Geospatial Analysis of Maternal Mortality and Barriers to Access to Institutional Childbirth in Honduras: A Secondary Analysis of Open Data

Arnoldo Zelaya[1]; Claudia Caceres[2]; Yenny Velasquez[3]
[1,3]Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, *arnoldo.zelaya@unah.edu.hn, yenny.velasquez@unah.edu.hn*
[2]Hospital General San Felipe, Honduras, *claudiamcaceresz@gmail.com*

Abstract*– Maternal mortality represents a critical indicator of health inequity in Latin America. This study analyzes the association between institutional birth coverage and maternal mortality in Honduras from 2000 to 2021. Secondary analysis of open data from the World Bank, WHO, and national demographic surveys was conducted. Temporal trends, correlations and geospatial variability were examined in 12 departments/regions. Honduras reduced maternal mortality from 307 to 145 deaths per 100,000 live births (52.8%), while increasing institutional delivery coverage from 41.2% to 85.0%. The correlation between indicators was very strong and negative (r = -0.983). At the regional level, departments with coverage ≤65.3% had maternal mortality ratios ≥165 deaths per 100,000 live births. The coefficient of determination (R^2 = 0.967) indicates that both series shared most of their temporal variability; given the ecological design and the common secular trend, it should not be read as a causal effect, and geographic access to institutional delivery emerges as a plausible, though not exclusive, barrier. Geospatial interventions focused on remote and rural areas are needed to further reduce maternal mortality.

Keywords*-- maternal mortality, access to health, geospatial analysis, Honduras, open data.

Análisis geoespacial de mortalidad materna y barreras de acceso al parto institucional en Honduras: un análisis secundario de datos abiertos

Arnoldo Zelaya[1]; Claudia Caceres[2]; Yenny Velasquez[3]
[1,3]Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, *arnoldo.zelaya@unah.edu.hn, yenny.velasquez@unah.edu.hn*
[2]Hospital General San Felipe, Honduras, *claudiamcaceresz@gmail.com*

Resumen– ***La mortalidad materna representa un indicador crítico de inequidad sanitaria en América Latina. Este estudio analiza la asociación entre cobertura de parto institucional y mortalidad materna en Honduras desde 2000 a 2021. Se realizó análisis secundario de datos abiertos de World Bank, OMS y encuestas demográficas nacionales. Se examinaron tendencias temporales, correlaciones y variabilidad geoespacial en 12 departamentos/regiones. Honduras redujo la mortalidad materna de 307 a 145 defunciones por 100,000 nacidos vivos (52.8%), mientras aumentó cobertura de parto institucional de 41.2% a 85.0%. La correlación entre indicadores fue muy fuerte y negativa (r = -0.983). A nivel regional, departamentos con .cobertura ≤65.3% presentaron razones de mortalidad materna ≥165 defunciones por 100,000 nacidos vivos. El coeficiente de determinación (R^2 = 0.967) indica que ambas series compartieron la mayor parte de su variabilidad temporal; dado el diseño ecológico y la tendencia secular común, no debe interpretarse como efecto causal, y el acceso geográfico al parto institucional se perfila como una barrera plausible, aunque no exclusiva. Se requieren intervenciones geoespaciales focalizadas en zonas remotas y rurales para continuar reducción de mortalidad materna.***

Palabras clave-- mortalidad materna, acceso a salud, análisis geoespacial, Honduras, datos abiertos.

I. Introducción

La mortalidad materna continúa siendo uno de los indicadores más sensibles de desempeño del sistema sanitario, equidad social y capacidad institucional para responder a emergencias obstétricas. Aunque la reducción global de las muertes maternas ha sido sustancial desde comienzos del siglo XXI, la carga persiste de manera desproporcionada en países de ingresos bajos y medios, donde las barreras territoriales, económicas y culturales limitan el acceso oportuno a servicios obstétricos de calidad [1]. En América Latina, la mortalidad materna expresa no solo la disponibilidad agregada de servicios, sino también la distribución desigual de infraestructura, personal calificado, transporte sanitario, sistemas de referencia y continuidad de la atención prenatal [2].

La evidencia internacional sostiene que la mayoría de las muertes maternas son prevenibles cuando las mujeres acceden a atención obstétrica oportuna, segura y técnicamente competente durante el embarazo, el parto y el puerperio [3]. En este contexto, el parto institucional atendido por personal sanitario calificado se reconoce como una intervención esencial, particularmente porque permite la detección y manejo de hemorragia, sepsis, trastornos hipertensivos, trabajo de parto obstruido y otras complicaciones tiempo-dependientes [4]. No obstante, la cobertura nominal del parto institucional no siempre equivale a acceso efectivo: la distancia geográfica, la capacidad resolutiva del establecimiento, la disponibilidad de transporte y la aceptabilidad cultural pueden condicionar el uso real y la oportunidad de la atención [5].

