

## Agrupamiento de los distritos de la provincia de Lima, Perú, por similitud en los niveles de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) domiciliarios aprovechables

*Clustering of the Districts of the Province of Lima, Peru, by Similarity in the Levels of Usable Household Solid Waste (Organic and Inorganic)*

 Aldo Manuel Yactayo-Flores <sup>a</sup>

 Alberto Huiman Cruz <sup>a</sup>

 Ivonne Fanny Reyes-Mandujano <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

<sup>b</sup> Instituto Nacional de Salud, Perú

**Cómo citar:** Yactayo-Flores, A. M., Huiman Cruz, A., & Reyes-Mandujano, I. F. Agrupamiento de los distritos de la provincia de Lima, Perú, por similitud en los niveles de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) domiciliarios aprovechables. *Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente*, (16), D-010. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202502.D010>



**Resumen:** La provincia de Lima, con más de 10 millones de habitantes, es la más poblada de Perú y presenta una gran disparidad en la producción de residuos sólidos, donde un alto porcentaje es aprovechable (35% inorgánico, 50% orgánico). A pesar de las ventajas de la valorización, su implementación enfrenta grandes retos. Ante esta diversidad, este estudio buscó agrupar los distritos según las similitudes en sus niveles de generación para proveer una herramienta de gestión. La metodología utilizó datos oficiales (MINAM/INEI) del periodo 2014-2024. Mediante el Análisis de Clustering Jerárquico (ACJ), validado con pruebas no paramétricas, se agruparon los distritos y se evaluó la asociación con el ingreso per cápita usando la correlación de Spearman. El análisis definió tres grupos para residuos inorgánicos y dos efectivos para orgánicos. Se halló una correlación positiva y significativa entre la generación y el ingreso, aunque moderada para inorgánicos ( $\rho=0.49$ ) y débil para orgánicos ( $\rho=0.31$ ). Un hallazgo clave es que los distritos con alta generación de residuos orgánicos no suelen ser los mismos que los de inorgánicos.

Los patrones socioeconómicos y geográficos difieren notablemente entre ambos. La mayor generación de residuos inorgánicos se relaciona con los estratos alto y medio alto, concentrándose en la zona central de Lima. En contraste, la mayor producción de orgánicos se relaciona con el estrato medio, con una distribución geográfica dispersa y sin diferencias socioeconómicas significativas entre sus grupos. Esta disparidad sugiere que prácticas como el compostaje podrían influir en la menor generación orgánica en estratos altos. Finalmente, esta segmentación ofrece una base empírica valiosa para diseñar e implementar estrategias de gestión de residuos focalizadas y eficientes.

**Palabras clave:** Clustering jerárquico. Residuos inorgánicos. Residuos orgánicos. Residuos sólidos aprovechables. Valorización. Lima, Perú.

**Abstract:** The Province of Lima, with over 10 million inhabitants, is the most populous in Peru and exhibits a significant disparity in solid waste production, a high percentage of which is recoverable (35% inorganic, 50% organic). Despite the advantages of waste valorization, its implementation faces considerable challenges. Given this diversity, this study aimed to group the districts according to similarities in their generation levels to provide a management tool. The methodology utilized official data (MINAM/INEI) from the 2014-2024 period. Through Hierarchical Clustering Analysis (HCA), validated with non-parametric tests, the districts were grouped, and the association with per capita income was evaluated using Spearman's correlation. The analysis defined three clusters for inorganic waste and two effective clusters for organic waste. A positive and significant correlation was found between waste generation and income, albeit moderate for inorganic ( $\rho=0.49$ ) and weak for organic waste ( $\rho=0.31$ ). A key finding is that districts with high organic waste generation are generally not the same as those with high inorganic waste generation. Socioeconomic and geographical patterns differ markedly between the two. The highest generation of inorganic waste is linked with high and upper-middle socioeconomic strata, concentrated in the central area of Lima. In contrast, the highest production of organic waste is linked to the middle stratum, with a dispersed geographical distribution and no significant socioeconomic differences among its groups. This disparity suggests that practices such as composting could influence the lower organic waste generation in higher strata. Finally, this segmentation provides a valuable empirical basis for designing and implementing focused and efficient waste management strategies.

**Keywords:** Hierarchical clustering. Inorganic waste. Organic waste. Usable solid waste. Valorization. Lima, Peru

## 1. Introducción

La provincia de Lima, con sus 43 distritos y una población que supera los 10 millones de habitantes, destaca por representar el 30% de la población total del Perú y ser la quinta en importancia en toda Sudamérica (Instituto Nacional de Estadística e Investigación [INEI], 2024). Geográficamente, se encuentra ubicada en la costa central del Perú, en la

región central del territorio peruano y en el centro de la costa occidental de Sudamérica (INEI, 2018). No solo ostenta el título de la provincia más poblada de Perú, sino que también se ubica como la cuarta más densamente poblada en el continente sudamericano. A lo largo de su historia, la provincia de Lima ha sido testigo de una serie de migraciones, tanto del interior del país como internacionales, que han añadido una dimensión global a su diversidad demográfica (Seminario & Zegarra Díaz, 2014).

Los distritos de la provincia de Lima exhiben una marcada diversidad en términos de población, con cifras promedio que fluctúan entre 1365.8 y 1 264 060 habitantes, y una densidad poblacional que va desde 71.6 hasta 30 107.2 hab./km<sup>2</sup> (INEI, 2024). Como resultado, se observa una notable disparidad en la producción de residuos sólidos domiciliarios, con promedios que varían desde 301.5 hasta 217 946.4 toneladas anuales por distrito. De este flujo de residuos, aproximadamente el 35% corresponde a residuos sólidos inorgánicos aprovechables, mientras que el 50% consiste en materia orgánica aprovechable. Es importante tener en cuenta que los residuos sólidos aprovechables provienen de la recolección selectiva de residuos previamente segregados, con el fin de preservar la calidad de los residuos para su valorización (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2021).

La valorización de residuos sólidos es una operación que implica la transformación mecánica, química y/o biológica de los residuos sólidos para que puedan formar parte de diversos procesos, ya sea como materiales o insumos, de manera parcial o total. Entre las operaciones de valorización material de residuos se encuentran el reciclaje y el compostaje. La valorización de residuos sólidos presenta ventajas frente a la disposición final, como la reducción de la contaminación ambiental que podría generarse por la disposición en botaderos y la prolongación del tiempo de uso de los rellenos sanitarios (MINAM, 2021), además de ahorrar materias primas a nivel global. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos y planes estratégicos implementados por las diversas municipalidades distritales, Lima sigue enfrentando retos significativos en lo que respecta a la valorización de sus residuos sólidos domiciliarios. Lamentablemente, la implementación de estas estrategias no ha alcanzado los resultados deseados (Preciado & Lara, 2022).

Actualmente, existen estudios comparativos a nivel de gestión de residuos sólidos (Cruz, 2018; Ariza, 2016; Mora Ballén, 2021; Wollmann, 2015). Estos estudios se realizan entre ciudades con características demográficas y socioeconómicas similares, con la intención de generar posibilidades de replicar experiencias exitosas en la gestión de residuos sólidos, especialmente en el ámbito de la valorización. En este contexto de diversidad en los niveles de residuos sólidos domiciliarios entre los distritos de la provincia de Lima y la necesidad imperante de mejorar las estrategias de gestión, el presente estudio tiene como objetivo primordial determinar las similitudes en los niveles anuales promedio de residuos sólidos domiciliarios aprovechables, tanto orgánicos como inorgánicos, de los diferentes distritos de la provincia de Lima, y así proporcionar una herramienta para futuras iniciativas de mejora, aprovechamiento y valorización de estos recursos.

## 2. Metodología

El estudio utilizó bases de datos proporcionadas por organismos oficiales del Perú, como el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), abarcando el periodo de 2014 a 2020. Estas fuentes de datos se emplearon para:

- Analizar los niveles de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Lima, considerando todos sus distritos.
- Utilizar los datos de población para cada uno de los distritos.

Posteriormente, con base en lo establecido por la *Guía para implementar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos* (MINAM, 2021), se identificaron las siguientes categorías de residuos domiciliarios aprovechables:

- Residuos orgánicos domiciliarios aprovechables: Incluyen residuos de alimentos, residuos de maleza, poda y madera, y otros residuos orgánicos.
- Residuos inorgánicos domiciliarios aprovechables: Incluyen papel blanco, papel periódico, papel mixto, cartón blanco, cartón corrugado, cartón mixto, vidrio transparente, vidrios de otros colores, vidrios de ventana, plástico PET, plástico duro PEAD, plástico PEBD, plástico polipropileno y otros plásticos, Tetra Pak, latas, metales (acero, hierro, aluminio y otros metales) y otros residuos inorgánicos.

Una vez definidos los tipos de residuos sólidos domiciliarios aprovechables, se calculó la cantidad en toneladas anuales, tanto de residuos sólidos orgánicos como inorgánicos aprovechables en cada distrito de la ciudad de Lima incluido en el estudio, utilizando la Ecuación 1 y la Ecuación 2. Esto permitió establecer la información necesaria para el análisis de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

$$GRO = GPC * T * PO \quad (E.1)$$

$$GRI = GPC * T * PI \quad (E.2)$$

---

Donde:

GRO: Generación per cápita anual de residuos sólidos orgánicos aprovechables por persona

GRI: Generación per cápita anual de residuos sólidos inorgánicos aprovechables por persona

GPC: Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios

T: Equivale a 365 (que son los 365 días del año)

PO: Porcentaje de residuos domiciliarios orgánicos aprovechables en un distrito

PI: Porcentaje de residuos domiciliarios inorgánicos aprovechables en un distrito

Luego de este cálculo para cada año de estudio, desde 2014 hasta 2024, se procedió a realizar el Análisis de Clustering Jerárquico (ACJ) para la identificación de agrupamientos, lo cual se explicará más adelante. Posterior a ello, para verificar la existencia de diferencias significativas entre los agrupamientos, se procedió a obtener la media de la generación per cápita anual de residuos sólidos aprovechables, tanto orgánicos como

inorgánicos. En adelante, todos los niveles de residuos sólidos se referirán a los residuos sólidos domiciliarios y que a su vez son aprovechables.

