

## **TÍTULO DEL TRABAJO**

Análisis Espacio-Temporal de la Mortalidad Materna en México: Patrones Geográficos y Tendencias 2002-2022

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La mortalidad materna constituye un indicador crítico de la calidad de los sistemas de salud y el desarrollo social a nivel mundial. En México, representa un problema de salud pública persistente que refleja desigualdades estructurales en el acceso a servicios de salud de calidad. Durante las últimas dos décadas, México ha implementado diversas estrategias para reducir la mortalidad materna, incluyendo el fortalecimiento del Seguro Popular y programas de atención prenatal. Sin embargo, la pandemia de COVID-19 ha interrumpido servicios esenciales de salud materna y exacerbado vulnerabilidades preexistentes.

El análisis espacio-temporal de la mortalidad materna es fundamental para comprender los patrones geográficos de desigualdad y diseñar intervenciones focalizadas. Los estudios previos han documentado variaciones significativas entre entidades federativas, pero existe una necesidad de análisis más sofisticados que integren técnicas de clustering espacial y series temporales para identificar perfiles epidemiológicos específicos.

La disponibilidad de datos oficiales de la Secretaría de Salud (2002-2022) que comprenden 23,133 defunciones maternas ofrece una oportunidad única para realizar un análisis comprehensivo que abarque tanto el período de progreso pre-pandémico como el impacto de la crisis sanitaria global.

## **METODOLOGÍA**

Se implementó un enfoque cuantitativo de investigación observacional retrospectiva, utilizando métodos de análisis espacial, clustering estadístico y series temporales para caracterizar los patrones de mortalidad materna en México. Los datos fueron obtenidos de la base de datos oficial de defunciones de la Secretaría de Salud de México (2002-2022), conservando 23,133 casos (99.4%) después del proceso de limpieza.

Las herramientas utilizadas incluyeron Python 3.9+ para análisis estadístico (pandas, numpy, matplotlib, seaborn), Scikit-learn para implementación de algoritmos de clustering K-means, QGIS 3.28 para análisis geoespacial y cartografía temática, y Jupyter Lab como entorno de desarrollo.

El flujo de trabajo se estructuró en cinco etapas: adquisición y limpieza de datos, análisis exploratorio, análisis geoespacial, clustering espacial y análisis temporal. Se utilizó el algoritmo K-means para agrupar las 32 entidades federativas basándose en cuatro variables: total de casos, tasa anual de mortalidad, edad promedio y porcentaje de población sin derechohabiencia. Los datos fueron normalizados mediante StandardScaler para asegurar comparabilidad entre variables con diferentes escalas.

Se desarrollaron seis mapas temáticos utilizando clasificaciones graduadas para visualizar casos totales, porcentaje sin derechohabiencia, edad promedio, tasa anual, cambio histórico e impacto COVID-19.

## **CONCLUSIONES GENERALES**

El análisis reveló una reducción significativa del 32.8% en la mortalidad materna entre 2002-2019, interrumpida por un incremento del 39.7% durante la pandemia COVID-19 (2020-2021). Se identificaron cuatro clusters epidemiológicos distintos: Estados del Norte/Noreste con mejor acceso a servicios de salud (24.4% sin derechohabiencia), Estados del Centro-Occidente con mortalidad media, Estados con características mixtas, y Estados grandes/poblados con situación crítica (42.1% sin derechohabiencia, 1,881 casos promedio).

El análisis geoespacial confirmó un patrón Norte-Sur de desigualdad en el acceso a servicios de salud materna. Los hallazgos evidencian disparidades geográficas sistemáticas, con estados del sur presentando mayor vulnerabilidad. La pandemia COVID-19 exacerbó las desigualdades preexistentes, particularmente en estados con menor cobertura de servicios de salud.

Los resultados proporcionan evidencia científica para orientar políticas públicas de salud materna diferenciadas territorialmente, contribuyendo al Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (Salud y Bienestar) mediante la identificación de perfiles epidemiológicos específicos que permiten focalizar recursos y estrategias según las características de cada grupo de estados.

## **REFERENCIAS**

1. Dirección General de Información en Salud. (2023). Base de datos de muerte materna. Secretaría de Salud, México. [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da\\_muertematerna\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da_muertematerna_gobmx.html)
2. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). An introduction to statistical learning: With applications in R (2nd ed.). Springer.

3. Organización Mundial de la Salud. (2019). Trends in maternal mortality 2000 to 2017. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/327595>
4. Pedregosa, F., et al. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. Journal of Machine Learning Research, 12, 2825-2830.