Honduras constituye un escenario relevante para estudiar esta relación debido a su heterogeneidad territorial, presencia de regiones rurales de difícil acceso y concentración urbana de recursos sanitarios. La política pública nacional ha reconocido la salud sexual y reproductiva como prioridad, pero los avances en cobertura requieren ser examinados desde una perspectiva territorial que permita identificar departamentos con riesgo persistente y orientar intervenciones focalizadas [6]. En consecuencia, el uso de datos abiertos y reproducibles ofrece una oportunidad para transformar indicadores agregados en evidencia aplicable a la planificación sanitaria, la innovación digital y la asignación racional de recursos.

El objetivo de este estudio fue analizar la asociación entre la cobertura de parto institucional y la razón de mortalidad materna en Honduras durante el período 2000-2021, así como caracterizar la variabilidad geoespacial del riesgo materno a nivel departamental o regional. La hipótesis analítica fue que los territorios con menor cobertura institucional del parto presentarían mayor mortalidad materna, reflejando barreras estructurales de acceso a servicios obstétricos.

II. Materiales y métodos

A. Tipo de estudio y justificación del diseño

Se realizó un análisis secundario, ecológico, observacional, descriptivo y correlacional de datos abiertos sobre mortalidad materna, cobertura de parto institucional e infraestructura sanitaria en Honduras. La unidad de análisis fue el país para la serie temporal y el departamento o región para el componente geoespacial.

B. Fuentes consultadas

Se identificaron y revisaron fuentes de acceso abierto con indicadores comparables para Honduras, incluyendo World

Bank Open Data, Global Health Observatory de la Organización Mundial de la Salud, Pan American Health Organization Regional Health Data Platform y Demographic and Health Surveys [7]-[10]. La selección priorizó cobertura temporal, documentación metodológica, accesibilidad sin credenciales, trazabilidad de indicadores y posibilidad de validación cruzada. La Tabla I sintetiza las fuentes consideradas y su utilidad analítica.

TABLA I
FUENTES DE DATOS ABIERTAS CONSIDERADAS PARA EL ANÁLISIS

Fuente	Tipo de dato	Uso	Limitaciones
World Bank Open Data	Indicadores de desarrollo (MMR, cobertura); acceso: Sí, API abierta	MMR, Institutional Delivery; usada: Sí, principal	Datos agregados nacionales, no subdivisión departamental
Global Health Observatory (OMS)	Indicadores de salud pública; acceso: Sí, portal público	Cobertura institucional, causas; usada: Sí, complementaria	Actualización anual, cobertura limitada algunos años
PAHO Regional Health Data	Indicadores regionales América; acceso: Sí, portal abierto	Indicadores comparativos; usada: Sí, validación	Agregación regional, no municipal
DHS Honduras	Encuesta demográfica nacional; acceso: Sí, datos públicos	Cobertura nacional, regional; usada: Sí, validación	Datos de 2011-12, no actualizados a 2021-22

C. *Variables y criterios de inclusión y exclusión*

La variable dependiente fue la razón de mortalidad materna, expresada como defunciones maternas por 100,000 nacidos vivos. La variable independiente principal fue la cobertura de parto institucional, expresada como porcentaje de partos ocurridos en establecimientos o atendidos en condiciones institucionales por personal sanitario. Para el análisis territorial se incorporaron número de instituciones de salud, población regional y categoría de riesgo materno.

Se incluyeron registros con datos disponibles para Honduras en el período 2000-2021 y observaciones departamentales o regionales con información consistente para el período 2021-2022. Se excluyeron observaciones con valores faltantes en variables críticas, indicadores sin documentación metodológica suficiente y fuentes sin especificidad territorial para Honduras. El componente regional conservó las unidades territoriales tal como las reportan las fuentes, lo que incluye departamentos, áreas metropolitanas (Tegucigalpa y San Pedro Sula) y una agregación macrorregional (Occidente); en consecuencia, las unidades no son mutuamente excluyentes, dado que Tegucigalpa y San Pedro Sula forman parte de Francisco Morazán y Cortés, respectivamente.

D. *Análisis estadísticos*

Los datos fueron depurados y analizados mediante procedimientos reproducibles en Python, empleando estadística descriptiva, análisis de tendencia temporal y correlación de Pearson. Se calculó además el coeficiente de determinación (R^2) como medida de la proporción de variabilidad lineal compartida entre ambas series. Para el componente geoespacial, las regiones se clasificaron en tres categorías: riesgo bajo (MMR ≤100), riesgo medio (MMR 101-150) y riesgo alto (MMR >150 defunciones por 100,000 nacidos vivos). Esta clasificación se utilizó como esquema operativo para visualizar inequidades territoriales, sin asumir causalidad individual. Para uniformar la presentación, las razones de mortalidad materna observadas se reportan como números enteros; los porcentajes, promedios y desviaciones estándar, con un decimal; y los coeficientes r y R^2, con tres decimales. Se empleó el punto como separador decimal.