## 2.1 Análisis de agrupamiento según los niveles de residuos sólidos inorgánicos y orgánicos

Se realizó un ACJ con el objetivo de identificar agrupaciones entre los distritos en base a las similitudes de los niveles anuales de residuos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos. Para ello, se obtuvieron los niveles anuales de dichos tipos de residuos (orgánico e inorgánico) para cada distrito de la provincia de Lima en cada año de estudio (desde 2014 hasta 2024). Luego, se calculó el estadístico de Hopkins para conocer el grado de agrupamiento de los datos en cada caso (de residuos orgánicos e inorgánicos); los valores lejanos a 0.5 indican una buena tendencia de agrupamiento, mientras que los valores cercanos a 0.5 indican lo contrario (Niño, 2020). En ambos casos se obtuvieron valores del estadístico de Hopkins lejanos a 0.5, lo que indica una buena tendencia al agrupamiento, por lo que se procedió a realizar el ACJ.

Se calculó la distancia euclidiana entre los niveles de residuos sólidos de los distritos, tanto para los residuos orgánicos como inorgánicos, estableciendo una matriz de datos. A continuación, se utilizaron siete métodos diferentes de ACJ: *ward.D*, *ward.D2*, *average*, *complete*, *mcquitty*, *median* y *centroid*. Para seleccionar el método más adecuado, se calculó la correlación entre cada uno de ellos con la matriz euclidiana obtenida anteriormente. El método de ACJ de mayor correlación con la matriz euclidiana fue seleccionado para generar los dendrogramas correspondientes. Posteriormente, se empleó el paquete NbClust de R para identificar el número óptimo de grupos en cada análisis de clustering jerárquico. Se evaluaron un total de 30 estadísticos e índices, incluyendo Silhouette, gap, Dunn, Hubert, Frey y McClain.

## 2.2 Comparación entre clústeres

Después de completar los ACJ, se procedió a identificar posibles disparidades significativas entre los grupos encontrados, tanto a nivel de sus residuos orgánicos como inorgánicos. Para ello, se procedió a obtener la media de generación per cápita anual para cada distrito (a nivel de residuos orgánicos e inorgánicos) a lo largo de los 11 años de estudio (de 2014 hasta 2024). Con estos valores determinados, para cada distrito, se procedió a evaluar si existían diferencias entre los grupos de distritos identificados respecto a la generación per cápita de residuos orgánicos e inorgánicos. En el caso de los residuos orgánicos, se consideraron solo los Grupos 1 y 2, debido a que el Grupo 3 (ver Figuras 1 y 2) se encuentra formado únicamente por el distrito de La Victoria.

Dado que el Grupo 2 contaba con menos de 10 distritos, se optó por emplear la prueba estadística de Mann-Whitney para validar el agrupamiento en los residuos orgánicos. Por otro lado, en el caso de los residuos inorgánicos, debido a que los Grupos 2 y 3 se encuentran formados por 5 y 4 distritos respectivamente, se optó por emplear la prueba

estadística de Kruskal-Wallis para validar el agrupamiento en los residuos inorgánicos. Ambas pruebas no paramétricas son conocidas por su robustez y su capacidad para comparar diferencias cuando hay grupos de tamaño pequeño (Cleophas & Zwinderman, 2016). En el caso de los residuos inorgánicos, una vez determinada la existencia de una diferencia significativa entre los grupos, se procedió a utilizar la prueba de Dunn (Dunn, 1964), ajustada por el método de Bonferroni, para identificar específicamente entre qué grupos existen las diferencias significativas. Para todos los análisis estadísticos, se estableció un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ .

## 2.3 Análisis de factores socioeconómicos

También se evaluó la fuerza y la dirección de la asociación entre un factor socioeconómico como el ingreso per cápita promedio de los distritos de la provincia de Lima y la generación per cápita anual promedio tanto de residuos orgánicos como inorgánicos. En el caso de los residuos orgánicos, previo al análisis de correlación, se verificó el supuesto de normalidad para las variables mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados indicaron que la variable ingreso per cápita promedio de cada distrito no seguía una distribución normal ( $W = 0.94$ ,  $p = 0.036$ ), mientras que los residuos orgánicos sí se ajustaron a la normalidad ( $W = 0.98$ ,  $p = 0.473$ ). De manera semejante, en el caso de los residuos inorgánicos, también se verificó el supuesto de normalidad para las variables mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados mostraron que ninguna de las dos variables seguía una distribución normal: ingreso per cápita ( $W = 0.94$ ,  $p = 0.036$ ) y residuos inorgánicos ( $W = 0.94$ ,  $p = 0.029$ ). Dado que al menos una de las variables violó el supuesto de normalidad, se optó por utilizar correlación de rangos de Spearman ( $\rho$ ) para medir la asociación entre las variables. Se consideró un resultado estadísticamente significativo si el p-valor era inferior a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05.

Por otro lado, después de haber definido los agrupamientos distritales, tanto para sus residuos orgánicos como inorgánicos, se procedió al análisis estadístico. Se procedió a identificar si dichos grupos también presentaban diferencias significativas a nivel de factores socioeconómicos, como el ingreso per cápita (expresado en soles promedio por mes), incidencia de pobreza monetaria (nivel de gasto inferior al costo de la canasta básica de consumo compuesto por alimentos y no alimentos), promedio de años de estudios de todos los miembros del hogar (es una medida promedio del grado de instrucción formal de todos los miembros que conforman el hogar) y la población analfabeta (es el total de la población de 15 años a más que declara que no sabe leer ni escribir, en comparación con la población del mismo grupo de edad). Para ello se procedió a utilizar las mismas pruebas estadísticas no paramétricas (Mann-Whitney y Kruskal-Wallis) que se utilizaron para validar los agrupamientos (clústeres) de residuos orgánicos e inorgánicos de forma correspondiente.

Respecto a los factores socioeconómicos, la información utilizada sobre los años de estudios y población analfabeta es del año 2017, y la referida a la incidencia de pobreza monetaria, del año 2018; por otro lado, se extrajo del Sistema de Información Distrital



para la Gestión Pública del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, s. f.). Por su parte, la información del ingreso per cápita para los años 2015, 2017, 2018 y 2019 fue obtenida de la base de datos sobre el Índice de Desarrollo Humano del Instituto Peruano de Economía (IPE, 2021).

Adicionalmente, una vez establecidos los grupos para ambos tipos de residuos aprovechables (orgánicos e inorgánicos), se procedió a hacer una comparativa entre los grupos establecidos para cada tipo de residuo, tomando en consideración la zona geográfica y el estrato socioeconómico de los distritos pertenecientes a cada grupo identificado. Para llevarlo a cabo, respecto a la zona geográfica, se consideraron las siguientes ubicaciones geográficas al interior de la provincia de Lima (INEI, 1996): Cono Norte, Cono Centro, Cono Este y Cono Sur.

Asimismo, en el caso de los estratos socioeconómicos, se tomaron en consideración los estratos definidos por el INEI (2020), que establece estratos socioeconómicos según el ingreso per cápita del hogar a nivel de manzanas en cada distrito de la provincia de Lima. Los estratos establecidos fueron: alto, medio alto, medio, medio bajo y bajo. Hay que mencionar que en el trabajo del INEI (2020) se establece el porcentaje de habitantes del distrito que se ubican en un determinado estrato económico. De esta manera, para el presente estudio se seleccionó al estrato con mayor porcentaje de habitantes, es decir, el más representativo para un distrito, y se consideró el correspondiente a cada distrito. El rango del porcentaje con mayor representatividad socioeconómica que se observó en los distritos estuvo entre el 35% y el 100%.

