



Determinantes espaciales y socioeconómicos de tuberculosis en Hermosillo, Sonora.

Álvarez G¹, Lara F², Reyes P³, Rascón RA⁴

1. Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Sonora. Hospital Infantil del Estado de Sonora. Hermosillo, Sonora
2. School of Planning. Arizona State University. Tempe, Arizona.
3. Centro de Estudios en Salud y Sociedad. El Colegio de Sonora. Hermosillo, Sonora
4. Unidad de Investigación Epidemiológica y en Servicios de Salud. Instituto Mexicano del Seguro Social. Hermosillo, Sonora

México, D.F. 14 de Junio, 2010



**Declaro no tener ningún conflicto de
interés**

Introducción

- ▶ La TB se asocia a múltiples factores de riesgo, tanto biológicos como sociales (Raviglione, 2006; Rieder, 1999)
- ▶ La variabilidad en la exposición provoca una distribución espacial heterogénea de casos y defunciones (Porter, 1999; Munch, 2003)
- ▶ **Implicación:** es necesario identificar con precisión los atributos del espacio en donde concurren los factores de riesgo
- ▶ **Propósito:** implementar medidas de control que sean eficientes y socialmente justas

Introducción

- ▶ Sonora ocupa el 4to. lugar nacional en incidencia por TB (SSA, 2009)
- ▶ Hermosillo, concentra la mayor carga de morbilidad causada por la enfermedad en el estado
- ▶ A pesar de esfuerzos para reducir su transmisión, la tendencia se ha mantenido estable durante las últimas dos décadas, y la incidencia 2009 (33.2/100, 000) es superior a la media nacional (16.8/100, 000) [SSA, 2009]

Introducción

- ▶ Las diferencias sociales y regionales han caracterizado la distribución de la TB en México (Álvarez-Gordillo, 2000; García-García, 2000)
- ▶ Insuficiente caracterización espacial del patrón de enfermedad en los entornos urbanos de Sonora
- ▶ Poco correlacionada con la posición socioeconómica contextual
- ▶ Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el análisis espacial pueden identificar la distribución espacial de la TB, y contribuir en los esfuerzos para el control de la enfermedad (Tanser, 1999; Yang, 2001; Moonan, 2004; Chan-Yeung, 2005; Ugarte, 2006)

Justificación

- ▶ La mayor parte de la investigación sobre la TB en México se ha enfocado:
 - Las diferencias entre las zonas urbanas y rurales
 - Variaciones geográficas usando como unidad de estudio a municipios
- ▶ La concentración de la pobreza, aumentaría la transmisión de la TB en espacios urbanos (Curtis, 2000; Hanson, 2002; WHO, 2008)
- ▶ Al explorar la distribución geográfica de la TB a nivel censal, es probable avanzar el entendimiento local de las disparidades intra-urbanas de salud y cómo se correlacionan con el nivel socioeconómico contextual (Subramanian, 2005)

Hipótesis



- ▶ La tuberculosis y la concentración de alta y muy alta marginación social, en áreas geográficas de pequeño tamaño poblacional (AGEB's), están espacialmente correlacionadas en Hermosillo, Sonora.

Objetivo



- ▶ Caracterizar mediante SIG y análisis espacial, la distribución de la TB del periodo 2000-2006 en la ciudad de Hermosillo, y determinar si la situación socioeconómica contextual se asocia a su distribución a nivel de AGEB

Métodos

- ▶ **Diseño de estudio:** ecológico
- ▶ **Sitio de estudio:** área urbana de Hermosillo (675,078 hab.)
- ▶ **Sujetos de estudio:** casos incidentes de TB del periodo 2000-2006 :
 - ▶ a) 254 AGEB's
 - ▶ b) 903 casos y defunciones con domicilio residencial
- ▶ **Fuentes de datos:**
 - ▶ Mapas digitales generados por el INEGI
 - ▶ La información socioeconómica fue obtenida del XII Censo de Población y Vivienda
 - ▶ Casos y defunciones de TB fueron obtenidos de una base de datos digital de la Secretaría de Salud Pública.

Plan de análisis (1)

1. Para examinar el nivel socioeconómico (SES) de cada AGEB se calculó un índice de marginación (MI) mediante análisis de componentes principales
 - ▶ El IM incorporó información de: ingreso, educación, condiciones de la vivienda, hacinamiento, y propiedad de carro. Derechohabencia fue utilizada como variable única
 - ▶ El IM fue categorizado en 5 estratos: muy alto; alto; intermedio; bajo; y muy bajo nivel de marginación

Plan de análisis (2)

