

Georreferenciación de la tuberculosis y su relación con los determinantes sociales en una ciudad de Colombia (2012-2019)

Georeferencing of tuberculosis and its relationship to social determinants in a Colombian city (2012-2019)

NICOLÁS DAVID SANTOYO-SARMIENTO, VIVIANA TÍJARO-MERCHÁN, CRISTIAN LÓPEZ-OCAMPO,
JOSÉ DANIEL LÓPEZ-SANTOYO, ESMERALDA HERNÁNDEZ-SANTOS,
JENNIFER MARTÍNEZ-PARRA • BOGOTÁ, D.C. (COLOMBIA)
DANIEL ARSANIOS-MARTÍN • CHÍA (COLOMBIA)
NIDIA MARÍA MANTILLA-MANOSALVA • FLORIDABLANCA (COLOMBIA)

DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2025.4701>

Resumen

Introducción: la tuberculosis representa un reto importante para la salud pública y es la segunda causa de mortalidad infecciosa global. Afecta principalmente a países de bajos ingresos. En Colombia, la alta desigualdad social (pobreza de 34.7-14.28 % con necesidades básicas insatisfechas, 3.8% en pobreza extrema y 4.17% en hacinamiento) potencia estos riesgos. El objetivo fue analizar la interacción entre determinantes sociales y tuberculosis.

Métodos: estudio ecológico descriptivo mediante análisis geoespacial. Se evaluó la distribución geográfica de los casos de tuberculosis en Villavicencio y su asociación con determinantes sociodemográficos, utilizando herramientas de georreferenciación, análisis de conglomerados y pruebas estadísticas espaciales.

Resultados: se hallaron agrupamientos geográficos de casos de tuberculosis asociados a sectores con mayor densidad poblacional, hacinamiento, pobreza multidimensional, asentamientos informales y migración. Las zonas adyacentes a los ríos Guatiquía y Ocoa concentraron los mayores conglomerados de incidencia, en correlación con contextos de vulnerabilidad social.

Discusión: los determinantes sociales continúan desempeñando un papel central en la transmisión de la tuberculosis. Factores como el hacinamiento, la pobreza multidimensional, la migración forzada, la violencia intrafamiliar, las deficiencias en el saneamiento básico y las limitaciones en el acceso a servicios de salud se asocian con una mayor carga de enfermedad. Estos hallazgos resaltan la necesidad de intervenciones de salud pública dirigidas a las poblaciones vulnerables y de estudios prospectivos que permitan un análisis individualizado más profundo. (*Acta Med Colomb 2025; 50*).
DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2025.4701>.

Palabras clave: *Mycobacterium tuberculosis, mapeo geográfico, georreferenciación, Colombia, salud pública.*

Abstract

Introduction: tuberculosis is a significant public health challenge and is the second cause of infectious mortality worldwide. It mainly affects low-income countries. In Colombia, high social inequality (34.7% poverty – 14.28% with unsatisfied basic needs, 3.8% in extreme poverty and 4.17% with overcrowding) potentiates these risks. The objective was to analyze the interaction between social determinants and tuberculosis.

Methods: this was a descriptive ecological study using geospatial analysis. It analyzed the geographical distribution of tuberculosis cases in Villavicencio, along with their relationship to sociodemographic determinants, using georeferencing tools, cluster analysis and spatial statistics.

Results: there were geographical clusters of tuberculosis cases associated with more densely populated areas, overcrowding, multidimensional poverty, informal settlements and migration. Areas

Dr. Nicolás David Santoyo-Sarmiento: Magíster en Epidemiología, Universidad CES, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, Grupo de Investigación de Medicina Interna, Fundación Cardioinfantil, LaCardio. Bogotá D.C. (Colombia); Dres. Viviana Tíjaro-Merchán, Cristian López-Ocampo: Escuela de Medicina, Fundación Universitaria Sanitas, Bogotá D.C. (Colombia); Dr. José Daniel López-Santoyo, Escuela de Medicina, Universidad Autónoma de Bucaramanga. Bucaramanga (Colombia); Dras. Esmeralda Hernández-Santos, Jennifer Martínez-Parra: Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario. Grupo de Investigación de Medicina Interna, Fundación Cardioinfantil, LaCardio. Bogotá, D.C. (Colombia). Dr. Daniel Arsanios-Martín: Departamento de Medicina Interna, Hospital Universitario de La Samaritana; Bogotá, D.C. (Colombia), Universidad de la Sabana. Chía (Colombia).

Dra. Nidia María Mantilla-Manosalva: Hospital Internacional de Colombia. Floridablanca (Colombia).