Se generaron figuras para describir el flujo metodológico, las tendencias temporales y la asociación geoespacial entre cobertura institucional y mortalidad materna. Las visualizaciones fueron diseñadas para facilitar interpretación por tomadores de decisiones, priorizando lectura comparativa, codificación cromática del riesgo y relación entre cobertura, mortalidad y población. El flujo de trabajo se describe en la Fig. 1, que condensa la ruta analítica desde la identificación de fuentes abiertas hasta la síntesis científica y visualización de resultados.



Fig. 1 Flujo metodológico del análisis secundario de datos abiertos sobre mortalidad materna y cobertura institucional del parto en Honduras.

E. *Consideraciones éticas, privacidad y limitaciones metodológicas*

El estudio utilizó exclusivamente datos agregados, públicos y de acceso abierto. No se analizaron expedientes clínicos, identificadores personales ni información individual sensible. Por ello, el análisis no requirió consentimiento informado ni aprobación de comité de ética para investigación con seres humanos. No obstante, se aplicaron principios de transparencia, trazabilidad y reproducibilidad en el procesamiento de datos.

Con la finalidad de reproducibilidad, el protocolo analítico fue estructurado para permitir replicación por terceros: identificación de fuentes, definición de indicadores, criterios de inclusión, limpieza de datos, cálculo de correlaciones y generación de tablas y figuras. Esta trazabilidad es esencial para estudios basados en datos abiertos y para su potencial reutilización en otros contextos centroamericanos.

III. Resultados

La base analítica integró observaciones nacionales disponibles entre 2000 y 2021 y un componente regional con 12 departamentos o regiones. Durante el período estudiado, Honduras mostró una reducción marcada de la razón de mortalidad materna, de 307 a 145 defunciones por 100,000 nacidos vivos, equivalente a una reducción absoluta de 162 defunciones y a un descenso relativo de 52.8%. En paralelo, la cobertura de parto institucional aumentó de 41.2% a 85.0%, con un incremento absoluto de 43.8 puntos porcentuales. La Tabla II presenta los principales indicadores derivados del análisis.

TABLA II
Resultados principales del análisis de datos de Honduras.

Indicador	Resultado	Fuente	Período
Razón de Mortalidad Materna (2000)	307 defunciones/100,000 nacidos vivos	World Bank, OMS, DHS Honduras	2000
Razón de Mortalidad Materna (2021)	145 defunciones/100,000 nacidos vivos	World Bank, OMS, DHS Honduras	2021
Reducción absoluta 2000-2021	162 defunciones/100,000 nacidos vivos	Cálculo derivado	2000-2021
Reducción porcentual 2000-2021	52.8%	Cálculo derivado	2000-2021
Cobertura parto institucional (2000)	41.2%	World Bank, DHS Honduras	2000
Cobertura parto institucional (2021)	85.0%	World Bank, DHS Honduras	2021
Incremento cobertura 2000-2021	43.8 puntos porcentuales	Cálculo derivado	2000-2021
Correlación MMR vs Cobertura	r = -0.983; R^2 = 0.967 (muy fuerte negativa)	Análisis de correlación Pearson	2000-2021 (n=11)
Promedio MMR período 2000-2021	202.7 defunciones/100,000	Análisis de tendencia	2000-2021 (n=11)
Desviación estándar MMR	55.5 defunciones/100,000	Análisis de dispersión	2000-2021 (n=11)
Promedio cobertura período 2000-2021	71.8%	Análisis de tendencia	2000-2021 (n=11)
Tasa reducción MMR anual (promedio)	7.7 defunciones/100,000 año	Regresión temporal lineal	2000-2021

Nota: MMR = razón de mortalidad materna. Los cálculos derivados corresponden a la serie analítica disponible 2000-2021.

Latendencia temporal (Fig. 2) evidenció un descenso sostenido de la mortalidad materna y un aumento progresivo de la cobertura institucional del parto. La pendiente promedio de reducción fue cercana a 7.7 defunciones por 100,000 nacidos vivos por año, aunque la magnitud de cambio no fue homogénea durante todo el período. La expansión de la cobertura parece haber sido más pronunciada durante la primera década, seguida de una fase de crecimiento más lento, compatible con el patrón esperado cuando la cobertura se aproxima a niveles altos y persisten bolsones territoriales de difícil acceso.

