente en el uso de datos secundarios de acceso público, no se identifican implicaciones éticas asociadas al manejo de información sensible. No obstante, se reconoce como limitación la dependencia de la disponibilidad y consistencia de los registros oficiales, así como la ausencia de variables



cualitativas relacionadas con políticas locales, prácticas de separación en la fuente y niveles de participación ciudadana, factores que podrían influir en el comportamiento de la generación de residuos sólidos urbanos.

Resultados y Discusión

Los resultados del análisis descriptivo evidencian diferencias claras en la generación de residuos sólidos urbanos entre las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca durante el período 2018–2024. En términos generales, Guayaquil presenta los valores más elevados de generación diaria de residuos, mientras que Quito y Cuenca registran magnitudes considerablemente menores. No obstante, en las tres ciudades se observa una variabilidad interanual relevante, lo que sugiere que la generación de residuos no es homogénea en el tiempo y puede verse influenciada por factores demográficos, económicos y operativos propios de cada contexto urbano.

En la Tabla 1 se presenta los valores de

media, mediana, mínimo, máximo y desviación estándar de la generación diaria de residuos sólidos urbanos por ciudad. Los resultados evidencian que Guayaquil registra no solo el mayor valor promedio, sino también la mayor dispersión de los datos, lo que indica una variabilidad considerable en la generación de residuos a lo largo del tiempo. Este comportamiento sugiere la influencia de factores dinámicos, como el crecimiento poblacional, las actividades económicas y posibles cambios en los sistemas de recolección y disposición final.

Por su parte, Quito y Cuenca muestran valores promedio inferiores y una menor dispersión en comparación con Guayaquil, lo que refleja un comportamiento más estable en la generación de residuos sólidos urbanos durante el período analizado. La similitud en los estadísticos centrales entre estas dos ciudades respalda posteriormente los resultados del análisis de varianza y la prueba post hoc de Tukey, donde no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la generación de residuos sólidos urbanos en Guayaquil, Quito y Cuenca durante el período 2018–2024.

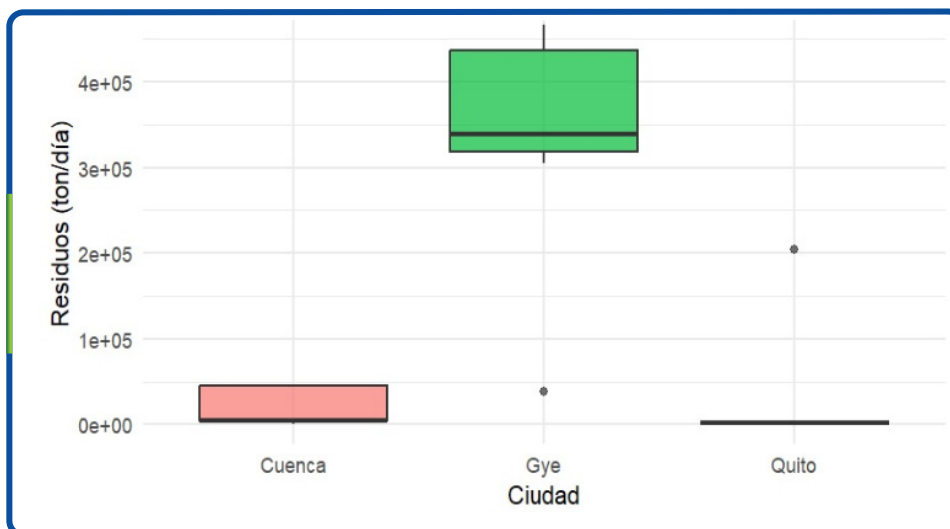
Ciudad	N	Media_ton_día	Sd_ton_día	Min_ton_día	Max_ton_día
Cuenca	7	21759.29	22604.01	466	47094
Guayaquil	7	336418.29	146560.89	38444	467193
Quito	6	35746.17	82412.11	1954	203969

La Figura 1 muestra la distribución de los residuos generados por ciudad, evidenciando una marcada diferencia entre Guayaquil y las otras dos ciudades. Guayaquil presenta una dispersión significativamente mayor y valores centrales elevados, lo que refleja una presión más intensa y variable sobre su sistema de gestión de residuos sólidos urbanos. En contraste,

Cuenca y Quito presentan distribuciones más concentradas, aunque con la presencia de valores atípicos que indican fluctuaciones puntuales en la generación de residuos durante el período analizado. Esta variabilidad refuerza la necesidad de considerar análisis temporales y no únicamente valores promedio.