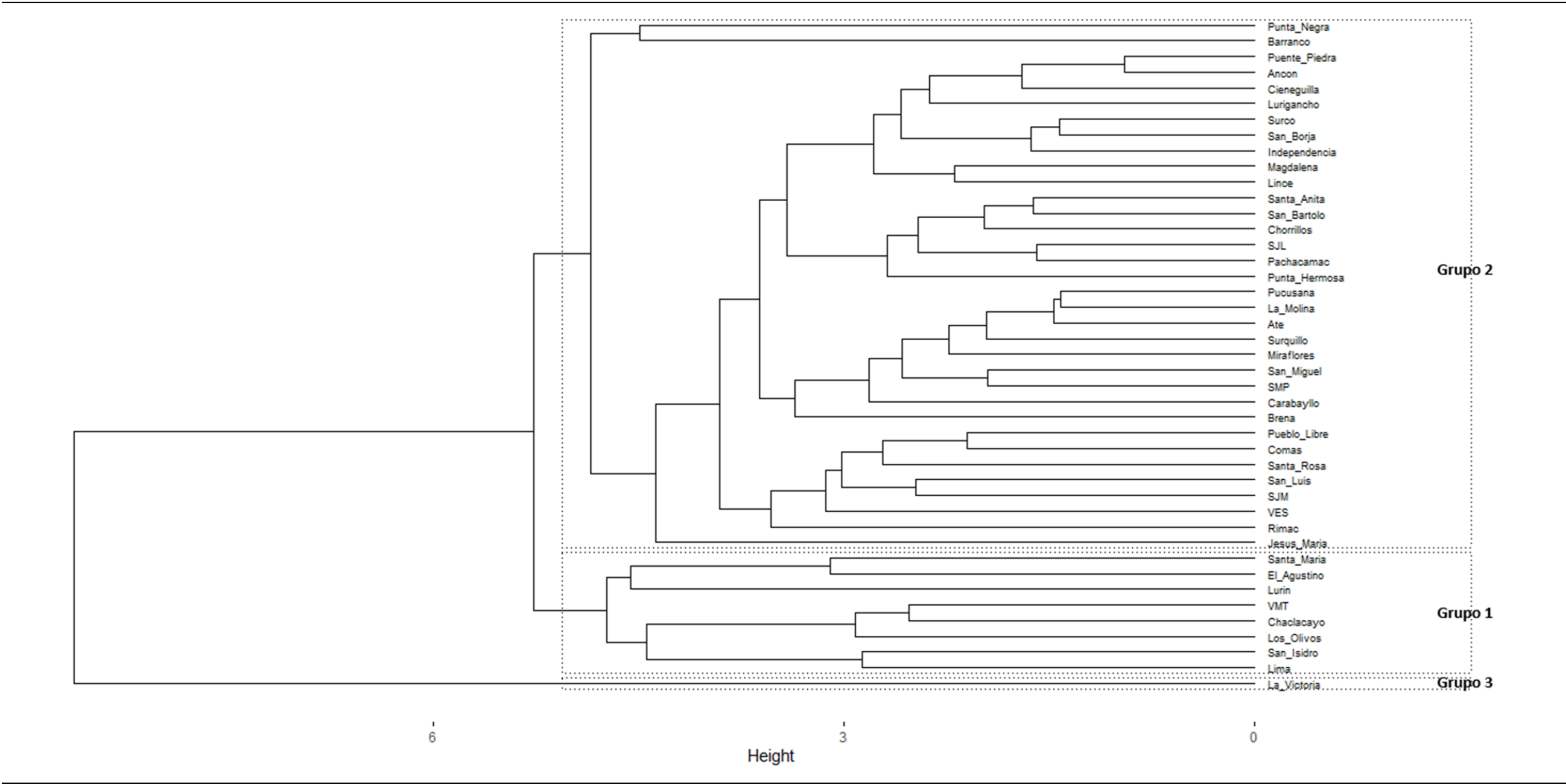
### **3. Resultados**

Para llevar a cabo el análisis, se calculó el estadístico de Hopkins, obteniendo valores menores a 0.5 tanto para los niveles de residuos sólidos orgánicos (0.35) como para los inorgánicos (0.34). Estos resultados indican que los datos presentaron una estructura interna y coherente, favorable para el ACJ.

Se realizaron ACJ para cada caso (residuos sólidos orgánicos e inorgánicos), utilizando los siete métodos mencionados en la sección de métodos. Se encontró que el método más apropiado para agrupar tanto los niveles anuales promedio de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos fue el de «Average», ya que dentro de todos los métodos de agrupamiento fue el que presentó mayor correlación con las distancias euclidianas originales; en el caso de residuos orgánicos, la correlación alcanzada fue de 0.81 y para los residuos inorgánicos fue de 0.71.

3.1 Identificación de agrupamientos

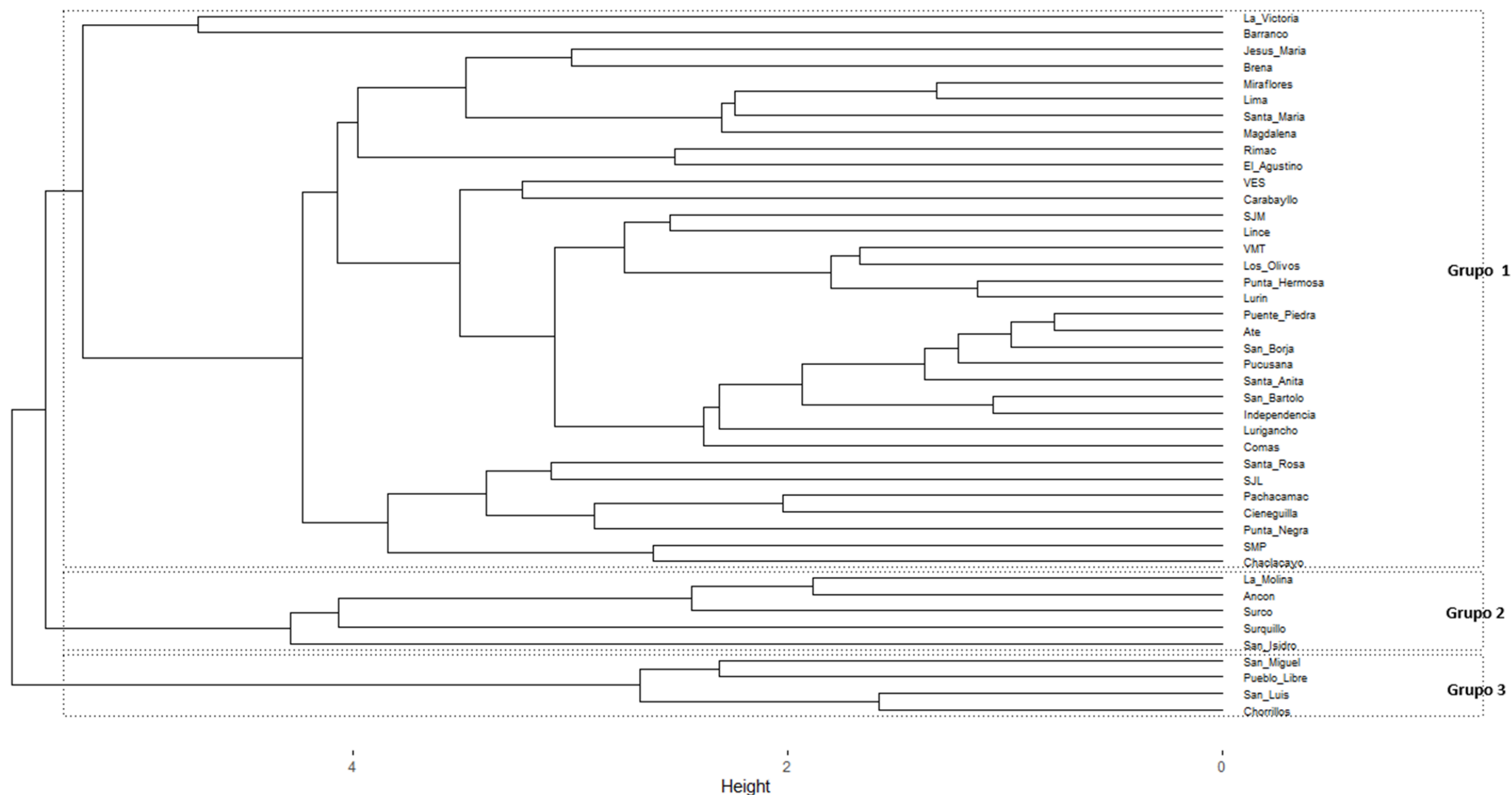
Figura 1. Dendrograma de los distritos de Lima según la generación per cápita anual de residuos sólidos orgánicos



Nota. VES = Villa El Salvador. VMT = Villa María del Triunfo. SJM = San Juan de Miraflores. SJL = San Juan de Lurigancho.  
Elaboración propia.



Figura 2. Dendrograma de los distritos de Lima según la generación per cápita anual de residuos sólidos inorgánicos



Nota. VES = Villa El Salvador. VMT = Villa María del Triunfo. SJM = San Juan de Miraflores. SJL = San Juan de Lurigancho.  
Elaboración propia.

La determinación del número óptimo de clústeres (agrupamientos) para los niveles promedio de generación per cápita de residuos (orgánicos e inorgánicos), siguiendo la regla de la mayoría, arrojó que los clústeres formados en los residuos orgánicos fueron 3: Grupo 1 y Grupo 2, donde cada uno estuvo conformado por 8 y 34 respectivamente, y el Grupo 3 solo por 1 distrito, La Victoria, por lo que representó un dato atípico, mostrando su gran diferencia en la generación per cápita con el resto de distritos de la provincia de Lima (Figura 1). Es por ello que los posteriores análisis solo tomaron a los 2 primeros agrupamientos (Grupo 1 y Grupo 2). Asimismo, los clústeres formados respecto a la generación per cápita de residuos inorgánicos fueron: Grupo 1, Grupo 2 y Grupo 3, donde cada uno estuvo conformado por 34, 5 y 4 distritos, respectivamente (Figura 2).

Respecto a los dendrogramas establecidos para cada tipo de generación per cápita anual (Figuras 1 y 2), además de visualizar los grupos identificados (con líneas punteadas), se observa el grado de similitud entre los distritos que conforman cada grupo, esto debido a que el eje horizontal (*Height*) lo indica. De forma detallada, los puntos de unión con un menor valor en *Height* presentan una mayor similitud entre los mismos y viceversa.

El análisis de residuos orgánicos muestra una alta disimilitud (*Height*  $\approx 6$ ) entre el Grupo 1 y el Grupo 2, indicando una clara separación entre ambos. El distrito de La Victoria (Grupo 3) presenta la mayor disimilitud (*Height*  $> 6$ ) respecto a los demás, comportándose como un dato atípico. Internamente, tanto el Grupo 1 como el Grupo 2 exhiben alta similitud (distancias menores a 3); por ejemplo, en el Grupo 1, se observó la mayor similitud entre Puente Piedra y Ancón (ambos, estrato medio bajo), y una buena similitud entre Surco y San Borja (ambos, estrato alto). Curiosamente, también hubo alta similitud entre La Molina (estrato alto) y Pucusana (estrato bajo). En el Grupo 2, la mayor similitud se dio entre Villa María del Triunfo y Chaclacayo (ambos, estrato medio).