La asociación entre cobertura de parto institucional y mortalidad materna fue negativa y muy fuerte. La correlación de Pearson fue r = -0.983, con un coeficiente de determinación de R^2 = 0.967; es decir, en el modelo lineal bivariado, 96.7% de la variabilidad observada en la serie de mortalidad materna coincidió con la variabilidad de la cobertura institucional, sin que este valor represente la fracción de muertes atribuibles a la cobertura ni la magnitud de un efecto causal. En términos epidemiológicos, este resultado sugiere que la variación temporal de la cobertura institucional se alineó estrechamente con la reducción de la mortalidad materna. No obstante, por tratarse de un análisis ecológico y bivariado, este hallazgo debe interpretarse como asociación poblacional y no como prueba causal individual. Además, al tratarse de dos series con tendencia monotónica y pocas observaciones (n = 11), parte de la correlación puede reflejar la tendencia secular compartida, de modo que un R^2 de esta magnitud es esperable aun cuando otros determinantes que evolucionaron en paralelo hayan contribuido al descenso.

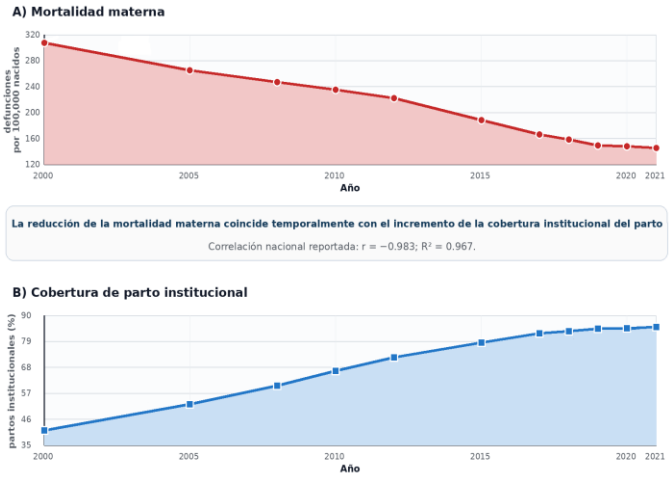


Fig. 2 Tendencias temporales de mortalidad materna y cobertura de parto institucional en Honduras, 2000-2021. El panel A muestra el descenso de la mortalidad materna; el panel B muestra el aumento de la cobertura institucional. La lectura conjunta sugiere una asociación temporal inversa entre ambos indicadores.

El análisis geoespacial documentó heterogeneidad territorial sustancial. Los departamentos y regiones urbanas, como Cortés, Francisco Morazán y Tegucigalpa, presentaron valores de mortalidad materna entre 85 y 100 defunciones por 100,000 nacidos vivos, clasificándose como riesgo bajo. En contraste, Copán, Lempira, Intibucá y La Paz presentaron valores entre 165 y 185 defunciones por 100,000 nacidos vivos, por encima del umbral operativo de riesgo alto. Esta distribución sugiere que la reducción nacional promedio oculta desigualdades territoriales persistentes. Ver Tabla III.

TABLA III
ANÁLISIS GEOESPACIAL DE MORTALIDAD MATERNA POR DEPARTAMENTO O REGIÓN, 2021-2022

Región	Establecimientos de Salud	Cobertura Parto Inst. (%)	MMR (por 100,000)	Población (miles)	Riesgo
Cortés	156	88.5	85	2400	Bajo
Francisco Morazán	142	86.2	95	1600	Bajo
Tegucigalpa	98	85.0	100	1300	Bajo
San Pedro Sula	78	84.3	105	1100	Medio
Occidente	180	82.0	110	5000	Medio
Yoro	45	76.5	125	650	Medio
Comayagua	38	74.2	138	520	Medio
Santa Bárbara	34	72.1	145	480	Medio
Copán	28	65.3	165	420	Alto
Lempira	24	62.8	172	380	Alto
Intibucá	22	61.5	178	220	Alto
La Paz	20	60.2	185	210	Alto

Nota: MMR = razón de mortalidad materna. La clasificación de riesgo es operativa: bajo <100, medio 100-150 y alto >150 defunciones por 100,000 nacidos vivos.

A nivel regional, la relación entre cobertura institucional y mortalidad materna fue aún más pronunciada (r = -0.998), lo que indica una asociación casi lineal en los datos departamentales disponibles. aunque con n = 12 y unidades territoriales parcialmente superpuestas esta magnitud debe interpretarse con cautela. La cobertura institucional se correlacionó positivamente con el número de instituciones de salud (r = 0.831), mientras que la mortalidad materna se correlacionó negativamente con dicho número (r = -0.837). La matriz de correlaciones se presenta en la Tabla IV. Estos resultados apoyan la interpretación de que la disponibilidad territorial de servicios y la cobertura efectiva del parto institucional son componentes interrelacionados de la inequidad materna.

TABLA IV
MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE INDICADORES REGIONALES

Variable	Establecimientos de Salud	Cobertura Parto Inst. (%)	MMR (por 100,000)	Población (miles)
Instituciones Salud	1.000	0.831	-0.837	0.894
Cobertura Parto Inst. (%)	0.831	1.000	-0.998	0.603
MMR (por 100k)	-0.837	-0.998	1.000	-0.605
Población (miles)	0.894	0.603	-0.605	1.000

Nota: Valores corresponden a coeficientes de Pearson calculados con los 12 departamentos o regiones incluidos en el análisis.