Correspondencia: Dr. Nicolás David Santoyo-Sarmiento. Bogotá, D.C. (Colombia).

E-Mail: santoyosarmienton@gmail.com,

nicolas.santoyo@urosario.edu.co

Recibido: 12/III/2025 Aceptado: 16/VI/2025

adjacent to the Guatiquía and Ocoa Rivers concentrated the clusters with the highest incidence, correlated with social vulnerability settings.

Discussion: social determinants continue to play a central role in tuberculosis transmission. Factors like overcrowding, multidimensional poverty, forced migration, domestic violence, gaps in basic hygiene and limited access to healthcare services are associated with a higher burden of disease. These findings highlight the need for public health interventions targeting vulnerable populations and prospective studies to provide a more in-depth individualized analysis. (**Acta Med Colomb 2025; 50.** DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2025.4701>).

Keywords: *Mycobacterium tuberculosis, geographic mapping, georeferencing, Colombia, public health.*

Introducción

El control de la tuberculosis sigue siendo un gran desafío para la salud pública. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es la segunda causa más frecuente de mortalidad por enfermedades infecciosas a nivel mundial, afectando principalmente a los países de bajos ingresos (1).

En 2019 se reportaron 1.4 millones de muertes anuales y una prevalencia de 10 millones de casos. En las Américas, 87% de estos casos se concentraron en diez países, situándose Colombia en el sexto lugar en incidencia, con una tasa de 27.3 casos por cada 100 000 habitantes. Dentro del país, Villavicencio fue la sexta ciudad con el mayor número de casos reportados (2).

Se han implementado diversas estrategias para mitigar el impacto de la tuberculosis, con un enfoque en el control de los factores de riesgo asociados a la enfermedad. Estudios previos han identificado que determinantes sociales como la pobreza, el hacinamiento, la migración, la violencia, la densidad poblacional y el desempleo contribuyen a la aparición, propagación y dificultad en el control de la tuberculosis (3,4).

En Colombia, estos factores de riesgo son particularmente relevantes, ya que el país presenta uno de los niveles más altos de desigualdad en América Latina, con un índice de pobreza de 34.7%, 14.28% de la población con necesidades básicas insatisfechas, 3.8% viviendo en condiciones de pobreza extrema y 4.17% en situación de hacinamiento (5). Dado el impacto de estos determinantes causales, es necesario adoptar enfoques que permitan analizar la tuberculosis en relación con el contexto social, económico y demográfico.

La georreferenciación es una herramienta valiosa que permite identificar la distribución espacial, los patrones de ocurrencia y los factores de riesgo dentro del sistema de vigilancia epidemiológica, facilitando el diseño de intervenciones intersectoriales eficaces para la mitigación de la enfermedad.

Este estudio tiene como objetivo analizar la distribución espacial de la tuberculosis en una ciudad de Colombia, durante el período 2012-2019 y su relación con determinados determinantes de salud.

Metodología

Se llevó a cabo un estudio ecológico descriptivo en el que se comparó la distribución geográfica de la tuberculosis

con los determinantes sociodemográficos de la población. Se creó una base de datos a partir de los registros médicos de pacientes diagnosticados con tuberculosis, identificados mediante el código CIE-10, en un hospital de nivel III en la ciudad de Villavicencio entre 2012 y 2019. Con base en la información demográfica, se cartografió la ubicación de los casos y su distribución temporal utilizando técnicas de georreferenciación. Posteriormente, estos hallazgos fueron comparados con datos sociales y estadísticos, así como con mapas de calor proporcionados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

El análisis y la tabulación de los datos se realizaron utilizando Epidat 4.2. La georreferenciación se aplicó para analizar las variables sociodemográficas tanto cualitativa como cuantitativamente. El sistema de coordenadas utilizado fue “Magna-SIRGAS Origen Villavicencio 2011”, el sistema de referencia oficial del municipio (ESRI, 2020). La información cartográfica base para los mapas (límites urbanos, comunas y barrios) se obtuvo de la plataforma oficial de ArcGIS Online. De los 361 casos identificados, 289 (80%) fueron georreferenciados exitosamente, mientras que el resto no pudo ser mapeado debido a inconsistencias en las direcciones o datos incompletos.

Para evaluar el patrón de distribución espacial de los casos de tuberculosis en la población estudiada, se emplearon herramientas de la plataforma ArcGIS, incluyendo el método de agrupamiento (*Clustering*) y el algoritmo de Índice de Vecino Más Cercano (*Nearest Neighbor Index*). Posteriormente, se aplicó el análisis de valores atípicos mediante el algoritmo Anselin Local Moran's I, que permite identificar conglomerados estadísticamente significativos de alta incidencia (*hot spots*), baja incidencia (*cold spots*) y valores espaciales atípicos.