En cuanto a los residuos inorgánicos, se observó una alta disimilitud (*Height*  $\approx 5$ ) entre los grupos, lo que indica que están bien separados. Sin embargo, al interior de cada grupo, la similitud es alta (distancias menores a 2). Específicamente, en el Grupo 1 se formó un subgrupo muy cohesionado con alta similitud, ejemplificado por la estrecha unión entre Puente Piedra (estrato medio bajo) y Ate (estrato bajo), que a su vez se asemejaron a San Borja (estrato alto), Pucusana (estrato bajo) y Santa Anita (estrato medio). Este subgrupo mostró a su vez una estrecha similitud con otro subagrupamiento conformado por San Bartolo e Independencia (ambos, estrato medio), resultando en una estructura grupal muy compacta.

De manera similar a lo anterior, la unión de los subgrupos formados por Punta Hermosa (estrato bajo) con Lurín (estrato medio bajo) y Villa María del Triunfo (estrato medio) con Los Olivos (estrato medio alto) también exhibe una buena cohesión en la generación de residuos inorgánicos. Es notable la buena similitud entre Miraflores (estrato alto) y Lima (estrato medio). Dentro del Grupo 2, llama la atención que La Molina (estrato alto) muestre mayor similitud con Ancón (estrato medio bajo) que con otros distritos de

estrato alto (Surco, Surquillo, San Isidro). Finalmente, la mayor similitud en el Grupo 3 se da entre San Luis y Chorrillos (ambos, estrato medio alto).

En general, para los residuos orgánicos, la mayor similitud se observa en distritos con estratos socioeconómicos iguales o próximos. En contraste, para los residuos inorgánicos, esta relación es menos frecuente, ya que la mayor similitud se presenta a menudo entre distritos de estratos socioeconómicos distantes.

Respecto a las estadísticas descriptivas al interior de cada clúster (agrupamiento), tanto de residuos orgánicos como inorgánicos, se observaron diferencias en la generación per cápita entre los grupos formados para los tipos de residuos de estudio (Tablas 1 y 2).

**Tabla 1. Comparativo de estadísticos de los grupos de distritos, niveles de residuos inorgánicos anuales (kg/hab.)**

Grupos	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
1	45.1	44.6	7.62	32.2	64.2
2	62.9	61.2	2.87	60.3	66.6
3	63.3	64.2	3.30	58.8	66.1

Elaboración propia

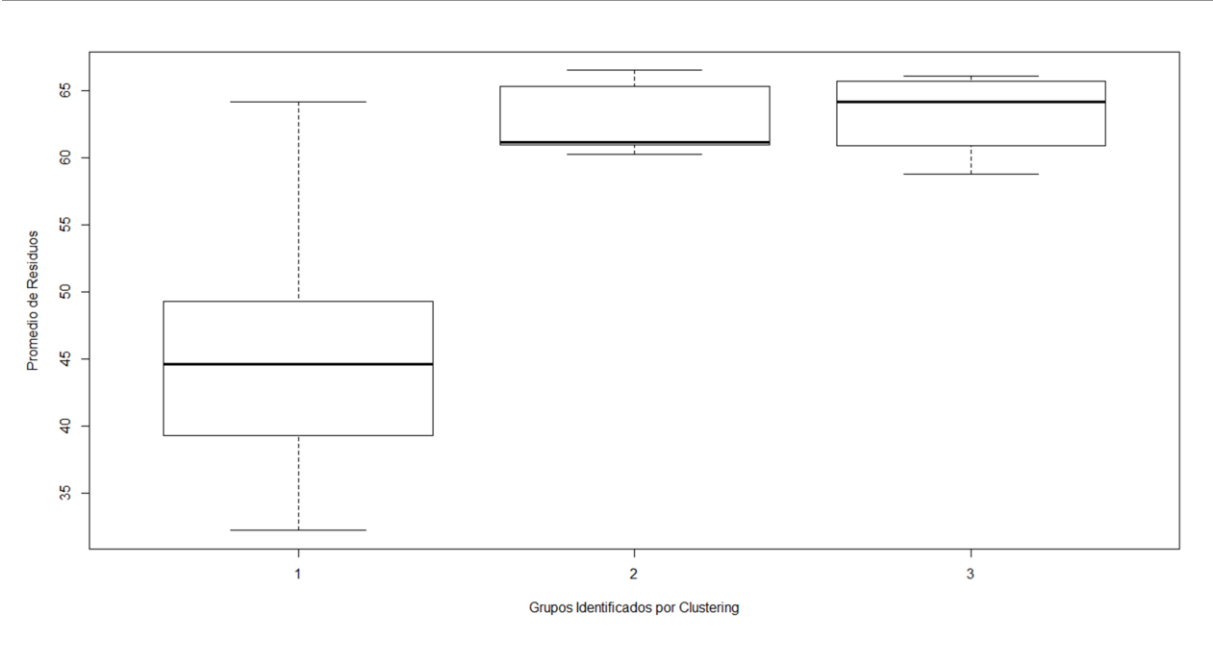
**Tabla 2. Comparativo de estadísticos de los grupos de distritos, niveles de residuos orgánicos anuales (kg/hab.)**

Grupos	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
1	155	152	13.5	141	176
2	123	123	13.1	90.4	147

Elaboración propia

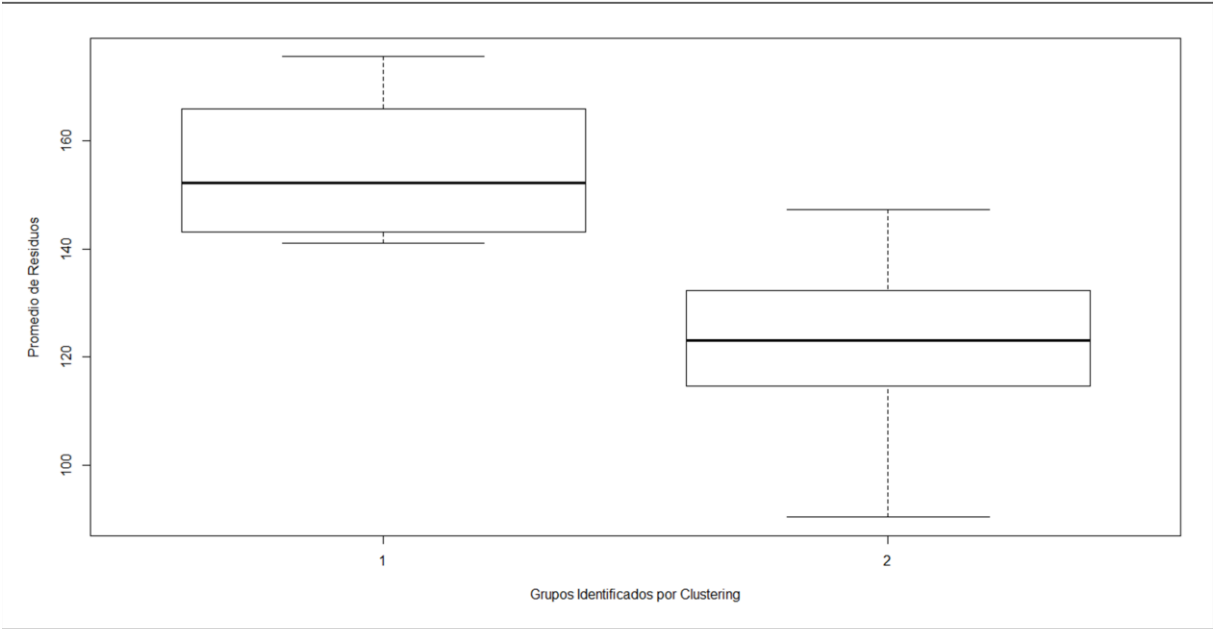
Se validaron las diferencias entre los clústeres mediante pruebas no paramétricas. Para los residuos orgánicos, la prueba de Mann-Whitney confirmó que el Grupo 1 ( $M=154.86$ ) genera una cantidad per cápita significativamente mayor que el Grupo 2 ( $M=122.96$ ), con  $t(40)=6.17$ ,  $p<.001$ . En cuanto a los residuos inorgánicos, la prueba de Kruskal-Wallis reveló diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos ( $\chi^2(2) = 18.48$ ,  $p < .001$ ). Una prueba post-hoc de Dunn indicó que los Grupos 2 y 3 no presentan diferencias significativas entre ellos ( $p=1.000$ ), pero ambos difieren significativamente del Grupo 1 ( $p=.001$  y  $p=.003$ , respectivamente).

**Figura 3. Diagrama de cajas de los niveles promedio de la generación per cápita anual de residuos inorgánicos del Grupo 1, Grupo 2 y Grupo 3**



Elaboración propia.

**Figura 4. Diagrama de cajas de los niveles promedio de la generación per cápita anual de residuos orgánicos del Grupo 1 y Grupo 2**



Elaboración propia.