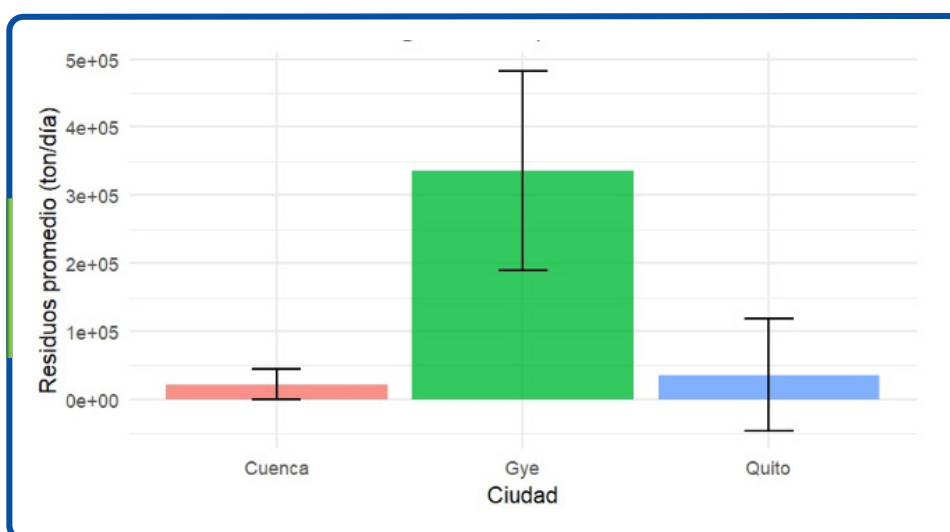
Figura 1. Distribución de la generación de residuos sólidos urbanos por ciudad durante el período 2018–2024.



El análisis de los valores promedio de generación de residuos sólidos urbanos, presentado en la Figura 2, confirma la jerarquía observada en la distribución de los datos. Guayaquil registra el mayor promedio de generación diaria de residuos, seguido por Quito y Cuenca. Las barras de error evidencian además una variabilidad considerable en las tres

ciudades, particularmente en Guayaquil, lo que sugiere fluctuaciones interanuales importantes. Estos resultados reflejan principalmente la magnitud del desafío operativo que enfrenta cada ciudad, más que una medida directa de la eficiencia de sus sistemas de gestión de residuos.

Figura 1. Distribución de la generación de residuos sólidos urbanos por ciudad durante el período 2018–2024.





Con el fin de evaluar si las diferencias observadas entre ciudades son estadísticamente significativas, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) sobre la generación diaria de residuos sólidos urbanos. Los resultados indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las ciudades analizadas ($p < 0.05$). La prueba post hoc de comparaciones múltiples de Tukey permitió identificar que Guayaquil presenta

diferencias significativas tanto con Quito como con Cuenca, mientras que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre Quito y Cuenca. Este resultado sugiere que, a pesar de las diferencias poblacionales entre estas dos ciudades, sus niveles de generación de residuos sólidos urbanos son estadísticamente similares durante el período de estudio.

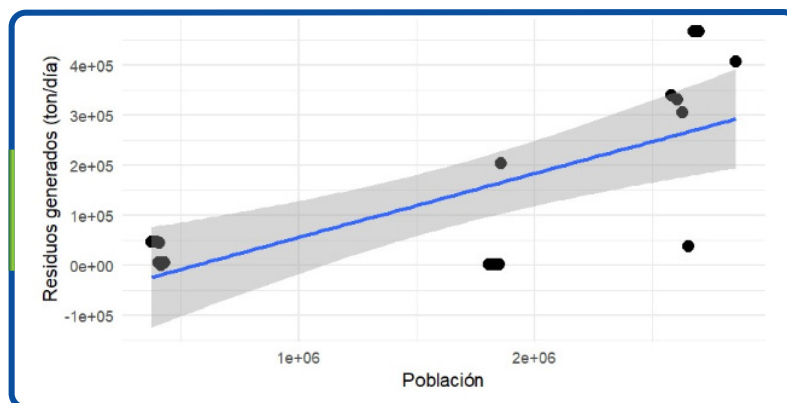
Tabla 2. Comparaciones múltiples de la generación de residuos sólidos urbanos entre ciudades mediante la prueba de Tukey (2018–2024).