Aunque el diseño del estudio corresponde a un enfoque descriptivo ecológico, la incorporación de técnicas estadísticas espaciales permite realizar pruebas de significancia para contrastar si la distribución observada de los casos difiere de un patrón de completa aleatoriedad espacial. En este contexto, se formuló como hipótesis nula la ausencia de agrupamiento espacial (distribución aleatoria) y como hipótesis alternativa la presencia de conglomerados significativos, lo cual podría sugerir la existencia de factores subyacentes asociados a la transmisión o riesgo de la enfermedad. Los

resultados obtenidos permitieron establecer si correspondía aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Resultados

Se realizó un análisis de la población estudiada, conformada por 361 individuos diagnosticados con tuberculosis. Se logró la georreferenciación en 80% de los casos dentro del período de estudio (2012-2019) (Figura 1). Del total de la población, el 36.01% (n=130) eran mujeres con una mediana de edad de 39 años (rango: 15-89 años), mientras que 63.99% (n=231) eran hombres con una mediana de edad de 47 años (rango: 10-94 años). Se identificó la presencia de comorbilidades en 36.6% de los casos, con una prevalencia 2.3 veces mayor en hombres que en mujeres (Tabla 1).

Entre las mujeres, 5.38% tenía VIH, 1.54% padecía enfermedad pulmonar crónica y 13.08% tenía diabetes mellitus. No se reportaron casos de enfermedad renal, inmunosupresión o enfermedad cardiovascular en este grupo. En los hombres, 8.23% tenía VIH, 2.16% presentaba enfermedad cardiovascular, 21.64% padecía enfermedad

Tabla 1. Comorbilidades de pacientes con tuberculosis según sexo.

Enfermedad	Mujeres (%) Total: 130	Hombres (%) Total: 231
VIH	7 (5.38)	19 (8.23%)
Diabetes	17 (13.08%)	27 (11.69%)
Enfermedad pulmonar	2 (1.54)	50 (21.64%)
Enfermedad renal	0 (0%)	2 (0.86)
Enfermedad cardíaca	0 (0%)	5 (2.16%)
Inmunosupresión	0 (0%)	3 (1.35%)
Subtotal	26 (19.95%)	106 (45.93%)
Población total	361 (36.6%)	
VIH: virus de inmunodeficiencia adquirido		

pulmonar crónica, 0.86% tenía enfermedad renal, 11.69% tenía diabetes y 1.39% presentó inmunosupresión por el uso de medicamentos.

Entre 2012 y 2019, se observó una disminución en la densidad poblacional en las comunas C3, C4, C5 y C6,