### 3.2 Análisis de factores socioeconómicos entre los grupos identificados

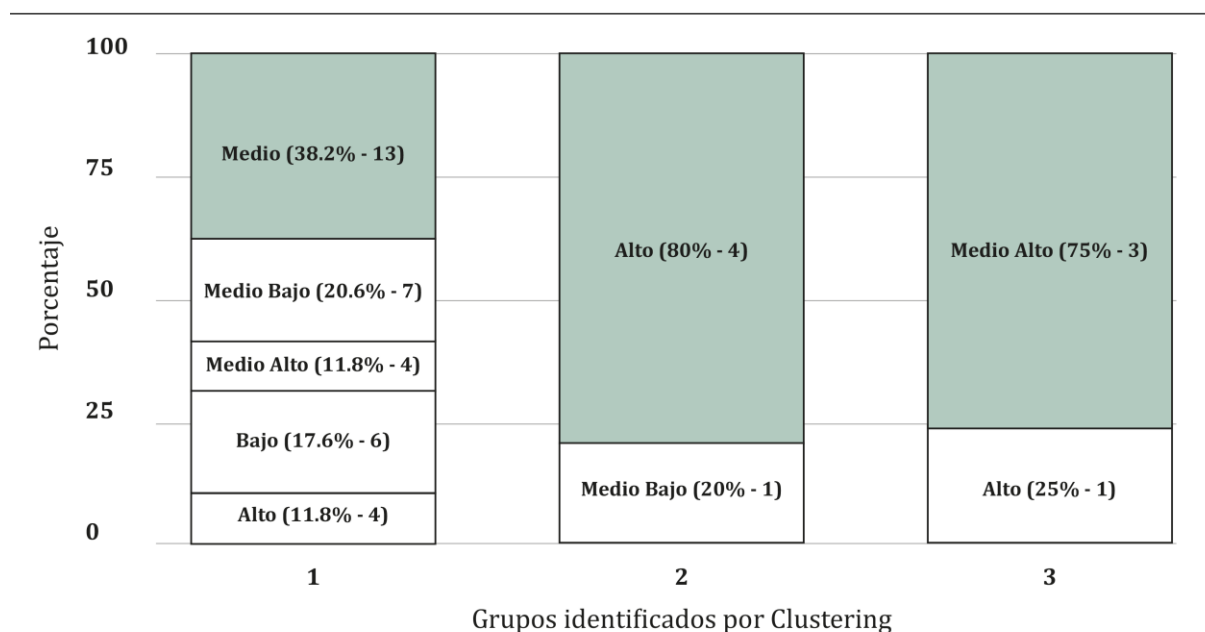
Respecto a los residuos inorgánicos, el análisis de correlación de Spearman reveló una asociación positiva, moderada y estadísticamente significativa entre el ingreso per cápita promedio y la generación de residuos inorgánicos promedio ( $\rho = 0.49$ ,  $p = 0.001$ ). Este resultado indica que los distritos con mayores niveles de ingreso tienden a generar una mayor cantidad de residuos inorgánicos. La fuerza moderada de la correlación sugiere que el ingreso es un factor relevante, pero no el único, en la generación de este tipo de residuos para los distritos.

**Tabla 3. Comparativo de estadísticos, niveles de residuos inorgánicos para variables socioeconómicas**

Característica socioeconómica	Grupo 1 (Mediana [IQR])	Grupo 2 (Mediana [IQR])	Grupo 3 (Mediana [IQR])	Kruskal-Wallis (p-valor)	Diferencias significativas (post-Hoc Dunn)
Ingreso per cápita (IPC)	S/ 1 493 [1,376 - 1,550]	S/ 1 628 [1,585 - 1,746]	S/ 1 730 [1,639 - 1,845]	Sin diferencia ( $p = 0.057$ )	No aplica
Años de estudio	9.2 años [8.6 - 10]	11.7 años [11.2 - 11.9]	11.1 años [10.4 - 11.8]	Significativa ( $p = 0.041$ )	Ninguna ( $p > 0.05$ )
Pobreza monetaria	14.8% [7.93 - 18.3]	1.2% [1.2 - 2.7]	3.6% [1.4 - 7]	Significativa ( $p = 0.050$ )	Ninguna ( $p > 0.05$ )
Analfabetismo	3,216 [271 - 5,757]	758 [519 - 1,060]	1,368 [347 - 1,628]	Sin diferencia ( $p = 0.500$ )	No aplica

Elaboración propia

En relación a la identificación de diferencias a nivel de las variables socioeconómicas (Tabla 3) entre los grupos de estudio (Grupo 1, Grupo 2 y Grupo 3), se observó, en general, semejanza entre los Grupos 2 y 3, y diferencias de estos dos grupos respecto al Grupo 1. De manera específica, se observa que los Grupos 2 y 3 presentan un mayor ingreso per cápita y una menor población analfabeta respecto al Grupo 1; sin embargo, no presentan diferencias significativas en estos dos casos. Adicionalmente, presentaron (los Grupos 2 y 3) mayores niveles en los años de estudio y menores niveles de pobreza monetaria, en comparación con el Grupo 1. El análisis de Kruskal-Wallis muestra que, respecto a dichas variables, los grupos difieren significativamente de forma global. Aunque, al realizar las comparaciones por pares mediante la prueba post-hoc de Dunn con corrección de Bonferroni, no se encontró una diferencia significativa entre ningún par de grupos específicos (todos los p-ajustados  $> 0.05$ ) (Tabla 3).

**Figura 5. Comparativo de estratos socioeconómicos, generación per cápita anual de residuos inorgánicos**

Nota. Comparativo de estratos socioeconómicos en los grupos identificados en los distritos de la provincia de Lima según su generación per cápita anual de residuos inorgánicos (kg/hab.). Se muestra estrato socioeconómico, porcentaje de representatividad dentro del grupo y número de distritos del estrato. Elaboración propia.

Según la Figura 5, el Grupo 1, que muestra la menor generación per cápita, está representado predominantemente por el estrato medio (donde se ubican todos sus distritos) y la mayoría del estrato medio bajo (7 de 8 distritos), además de la totalidad del estrato bajo (6 distritos). En contraste, los grupos de mayor generación, Grupo 2 y Grupo 3, contienen principalmente distritos de estratos alto y medio alto. Es notable la disparidad en la generación, incluso dentro del mismo estrato: el alto tiene casi la misma cantidad de distritos en el Grupo 1 (4) que en los Grupos 2 y 3 combinados (5), y el estrato medio alto se divide entre 4 distritos en el Grupo 1 (baja generación) y 3 en el Grupo 3 (alta generación), lo que indica una marcada diferencia en la generación per cápita en estos estratos.

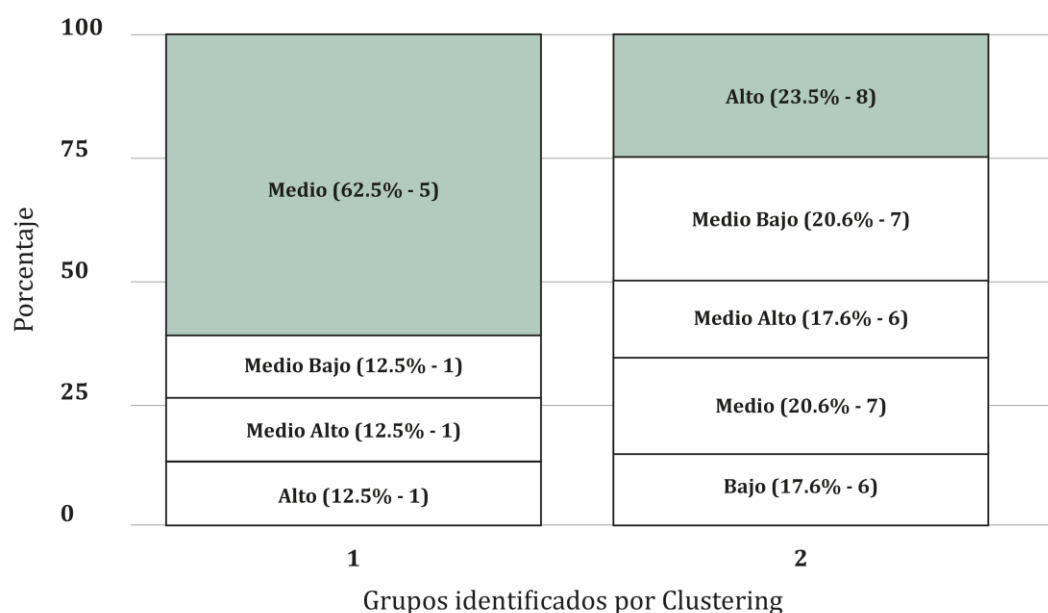
Respecto a los residuos orgánicos, se encontró una correlación de Spearman positiva, débil pero estadísticamente significativa, entre el ingreso per cápita promedio y la generación de residuos orgánicos promedio ( $\rho = 0.31$ ,  $p = 0.047$ ). Esto sugiere que los distritos con mayores ingresos tienden a generar una mayor cantidad de residuos orgánicos, aunque la fuerza de esta asociación es modesta para los distritos.

**Tabla 4. Comparativo de estadísticos, niveles de residuos orgánicos**

Característica socioeconómica	Grupo 1 (Mediana [IQR])	Grupo 2 (Mediana [IQR])	Prueba U de Mann-Whitney (p-valor)
Ingreso per cápita (IPC)	S/ 1496 [1416 - 1559]	S/ 1490 [1379 - 1772]	Ninguna (p = .838)
Años de estudio	9.5 años [8.83 - 10.1]	9.3 años [8.62 - 11.5]	Ninguna (p = .911)
Pobreza monetaria	8.85% [7.7 - 16.7]	12.4% [1.88 - 19.0]	Ninguna (p = .631)
Analfabetismo	2098 [534 - 3300]	799 [271 - 5112]	Ninguna (p = 1.000)

En relación con la identificación de diferencias entre los grupos hallados (Grupo 1 y Grupo 2) a niveles de las variables socioeconómicas (Tabla 4), no se observó diferencia de forma significativa entre los grupos. A nivel del rango intercuartil (IQR), se observó que el Grupo 1 está contenido en el Grupo 2 en todas las variables estudiadas, es decir, el 50% de los datos centrales del Grupo 1 se encuentran en el 50% de los datos centrales del Grupo 2, de ahí que sea entendible por qué no hay diferencia significativa entre ambos grupos.

