

**CLASIFICACIÓN DE LAS PROVINCIAS ECUATORIANAS SEGÚN LAS PRINCIPALES
CAUSAS DE MORTALIDAD MEDIANTE ANÁLISIS DE CLÚSTER**
**CLASSIFICATION OF ECUADORIAN PROVINCES ACCORDING TO THE MAIN
CAUSES OF MORTALITY USING CLUSTER ANALYSIS**

Autor: ¹Gustavo David Robalino Múñiz.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-3538-7291>

¹E-mail de contacto: grobalinom@unemi.edu.ec

Afiliación: ¹*Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador).

Artículo recibido: 1 de Noviembre del 2025

Artículo revisado: 3 de Noviembre del 2025

Artículo aprobado: 10 de Noviembre del 2025

¹Ingeniero en Marketing graduado de la Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador). Magíster en Estadística mención en Gestión de la Calidad y Productividad otorgado de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, (Ecuador).

Resumen

El presente estudio analizó las principales causas de mortalidad en las 24 provincias del Ecuador mediante el uso del análisis de clúster K-means, empleando datos oficiales del Registro Estadístico de Defunciones Generales 2023. Se adoptó un enfoque cuantitativo y multivariado, basado en la normalización Z-score y en la determinación del número óptimo de agrupamientos mediante el método del codo, lo que permitió identificar tres clústeres diferenciados según la magnitud relativa de la mortalidad provincial. Los resultados evidenciaron que el primer clúster presentó valores inferiores al promedio nacional en todas las variables, con medias normalizadas negativas que oscilaron entre -0.30 y -0.36 , reflejando provincias con mortalidad baja o moderada. El segundo clúster mostró valores significativamente superiores, especialmente en enfermedades cerebrovasculares (1.16), accidentes de tránsito (1.10) y enfermedades isquémicas (0.93), lo que evidencia un riesgo epidemiológico alto asociado a urbanización y movilidad. El tercer clúster, conformado únicamente por la provincia del Guayas, presentó valores críticos en todas las causas analizadas, con medias que superaron las 3.7 desviaciones estándar y alcanzaron hasta 4.35 en homicidios, evidenciando un problema epidemiológico severo. Estos hallazgos confirman la existencia de desigualdades territoriales marcadas y muestran que el análisis de clúster constituye una herramienta robusta para identificar patrones de riesgo,

fortalecer la vigilancia epidemiológica y orientar la planificación sanitaria diferenciada.

Palabras clave: Mortalidad, Clúster, Epidemiología.

Abstract

This study analyzed the main causes of mortality in Ecuador's 24 provinces using K-means cluster analysis, employing official data from the 2023 General Death Statistics Registry. A quantitative, multivariate approach was adopted, based on Z-score normalization and determining the optimal number of clusters using the elbow method. This allowed for the identification of three distinct clusters according to the relative magnitude of provincial mortality. The results showed that the first cluster presented values below the national average for all variables, with negative normalized means ranging from -0.30 to -0.36 , reflecting provinces with low or moderate mortality. The second cluster showed significantly higher values, especially for cerebrovascular diseases (1.16), traffic accidents (1.10), and ischemic diseases (0.93), indicating a high epidemiological risk associated with urbanization and mobility. The third cluster, comprised solely of the Guayas province, presented critical values in all the analyzed causes, with means exceeding 3.7 standard deviations and reaching up to 4.35 in homicides, evidencing a severe epidemiological problem. These findings confirm the existence of marked territorial inequalities and show that cluster analysis is a robust tool for identifying risk patterns,

strengthening epidemiological surveillance, and guiding differentiated health planning.

Keywords: Mortality, Cluster, Epidemiology.

Sumário

Este estudo analisou as principais causas de mortalidade nas 24 províncias do Equador utilizando a análise de agrupamento K-means, empregando dados oficiais do Registro Geral de Estatísticas de Óbitos de 2023. Adotou-se uma abordagem quantitativa multivariada, baseada na normalização por escore Z e na determinação do número ideal de agrupamentos pelo método do cotovelo. Isso permitiu a identificação de três agrupamentos distintos de acordo com a magnitude relativa da mortalidade provincial. Os resultados mostraram que o primeiro agrupamento apresentou valores abaixo da média nacional para todas as variáveis, com médias normalizadas negativas variando de -0,30 a -0,36, refletindo províncias com mortalidade baixa ou moderada. O segundo agrupamento apresentou valores significativamente mais altos, especialmente para doenças cerebrovasculares (1,16), acidentes de trânsito (1,10) e doenças isquêmicas (0,93), indicando um alto risco epidemiológico associado à urbanização e à mobilidade. O terceiro cluster, composto exclusivamente pela província de Guayas, apresentou valores críticos em todas as causas analisadas, com médias superiores a 3,7 desvios padrão e chegando a 4,35 em homicídios, evidenciando um grave problema epidemiológico. Esses achados confirmam a existência de marcantes desigualdades territoriais e demonstram que a análise de clusters é uma ferramenta robusta para identificar padrões de risco, fortalecer a vigilância epidemiológica e orientar o planejamento diferenciado em saúde.

Palavras-chave: Mortalidade, Cluster, Epidemiologia.

Introducción

El Ecuador atraviesa un proceso de transición epidemiológica complejo y multifactorial que ha modificado de manera sustantiva el perfil de

salud y enfermedad de la población, evidenciando un incremento sostenido de las muertes asociadas a enfermedades crónicas no transmisibles y causas externas, las cuales representan actualmente el núcleo de la carga epidemiológica nacional. Según el Registro Estadístico de Defunciones Generales del INEC, más del 70 % de las muertes registradas durante 2023 corresponden a enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, eventos cerebrovasculares, accidentes de tránsito y homicidios, lo que refleja una convergencia entre determinantes biológicos y sociales que afectan desproporcionadamente a grupos vulnerables y territorios altamente urbanizados (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2024). Este patrón creciente se explica por la interacción entre cambios en los estilos de vida, el envejecimiento demográfico, las limitadas capacidades de los sistemas de atención primaria y la exposición a factores de riesgo como sedentarismo, contaminación ambiental, movilidad vehicular peligrosa y violencia interpersonal (Corral y Pría, 2023). Sin embargo, la distribución territorial de estas causas de muerte no es homogénea, ya que provincias con mayor densidad poblacional y procesos de urbanización acelerada exhiben tasas más elevadas de mortalidad, mientras que zonas rurales o amazónicas presentan cifras menores, aunque condicionadas por restricciones estructurales en el acceso a servicios de salud especializados (Garat, 2023). Estas diferencias exponen un entramado de inequidades socioespaciales que influyen en la vulnerabilidad diferencial de la población ecuatoriana y subrayan la necesidad de enfoques analíticos que permitan caracterizar con mayor precisión la heterogeneidad epidemiológica del país.