Ciudades	Diferencia de medias (ton/día)	Límite inferior IC 95%	Límite superior IC 95%	P-valor ajustado
Gye-Cuenca	314659	179196.5	450121.5	0
Quito-Cuenca	13986.88	-127007	154980.7	0.965
Quito-Gye	-300672.12	-441666	-159678.3	0

La relación entre el tamaño poblacional y la generación de residuos sólidos urbanos se analiza en la Figura 3, donde se observa una tendencia positiva entre ambas variables. Este comportamiento indica que el incremento de la población se asocia con un aumento en la generación de residuos, lo cual es consistente con lo reportado en la literatura sobre gestión

de residuos en contextos urbanos. Sin embargo, la dispersión de los puntos alrededor de la línea de tendencia evidencia que la población por sí sola no explica completamente las diferencias en la generación de residuos entre ciudades, lo que sugiere la influencia de otros factores estructurales y socioeconómicos.

Figura 3. Relación entre población y generación de residuos sólidos urbanos en Guayaquil, Quito y Cuenca durante el período 2018–2024.





Los resultados obtenidos evidencian diferencias estadísticamente significativas en la generación de residuos sólidos urbanos entre Guayaquil, Quito y Cuenca durante el período 2018–2024, lo que confirma la heterogeneidad en los patrones de generación y desempeño municipal entre las principales ciudades del Ecuador. Este comportamiento concuerda con la literatura internacional, que señala que las dinámicas de generación y manejo de residuos urbanos no responden únicamente al tamaño poblacional, sino también a factores institucionales, socioeconómicos y de gobernanza local (Beigl et al., 2008; Mazzanti et al., 2008; Guerrero et al., 2013)

En particular, Guayaquil presentó los mayores volúmenes absolutos de residuos generados, lo cual es consistente con su condición de ciudad más poblada del país y su elevada concentración de actividades comerciales e industriales. Estudios previos han demostrado que las grandes áreas metropolitanas tienden a exhibir mayores tasas de generación de residuos debido a patrones de consumo intensivo y procesos de urbanización acelerada (Soo et al., 2017). No obstante, la magnitud de los residuos generados no debe interpretarse de manera aislada, ya que comparaciones basadas exclusivamente en toneladas pueden ocultar diferencias relevantes en el desempeño ambiental y operativo de los sistemas de gestión (Vergara & Tchobanoglous, 2012).

Por otro lado, las diferencias observadas entre Quito y Cuenca sugieren la existencia de patrones de generación potencialmente asociados a dinámicas urbanas distintas y a una gestión más estable en el tiempo, aunque la eficiencia operativa no puede inferirse directamente a partir de los indicadores analizados. Este resultado es coherente con investigaciones desarrolladas en otras ciudades

de América Latina, donde se ha evidenciado que la calidad institucional, la planificación territorial y la capacidad de gestión municipal influyen de manera significativa en el desempeño de los sistemas de residuos sólidos urbanos (Hannus et al., 2020; Zafra-Gómez et al., 2023).

El análisis comparativo mediante ANOVA refuerza la idea de que el desempeño en la gestión de residuos sólidos urbanos no es homogéneo entre ciudades, incluso cuando estas comparten un mismo marco normativo nacional. Resultados similares han sido reportados en estudios que evalúan servicios municipales en contextos urbanos diversos, destacando que la gobernanza local, el nivel de inversión pública y la articulación interinstitucional constituyen determinantes clave en las diferencias observadas entre municipios (Bel & Warner, 2024; Zhang & Mirzaei, 2021; das Mercês Costa et al., 2024)

Asimismo, la inclusión de la variable población permitió contextualizar los resultados obtenidos y evidenciar una relación positiva entre el tamaño poblacional y la generación de residuos, coherente con lo observado en la literatura internacional. Sin embargo, la dispersión registrada en la relación población–residuos sugiere que este factor no actúa de forma aislada, lo que refuerza la pertinencia de emplear indicadores per cápita para evaluar el desempeño ambiental urbano, tal como recomiendan diversos estudios previos (Bogner et al., 2008; Afroz et al., 2011).