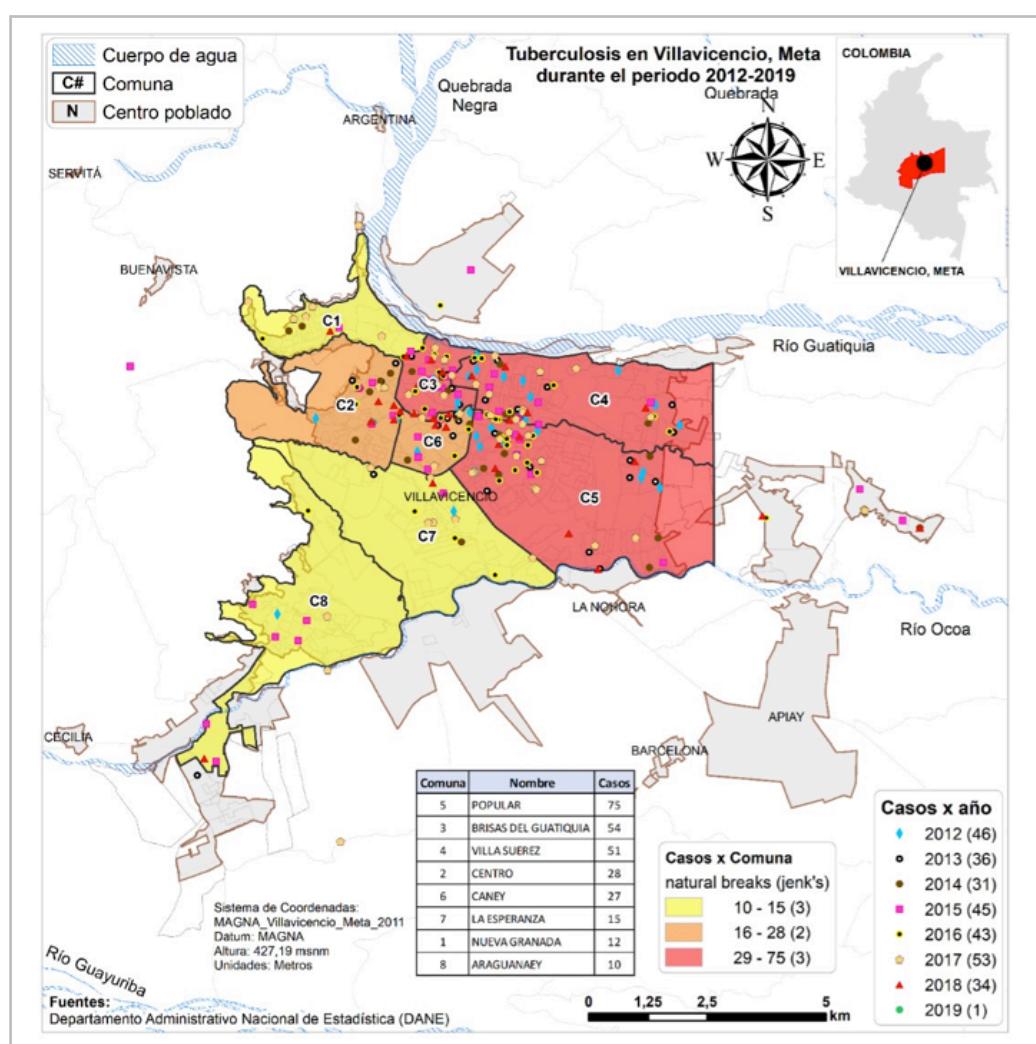


Figura 1. Ubicación de los casos de tuberculosis en una ciudad de Colombia, 2012-2019.

acompañada de un aumento en la densidad promedio de las comunas vecinas. Este desplazamiento resultó en una reducción de los conglomerados de alta densidad de tuberculosis y en un incremento de la distribución no significativa de casos en otras áreas, como C1, C2 y C7 (Figura 2).

Las comunas de Popular, Brisas de Guatiquía, Villa Suárez, Centro y Caney reportaron el mayor número de casos de tuberculosis. Al comparar estos datos con la información georreferenciada del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (6), se evidenció que estas zonas presentaban la mayor concentración de casos de tuberculosis por cuadra. Asimismo, estas regiones mostraron una alta prevalencia de comorbilidades como hipertensión arterial, diabetes, cardiopatía isquémica, enfermedad pulmonar crónica y cáncer.

El análisis espacial también incorporó características sociales como la densidad poblacional, el hacinamiento, el alto riesgo de cohabitación intergeneracional y la edad mayor de 60 años, todas ellas asociadas con la distribución de los casos de tuberculosis en la ciudad.

Según el DANE (7), Índice de Pobreza Multidimensional muestra que las áreas con los niveles más altos de pobreza, que afectan entre 60 y 80% de la población general. Estas zonas de alta pobreza se ubican principalmente en comunas cercanas al río Guatiquía, como Popular, Brisas de Guatiquía y Villa Suárez. Al superponer estos datos con el mapa de distribución de tuberculosis, se evidenció que estas localidades presentaban la mayor prevalencia de la enfermedad. Esta asociación sugiere una relación entre la tuberculosis y las poblaciones con necesidades básicas insatisfechas, caracterizadas por hacinamiento, condiciones deficientes de vivienda, acceso limitado a servicios de salud, baja capacidad económica del hogar y restricciones en el acceso a la educación.

Discusión

El control de la tuberculosis continúa siendo un reto global y nacional en salud pública, enmarcado dentro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) establecidos en 2015, con el propósito de reducir la incidencia en 90% y la mortalidad en 95% hacia 2035 (8). Sin embargo, entre 2000 y 2017 la reducción anual de la mortalidad fue apenas de 2.5%, lejos de la meta de 12% anual proyectada (9, 10). Aunque se han implementado múltiples estrategias para mitigar la carga de la enfermedad, centradas en los determinantes sociales —como pobreza, hacinamiento, migración y violencia— los avances han sido limitados (11, 12).

El hacinamiento, definido como una condición en la que tres o más personas comparten una misma habitación (13), ha sido fuertemente asociado con un aumento en la prevalencia de tuberculosis, alcanzando una incidencia hasta 20 veces mayor en comparación con la población general y con un riesgo de transmisión anual de 90% (14). En Villavicencio en 2018, 15.4% de los hogares (23 245) están conformados por cinco o más personas, 19.6% (29 515) por cuatro personas, y 22.6% (33 995) por tres personas. A nivel departamental, Villavicencio es la ciudad con mayor número de hogares en hacinamiento mitigable (14 581) y no mitigable (1112) (15). Además, 65% de las personas en condición de hacinamiento residen en viviendas compartidas, y Meta presenta la mayor densidad poblacional de la región, con 350.9 habitantes por km² (16).