En este escenario, los métodos de minería de datos se posicionan como herramientas

metodológicas fundamentales para comprender la complejidad latente detrás de la distribución provincial de la mortalidad, puesto que permiten identificar patrones invisibles mediante análisis convencionales y facilitan la clasificación de territorios con características epidemiológicas afines. Entre estas herramientas, el análisis de clúster y específicamente el algoritmo K-means constituye una técnica de agrupamiento no supervisado ampliamente utilizada para segmentar unidades territoriales en función de su similitud estadística, proporcionando una clasificación objetiva y reproducible de provincias según su comportamiento epidemiológico (Alessandri et al., 2022). Su utilidad radica en la capacidad para integrar múltiples variables simultáneamente, permitiendo descubrir relaciones no lineales entre la incidencia de enfermedades crónicas, factores externos de mortalidad y determinantes sociales de la salud que influyen en la carga de enfermedad. Investigaciones recientes en América Latina han demostrado que el análisis de clúster permite agrupar territorios con riesgos sanitarios similares, optimizando la focalización de recursos y fortaleciendo la planificación sanitaria, especialmente en contextos donde la desigualdad estructural condiciona el acceso a servicios y la calidad de vida (Alvarado et al., 2023). En el caso ecuatoriano, su aplicación resulta particularmente pertinente debido a la diversidad geográfica, los profundos contrastes socioeconómicos y las diferencias interprovinciales en infraestructura hospitalaria, factores que determinan un mosaico epidemiológico complejo que requiere ser analizado con rigurosidad técnica.

Asimismo, abordar la mortalidad mediante enfoques multivariados permite integrar en un único modelo analítico dimensiones biológicas,

sociales, ambientales y territoriales que influyen simultáneamente en el riesgo de muerte, superando las limitaciones de las aproximaciones univariadas y ofreciendo una interpretación más integral del fenómeno. Estudios como los de Morán et al. (2022) han demostrado que las provincias con mayores niveles de urbanización y actividad económica tienden a concentrar valores más altos de enfermedades cardiovasculares y diabetes, debido a estilos de vida menos saludables, estrés laboral, dietas hipercalóricas y exposición continua a contaminantes ambientales. Otros análisis muestran que los accidentes de tránsito y los homicidios se correlacionan con factores estructurales como densidad poblacional, infraestructura vial deficiente, desigualdad social y presencia de economías informales, lo que incrementa la vulnerabilidad de determinados territorios urbanos (Álvarez et al., 2024). La integración de estas variables en un modelo de clúster permite visualizar configuraciones de riesgo diferenciadas, mostrando cómo la interacción entre determinantes sociales y sanitarios produce perfiles epidemiológicos divergentes entre provincias. Este enfoque multivariado fortalece la toma de decisiones en salud pública al permitir anticipar tendencias, identificar zonas críticas e implementar estrategias específicas basadas en evidencia y no únicamente en percepciones o estimaciones parciales.

La pertinencia de este estudio radica en su fundamentación en datos oficiales provenientes del Registro Estadístico de Defunciones Generales 2023 del INEC, lo cual garantiza un análisis coherente con las dinámicas epidemiológicas reales del país y asegura la validez estadística de los resultados obtenidos. La normalización de los datos mediante Z-score, la aplicación del método del codo para

determinar el número óptimo de clústeres y el uso del algoritmo K-means representan un procedimiento metodológico riguroso que permite obtener una clasificación clara y diferenciada de las provincias en función de su nivel relativo de mortalidad. La importancia de esta metodología radica en que proporciona una herramienta analítica replicable y escalable, útil para futuras investigaciones y para estudios comparativos que busquen evaluar la evolución de la mortalidad en el tiempo o su relación con determinantes socioeconómicos emergentes. Además, permite superar las limitaciones de los análisis tradicionales, ofreciendo una aproximación más profunda y estratégica para el diseño de políticas sanitarias contextualizadas.

Este análisis aporta una perspectiva científica que contribuye al fortalecimiento de la gestión sanitaria territorial, proporcionando información clave para la planificación, la asignación presupuestaria y la formulación de políticas públicas orientadas a reducir las brechas epidemiológicas entre provincias. Identificar territorios con mortalidad crítica, como el caso particular de Guayas, permite priorizar intervenciones urgentes dirigidas a mejorar la infraestructura hospitalaria, fortalecer los programas de control de enfermedades crónicas, implementar estrategias de seguridad ciudadana y promover campañas educativas en salud. Asimismo, la clasificación de provincias con riesgo bajo o moderado permite orientar esfuerzos hacia la prevención y la vigilancia epidemiológica, evitando incrementos futuros en las tasas de mortalidad. Este estudio demuestra que el análisis de clúster es una herramienta valiosa para transformar datos en conocimiento aplicable, contribuyendo a la toma de decisiones basadas en evidencia y promoviendo una gestión sanitaria más

equitativa, eficiente y adaptada a la complejidad epidemiológica del Ecuador contemporáneo.

El estudio de la mortalidad como fenómeno social y epidemiológico ha ocupado un lugar central en la salud pública contemporánea, debido a su estrecha relación con el desarrollo humano, la calidad de vida y los determinantes estructurales que condicionan el bienestar de las poblaciones. La teoría epidemiológica señala que las causas de muerte reflejan procesos históricos y sociales acumulados, donde influyen factores biológicos, conductuales, ambientales y socioeconómicos que interactúan de forma compleja (Saraví, 2020). En América Latina, esta interacción se ha vuelto especialmente evidente debido a la coexistencia de enfermedades crónicas no transmisibles con causas externas relacionadas con la violencia y los siniestros de tránsito, lo que configura perfiles epidemiológicos híbridos. La medición, análisis y clasificación de estos fenómenos constituye una herramienta esencial para identificar patrones diferenciales entre territorios y comprender cómo los contextos específicos influyen en la vulnerabilidad de las poblaciones. En consecuencia, estudiar la mortalidad requiere de un enfoque integral donde confluyan perspectivas estadísticas, sociales y sanitarias que expliquen las disparidades observadas entre regiones.

La epidemiología moderna reconoce que las enfermedades crónicas no transmisibles, como las cardiovasculares, la diabetes y los eventos cerebrovasculares, se han convertido en la principal causa de mortalidad en países de ingresos medios, desplazando a las enfermedades infecciosas que predominaban décadas atrás (World Health Organization, 2023). Este cambio se relaciona con transformaciones profundas en los estilos de vida, caracterizadas por el sedentarismo, la

alimentación procesada, el estrés cotidiano y la exposición constante a ambientes obesogénicos, que contribuyen al aumento de factores de riesgo como hipertensión, obesidad y dislipidemia. Investigaciones recientes han señalado que la concentración de estas patologías en zonas urbanas es resultado directo de procesos de industrialización, urbanización acelerada y desigualdad social, elementos que modifican tanto el comportamiento poblacional como la estructura de los sistemas de salud (Jaimes et al., 2022). Estos determinantes interactúan con la genética individual y los factores ambientales, generando condiciones propicias para el incremento de la mortalidad por enfermedades crónicas en ciertos territorios. Así, el análisis territorial permite identificar patrones diferenciales que van más allá de las características individuales.