La estratificación por riesgo mostró un gradiente consistente. Las regiones de riesgo bajo tuvieron una mortalidad promedio de 93.3 defunciones por 100,000 nacidos vivos y cobertura promedio de 86.6%. Las regiones de riesgo medio presentaron 124.6 defunciones y cobertura promedio de 77.8%. Las regiones de riesgo alto alcanzaron 175.0 defunciones y cobertura promedio de 62.5%. Esta diferencia sugiere que, incluso cuando el país alcanza una cobertura nacional superior a 80%, los territorios rezagados mantienen un perfil de riesgo incompatible con el promedio nacional. Ver Tabla V.

TABLA V
SÍNTESIS DE INDICADORES POR NIVEL DE RIESGO GEOGRÁFICO

Clasificación del Riesgo	Regiones	Cobertura media	MMR media	Instituciones media	Ejemplos
Bajo	3	86.6	93.3	132.0	Cortés; Francisco Morazán; Tegucigalpa
Medio	5	77.8	124.6	75.0	San Pedro Sula; Occidente; Yoro; Comayagua; Santa Bárbara
Alto	4	62.5	175.0	23.5	Copán; Lempira; Intibucá; La Paz

Nota: Los promedios son descriptivos y no ponderados por población.

IV. DISCUSIÓN

Este estudio muestra que Honduras ha reducido de forma importante la mortalidad materna durante las últimas dos décadas, en paralelo con un aumento sustancial de la cobertura institucional del parto. El hallazgo central no es únicamente la reducción nacional, sino la persistencia de una brecha territorial marcada: los departamentos con menor cobertura institucional concentran los valores más altos de mortalidad materna. Esta observación es coherente con la literatura internacional que reconoce la disponibilidad de intervenciones obstétricas efectivas como condición necesaria para reducir muertes maternas evitables [11], como se muestra en la Fig. 3.

La comparación regional refuerza la necesidad de interpretar la cobertura desde una perspectiva de acceso efectivo y calidad. Países centroamericanos con menor mortalidad materna han combinado cobertura institucional elevada, fortalecimiento de atención primaria, sistemas de referencia oportunos y capacidad resolutiva en emergencias obstétricas [12]. En este sentido, el incremento de cobertura observado en Honduras representa un avance relevante, pero no garantiza por sí mismo reducción uniforme si las regiones rurales mantienen dificultades de transporte, disponibilidad limitada de personal calificado o menor capacidad para atender complicaciones [13].

La magnitud de la correlación observada entre cobertura institucional y mortalidad materna es consistente con estudios que identifican el acceso oportuno al parto seguro como una de las estrategias centrales para reducir muertes maternas [14]. Sin embargo, el valor de r no debe interpretarse como una relación causal aislada. La cobertura institucional actúa probablemente como marcador compuesto de múltiples determinantes: infraestructura sanitaria, educación materna, seguimiento prenatal, redes de referencia, disponibilidad de medicamentos esenciales, transporte, capacidad quirúrgica , condiciones socioeconómicas y exposición a violencia de género, que se ha asociado con menor uso de servicios de salud reproductiva [15].

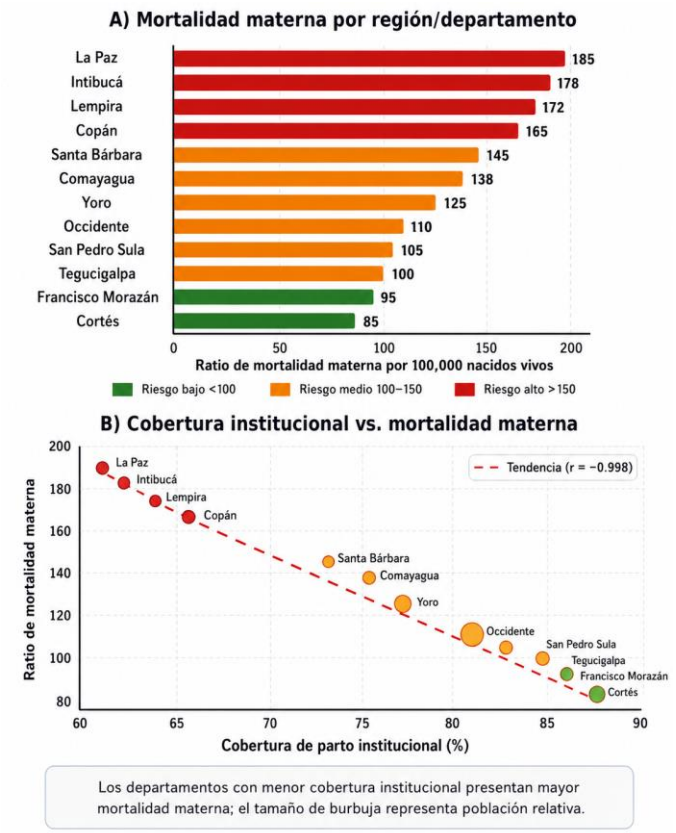


Fig. 3 Análisis geoespacial de mortalidad materna y cobertura institucional del parto por departamento o región. El panel A ordena los territorios por mortalidad materna y categoría de riesgo; el panel B muestra la asociación entre cobertura institucional y mortalidad materna, con tamaño de burbuja proporcional a la población.