En este estudio se identificó una correlación entre la incidencia de tuberculosis, la alta densidad poblacional a lo largo del río Guatiquía y el hacinamiento. Las comunas de Popular, Brisas de Guatiquía y Villa Suárez reportaron el mayor número de casos, principalmente en hogares monoparentales o viviendas multifamiliares, condiciones que agravan el hacinamiento y contribuyen a la violencia

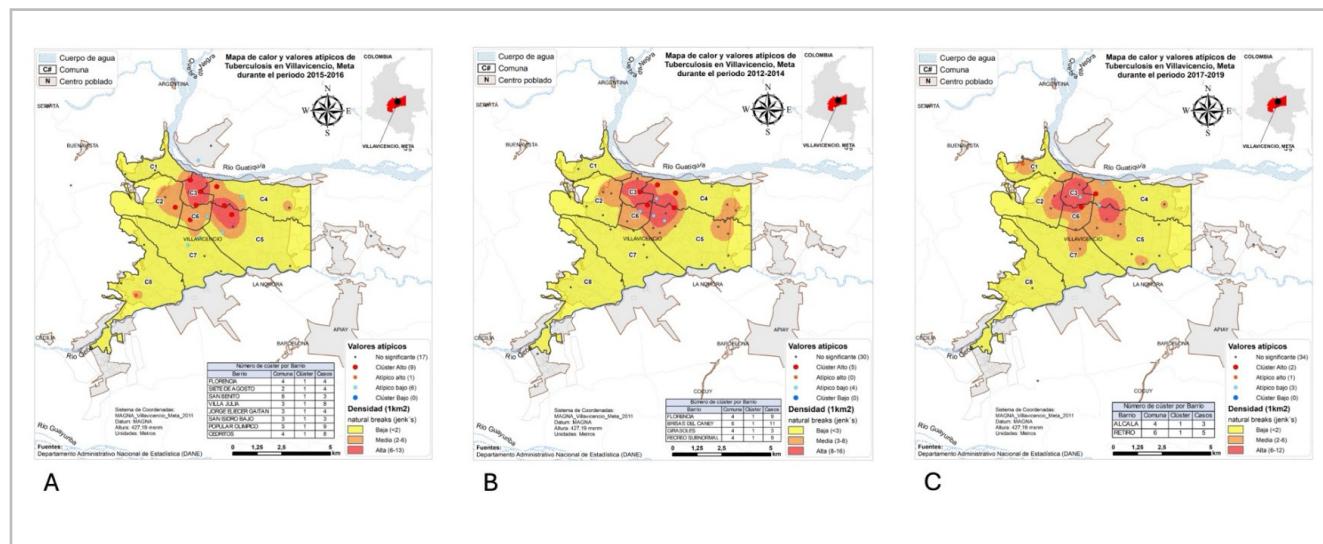


Figura 2. Análisis de conglomerados (hot spots) de casos de tuberculosis en una ciudad de Colombia, 2012-2019.

intrafamiliar. Es relevante destacar que estas poblaciones incluyen individuos afectados por desplazamiento forzado, situación de calle y procesos de desmovilización debido al conflicto armado (17), cifras que mantienen su relevancia como factor de riesgo conocido para la transmisión de tuberculosis, con riesgos anuales de infección de hasta 90% en estas condiciones (14-16).

La exposición a aguas residuales sin tratamiento también ha sido asociada con un mayor riesgo de infección por tuberculosis en comparación con la población general (18). En este estudio, aunque no se identificaron conglomerados significativos, se observó una distribución espacial establecida, especialmente a lo largo del río Ocoa, en las comunas 5 y 8, donde 8% de la población no tiene acceso a un sistema de alcantarillado. Kalpana Chandra et al. (2018) sugieren que la exposición crónica a sustancias tóxicas e irritantes en el tracto respiratorio podría predisponer a la tuberculosis y agravar la severidad de la enfermedad (19).

En cuanto a la pobreza, las comunas cercanas al río Guatiquía, que presentaron la mayor prevalencia de tuberculosis, también registraron los niveles más altos de pobreza multidimensional, según el análisis geoespacial realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Gutiérrez García et al. (2019) reportaron que estas zonas se caracterizan por asentamientos informales, barrios marginales y niveles de pobreza que afectan hasta el 91.5% de la población (17). Nuestros hallazgos mostraron correlación entre las zonas de mayor incidencia de tuberculosis y los sectores con mayor pobreza según el DANE (17).