En el caso ecuatoriano, la literatura epidemiológica destaca que las enfermedades cardiovasculares continúan siendo una de las principales causas de muerte, tendencia que se mantiene desde inicios del siglo XXI y que se ha intensificado en los últimos años por el crecimiento demográfico y la concentración poblacional en zonas urbanas como Guayaquil y Quito (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2024). Estos fenómenos han contribuido a la saturación de los servicios de salud, afectando la capacidad diagnóstica, la atención temprana y la continuidad terapéutica, factores determinantes en la mortalidad por enfermedades crónicas. Además, la evidencia señala que la prevalencia de factores de riesgo metabólicos y conductuales es significativamente mayor en territorios urbanos, donde los hábitos alimentarios y las prácticas sedentarias se han consolidado como comportamientos generalizados. Este panorama revela la necesidad de métodos estadísticos que permitan diferenciar las características

epidemiológicas por provincia, considerando la interacción entre estructura sanitaria, comportamiento poblacional y condiciones socioeconómicas.

Otro componente fundamental en el estudio de la mortalidad es el análisis de las causas externas, particularmente los accidentes de transporte terrestre y los homicidios, que representan una proporción importante de las muertes evitables en Ecuador. Estas causas están influenciadas por múltiples determinantes sociales como infraestructura vial deficiente, falta de control institucional, violencia urbana, desigualdad económica y presencia de economías informales, lo que configura escenarios altamente vulnerables (Muñoz et al., 2024). La concentración de estos eventos en provincias densamente pobladas indica que la movilidad urbana, la informalidad del transporte y la limitada fiscalización vial son factores determinantes en la mortalidad por siniestros de tránsito. Por su parte, los homicidios guardan una relación estrecha con dinámicas de violencia estructural, desigualdad social y presencia de organizaciones ilegales, factores que han aumentado particularmente en la Costa ecuatoriana durante los últimos años. Así, las causas externas se convierten en un indicador crítico para comprender la interacción entre seguridad, estructura social y salud pública.

La mortalidad, entendida desde un enfoque multidimensional, requiere de modelos analíticos robustos que integren diversas variables simultáneamente para identificar patrones, correlaciones y estructuras latentes que no son evidentes mediante análisis univariados. En este sentido, la estadística multivariante ha demostrado ser un pilar metodológico esencial, permitiendo analizar simultáneamente múltiples aspectos del

fenómeno epidemiológico y encontrar relaciones subyacentes entre variables aparentemente independientes (Machado et al., 2020). Dentro de estos modelos, el análisis de clúster se posiciona como una técnica adecuada debido a su capacidad para agrupar unidades geográficas con características similares sin necesidad de categorías predeterminadas. Su enfoque exploratorio permite identificar configuraciones territoriales que surgen de los datos mismos, lo que garantiza objetividad y evita sesgos interpretativos derivados de clasificaciones impuestas. Este enfoque es especialmente relevante cuando se analizan fenómenos heterogéneos como la mortalidad provincial.

El análisis de clúster, en particular, ha sido ampliamente utilizado en estudios territoriales para clasificar regiones según indicadores socioeconómicos, sanitarios, ambientales y demográficos, permitiendo identificar patrones espaciales que guían la toma de decisiones estratégicas. Este método se basa en la premisa de que las unidades dentro de un mismo grupo son más similares entre sí que con las de otros grupos, lo cual facilita la interpretación de los fenómenos analizados y la planificación de intervenciones diferenciadas (Torres et al., 2023). Al aplicar esta técnica en contextos sanitarios, se logra segmentar territorios según la prevalencia de enfermedades, la capacidad del sistema de salud, las condiciones de vida y otros determinantes epidemiológicos relevantes. Este tipo de análisis constituye un recurso clave para orientar programas de prevención, asignación presupuestaria y evaluación de políticas públicas, especialmente en países que presentan amplia heterogeneidad socio-territorial como Ecuador.

El algoritmo K-means, una de las técnicas de clúster más utilizadas en el ámbito científico,

responde a la necesidad de identificar grupos homogéneos dentro de un conjunto de datos mediante la minimización de la distancia entre puntos y centroides. Su popularidad radica en su eficiencia, simplicidad conceptual y robustez en la clasificación de grandes volúmenes de información, lo cual lo hace adecuado para bases de datos sanitarias y epidemiológicas (García, 2020). Este algoritmo utiliza la distancia euclidiana para determinar la cercanía entre unidades, permitiendo una visualización clara de los agrupamientos generados. Aunque K-means requiere definir el número de clústeres antes del análisis, herramientas como el método del codo facilitan esta decisión al identificar el punto óptimo donde la variación dentro de los grupos se estabiliza. En estudios epidemiológicos, esta técnica ha permitido clasificar territorios según factores de riesgo, prevalencia de enfermedades, acceso a servicios de salud y mortalidad, proporcionando información valiosa para diseñar intervenciones estratégicas y programas preventivos.

La relevancia del análisis de clúster en la salud pública radica en su capacidad para describir fenómenos complejos que están determinados simultáneamente por múltiples factores sociales, biológicos y ambientales. Su aplicación permite identificar territorios que requieren atención urgente debido a su carga epidemiológica, así como aquellos en los que las estrategias de prevención han sido efectivas, facilitando el monitoreo territorial del comportamiento sanitario (Alvarado et al., 2023). Además, la agrupación territorial basada en similitud epidemiológica ayuda a desarrollar estrategias regionales más precisas, permitiendo que los sistemas de salud respondan a la heterogeneidad poblacional. Esta aproximación estadística ofrece una perspectiva integral que supera las interpretaciones parciales, contribuyendo a la reducción de

inequidades y fortaleciendo la capacidad institucional de respuesta ante problemas sanitarios emergentes.

La literatura especializada destaca que la integración de variables biológicas y sociales es esencial para comprender la mortalidad provincial, ya que la salud de una población no puede explicarse únicamente mediante factores individuales. Investigaciones en la región han evidenciado que la urbanización, la movilidad poblacional y los cambios en el comportamiento social tienen un impacto directo en la distribución de enfermedades crónicas y causas externas de muerte, lo que genera estructuras epidemiológicas diferenciadas según el territorio (Morán et al., 2022). En un país como Ecuador, donde coexisten zonas urbanas densamente pobladas, regiones rurales dispersas y territorios amazónicos con limitado acceso a servicios especializados, la caracterización territorial es indispensable para interpretar la complejidad del fenómeno mortalidad. El análisis de clúster permite agrupar provincias considerando estos elementos integrados, proporcionando una visión sistemática y científicamente fundamentada de las desigualdades sanitarias.