Estas consideraciones obligan a examinar posibles variables de confusión. En la serie temporal, cobertura y mortalidad evolucionaron de forma monotónica durante dos décadas, por lo que parte de la correlación puede atribuirse a una tendencia secular compartida con otros procesos concurrentes, como la reducción de la pobreza, el aumento de la escolaridad femenina, el descenso de la fecundidad y de los embarazos de alto riesgo, la expansión de la planificación familiar, la urbanización y las mejoras en la red vial [5], [16]. A ello se suman los cambios en los métodos de estimación de la mortalidad materna y en la calidad del registro vital, capaces de modificar la serie con independencia del acceso real a los servicios [4], [17]. En el componente regional, la cobertura institucional mostró alta colinealidad con el número de establecimientos ($r = 0.831$), y ambas variables reflejan probablemente un gradiente de ruralidad, pobreza y proporción de población indígena que no fue posible ajustar con los datos disponibles; además, la inclusión de unidades territoriales parcialmente superpuestas puede inflar la magnitud de la correlación. Por ello, la asociación observada debe entenderse como una estimación bruta, cuya magnitud probablemente disminuiría en modelos multivariables que incorporen estos determinantes.

Desde la perspectiva de innovación y desarrollo regional, este trabajo ilustra cómo los datos abiertos pueden convertirse en evidencia accionable para salud pública. La integración de series temporales, indicadores territoriales y visualización geoespacial permite priorizar departamentos para intervenciones focalizadas, modelamiento predictivo y planificación de servicios [18]. Además, el uso de fuentes abiertas mejora reproducibilidad, transparencia y potencial de escalamiento metodológico a otros países de la región, siempre que existan diccionarios de variables y documentación adecuada [19].

Los resultados también dialogan con enfoques recientes de carga global de enfermedad, que subrayan la importancia de medir desigualdades subnacionales y no solo promedios nacionales [17]. En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la reducción de la mortalidad materna exige sistemas de información capaces de identificar territorios rezagados y monitorear intervenciones en tiempo casi real [20]. UNICEF y otros organismos internacionales han insistido en que la mortalidad materna debe evaluarse con métricas comparables, pero también con sensibilidad a la desigualdad interna de los países [21].

La relación entre cobertura institucional y mortalidad materna debe situarse además en el contexto de medición de metas sanitarias globales. Los análisis comparativos de los ODS muestran que los promedios nacionales pueden ocultar inequidades profundas, por lo que la desagregación territorial es indispensable para priorizar inversión y evaluar progreso [22]. En Honduras, la disponibilidad de datos demográficos nacionales y encuestas de hogares puede complementar las fuentes internacionales, especialmente para caracterizar pobreza, ruralidad, educación y acceso a transporte como determinantes de uso de servicios obstétricos [16].

La literatura sobre barreras de atención prenatal y obstétrica en Centroamérica ha descrito obstáculos económicos, socioculturales y de accesibilidad que pueden reducir el uso efectivo de servicios, incluso cuando existe infraestructura formal [23]. En consecuencia, las intervenciones no deberían limitarse a aumentar el número de establecimientos. También se requiere fortalecer redes de referencia, casas maternas, transporte de emergencia, teleorientación obstétrica, vigilancia comunitaria y continuidad del cuidado prenatal-parto-puerperio.

Una línea de desarrollo metodológico consiste en avanzar hacia sistemas territoriales de vigilancia materna que integren datos administrativos, encuestas, información geográfica, rutas de transporte y capacidad resolutiva de servicios. Experiencias de vigilancia demográfica y sanitaria en contextos de recursos limitados demuestran que los sistemas longitudinales pueden mejorar la comprensión de inequidades locales cuando existe captura continua y estandarizada de datos [24]. Asimismo, la generación de datos gubernamentales abiertos en países en desarrollo requiere gobernanza, interoperabilidad y estándares de calidad para evitar que la disponibilidad nominal de datos se traduzca en evidencia incompleta o no reutilizable [25].