A pesar de ello, es importante actualizar esta discusión a la luz de los datos recientes de pobreza multidimensional reportados para 2024. El informe del DANE muestra una reducción sostenida en la pobreza multidimensional nacional, alcanzando 11.5% a nivel nacional, con una prevalencia de 20.3% en la región Amazonía-Orinoquía, donde se ubica el departamento de Meta (20). En esta región, la pobreza multidimensional disminuyó 3.8 puntos porcentuales respecto a 2023, pero continúa siendo la más alta del país fuera de zonas como Vichada y La Guajira. Aunque se observa una tendencia nacional al descenso, los niveles de privaciones entre los hogares pobres persisten en niveles elevados, con un promedio de 42.7% de privaciones en Amazonía-Orinoquía (20), manteniendo su impacto sobre el riesgo de enfermedades transmisibles como la tuberculosis.

Comparado con el período original de nuestro estudio (2012-2019), donde reportamos una fuerte asociación entre pobreza y conglomerados de tuberculosis, los datos actuales confirman que Meta sigue concentrando aproximadamente 2.5% de los casos de tuberculosis del país (21). Aunque el crecimiento económico y las políticas de reducción de pobreza muestran avances, persisten amplios sectores vulnerables en las comunas afectadas por la enfermedad, en especial en población migrante y desplazada que se asienta en zonas periféricas con alta densidad poblacional y limitaciones en saneamiento básico (17, 18, 22).

El fenómeno migratorio continúa siendo un componente central del análisis. Villavicencio sigue siendo punto de convergencia de migración interna y de población migrante internacional, particularmente venezolana, en zonas cercanas a los ríos Guatiquía, Ocoa y Negro (17, 22). Estas poblaciones presentan factores de riesgo acumulativos -hacinamiento, pobreza, informalidad laboral, barreras de acceso a salud y mayor riesgo de transmisión de tuberculosis multirresistente- que se correlacionan con los conglomerados identificados mediante análisis geoespacial (17). Dhavan et al. (2017) indican que factores como el alto riesgo de transmisión, la búsqueda tardía de atención médica, las interrupciones en el tratamiento y los regímenes terapéuticos inadecuados contribuyen al aumento de la resistencia a los fármacos antituberculosos en poblaciones migrantes (23).

La violencia intrafamiliar, ya previamente señalada como factor indirecto que afecta la adherencia al tratamiento antituberculoso (24, 25), mantiene su vigencia como determinante contextual en comunas como la 8, donde históricamente se han reportado las tasas más altas de violencia doméstica (26). La coincidencia espaciotemporal observada entre los períodos de mayor violencia y el incremento de casos de tuberculosis entre 2015 y 2016, sigue siendo consistente con los fenómenos de desestructuración social que favorecen la progresión y transmisión de la enfermedad (27, 28).

Al comparar nuestros hallazgos históricos con los datos epidemiológicos nacionales más recientes (21), es importante destacar el incremento general en la incidencia de tuberculosis en Colombia. Entre 2019 y 2024, los casos incidentes pasaron de 14 902-20 832, lo que refleja un aumento de la tasa de incidencia de 28.2-36.7 casos por 100 000 habitantes (21). Aunque este aumento puede ser interpretado como un incremento real de la carga de enfermedad, parte de este crecimiento es atribuible al fortalecimiento de la capacidad diagnóstica en el país, con la introducción de pruebas moleculares de alta sensibilidad y especificidad, así como el uso de inteligencia artificial en la lectura de radiología digital, según lo dispuesto en la Resolución 227 de 2020 (21).

No obstante, es importante reconocer las limitaciones de nuestro estudio. En primer lugar, la naturaleza ecológica del análisis impide establecer asociaciones causales a nivel individual, existiendo riesgo de falacia ecológica al interpretar correlaciones espaciales a partir de agregados poblacionales sin contar con información sociodemográfica individualizada.

En segundo lugar, aproximadamente 20% de los casos registrados durante el período de estudio fueron excluidos debido a la falta de información georreferenciada completa, lo que pudo introducir un sesgo de selección que afectara la precisión y representatividad de los patrones espaciales identificados.

En tercer lugar, aunque los patrones geoespaciales observados mantienen su relevancia contextual, la validez temporal de los hallazgos podría estar parcialmente limitada, considerando que el análisis se realizó con datos correspon-

dientes al periodo 2012–2019, mientras que la dinámica poblacional de Villavicencio ha continuado experimentando cambios significativos entre 2020 y 2025, relacionados con procesos migratorios, expansión urbana, transformación de asentamientos informales y variaciones en las condiciones socioeconómicas.