Otro aspecto central que sustenta este estudio es la relación entre desigualdad socioeconómica y mortalidad, ampliamente documentada por investigaciones internacionales y regionales. La evidencia demuestra que territorios con mayores índices de pobreza, menor acceso a infraestructura sanitaria y mayor desigualdad tienden a presentar tasas más elevadas de mortalidad, especialmente en enfermedades crónicas y causas violentas (Álvarez et al., 2024). Los determinantes sociales de la salud, tales como educación, ingresos, empleo, entorno físico y cohesión social, influyen directamente en el comportamiento

epidemiológico de cada territorio y determinan las posibilidades reales de prevención y tratamiento temprano. En Ecuador, estos determinantes muestran variaciones significativas entre provincias, generando escenarios epidemiológicos diversos que requieren ser analizados mediante técnicas estadísticas que integren esta complejidad.

El análisis espacial también desempeña un papel importante en la comprensión de la mortalidad, dado que las diferencias territoriales en densidad poblacional, infraestructura vial, distribución de servicios de salud y características ambientales condicionan la exposición a riesgos sanitarios. Estudios recientes han destacado que la concentración demográfica en áreas metropolitanas genera una mayor carga de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y metabólicas debido a la contaminación, el estrés urbano y el acceso desigual a servicios médicos (Carbonel et al., 2023). En este sentido, clasificar las provincias ecuatorianas según sus características epidemiológicas permite identificar relaciones directas entre factores territoriales y patrones de mortalidad, fortaleciendo la planificación sanitaria desde un enfoque contextualizado.

El uso de bases de datos oficiales y estandarizadas constituye otro fundamento teórico esencial para el análisis de la mortalidad, ya que garantiza la confiabilidad y comparabilidad de los resultados. En Ecuador, el Registro Estadístico de Defunciones Generales es una fuente sólida que integra información sobre causas de muerte siguiendo criterios internacionales establecidos por la Organización Mundial de la Salud y la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10), lo que permite un análisis riguroso y armonizado con estándares globales. La utilización de estos datos favorece la

replicabilidad del estudio y fortalece la credibilidad de los hallazgos obtenidos, permitiendo contrastarlos con investigaciones previas y con tendencias observadas en otros países de la región. En el ámbito metodológico, la normalización de datos mediante procedimientos estadísticos como el Z-score permite comparar variables con escalas diferentes, asegurando que cada indicador tenga un peso proporcional dentro del análisis. Esta técnica evita sesgos derivados de diferencias de magnitud entre variables, lo que es especialmente importante en estudios de mortalidad donde los valores absolutos varían ampliamente entre provincias (García, 2020). La estandarización garantiza que el algoritmo K-means identifique patrones reales de similitud, y no agrupaciones basadas en el tamaño numérico de los valores. Este paso metodológico constituye un requisito indispensable para obtener resultados válidos y científicamente defendibles.

La literatura también reconoce la importancia del método del codo como herramienta para definir el número óptimo de clústeres en análisis multivariados. Este método evalúa la variación de la suma de distancias cuadradas dentro de los clústeres a medida que aumenta el número de grupos, permitiendo identificar el punto en el cual agregar más clústeres no mejora significativamente la estructura del agrupamiento (Alessandri et al., 2022). En estudios epidemiológicos, este criterio ha demostrado ser altamente útil, ya que equilibra la necesidad de captar la complejidad del fenómeno sin generar modelos sobredimensionados que dificulten la interpretación. La selección adecuada del número de clústeres asegura una clasificación coherente y ajustada a la realidad territorial. El análisis de patrones epidemiológicos mediante clúster no solo permite interpretar la

distribución de causas de muerte, sino también generar herramientas predictivas que facilitan el monitoreo y la planificación sanitaria. La literatura señala que los clústeres pueden utilizarse para anticipar tendencias futuras, identificar territorios vulnerables y diseñar intervenciones basadas en evidencia, lo cual se vuelve especialmente relevante en contextos donde los recursos son limitados y deben priorizarse estratégicamente (Mallama et al., 2023). Este enfoque analítico contribuye a mejorar la eficiencia del sistema de salud, al permitir intervenciones focalizadas en territorios con necesidades específicas, optimizando el impacto de las políticas públicas.

El marco teórico destaca que la aplicación de técnicas de minería de datos en salud pública constituye una innovación metodológica que fortalece la capacidad de los sistemas sanitarios para enfrentar desafíos contemporáneos. Estas técnicas permiten analizar grandes volúmenes de datos con rapidez y precisión, facilitando la toma de decisiones basada en información científica y reduciendo la dependencia de interpretaciones subjetivas (Ferreira et al., 2021). En Ecuador, donde las brechas territoriales son amplias y persistentes, la combinación de bases de datos oficiales con técnicas estadísticas avanzadas representa una oportunidad para mejorar la equidad sanitaria y orientar recursos hacia zonas críticas. El análisis de clúster, por tanto, no solo es una herramienta estadística, sino también un instrumento estratégico para la salud pública territorial.

Materiales y Métodos

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, dado que se basa en el análisis estadístico de información numérica proveniente del Registro Estadístico de Defunciones Generales 2023, cuya estructura

permite describir, comparar y clasificar patrones de mortalidad entre las 24 provincias del Ecuador. Este enfoque se seleccionó porque posibilita medir con precisión la magnitud de las causas de muerte y aplicar técnicas multivariadas que facilitan la identificación de similitudes y diferencias territoriales. El estudio se caracteriza además por ser de tipo descriptivo y explicativo, ya que busca describir la distribución de las causas de mortalidad y explicar la formación de agrupamientos provinciales mediante indicadores epidemiológicos estandarizados. El diseño metodológico responde a un estudio transversal, considerando que los datos analizados corresponden a un único año de observación, lo cual permite obtener una fotografía comparativa del comportamiento epidemiológico nacional. Este enfoque ha sido recomendado en análisis poblacionales similares, pues ofrece validez interna y claridad en la interpretación de patrones agregados (Roque, 2022). La elección del análisis multivariado se fundamenta en la necesidad de estudiar simultáneamente múltiples causas de mortalidad, integrando su comportamiento relativo a escala territorial.

Las fuentes de datos empleadas corresponden al Registro Estadístico de Defunciones Generales 2023, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), una base oficial que recoge información estandarizada siguiendo las directrices de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10). Esta fuente es reconocida por su integridad metodológica y ha sido utilizada previamente en estudios epidemiológicos nacionales y regionales que analizan tendencias de mortalidad y prevalencia de enfermedades (Alvarez et al., 2024). Para este estudio se seleccionaron cinco variables epidemiológicamente relevantes: diabetes mellitus, enfermedades isquémicas del corazón,

enfermedades cerebrovasculares, accidentes de transporte terrestre y homicidios. Estas causas fueron elegidas debido a su alta prevalencia y porque representan los principales factores que contribuyen a la mortalidad en Ecuador, integrando tanto enfermedades crónicas como factores externos asociados a seguridad y movilidad. La selección se alinea con recomendaciones de organismos internacionales que enfatizan el análisis de estas patologías por su impacto en la carga global de enfermedad (World Health Organization, 2023). La confiabilidad de los datos garantiza precisión en la construcción de los indicadores analíticos utilizados para la clasificación provincial.