**Figura 6. Comparativo de estratos socioeconómicos, generación per cápita anual de residuos orgánicos**



Nota: En el gráfico se ve el comparativo en los grupos identificados en los distritos de la provincia de Lima según su generación per cápita anual de residuos orgánicos (kg/hab.). Se muestra estrato socioeconómico, porcentaje de representatividad dentro del grupo y número de distritos del estrato.

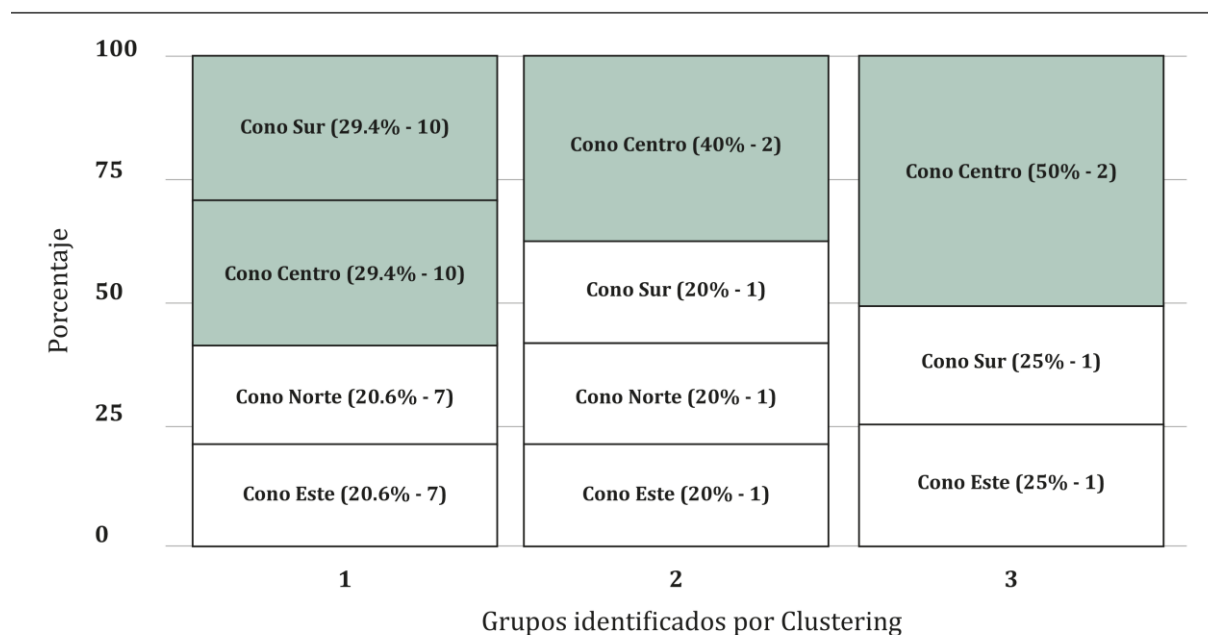
Elaboración propia.



Como se observa en la Figura 6, se puede afirmar que, en general, el grupo que más generación per cápita tiene (Grupo 1) está representado por aquellos distritos de estrato socioeconómico medio, mientras que aquellos que menor generación per cápita presentan están representados por el estrato alto (Grupo 2). Se observa que la cantidad de distritos presentes del estrato medio, en el Grupo 1 (5 distritos), es cercana a la que hay en el Grupo 2 (7 distritos). Por lo que se puede afirmar que el estrato mencionado presenta un marcado contraste en su generación per cápita de residuos orgánicos. Adicionalmente, el estrato medio bajo, en su mayoría (7 distritos), se ubica en el Grupo 2, mientras que solo 1 de sus distritos se ubica en el Grupo 1, mostrando que en el estrato hay marcada disparidad en su generación per cápita. Finalmente, es de resaltar que la totalidad de distritos del estrato bajo (6 distritos) se ubica en el grupo que menor generación presenta (Grupo 2).

### 3.3 Análisis de factores geográficos entre los grupos identificados

**Figura 7. Comparativo de zonas geográficas, generación per cápita anual de residuos inorgánicos**

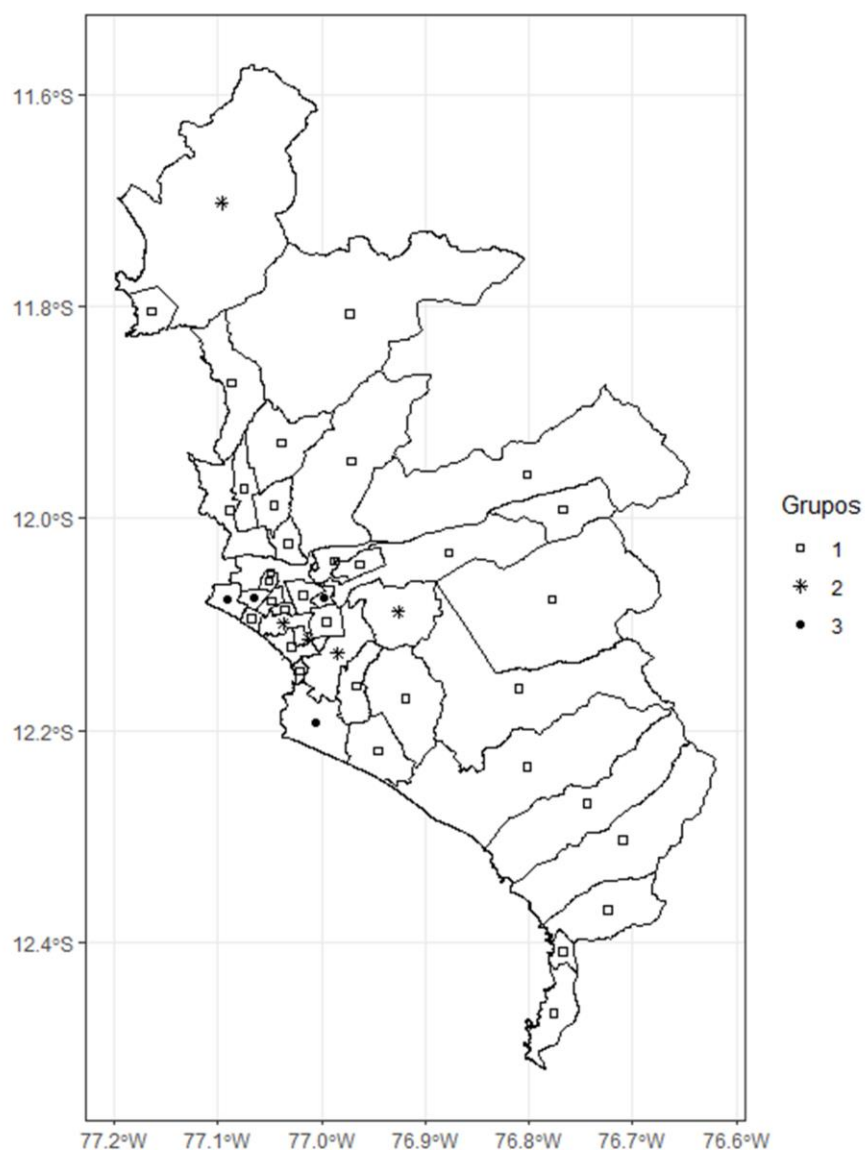


Nota. Comparativo de zonas geográficas en los grupos identificados en los distritos de la provincia de Lima según su generación per cápita anual de residuos inorgánicos (kg/hab.). Se muestra zona geográfica, porcentaje de representatividad dentro del grupo y número de distritos de la zona.

Elaboración propia.

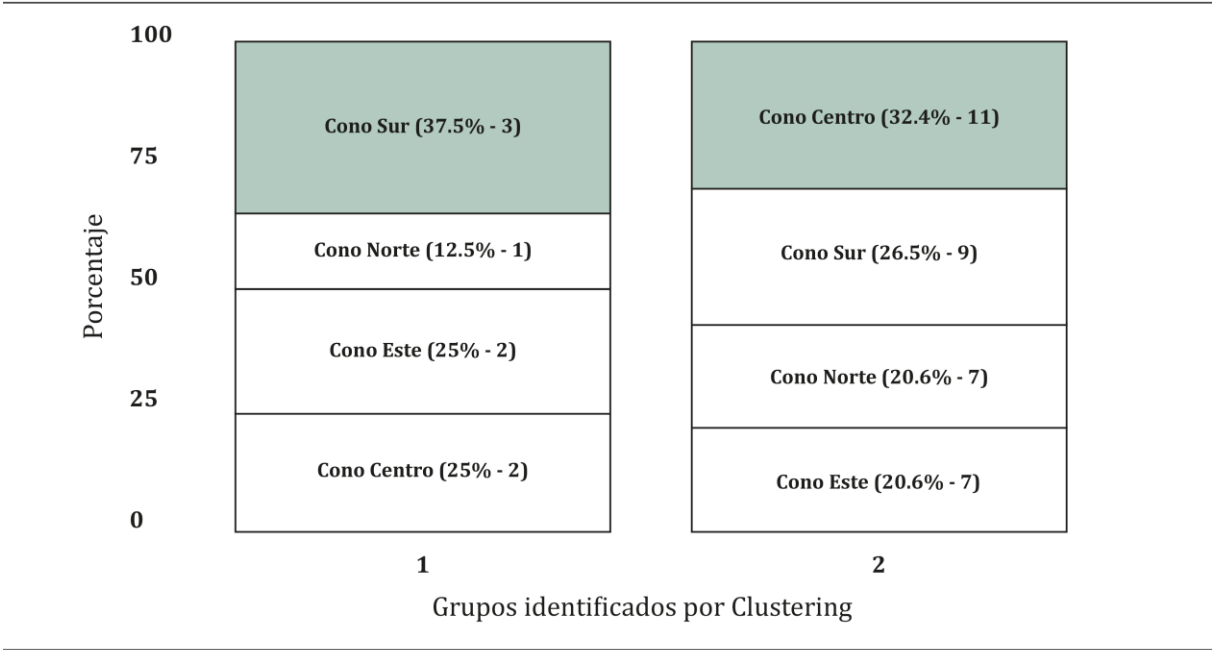
Según la Figura 7, los grupos de mayor generación per cápita de residuos inorgánicos (Grupos 2 y 3) están representados principalmente por solo 4 distritos del Cono Centro. En contraste, la mayoría de los distritos de dicho cono, junto con la mayoría del Cono Sur, conforman el Grupo 1, que presenta la menor generación. Esta distribución sugiere una marcada disparidad en la generación per cápita de residuos inorgánicos dentro del mismo Cono Centro.