Por último, el incremento reciente en la incidencia nacional de tuberculosis, reportado por el Instituto Nacional de Salud en 2024, está influenciado tanto por un posible aumento real en la transmisión como por el fortalecimiento de la capacidad diagnóstica del país, mediante la incorporación de pruebas moleculares y sistemas de inteligencia artificial en el tamizaje radiológico. Esta expansión diagnóstica puede haber permitido la identificación de casos previamente subdiagnosticados durante el periodo de análisis, dificultando la comparación directa de las tendencias de incidencia a lo largo del tiempo.

En conjunto, nuestros hallazgos siguen resaltando el papel central de los determinantes sociales: pobreza, hacinamiento, migración, saneamiento deficiente y violencia- en la dinámica de transmisión de la tuberculosis en Villavicencio. Sin embargo, los cambios demográficos, metodológicos y tecnológicos observados en los años recientes subrayan la necesidad de realizar estudios prospectivos actualizados con integración de datos individuales y seguimiento dinámico georreferenciado, que permitan refinar el diseño de políticas de salud pública focalizadas para el control efectivo de la enfermedad en poblaciones vulnerables.

Conclusión

Nuestros hallazgos confirman que, más allá de los factores biológicos clásicos como la inmunosupresión y las enfermedades pulmonares, los determinantes sociales y estructurales desempeñan un rol fundamental en la transmisión de la tuberculosis en contextos urbanos como Villavicencio. Factores como el hacinamiento, la pobreza multidimensional, la migración forzada, la violencia intrafamiliar y las condiciones deficitarias de vivienda y saneamiento básico se asocian espacialmente con los conglomerados de alta incidencia de la enfermedad identificados a lo largo de los ríos Guatiquía y Ocoa.

Aunque los patrones espaciales observados durante el periodo de estudio (2012-2019) siguen teniendo relevancia, los datos epidemiológicos nacionales más recientes evidencian un incremento en los casos reportados de tuberculosis en Colombia y en el departamento de Meta. Este aumento está influenciado en parte por el fortalecimiento de la capacidad diagnóstica, la incorporación de pruebas moleculares más sensibles, y el uso de inteligencia artificial en el tamizaje radiológico, lo que ha permitido detectar casos previamente subdiagnosticados. Paralelamente, aunque la pobreza multidimensional ha mostrado una reducción progresiva a nivel nacional y regional según los datos del DANE 2025, los niveles de privaciones siguen siendo elevados en la región Amazonía-Orinoquía, donde se ubica

Villavicencio, perpetuando condiciones estructurales de vulnerabilidad.

A pesar de estas asociaciones, las limitaciones propias del diseño ecológico, la ausencia de información socio-demográfica individualizada y la pérdida parcial de datos georreferenciados limitan la posibilidad de establecer relaciones causales directas. Por ello, resulta fundamental la realización de investigaciones epidemiológicas prospectivas que integren análisis individuales y longitudinales, así como sistemas de vigilancia espacial en tiempo real, que permitan comprender mejor la compleja interacción entre los determinantes sociales, ambientales y clínicos de la tuberculosis.

El abordaje integral de estos determinantes sociales, sumado al fortalecimiento continuo de las capacidades diagnósticas y de vigilancia, constituye un componente esencial para avanzar en las metas de control y eliminación de la tuberculosis, particularmente en escenarios urbanos vulnerables como el de Villavicencio.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Hospital Departamental de Villavicencio E.S.E. por el acceso y disposición de los datos clínicos y epidemiológicos que hicieron posible el desarrollo de este estudio, así como al Comité de Ética en Investigación de la misma institución por su revisión, aprobación y acompañamiento ético durante la ejecución del proyecto.

A Robin Alexis Olaya, por su ayuda con el sistema de georreferenciación de los datos.