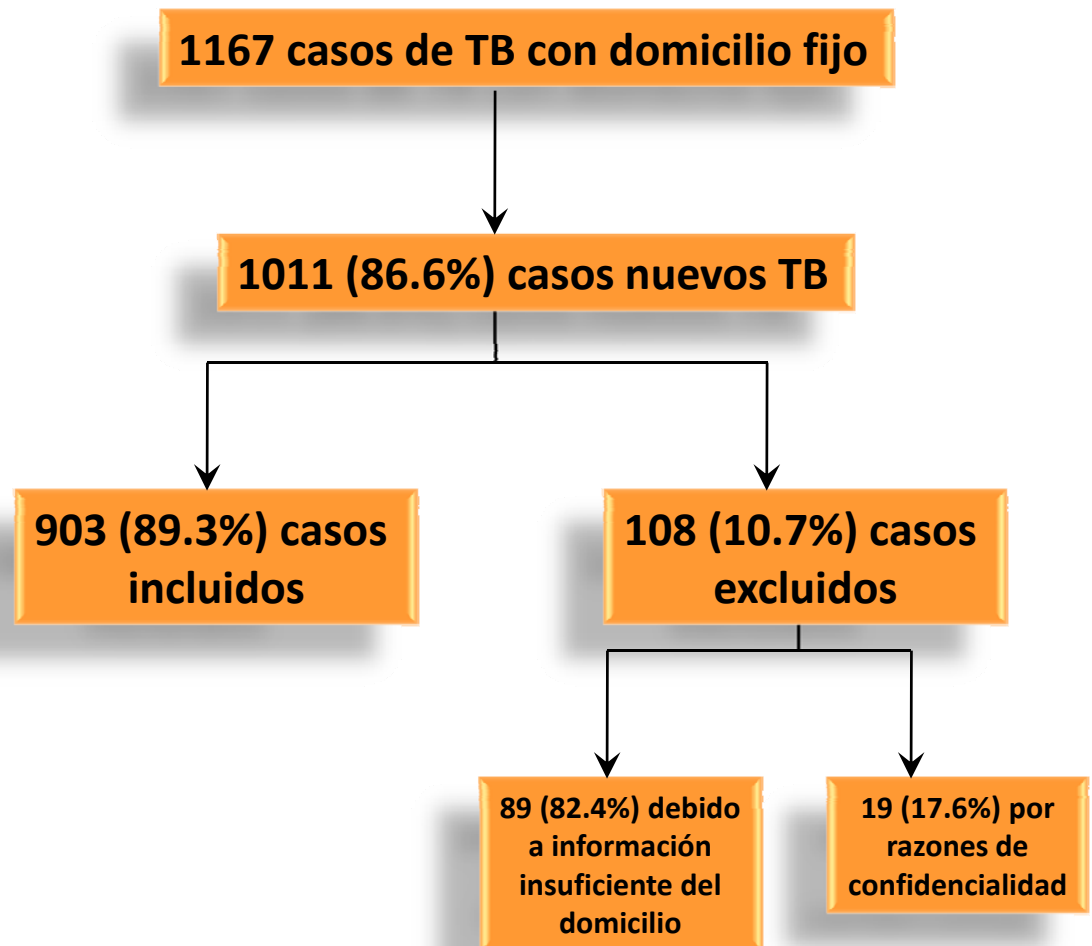
2. Se estimaron tasas de TB para cada estrato de marginación de los AGEB's
3. Mapas desplegando la distribución del IM y sus componentes fueron relacionados con las tasas de TB
 - ▶ Los AGEB fueron codificados con patrones o colores para distinguir el grado de marginación social, así como las tasas de TB
4. El agrupamiento espacial global de las tasas de TB y el IM fue examinado mediante el estadístico global de Moran (I)

Plan de análisis (3)

5. Agrupamientos locales espaciales de las tasas de TB fueron examinadas mediante el método de Besag y Newell
 - ▶ Un cluster local fue definido como el agrupamiento de 12 casos de TB dentro de un buffer de 1 km of distancia
6. La relación espacial de las tasas de TB y el IM fue evaluado a través del análisis bifactorial de Moran (método LISA)
 - ▶ Mediante un enfoque Bayesiano se suavizaron las tasas y corrigió la inestabilidad de las tasas de TB debido a diferencias en el tamaño poblacional de los AGEb
 - ▶ Regresión de Poisson para examinar la relación entre las tasas de TB y la marginación

Resultados

- ▶ 903 casos incidentes de TB del periodo 2000-2006 fueron incluidos en el estudio
- ▶ 835 vivos: IA = 18.2/100M
- ▶ 68 defunciones: Tasa cruda = 1.6/100M



Resultados

**Tabla 1. Características seleccionadas de casos incidentes de Tuberculosis
Hermosillo ^{A/}, Sonora. 2002-2006**

| Variable | N | % | Valor de p ^{1/} |
|---|-----|------|--------------------------|
| Incidencia global | 903 | 100 | |
| Sexo | | | |
| Masculino | 596 | 66.0 | <0.05 |
| Femenino | 307 | 34.0 | |
| Grupo de Edad (años) | | | |
| Menor de 1 | 4 | 0.4 | <0.05 |
| 1 a 4 | 10 | 1.1 | |
| 5 a 9 | 7 | 0.8 | |
| 10 a 19 | 73 | 8.1 | |
| 20 a 29 | 187 | 20.7 | |
| 30 a 39 | 164 | 18.2 | |
| 40 a 49 | 161 | 17.8 | |
| 50 a 64 | 170 | 18.8 | |
| Mayores de 65 | 127 | 14.1 | |
| Derechohabencia | | | |
| Sin seguridad social | 673 | 74.5 | <0.05 |
| Con seguridad social | 230 | 25.5 | |
| Nivel de atención notificante ^{B/} | | | |
| Centro de Salud | 448 | 49.6 | NS |
| Hospital | 455 | 50.4 | |