**Figura 8. Mapa de los distritos de la provincia de Lima, residuos inorgánicos**



Nota. Mapa segmentado según su zona geográfica y etiquetado según la generación per cápita anual de residuos inorgánicos.  
Elaboración propia.

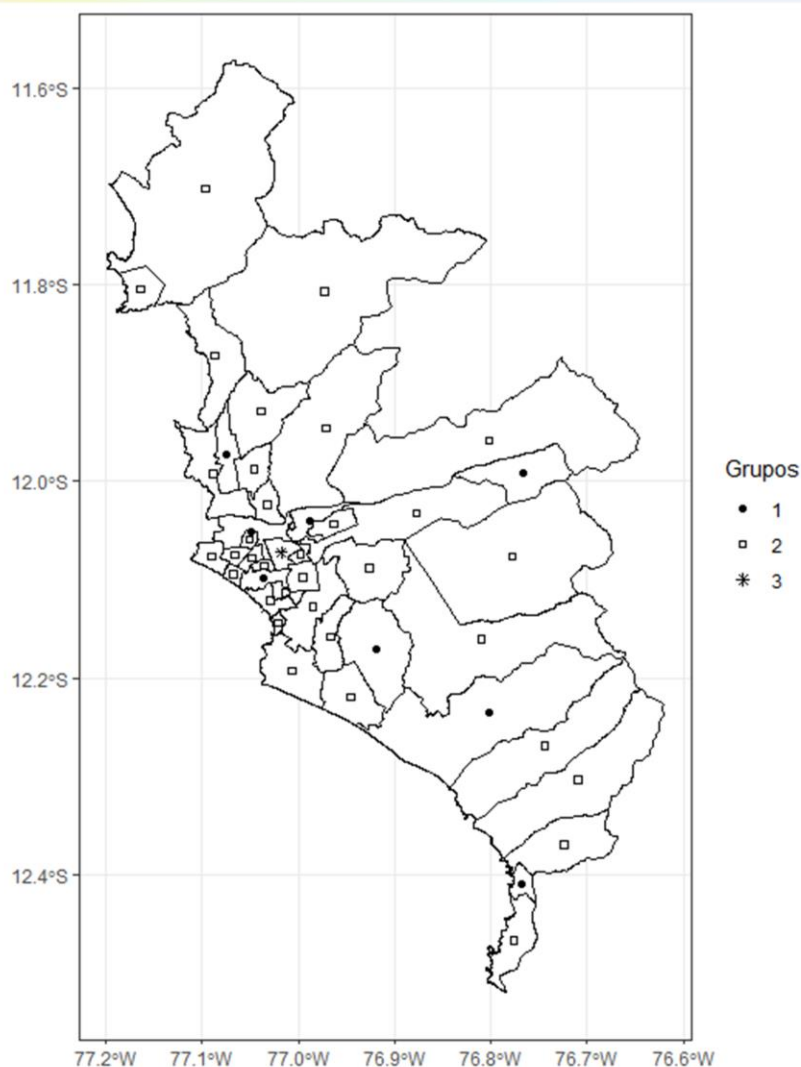
**Figura 9. Comparativo de zonas geográficas, generación per cápita anual de residuos orgánicos**



Nota. Comparativo de zonas geográficas en los grupos identificados en los distritos de la provincia de Lima según su generación per cápita anual de residuos orgánicos (kg/hab.). Se muestra zona geográfica, porcentaje de representatividad dentro del grupo y número de distritos de la zona.  
Elaboración propia.

En la Figura 9 se observa que, en general, los grupos que más generan están en su mayoría representados por los distritos del Cono Sur, mientras que el grupo que menos genera lo está por los distritos del Cono Centro. De forma detallada, se observa que los distritos del Cono Sur, con solo 3 distritos, representan a la mayoría de los que más generación per cápita tienen (Grupo 1). Mientras que la mayoría de los distritos de dicho cono forman parte del grupo que menos residuos per cápita genera (Grupo 2). Por otro lado, el Grupo 2 se encuentra representado por la mayoría de los distritos del Cono Centro y solo unos pocos de este cono se encuentran en el Grupo 1. Esto muestra una marcada disparidad en la generación per cápita dentro del Cono Sur y Cono Centro.

**Figura 10. Mapa de los distritos de la provincia de Lima, residuos orgánicos**



Nota. Mapa segmentado según su zona geográfica y etiquetado según la generación per cápita anual de residuos orgánicos. Elaboración propia.

## 4. Discusión

### 4.1 Sobre los agrupamientos

El objetivo principal fue identificar agrupamientos de distritos de la provincia de Lima basándose en los niveles anuales (2014-2024) de generación per cápita (kg/hab.) de residuos sólidos domiciliarios aprovechables (orgánicos e inorgánicos). Los datos confirmaron la existencia de tres agrupamientos para los residuos inorgánicos y, tras excluir un grupo atípico, dos grupos efectivos para los orgánicos. Estos grupos se validaron con los promedios anuales de generación per cápita. A un nivel más detallado, se identificaron subagrupamientos que demuestran la mayor similitud en los niveles de residuos: notablemente, en los residuos orgánicos, los distritos con mayor similitud tendían a pertenecer al mismo estrato socioeconómico o a uno semejante; sin embargo, esta clara relación no se encontró en los subagrupamientos de residuos inorgánicos.

Al comparar los grupos que generan mayor cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos, se confirma que, para la provincia de Lima, los distritos con altos niveles de residuos orgánicos no suelen ser los mismos que los de residuos inorgánicos. La única excepción es San Isidro (estrato alto), que se ubica en los grupos de mayor nivel para ambos tipos de residuos (orgánicos: Grupo 1; inorgánicos: Grupo 2). Este hallazgo en San Isidro se alinea con la asociación positiva entre el ingreso per cápita y la generación de residuos, ya que el 100% de su población pertenece al estrato alto (INEI, 2020), con el rango de ingreso per cápita por hogar más elevado (S/ 2412 a más).

## 4.2 Sobre los factores socioeconómicos

El estudio identificó una relación positiva y significativa entre el ingreso per cápita y la generación per cápita de residuos orgánicos e inorgánicos. Si bien esta asociación concuerda con los hallazgos de Vieira & Matheus (2018) en São Paulo, Brasil, e Hidalgo et al. (2019) en Guayaquil, Ecuador, la correlación encontrada para la provincia de Lima fue clasificada como débil o moderada.

Las diferencias en los agrupamientos de residuos, especialmente en los residuos inorgánicos (Grupos 2 y 3), se reflejaron en diferencias en los factores socioeconómicos (ver Tabla 3). Estos grupos mostraron mayores medianas y rangos intercuartiles en ingreso per cápita y años de estudio, junto con menores niveles de pobreza monetaria y analfabetismo. Aunque las diferencias no fueron significativas, se reconoce que un mayor ingreso per cápita favorece la generación de residuos (Vieira & Matheus, 2018). Si bien este estudio sugiere una asociación entre más años de estudio y mayor generación de residuos, Vieira & Matheus (2018) advierten que los años de estudio a menudo están correlacionados con el ingreso per cápita, siendo este último el factor principal detrás de la generación de residuos. Por otro lado, en los residuos orgánicos, el rango intercuartil (IQR) de los factores socioeconómicos del Grupo 1 se encontró concentrado en el medio del rango intercuartil de los mismos factores en el Grupo 2.

Una limitación del estudio fue asignar a cada distrito el estrato socioeconómico más predominante, simplificando la realidad donde coexisten los cinco estratos. No obstante, esta categorización fue crucial para interpretar los resultados y establecer un enfoque socioeconómico en la generación de residuos sólidos, especialmente porque se identificó que el ingreso per cápita influye significativamente en la generación. En el análisis de residuos inorgánicos, esta simplificación reveló una clara relación: el Grupo 1 (menor generación) estuvo representado por el estrato medio, mientras que los Grupos 2 y 3 (mayor generación) lo estuvieron por los estratos alto y medio alto, respectivamente. Esta tendencia se reforzó al observar que el Grupo 1 presentó factores socioeconómicos menos favorables (menor ingreso per cápita, etcétera) que los Grupos 2 y 3 (Tabla 3), y al hallarse que la totalidad de los distritos del estrato bajo se ubicaron en el Grupo 1 (menor generación).

La presencia de distritos de estrato alto en el Grupo 1 (menor generación de residuos inorgánicos) se explica por sus exitosos programas de gestión. Miraflores es un caso de éxito local en segregación y recolección (Marticorena Dominguez, 2020) y San Borja muestra una madurez «media alta» en el cumplimiento de su programa (Ruiz Philipps, 2024). Esto sugiere que los demás distritos de estrato alto en el Grupo 1 también obtienen mejores resultados en sus estrategias de residuos inorgánicos que los de los Grupos 2 y 3. Por otro lado, existe contraste en el estrato medio alto: el Grupo 3 (alta generación) incluye 3 distritos (Chorrillos, Pueblo Libre y San Luis), mientras que el Grupo 1 (baja generación) contiene 4 distritos (Barranco, Breña, Lince y Los Olivos). Específicamente, la alta generación en San Luis podría deberse a deficiencias en su gestión de residuos sólidos, como la falta de optimización de recorridos y recursos (Alcantara Vicente, 2024).