V. Limitaciones e Implicaciones para la política pública e innovación

Este estudio presenta limitaciones inherentes a su diseño ecológico y al uso de datos secundarios. En primer lugar, los resultados describen asociaciones poblacionales y no permiten inferir riesgo individual ni causalidad directa. En segundo lugar, la serie temporal disponible no contiene necesariamente observaciones anuales completas para todos los indicadores, por lo que la interpretación de pendientes debe considerarse descriptiva. En tercer lugar, el componente geoespacial se basó en departamentos o regiones, lo que puede ocultar heterogeneidad intramunicipal y diferencias entre comunidades rurales, periurbanas e indígenas. Asimismo, las unidades del componente regional no son mutuamente excluyentes, y el análisis bivariado no permitió ajustar por variables de confusión socioeconómicas y demográficas.

También debe considerarse que las fuentes internacionales emplean metodologías de estimación y modelamiento que pueden diferir de los registros administrativos nacionales. La mortalidad materna es un evento relativamente infrecuente y vulnerable a subregistro, clasificación errónea y cambios en la calidad del sistema de vigilancia. Finalmente, no se contó con variables clínicas, causas específicas de muerte, calidad de atención, tiempos de traslado, disponibilidad de sangre, capacidad quirúrgica ni datos individuales de comorbilidad, por lo que el análisis no puede evaluar mecanismos clínicos específicos.

Los resultados sugieren que la reducción adicional de mortalidad materna en Honduras requerirá intervenciones territorialmente diferenciadas. Los departamentos clasificados como riesgo alto deberían priorizarse para fortalecer redes obstétricas, transporte sanitario, referencia temprana, teleobstetricia, casas maternas y monitoreo comunitario de embarazos de alto riesgo. La focalización geoespacial puede mejorar la eficiencia de la inversión pública al dirigir recursos hacia territorios con mayor brecha entre necesidad y cobertura efectiva.

Desde una perspectiva de innovación, el estudio ofrece una base para desarrollar tableros de vigilancia materna, modelos predictivos de riesgo territorial y sistemas de información geográfica que integren datos abiertos con reportes administrativos locales. Estas herramientas podrían apoyar decisiones de planificación, asignación de personal, ubicación de servicios y evaluación del impacto de intervenciones. El aporte principal radica en demostrar cómo la ciencia de datos abierta puede convertirse en insumo estratégico para innovación sanitaria regional.

VI. Conclusiones

Honduras experimentó una reducción sustancial de mortalidad materna entre 2000 y 2021, acompañada por un aumento importante de la cobertura institucional del parto. Sin embargo, el análisis geoespacial muestra que persisten territorios con mortalidad elevada y cobertura institucional insuficiente, especialmente en departamentos rurales y remotos.

La asociación negativa entre cobertura de parto institucional y mortalidad materna fue fuerte tanto a nivel temporal como regional, si bien corresponde a una asociación ecológica no ajustada por posibles variables de confusión. Estos hallazgos respaldan la necesidad de intervenciones focalizadas que combinen infraestructura, acceso geográfico, calidad obstétrica y sistemas de información territorial. El uso de datos abiertos permite generar evidencia reproducible para orientar políticas públicas, priorizar recursos y avanzar hacia modelos de innovación sanitaria centrados en equidad.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo recibido del Instituto de Investigación en Ciencias Médicas y Derecho a la Salud (ICIMEDES) de la Facultad de Ciencias Médicas (FCM) y la Dirección de Investigaciones Científicas, Humanísticas y Tecnológicas (DICIHT) todas ellas de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).

Referencias

[1] World Health Organization, UNICEF, UNFPA, World Bank Group, and United Nations Population Division, *Trends in Maternal Mortality 2000 to 2017: Estimates by WHO, UNICEF, UNFPA, World Bank Group and the United Nations Population Division*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2019. [Online]. Available: https://iris.who.int/handle/10665/327595. Accessed: May 3, 2026.

[2] Pan American Health Organization, *Health in the Americas 2022: Overview of the Region of the Americas in the Context of the COVID-19 Pandemic*. Washington, DC, USA: PAHO, 2022. [Online]. Available: https://iris.paho.org/items/d0717dff-c6c4-48dc-a920-673e045b803d. Accessed: May 3, 2026.

[3] World Health Organization, *WHO Recommendations on the Assessment of Postpartum Blood Loss and Use of a Treatment Bundle for Postpartum Haemorrhage*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2023. [Online]. Available: https://www.who.int/publications/i/item/9789240085398. Accessed: May 3, 2026.

[4] L. Alkema et al., "Global, regional, and national levels and trends in maternal mortality between 1990 and 2015, with scenario-based projections to 2030: A systematic analysis by the UN Maternal Mortality Estimation Inter-Agency Group", *The Lancet*, vol. 387, no. 10017, pp. 462–474, Jan. 2016, doi: 10.1016/S0140-6736(15)00838-7.

[5] W. Graham et al., "Diversity and divergence: The dynamic burden of poor maternal health", *The Lancet*, vol. 388, no. 10056, pp. 2164–2175, Oct. 2016, doi: 10.1016/S0140-6736(16)31533-1.