Referencias

1. **Programme GT.** WHO consolidated guidelines on tuberculosis [Internet]. *Who. int. World Health Organization*; 2020. Disponible en: <https://www.who.int/publications/item/9789240001503>
2. **Vigilancia P, Análisis Y, Riesgo En D, Pública S, Andrea L, Pinzón B, et al.** Tuberculosis Colombia 2019 [Internet]. *Gov.co*. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/TUBERCULOSIS_2019.pdf
3. **Duarte R, Lönnroth K, Carvalho C, Lima F, Carvalho ACC, Muñoz-Torrico M, et al.** Tuberculosis, social determinants and co-morbidities (including HIV). *Pulmonology*. 2018 Mar;24(2):115–9.
4. **de Castro DB, de Seixas Maciel EMG, Sadahiro M, Pinto RC, de Albuquerque BC, Braga JU.** Tuberculosis incidence inequalities and its social determinants in Manaus from 2007 to 2016. *Int J Equity Health*. 2018;17(1).
5. **Necesidades básicas insatisfechas (NBI)** [Internet]. *Gov.co*. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>
6. **Geoportal DANE - Inicio** [Internet]. *Gov.co*. Disponible en: <https://geoportal.dane.gov.co>
7. **Díaz YLM.** Pobreza multidimensional [Internet]. *Gov.co*. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-multidimensional>
8. **United Nations.** Objetivo 3—Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y un 2030 más saludable. *Naciones Unidas*. Disponible en: <https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-3-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible-y-un-2030-mas-saludable>
9. **Organización de Naciones Unidas.** Informe de los objetivos de desarrollo sostenible 2019 [Internet]. *Unstats.un.org*. Disponible en: https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf
10. **Bernal O, López R, Montoro E, Avedillo P, Westby K, Ghidinelli M.** Determinantes sociales y meta de tuberculosis en los Objetivos de Desarrollo Sostenible en las Américas. *Rev Panam Salud Pública*. 2020;44:1.
11. **Murray M, Oxlade O, Lin H-H.** Modeling social, environmental and biological determinants of tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2011;15 Suppl 2:S64-70.
12. **Nguipdop-Djomo P, Rodrigues LC, Smith PG, Abubakar I, Mangtani P.** Drug misuse, tobacco smoking, alcohol and other social determinants of tuberculosis in UK-born adults in England: a community-based case-control study. *Sci Rep*. 2020;10(1):5639.
13. **Núm. CD-A 2009. Déficit de Vivienda** [Internet]. *Gov.co*. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Deficit_vivienda.pdf

14. Rueda ZV, Arroyave L, Marin D, López L, Keynan Y, Giraldo MR, et al. High prevalence and risk factors associated with latent tuberculous infection in two Colombian prisons. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2014;18(10):1166-71.
15. Déficit habitacional [Internet]. Gov.co. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/deficit-habitacional>
16. De S, Pública S, Hernán J, Molinares M, José N, Quintero T. Análisis de situación de salud Villavicencio, año 2019. Gov.co. Disponible en: <http://historico.villavicencio.gov.co/Documents/ANÁLISIS%20DE%20SITUACIÓN%20DE%20SALUD%20VILLAVICENCIO%20AÑO%202019.pdf>
17. García YMG, Caviativa GAM, Caviativa JFM. Ciudad marginal. Malecón turístico del río Guatiquía; análisis del impacto de la infraestructura civil en el desarrollo socioeconómico y ambientalmente sostenible de la periferia de la ciudad de Villavicencio [Internet]. <https://repository.ucc.edu.co>. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/54c35c19-e619-411d-9e59-859927316901/content>
18. Arora VK, Chandra K, Chandra M. Occupational tuberculosis in sewage workers: A neglected domain. *Indian J Tuberc.* 2019;66(1):3-5.
19. Chandra K, Arora VK. Tuberculosis and other chronic morbidity profile of sewage workers of Delhi. *Indian J Tuberc.* 2019;66(1):144-9.
20. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Pobreza multidimensional en Colombia 2025. Boletín Técnico. Bogotá: DANE; 2025
21. Rivero ER, Molina MM. Violencia y adherencia terapéutica en pacientes con tuberculosis de los servicios de salud, Lima 2014. *Línea de investigación humanidades.* 2014.
22. Othmer JT, Schönfeld N, Häcker B, Knapp RO, Bauer TT. Migration und Tuberkulose. *Krankenhaushygiene Up2date.* 2019;14(01):91-106.
23. Dhavan P, Dias HM, Creswell J, Weil D. An overview of tuberculosis and migration. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2017;21(6):610-23.
24. Ushie BA, Jegede AS. The paradox of family support: concerns of tuberculosis-infected HIV patients about involving family and friends in their treatment. *AIDS Patient Care STDS.* 2012;26(11):674-80.
25. Solikhah MM, Nursasi AY, Wiarsih W. The relationship between family's informational support and self-efficacy of pulmonary tuberculosis client. *Enferm Clin.* 2019;29 Suppl 2:424-7.
26. Informe municipal de seguridad y convivencia ciudadana [Internet]. Asocapitales.co. Disponible en: <https://www.asocapitales.co/nueva/wp-content/uploads/2020/06/Meta-Villavicencio.pdf>
27. Rojas T, Pilar G. Actitudes de la familia hacia el diagnóstico y tratamiento de la tuberculosis pulmonar en el Centro de Salud Tablada de Lurín. Lima, Perú; 2016.
28. Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semana 11 - 2024. Bogotá: INS; 2024.