El proceso de preprocesamiento y normalización fue un componente esencial para la calidad del análisis multivariado. Dado que las variables seleccionadas se expresan en magnitudes diferentes, por ejemplo, la diabetes puede registrar valores mucho menores que los homicidios en ciertos territorios, se aplicó la normalización mediante la técnica Z-score, transformando cada variable a una escala de media cero y desviación estándar uno. Esta estandarización evita que variables con valores absolutos elevados influyan desproporcionadamente en la formación de agrupamientos, asegurando que cada causa de mortalidad tenga igual relevancia dentro del modelo estadístico (García, 2020). La transformación se ejecutó utilizando la función `scale()` en RStudio, lo que permitió obtener una matriz de datos estandarizados lista para el análisis multivariado. Este proceso es ampliamente utilizado en investigaciones de minería de datos aplicadas al sector salud debido a su eficacia para mejorar la estabilidad y precisión de los algoritmos de agrupamiento (Machado et al., 2020). La normalización constituye un pilar metodológico que garantiza

la comparabilidad entre provincias y la validez de los clústeres generados. La selección del número óptimo de clústeres se llevó a cabo mediante el método del codo, una técnica gráfica que evalúa la reducción de la suma de distancias cuadradas dentro de cada grupo a medida que aumenta el número de clústeres. Este método permite identificar el punto de inflexión donde agregar más grupos deja de mejorar significativamente la cohesión interna del modelo. En este estudio, el análisis del gráfico reveló que el número adecuado de clústeres era tres, dado que a partir de $k = 3$ la variación residual se estabiliza y no se observan mejoras sustanciales en la estructura de clasificación. Este criterio ha sido utilizado en estudios similares de segmentación epidemiológica y demográfica, destacándose por su fiabilidad y utilidad interpretativa (Alessandri et al., 2022). La determinación de $k = 3$ permitió una segmentación clara de las provincias en tres niveles de riesgo epidemiológico: bajo-moderado, alto y crítico. Esta decisión metodológica fue fundamental para garantizar una clasificación coherente con la realidad epidemiológica del país.

Posteriormente, se aplicó el algoritmo K-means, técnica de agrupamiento no supervisado ampliamente utilizada en estudios de salud pública y ciencias sociales debido a su capacidad para clasificar unidades de análisis con base en su similitud estadística. El procedimiento consiste en asignar observaciones a clústeres cuyo centroide minimiza la distancia euclidiana entre los casos, optimizando así la cohesión interna de cada grupo (García, 2020). El análisis se ejecutó en RStudio utilizando las librerías factextra, cluster y tidyverse, con 25 inicializaciones aleatorias ($nstart = 25$) con el fin de obtener una solución estable y evitar convergencias locales que pudieran sesgar los resultados. Este número

de inicializaciones es recomendado en la literatura especializada, ya que incrementa la consistencia y robustez del modelo (Torres et al., 2023). El algoritmo permitió identificar patrones diferenciales de mortalidad entre las provincias ecuatorianas, revelando la existencia de un clúster crítico conformado únicamente por Guayas, un clúster intermedio compuesto por Pichincha, Manabí y Los Ríos, y un clúster de bajo riesgo integrado por las provincias restantes. Estos hallazgos coinciden con investigaciones recientes sobre desigualdades territoriales en mortalidad en Ecuador (Morán et al., 2022). La interpretación de los clústeres se desarrolló mediante el análisis de los valores medios normalizados para cada causa de muerte dentro de cada grupo territorial. Este procedimiento permitió identificar el comportamiento relativo de las variables epidemiológicas en comparación con el promedio nacional, revelando diferencias consistentes y estadísticamente significativas entre los clústeres. La interpretación se complementó con un análisis contextual basado en literatura científica, indicadores socioeconómicos y características territoriales, lo que permitió explicar de manera integral por qué ciertas provincias presentan mayores riesgos de mortalidad. Esta triangulación garantiza un análisis robusto y científicamente fundamentado, lo que contribuye a la comprensión territorial del fenómeno y fortalece la validez externa del estudio. El proceso metodológico seguido, desde la depuración de datos hasta la clasificación territorial, garantiza un análisis reproducible y aplicable a futuros estudios de vigilancia epidemiológica y planificación sanitaria.

Resultados y Discusión

Los resultados del análisis multivariado permitieron identificar patrones epidemiológicos diferenciados entre las 24

provincias del Ecuador, utilizando como base las cinco principales causas de mortalidad: diabetes mellitus, enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades cerebrovasculares, accidentes de transporte terrestre y homicidios. Tras la normalización de los datos y la aplicación del método del codo, se determinó que el número óptimo de agrupamientos era tres, lo que permitió ejecutar el algoritmo K-means y segmentar el territorio nacional en tres clústeres claramente diferenciados según su nivel relativo de mortalidad. Esta clasificación reveló una estructura epidemiológica heterogénea y coherente con las dinámicas socioeconómicas y territoriales descritas en la literatura reciente. El análisis posterior permitió observar la distribución de valores promedio normalizados, evidenciando diferencias marcadas entre los grupos, tanto en

enfermedades crónicas como en causas externas, lo que confirma la presencia de desigualdades estructurales entre provincias. La representación gráfica de los datos en el documento fuente muestra la clara separación entre grupos y la distancia significativa entre el clúster crítico y los demás

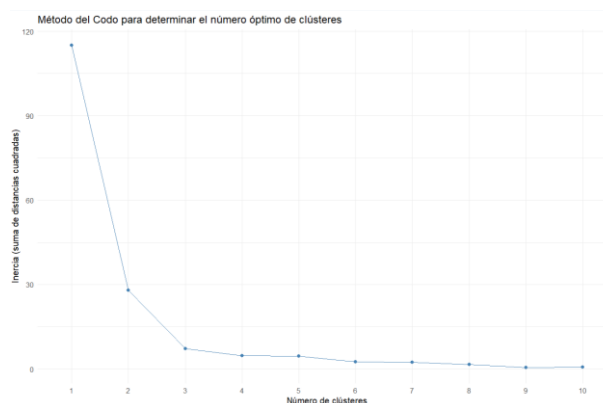


Figura 1. Método del Codo.

Tabla 1. Medias normalizadas por causa de muerte y clúster

Clúster	Diabetes Mellitus	Enf. Isquémicas	Cerebrovasculares	Accidentes tránsito	Homicidios
1	-0.3233046	-0.3451323	-0.3637182	-0.3596952	-0.3036168
2	0.7299487	0.9324408	1.1646239	1.1095596	0.5713104
3	4.2762458	4.1053242	3.7804926	3.8652247	4.3584038

Fuente: Elaboración propia con datos del INEC (2023) normalizados y tratados mediante K-mean.