Desde una perspectiva de sostenibilidad, los hallazgos del presente estudio se alinean con los principios de la economía circular, que enfatizan la necesidad de transitar desde modelos lineales de gestión hacia esquemas que prioricen la reducción, reutilización y valorización de residuos (Geissdoerfer et al., 2017; Korhonen et al., 2018). Las diferencias



detectadas entre ciudades evidencian oportunidades concretas para fortalecer políticas públicas orientadas a la prevención de residuos y a la mejora del desempeño ambiental municipal, particularmente en contextos urbanos de rápido crecimiento.

No obstante, el estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, el análisis se basa en datos oficiales agregados, lo que impide evaluar la eficiencia de etapas específicas del sistema de gestión, como el reciclaje o la disposición final. En segundo lugar, la disponibilidad de información hasta el año 2024 limita la incorporación de tendencias más recientes. A pesar de ello, el uso de datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) garantiza la confiabilidad y comparabilidad de los resultados, lo que constituye una fortaleza metodológica del estudio.

Finalmente, futuras investigaciones podrían profundizar el análisis incorporando indicadores de desempeño per cápita, variables económicas y ambientales adicionales, así como enfoques multivariados que permitan evaluar de manera más integral la eficiencia de la gestión de residuos sólidos urbanos en el Ecuador. Asimismo, la comparación con otras ciudades latinoamericanas permitiría situar los resultados en un contexto regional más amplio y contribuir al diseño de estrategias sostenibles de gestión urbana (Pires et al., 2011; Niezwida et al., 2023; Silva et al., 2024).

Conclusiones

El análisis comparativo de la generación de residuos sólidos urbanos en las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca durante el período 2018–2024 permitió identificar diferencias significativas en el comportamiento de los sistemas urbanos de gestión de residuos. Los resultados estadísticos evidenciaron que

Guayaquil presenta los mayores niveles de generación diaria de residuos, así como una mayor variabilidad interanual, lo que refleja la influencia de su tamaño poblacional, dinamismo económico y heterogeneidad urbana sobre la producción de desechos sólidos.

La aplicación del análisis de varianza (ANOVA) confirmó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las ciudades estudiadas, mientras que la prueba de comparaciones múltiples de Tukey permitió identificar que Quito y Cuenca presentan patrones de generación similares entre sí, diferenciándose de Guayaquil. Estos hallazgos sugieren que las características estructurales y de gestión de las ciudades influyen de manera determinante en la generación de residuos, más allá del simple crecimiento demográfico.

Asimismo, la relación positiva observada entre población y generación de residuos sólidos urbanos indica que el aumento poblacional continúa siendo un factor relevante en la presión sobre los sistemas municipales de gestión; sin embargo, la dispersión de los datos evidencia que este factor no actúa de forma aislada. Elementos como los patrones de consumo, la planificación urbana y la eficiencia de los servicios de recolección y tratamiento desempeñan un papel fundamental en la configuración de los niveles de generación de residuos.

En conjunto, los resultados destacan la necesidad de fortalecer enfoques de gestión diferenciados y adaptados a las particularidades de cada ciudad, incorporando estrategias orientadas a la reducción en la fuente, la valorización de residuos y la mejora de la eficiencia operativa. Desde una perspectiva de política pública, el estudio aporta evidencia empírica que puede servir como base para la planificación de inversiones y el diseño de