[6] Secretaría de Estado en el Despacho de Salud, *Política Nacional de Salud Sexual y Reproductiva*. Tegucigalpa, Honduras: Secretaría de Salud, 2016. [Online]. Available: https://oig.cepal.org/sites/default/files/hon_politica_nacional_ssr_2016.pdf. Accessed: May 3, 2026.

[7] World Bank Group, *World Bank Open Data*, World Bank, 2024. [Online]. Available: https://data.worldbank.org/. Accessed: May 3, 2026.

[8] World Health Organization, *Global Health Observatory*, WHO, 2024. [Online]. Available: https://www.who.int/data/gho/. Accessed: May 3, 2026.

[9] Pan American Health Organization, *PLISA: Health Information Platform for the Americas*, PAHO, 2024. [Online]. Available: https://opendata.paho.org/en. Accessed: May 3, 2026.

[10] ICF, *The Demographic and Health Surveys Program*, ICF, 2024. [Online]. Available: https://dhsprogram.com/. Accessed: May 3, 2026.

[11]Z. A. Bhutta et al., “Can available interventions end preventable deaths in mothers, newborn babies, and stillbirths, and at what cost?”, *The Lancet*, vol. 384, no. 9940, pp. 347–370, Jul. 2014, doi: 10.1016/S0140-6736(14)60792-3.
[12]L. Quiroz-Acuña et al., “Trends in maternal mortality in Latin America and the Caribbean: A joinpoint analysis”, *BMC Women’s Health*, vol. 25, Art. no. 364, 2025, doi: 10.1186/s12905-025-03919-5.
[13]O. M. R. Campbell and W. J. Graham, “Strategies for reducing maternal mortality: Getting on with what works”, *The Lancet*, vol. 368, no. 9543, pp. 1284–1299, Oct. 2006, doi: 10.1016/S0140-6736(06)69381-1.
[14]T. Girum and A. Wasie, “Correlates of maternal mortality in developing countries: An ecological study in 82 countries”, *Matern Health Neonatol Perinatol*, vol. 3, Art. no. 19, 2017, doi: 10.1186/s40748-017-0059-8.
[15]J. Ahmad, M. E. Khan, A. Mozumdar, and D. S. Varma, “Gender-based violence in rural Uttar Pradesh, India: Prevalence and association with reproductive health behaviors”, *J Interpers Violence*, vol. 31, no. 19, pp. 3111–3128, 2016, doi: 10.1177/0886260515584341.
[16]Instituto Nacional de Estadística de Honduras, *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples, EPHPM 2022*. Tegucigalpa, Honduras: INE, 2022. [Online]. Available: https://ine.gob.hn/2022/11/04/encuesta-permanente-de-hogares-de-propositos-multiples-ephpm-2022/. Accessed: May 3, 2026.
[17]N. J. Kassebaum et al., “Global, regional, and national levels of maternal mortality, 1990–2015: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015”, *The Lancet*, vol. 388, no. 10053, pp. 1775–1812, Oct. 2016, doi: 10.1016/S0140-6736(16)31470-2.
[18]D. T. Jamison, J. G. Breman, A. R. Measham, et al., Eds., *Disease Control Priorities in Developing Countries*, 2nd ed. Washington, DC, USA: International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank; New York, NY, USA: Oxford University Press, 2006. [Online]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11728/. Accessed: May 3, 2026.
[19]IPUMS International, *Harmonized International Census Data for Social Science and Health Research*, University of Minnesota, 2023. [Online]. Available: https://international.ipums.org/. Accessed: May 3, 2026.
[20]United Nations, *The Sustainable Development Goals Report 2023: Special Edition*. New York, NY, USA: United Nations, 2023. [Online]. Available: https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/. Accessed: May 3, 2026.
[21]UNICEF, *Maternal mortality rates and statistics*, UNICEF Data, 2025. [Online]. Available: https://data.unicef.org/topic/maternal-health/maternal-mortality/. Accessed: May 3, 2026.
[22]S. S. Lim et al., “Measuring the health-related Sustainable Development Goals in 188 countries: A baseline analysis from the Global Burden of Disease Study 2015”, *The Lancet*, vol. 388, no. 10053, pp. 1813–1850, Oct. 2016, doi: 10.1016/S0140-6736(16)31467-2.
[23]N. Houghton et al., “Barriers to access to health services for women and children in Latin America”, *Rev Panam Salud Publica*, vol. 46, Art. no. e94, 2022, doi: 10.26633/RPSP.2022.94.
[24]C. Sacoor et al., “Health and socio-demographic profile of women of reproductive age in rural communities of southern Mozambique”, *PLOS ONE*, vol. 13, no. 2, Art. no. e0184249, 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0184249.
[25]P. Nascimento Silva and S. Nascimento Silva, “Open government data in health sector: A systematic literature review”, *BMC Public Health*, vol. 25, Art. no. 47, 2025, doi: 10.1186/s12889-024-21149-6.