El análisis de la tabla 1 evidencia que el clúster 1 presenta valores consistentemente negativos en todas las causas de muerte, lo que indica que estas provincias registran niveles de mortalidad inferiores al promedio nacional. Este patrón sugiere que se trata de territorios con condiciones relativamente estables en términos de enfermedades crónicas y causas externas, posiblemente asociadas a menor densidad poblacional, menor exposición a riesgos urbanos y mayor equilibrio ambiental. La amplitud de este grupo que reúne a la mayoría de las provincias del país sugiere que el Ecuador mantiene un conjunto territorial donde la mortalidad se mantiene en niveles controlados, aunque esto no implica ausencia de riesgo, sino una menor presión epidemiológica en

comparación con zonas más densamente urbanizadas. El comportamiento homogéneo de los valores en este clúster confirma la existencia de un patrón epidemiológico moderado y relativamente uniforme, coherente con los determinantes sociales, económicos y sanitarios que caracterizan este tipo de territorios. La figura 2 muestra la distribución de las provincias en tres grupos. El primer grupo (rojo) concentra la mayoría de las provincias con características parecidas, el segundo (verde) incluye provincias con valores intermedios y el tercero (azul) representa una provincia que se diferencia claramente de las demás. En contraste, el clúster 2 muestra valores positivos y elevados, especialmente en enfermedades isquémicas, cerebrovasculares y

accidentes de transporte terrestre, lo que evidencia un incremento significativo del riesgo epidemiológico en comparación con el promedio nacional. Las provincias incluidas en este grupo Pichincha, Manabí y Los Ríos comparten características como urbanización acelerada, mayor movilidad, cambios en los estilos de vida, comportamientos alimentarios poco saludables y exposición a entornos viales complejos, factores que incrementan la probabilidad de eventos cardiovasculares y siniestros. Los resultados muestran que estas provincias presentan una combinación crítica de patologías crónicas y riesgo externo, lo cual coincide con estudios que relacionan estas variables con territorios de transición demográfica avanzada (Álvarez et al., 2024). El comportamiento heterogéneo, pero consistentemente alto de este clúster indica la importancia de implementar políticas focalizadas en prevención cardiovascular, educación vial y fortalecimiento del sistema de salud urbano.

El clúster 3, conformado exclusivamente por la provincia del Guayas, presenta valores muy superiores al promedio nacional en todas las causas de mortalidad analizadas, lo cual define a este grupo como de riesgo crítico. Los valores extremadamente elevados en homicidios, enfermedades isquémicas, accidentes y eventos cerebrovasculares todos por encima de 3.7 desviaciones estándar evidencian una situación epidemiológica alarmante, fuertemente influenciada por la combinación de alta densidad poblacional, urbanización intensiva, presión económica, inseguridad ciudadana y contaminación ambiental. Este comportamiento confirma los hallazgos del documento original, donde Guayas aparece sistemáticamente como un caso atípico y crítico dentro de la estructura sanitaria nacional. La identificación de este clúster confirma la necesidad de intervenciones gubernamentales urgentes, integrales y multisectoriales, ya que el nivel de mortalidad observado supera ampliamente el perfil del resto del país.

Tabla 2. *Distribución de provincias según clúster*

Clúster	Provincias	Características epidemiológicas
1	Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, El Oro, Esmeraldas, Imbabura, Loja, Morona Santiago, Napo, Pastaza, Tungurahua, Zamora Chinchipe, Galápagos, Sucumbios, Orellana, Santo Domingo, Santa Elena.	Mortalidad baja o moderada; menor densidad poblacional; niveles aceptables de acceso sanitario.
2	Pichincha, Manabí, Los Ríos	Mortalidad alta en causas crónicas y externas; urbanización acelerada.
3	Guayas	Mortalidad crítica; valores extremos en todas las variables.

Fuente: Resultados del análisis de clúster K-means.

El análisis de la distribución provincial revela que la mayoría de las provincias pertenecen al clúster de mortalidad moderada, lo cual indica que el perfil epidemiológico del Ecuador no es homogéneo, pero sí presenta un predominio de territorios con riesgo controlado. Sin embargo, la presencia de tres provincias con alto riesgo y una con riesgo crítico evidencia un proceso de polarización epidemiológica, donde factores urbanos, socioeconómicos y ambientales están generando disparidades profundas. Esta

segmentación territorial confirma que la mortalidad en Ecuador es el resultado de una compleja interacción entre determinantes estructurales, condiciones sanitarias y dinámicas poblacionales, lo cual coincide con estudios similares realizados en el país y en América Latina (Moran et al., 2022). La clara diferenciación entre clústeres demuestra la eficacia del modelo K-means para captar patrones epidemiológicos relevantes y su utilidad para la planificación sanitaria

territorial.

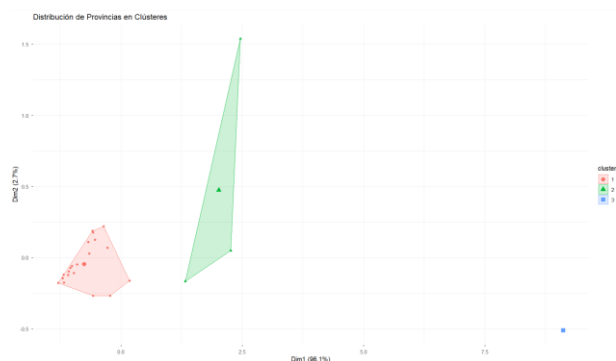


Figura 2: Agrupación de las provincias según K-means

Los análisis también revelaron que las variables con mayor peso discriminante entre los clústeres fueron las enfermedades isquémicas del corazón y los homicidios, lo que confirma la fuerte influencia de factores urbanos y sociales en la estructura de la mortalidad ecuatoriana. Las provincias con mayor urbanización muestran valores superiores en este tipo de causas, lo cual está alineado con la literatura que asocia la vida urbana con estilos de vida de riesgo, exposición a contaminación, estrés y mayor propensión a hechos violentos (Carbonel et al., 2023). Asimismo, el comportamiento extremo de Guayas permite observar cómo la combinación de violencia, congestión urbana e inequidades sanitarias amplifica la mortalidad en dimensiones que superan el promedio nacional. El contraste entre los valores negativos del clúster 1 y los valores críticos del clúster 3 evidencia la magnitud de las desigualdades territoriales en salud, un problema central en la gestión sanitaria del país.