políticas de gestión de residuos sólidos urbanos más sostenibles y contextualizadas en el ámbito ecuatoriano.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones integren variables adicionales relacionadas con costos operativos, tasas de reciclaje, composición de residuos y participación ciudadana, con el fin de avanzar hacia evaluaciones más integrales de la eficiencia de los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos y contribuir al desarrollo de ciudades más sostenibles.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afroz, R., Hanaki, K., & Tudin, R. (2011).** Factors affecting waste generation: a study in a waste management program in Dhaka City, Bangladesh. *Environmental Monitoring and Assessment*, 179(1–4), 509–519. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1753-4>
- Alshaikh, R., & Abdelfatah, A. (2024).** Optimization Techniques in Municipal Solid Waste Management: A Systematic Review. *Sustainability*, 16(15), 6585. <https://doi.org/10.3390/su16156585>
- Beigl, P., Lebersorger, S., & Salhofer, S. (2008).** Modelling municipal solid waste generation: A review. *Waste Management*, 28(1), 200–214. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.12.011>
- Bel, G., & Warner, M. E. (2024).** Inter-Municipal Cooperation and Costs: Expectations and Evidence. *Public Administration*, 93(1), 52–67. <https://doi.org/10.1111/padm.12104>
- Bogner, J., Pipatti, R., Hashimoto, S., Diaz, C., Mareckova, K., Diaz, L., Kjeldsen, P., Monni, S., Faaij, A., Qingxian Gao, Tianzhu Zhang, Mohammed Abdelrafie Ahmed, Sutamihardja, R. T. M., & Gregory, R. (2008).** Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. Working Group III (Mitigation). *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 26(1), 11–32. <https://doi.org/10.1177/0734242X07088433>
- das Mercês Costa, I., Dias, M. F., & Robaina, M. (2024).** Evaluation of the efficiency of urban solid waste management in Brazil by data envelopment analysis and possible variables of influence. *Waste Disposal & Sustainable Energy*, 6(2), 283–295. <https://doi.org/10.1007/s42768-023-00175-x>
- Deheri, C., & Acharya, S. K. (2021).** Effect of calcium peroxide and sodium hydroxide on hydrogen and methane generation during the co-digestion of food waste and cow dung. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123901. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123901>
- Delgado-Antequera, L., Gémár, G., Molinos-Senante, M., Gómez, T., Caballero, R., & Sala-Garrido, R. (2021).** Eco-efficiency assessment of municipal solid waste services: Influence of exogenous variables. *Waste Management*, 130, 136–146. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.05.022>
- Filimonova, N., & Birchall, S. J. (2024).** Sustainable municipal solid waste management: A comparative analysis of enablers and barriers to advance governance in the Arctic. *Journal of Environmental Management*, 371, 123111. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123111>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017).** The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013).** Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33(1), 220–232. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>
- Hannus, V., Venus, T. J., & Sauer, J. (2020).** Acceptance of sustainability standards



by farmers - empirical evidence from Germany. *Journal of Environmental Management*, 267, 110617. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110617>

Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>

Mazzanti, M., Montini, A., & Zoboli, R. (2008). Municipal Waste Generation and Socioeconomic Drivers. *The Journal of Environment & Development*, 17(1), 51–69. <https://doi.org/10.1177/1070496507312575>

Niezwida, S. R., Michalus, J. C., & Gavazzo, G. B. (2023). Revisión bibliográfica sobre los residuos sólidos urbanos. *Revista InGenio*, 6(2), 30–39. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v6i2.678>

Pires, A., Martinho, G., & Chang, N.-B. (2011). Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques. *Journal of Environmental Management*, 92(4), 1033–1050. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.11.024>

Sánchez-Romero, F. E., & Recalde-Gracey, A. E. (2024). Gestión de residuos sólidos municipales 2021-2023: Revisión sistemática. *Gestio et Productio. Revista Electrónica de Ciencias Gerenciales*, 6(11), 246–255. <https://doi.org/10.35381/gep.v6i11.187>

Silva, N. S. da, Sano, E. E., & Chaves, J. M. (2024). Eficiência na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Revisão Bibliométrica dos Últimos 20 Anos. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental Da Alta Paulista*, 20(4). <https://doi.org/10.17271/1980082720420245245>

Soo, V. K., Compston, P., & Doolan, M.

(2017). The influence of joint technologies on ELV recyclability. *Waste Management*, 68, 421–433. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.020>

Vergara, S. E., & Tchobanoglous, G. (2012). Municipal Solid Waste and the Environment: A Global Perspective. *Annual Review of Environment and Resources*, 37(1), 277–309. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-050511-122532>

Yang, Q., Fu, L., Liu, X., & Cheng, M. (2018). Evaluating the Efficiency of Municipal Solid Waste Management in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2448. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112448>

Zafra-Gómez, J.-L., López-Pérez, G., Garrido-Montañés, M., & Zafra-Gómez, E. (2023). Cost Efficiency in Municipal Solid Waste (MSW): Different Alternatives in Service Delivery for Small and Medium Sized Spanish Local Governments. *Sustainability*, 15(7), 6198. <https://doi.org/10.3390/su15076198>

Zhang, R., & Mirzaei, P. A. (2021). Fast and dynamic urban neighbourhood energy simulation using CFDf-CFDc-BES coupling method. *Sustainable Cities and Society*, 66, 102545. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102545>