Respecto a los residuos orgánicos, el Grupo 1, aunque minoritario (8 frente a 34 del Grupo 2), mostró una generación per cápita de residuos significativamente mayor, con una clara correspondencia con el estrato socioeconómico. El Grupo 1 se compone principalmente del estrato medio, que posee suficiente poder adquisitivo para generar altos niveles de residuos. En contraste, el Grupo 2, con un mayor rango de ingreso per cápita (IQR: 1379-1772 soles/hab.) que abarca todos los estratos, incluye la totalidad del estrato bajo (con menor poder adquisitivo) y la mayoría del estrato alto (donde el compostaje podría reducir la generación de residuos), explicando así su menor producción media. Esta composición se refleja en que el Grupo 1 tiene un IQR de ingreso per cápita más concentrado (IQR: 1416-1559 soles/hab.) en el estrato medio. A pesar de tener menos distritos en los estratos medio (5) y alto (1) en comparación con el Grupo 2 (7 y 8 distritos, respectivamente), los distritos que componen el Grupo 1 generan un nivel per cápita de residuos orgánicos superior de forma notable y particular.

### **4.3 Sobre los factores geográficos**

En el caso de los residuos inorgánicos, la distribución geográfica es contrastante, concentrando los distritos de mayor generación per cápita (Grupos 2 y 3) principalmente en el Cono Centro (ver Figura 7) y, espacialmente, en la zona central de la provincia de Lima, siendo —con la excepción de Ancón— relativamente contiguos, por un lado, San Miguel y Pueblo Libre, y, por otro, San Isidro, Surquillo, Surco, Chorrillos y La Molina (ver Figura 8). Por el contrario, en los residuos orgánicos, aunque la distribución por conos también es contrastante (ver Figura 9), los distritos de mayor generación no se concentran, sino que se encuentran dispersos de forma casi proporcional entre los 4 conos, presentando solo 2 casos de contigüidad (Lima Cercado y El Agustino) (ver Figura 10).

## 5. Conclusiones

El estudio identificó, basándose en la generación anual per cápita de residuos sólidos (kg/hab.) en la provincia de Lima, tres grupos de distritos para los residuos inorgánicos y tres grupos para los residuos orgánicos (este último reducido a dos grupos efectivos al excluir un valor atípico). Se demostró que estos grupos presentaban diferencias significativas en los niveles promedio de generación anual per cápita, aunque estas diferencias no se tradujeron en una disparidad sustancial a nivel de los factores socioeconómicos entre los grupos de distritos formados para cada tipo de residuo. Se identificó en la provincia de Lima una asociación positiva y significativa entre el ingreso per cápita y los niveles de residuos orgánicos (intensidad débil) e inorgánicos (intensidad moderada), lo que sugiere la necesidad de considerar más variables en la generación per cápita de residuos en los distritos. Asimismo, en los residuos inorgánicos, se observó una relación entre los grupos que más generan (Grupo 2 y 3) con los estratos socioeconómicos alto y medio alto; mientras que, en los residuos orgánicos, el grupo que más genera (Grupo 1) se relacionó con el estrato medio.

Se constató que los esfuerzos para el aprovechamiento y la minimización de residuos inorgánicos deben enfocarse en la zona geográfica central de la provincia de Lima, dada la alta generación en esta área y la proximidad de los distritos que la conforman, un factor clave para futuras estrategias.

La segmentación de distritos basada en los niveles de residuos sólidos domiciliarios aprovechables, junto con el análisis de su relación con el ingreso per cápita y otras variables socioeconómicas y geográficas, ofrece una comprensión detallada de la realidad local y una herramienta valiosa para la gestión de residuos en la provincia de Lima.

## Referencias

- Alcantara Vicente, D. A. (2024). *Análisis y optimización de las rutas de recolección de residuos sólidos en un distrito de Lima Metropolitana* [Tesis de ingeniero industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Ariza, N. S. F. (2016). Manejo y separación de residuos sólidos urbanos. Análisis comparativo entre Madrid (España) y el distrito especial industrial y portuario de Barranquillas (Colombia). *Observatorio Medioambiental*, 19, 197. <https://doi.org/10.5209/OBMD.54168>
- Cruz, N. (28-31 de octubre de 2018). Comparativo de la gestión de residuos sólidos en Belo Horizonte (Brasil) y San José (GAM) (Costa Rica) [Presentación en papel]. XXXVI Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Guayaquil, Ecuador.
- Cleophas, T. J. & Zwinderman, A. H. (2016). Non-parametric Tests for Three or More Samples (Friedman and Kruskal-Wallis). *Clinical Data Analysis on a Pocket Calculator*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-27104-0\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-319-27104-0_34)
- Dunn, O. J. (1964). Multiple Comparisons Using Rank Sums. *Technometrics*, 6(3), 241-252. <https://doi.org/10.1080/00401706.1964.10490181>



INEI (17 de enero de 2024). Población de la provincia de Lima supera los 10 millones 292 mil habitantes. [www.gob.pe/institucion/inei/noticias/894611-poblacion-de-la-provincia-de-lima-supera-los-10-millones-292-mil-habitantes](https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/894611-poblacion-de-la-provincia-de-lima-supera-los-10-millones-292-mil-habitantes) del Estado Peruano

INEI (2020). *Planos Estratificados de Lima Metropolitana a Nivel de Manzanas: Según ingreso per cápita del hogar*.

INEI (2018). *Provincia de Lima: Resultados definitivos. Tomo I*.

INEI (1996). *Anexo Metodológico. Proyectos del INEI*. <https://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0058/anexomet.htm>

INEI (s. f.). Sistema de Información Distrital para la Gestión Pública. <https://estadist.inei.gob.pe/report>

Instituto Peruano de Economía (26 de noviembre de 2021). IDH y Componentes 2003-2019. <http://www.ipe.org.pe/portal/indice-de-desarrollo-humano-idh/org.pe>

Marticorena Dominguez, M. C. (2020). *Factores clave para transitar hacia una gestión integral de los residuos sólidos: análisis de la gestión de residuos en la Provincia de Lima (Perú), en la región Flandes (Bélgica) y en los casos locales de éxito de Miraflores* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].

MINAM (2021). Guía para implementar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos. Resolución Ministerial N.º 138-2021-MINAM - Normas y documentos legales - Ministerio del Ambiente - Plataforma del Estado Peruano

Mora Ballén, L. F. (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* [Tesis de grado de Pre grado, Universidad de La Salle]. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/1895](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1895)

Niño, F. A. P. (2020). *Introducción al análisis clúster: una aplicación en la clasificación de campos petroleros*. Industrial University of Santander.

Preciado, E. & Lara, E. (2022). *Principales Deficiencias a la Aplicación de la Política de la Gestión de Residuos Sólidos en Lima y el Callao* [Tesis de Maestría, Universidad del Pacífico].

Ruiz Philipps, C. A. (2024). *Bases para la mejora de los programas de segregación en fuente de los residuos sólidos domiciliarios: Una matriz de evaluación de nivel de madurez, a partir del análisis de los estudios de caso en San Borja y La Victoria* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú].

Seminario, B. & Zegarra Díaz, M. A. (Julio de 2014). Las tendencias de largo plazo de la desigualdad regional en el Perú, 1827-2007 [Presentación en papel]. IV Congreso Latinoamericano de Historia Económica, Bogotá, Colombia.

Vieira, V. H. A. de M. & Matheus, D. R. (2018). The impact of socioeconomic factors on municipal solid waste generation in São Paulo, Brazil. *Waste Management & Research*, 36(1), 79-85. <https://doi.org/10.1177/0734242X17744039>

Wollmann, C. (2015). *Análisis de la gestión de los residuos sólidos en Brasil. Una comparativa entre las diez ciudades más grandes del país* [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://core.ac.uk/download/pdf/41794263.pdf>

#### **Declaración de posibles conflictos de intereses**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés que pueda influir en los resultados o conclusiones presentados en este estudio.

#### **Rol en la investigación según la clasificación (CRediT):**

- **Aldo Manuel Yactayo-Flores**  
Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, redacción-borrador y redacción-edición.
- **Alberto Huiman Cruz**  
Curación de datos, análisis formal, redacción-borrador.
- **Ivonne Fanny Reyes-Mandujano**  
Curación de datos, análisis formal, metodología, investigación, redacción-borrador.

**Aldo Manuel Yactayo-Flores**

Biólogo, tesista de posgrado en el programa de Ciencias Ambientales (Facultad de geología) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

**Correo:** aldo.yactayo.flores.1@gmail.com

**Alberto Huiman Cruz**

Doctor en Ciencias Ambientales y Ordenamiento Ambiental del Territorio-Ingeniero Geógrafo por la UNMSM. Calificado como Experto Internacional de Residuos por la International Solid Waste Association (ISWA).

**Correo:** ahuimanc@unmsm.edu.pe

**Ivonne Fanny Reyes-Mandujano**

PhD. en Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable por la Universidad Nacional Agraria La Molina. Investigadora del Instituto Nacional de Salud, Perú.

**Correo:** ivonnefanny@gmail.com

**Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente.**

N° 16 julio – diciembre 2025. E-ISSN: 2709 – 3689

---

**Cómo citar:** Yactayo-Flores, A. M., Huiman Cruz, A., & Reyes-Mandujano, I. F. Agrupamiento de los distritos de la provincia de Lima, Perú, por similitud en los niveles de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) domiciliarios aprovechables. *Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente*, (16), D-010. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202502.D010>

---