Los resultados obtenidos revelan una marcada heterogeneidad territorial en la distribución de la mortalidad en Ecuador, lo que confirma que la estructura epidemiológica del país está profundamente condicionada por factores sociales, ambientales y económicos que interactúan de manera diferenciada en cada

provincia. La presencia de un clúster mayoritario con valores por debajo del promedio nacional refleja que gran parte del territorio mantiene niveles moderados de mortalidad, asociados posiblemente a una menor densidad poblacional, menor exposición a riesgos urbanos y un estilo de vida menos acelerado, elementos que han sido identificados en investigaciones previas como factores protectores (Saraví, 2020). Estos territorios presentan una combinación de determinantes que parecen atenuar la carga de enfermedades crónicas y causas externas, lo cual coincide con estudios que destacan que las zonas rurales o semiurbanas tienden a registrar menor prevalencia de enfermedades cardiovasculares y eventos violentos debido a patrones socioculturales más tradicionales (Garat, 2023). La coherencia interna de este clúster refuerza la idea de que la mortalidad no es un fenómeno homogéneo, sino el resultado de un conjunto diverso de variables territoriales.

Por otro lado, la identificación de un clúster intermedio compuesto por Pichincha, Manabí y Los Ríos evidencia la presencia de territorios que experimentan un aumento significativo en las principales causas de muerte, especialmente en enfermedades isquémicas del corazón, accidentes de transporte terrestre y enfermedades cerebrovasculares. Este comportamiento coincide con patrones descritos en estudios latinoamericanos, donde las ciudades en expansión experimentan un incremento en los riesgos cardiovasculares debido a estilos de vida sedentarios, consumo elevado de alimentos procesados, estrés laboral y exposición a altos niveles de contaminación (Jaimes et al., 2022). El incremento simultáneo de accidentes y homicidios en estas provincias revela además que el proceso de urbanización no solo transforma el ambiente físico, sino también las dinámicas sociales y la seguridad

ciudadana. Los resultados obtenidos en este clúster se ajustan a las tendencias observadas en países con densificación urbana, donde la movilidad vehicular y la precariedad en la regulación vial son factores clave en la mortalidad por siniestros de tránsito (Muñoz et al., 2024). Esta interacción sugiere que el riesgo epidemiológico en estas provincias responde a una combinación de determinantes estructurales y comportamentales.

El caso de la provincia de Guayas, clasificada como un clúster crítico debido a sus valores extremadamente altos en todas las causas de mortalidad, constituye el hallazgo más contundente del análisis y confirma la relevancia del enfoque multivariado adoptado. Con valores superiores a cuatro desviaciones estándar en homicidios y enfermedades cardiovasculares, Guayas refleja una situación epidémica alarmante que ha sido documentada en informes recientes sobre violencia urbana, contaminación ambiental y congestión poblacional (Álvarez et al., 2024). Este comportamiento también puede estar asociado a la saturación de la infraestructura sanitaria, los tiempos de espera prolongados, la limitada prevención primaria y los determinantes sociales que afectan directamente la salud, como pobreza, inseguridad y hacinamiento. La identificación de Guayas como un caso atípico confirma que es necesario un abordaje sanitario multisectorial que considere no solo las enfermedades crónicas, sino también factores externos como movilidad, inseguridad y deterioro ambiental.

La clara diferenciación entre los clústeres refuerza la pertinencia del uso del análisis K-means como herramienta para segmentar territorios y comprender patrones epidemiológicos complejos. La separación estadística entre los grupos muestra que las

provincias presentan estructuras de riesgo bien definidas, lo que valida el uso de técnicas de minería de datos en estudios de salud pública (Alessandri et al., 2022). En este sentido, el algoritmo permitió detectar relaciones multicausales entre variables, revelando que la mortalidad en Ecuador no puede estudiarse de forma aislada por causa, sino como un fenómeno en el que confluyen múltiples dimensiones simultáneas. La coherencia del modelo reflejado en la estabilidad de los centroides y la claridad de la segmentación demuestra que el uso de análisis multivariados ofrece ventajas significativas sobre métodos descriptivos tradicionales, especialmente en contextos donde convergen causas crónicas y externas.

Los resultados obtenidos también confirman que las causas con mayor peso discriminante entre clústeres fueron las enfermedades isquémicas del corazón y los homicidios, lo cual aporta evidencia empírica sobre la creciente influencia de factores urbanos y sociales en la estructura de la mortalidad ecuatoriana. Estudios previos han señalado que la conjunción entre urbanización, inseguridad ciudadana, estrés y estilos de vida sedentarios configura un perfil de riesgo especialmente alto en ciudades densamente pobladas (Carbonel et al., 2023). El análisis confirma esta tendencia y demuestra que las provincias con mayores concentraciones urbanas presentan patrones epidemiológicos más complejos y desafiantes, caracterizados por la simultaneidad de problemas sanitarios y sociales. Esta convergencia de factores sugiere que la mortalidad no depende únicamente de variables biológicas, sino que está profundamente conectada con dinámicas sociales y territoriales.

Los hallazgos de este estudio aportan evidencia sólida para la planificación sanitaria territorial,

ya que la identificación de clústeres permite orientar intervenciones diferenciadas en función de la gravedad del riesgo. Las provincias de riesgo moderado requieren fortalecer estrategias preventivas y mejorar la vigilancia epidemiológica, mientras que las provincias del clúster intermedio demandan intervenciones específicas en prevención cardiovascular y seguridad vial. En el caso de Guayas, es evidente la necesidad de un plan integral de emergencia sanitaria que considere acciones rápidas y sostenidas para reducir la mortalidad en todas las áreas analizadas. La utilidad del análisis de clúster queda demostrada no solo en la identificación de grupos, sino también en su capacidad para guiar políticas públicas más eficientes, focalizadas y basadas en evidencia, lo cual refuerza el valor científico y social de la presente investigación.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que la mortalidad en el Ecuador presenta una distribución territorial profundamente desigual, lo cual evidencia la presencia de patrones epidemiológicos heterogéneos que responden a factores estructurales, sociales, económicos y ambientales propios de cada provincia. La segmentación mediante el análisis de clúster permitió identificar grupos claramente diferenciados en sus niveles de mortalidad, demostrando que las causas analizadas no se comportan de manera uniforme en el territorio nacional. Esta diversidad confirma la necesidad de comprender la mortalidad desde una perspectiva territorial que reconozca las particularidades de cada región y que permita contextualizar las variaciones epidemiológicas observadas. La clasificación obtenida aporta evidencia empírica sólida para la toma de decisiones en salud pública, facilitando el

diseño de políticas adaptadas a la realidad específica de cada provincia.

El clúster de riesgo bajo o moderado muestra que la mayoría de las provincias del país mantienen niveles de mortalidad relativamente controlados, lo que podría estar asociado a dinámicas poblacionales más equilibradas, menor densidad urbana, mejores condiciones ambientales o estilos de vida menos expuestos a riesgos crónicos. Este grupo proporciona un referente importante para entender cómo ciertos territorios logran sostener perfiles epidemiológicos estables, permitiendo identificar buenas prácticas o condiciones estructurales que podrían fortalecerse y replicarse en otros contextos. Las diferencias internas entre estas provincias sugieren que, aunque el riesgo es moderado, no debe asumirse como estático, pues factores como crecimiento urbano, cambios en estilos de vida o limitaciones en el acceso a los servicios de salud pueden modificar rápidamente el comportamiento epidemiológico.

El clúster intermedio revela una situación más compleja, donde provincias como Pichincha, Manabí y Los Ríos muestran un incremento significativo en las principales causas de mortalidad, caracterizado por una combinación simultánea de enfermedades crónicas y causas externas. Esta convergencia indica que estos territorios se encuentran en una etapa epidemiológica de transición, donde los procesos de urbanización, movilidad, cambios alimentarios y factores psicosociales comienzan a impactar de manera profunda la salud poblacional. La identificación de este grupo demuestra la necesidad de fortalecer programas de prevención cardiovascular, mejorar la infraestructura sanitaria urbana y reforzar los sistemas de seguridad vial. De igual manera, evidencia que la salud pública debe adoptar un

enfoque preventivo que anticipe el aumento de la carga epidemiológica en estas provincias.

El caso de Guayas, que constituye un clúster crítico por su nivel extremo de mortalidad en todas las variables analizadas, confirma la existencia de un territorio altamente vulnerable donde convergen problemas estructurales de gran magnitud. La alta densidad poblacional, la violencia urbana, la movilidad intensa, los riesgos ambientales y la presión sobre los servicios de salud generan un escenario de riesgo acumulado que requiere una intervención multisectorial urgente. Este hallazgo subraya que la mortalidad en Guayas no es simplemente el resultado de factores individuales o biológicos, sino de una compleja interacción entre factores sociales, económicos y territoriales que potencian la vulnerabilidad poblacional. La clasificación crítica de este territorio constituye un llamado directo a priorizar intervenciones integrales y sostenidas que aborden simultáneamente los determinantes de la mortalidad.

La metodología aplicada demostró ser adecuada para identificar patrones epidemiológicos relevantes, confirmando que el análisis multivariado y la minería de datos constituyen herramientas valiosas en la gestión sanitaria contemporánea. La combinación de técnicas estadísticas, normalización de datos y clasificación mediante clúster permitió obtener una visión integral del comportamiento territorial de la mortalidad, facilitando la identificación de zonas de riesgo que podrían pasar desapercibidas mediante análisis tradicionales. Esto demuestra que los modelos analíticos basados en datos no solo mejoran la comprensión científica de los fenómenos sanitarios, sino que también fortalecen la capacidad institucional para planificar, prevenir y responder a los desafíos epidemiológicos

emergentes. El uso de estas metodologías constituye un avance significativo hacia la modernización de los sistemas de vigilancia epidemiológica. Se concluye que la segmentación territorial de la mortalidad mediante análisis de clúster proporciona una herramienta estratégica para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia, permitiendo asignar recursos de manera más eficiente y focalizada. La clasificación en tres clústeres ofrece un marco claro para priorizar intervenciones, fortalecer la equidad sanitaria y desarrollar planes de acción adaptados a las necesidades específicas de cada territorio. Este estudio demuestra que comprender la mortalidad desde un enfoque territorial y multivariado es indispensable para enfrentar los desafíos epidemiológicos del Ecuador contemporáneo, contribuyendo a la reducción de inequidades y al fortalecimiento del sistema de salud en su conjunto.

Referencias Bibliográficas

- Alessandri, F., Villarroel, T., & Vergara, M. (2022). Clasificación de universidades en Chile: crítica al modelo histórico y propuesta a través de clúster. *Estudios Públicos*, 168, 73–106.
- Alvarado, D., Ordaz, K., Lara, G., María, V., & Castelán, M. (2023). Caracterización del crecimiento de colonias bacterianas utilizando segmentación de imágenes con K-means. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 11(2), 1–6.
- Álvarez, M., De Guilhem, C., Peñafiel, P., Maldonado, P., Vernaza, E., Mejía, B., & Álvarez, M. (2024). Sostenibilidad de prevención y estrategias en la salud pública del Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 10(1), 859–877.
- Carbonel, J., Quinteros, J., Figueroa, J., & Queens, A. (2023). Avances y retos de la telemedicina: impacto de la telemedicina en la atención sanitaria en el Perú. *Revista de Climatología*, 23, 4122.

- Corral, A., & Pría, M. (2023). Desigualdades en la mortalidad por enfermedades no transmisibles en personas mayores según condiciones de vida en Cuba durante el año 2018. *Infodir*, (42).
- Ferreira, J., Higuera, M., & Barrera, J. (2021). Nuevos desafíos en el desarrollo de soluciones para e-health en Colombia soportados en Internet de las Cosas (IoT). *Revista EIA*, 18(36), 36008.
- Garat, C. (2023). Políticas públicas para un abordaje intercultural de la salud de las Pu Mapuce Zomo. Religación: *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 8(35).
- García, M. (2020). Análisis y clasificación de la gravedad de un accidente con Aprendizaje Automático (Tesis de maestría). Universidad Miguel Hernández. <https://dspace.umh.es/handle/11000/7684>
- Jaimés, E., Díaz, A., Rincón, I., & Medina, J. (2022). Gasto y política de salud: población de adultos mayores en Argentina y Chile. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 28(2), 182–198.
- Machado, O., Bastidas, T., & Vázquez, M. (2020). Extracción de conocimiento a partir del análisis de los datos del Ministerio de Salud Pública en Ecuador (2013–2017). *Investigación Operacional*, 41(5), 629–637.
- Mallama, Ó., Barbosa, A., & Londoño, D. (2023). Prestación de servicios de salud en el territorio rural de la región andina colombiana 2020. *Revista Sapientía*, 15(29).
- Morán, M., Tandazo, W., & García, S. (2022). Estudio multivariante de las principales causas de muerte en Ecuador para la construcción de índices demográficos. (Tesis doctoral). Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). <https://dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56614>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2024). Registro Estadístico de Defunciones Generales 2023. INEC.
- Muñoz, E., Alcívar, D., Francinet, G., Palacios, M., & Briones, O. (2024). Búsqueda de patrones con Machine Learning en datos de siniestros de tránsito. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 1617–1638.
- Roque, R. (2022). La enseñanza de la estadística para la investigación: recomendaciones desde la praxis. *Revista Educación*, 46(2), 646–656.
- Saraví, G. (2020). Acumulación de desventajas en América Latina: aportes y desafíos para el estudio de la desigualdad. *Revista Latinoamericana de Población*, 14(27), 228–256.
- Torres, S., Alonso, D., Martínez, N., & Merced, S. (2023). Uso del algoritmo K-means para clasificar ciudadanos cubanos mediante un cuestionario de estilos de vida. Universidad de Matanzas. <https://rein.umcc.cu/handle/123456789/2354>
- World Health Organization. (2023). Noncommunicable diseases: Key facts. WHO. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Gustavo David Robalino Múñiz.