**Diferencias en
sexo, edad y
derechohabencia**

A/ Únicamente incluye a la ciudad de Hermosillo y no al municipio completo

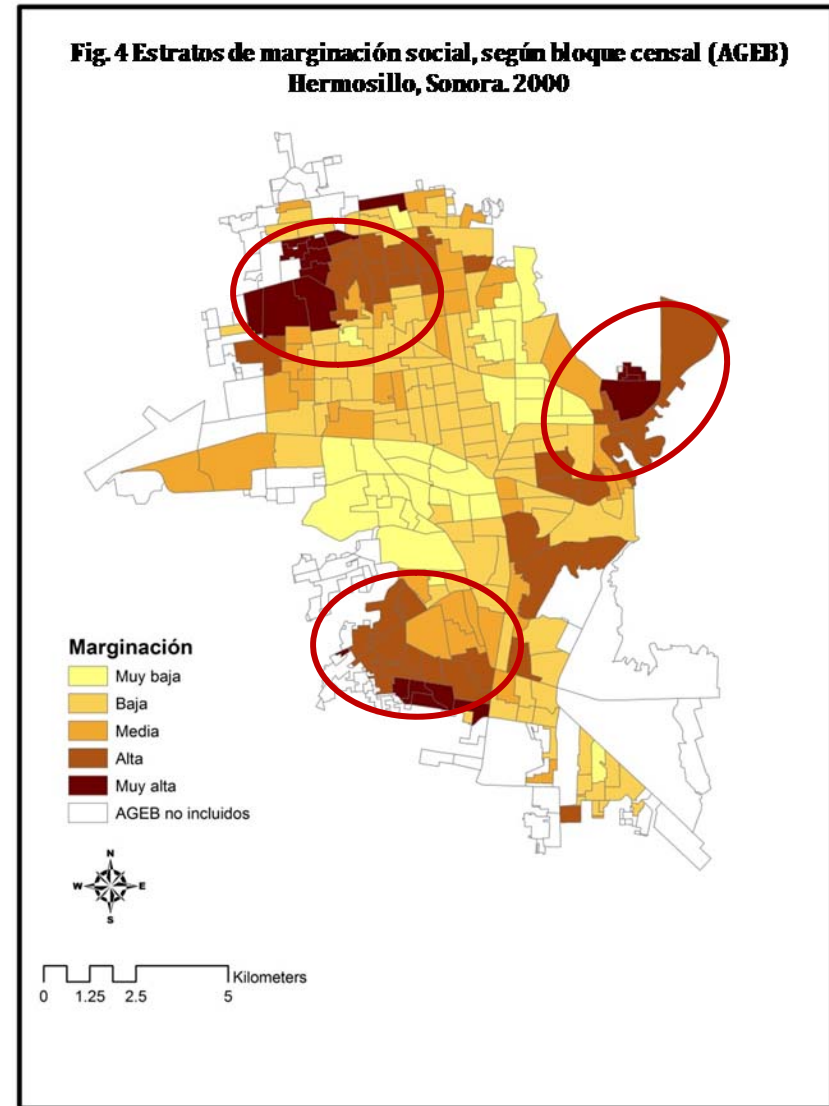
B/ Centros de Salud urbanos o rurales. Hospitales de cualquier nivel (Básico, General o de especialidades)

1/ Basado en una chi-cuadrada para igualdad de proporciones

NS: no significativo

Resultados

- ▶ El IM mostró estar espacialmente autocorrelacionado [I de Moran = 0.6181 ($p < .001$)]
- ▶ Agrupamientos de alta y muy alta marginación se observaron en el noroeste, centro y suroeste de la ciudad



Resultados

- La tasa más alta de incidencia (26.3/10M) correspondió al estrato de muy alta marginación, seguido por el de mediana marginación

Tabla 2. Distribución de la morbilidad y mortalidad por tuberculosis, según AGEB de residencia
Hermosillo^{A/}, México 2000-2006

| Estrato de marginación ^{1/} (18.0/10,000) | Casos n(%) | Tasa de morbilidad ^{2/} | Razón de incidencia ^{3/} | Defunciones n(%) | Tasa de mortalidad ^{2/} | Razón de mortalidad ^{3/} |
|---|---------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Hermosillo (global) ^{A/} | 903 (100) | 18.2 | — | 68 (100) | 1.6 | — |
| Muy alta | 68 (7.5) | 14.2 | 2.12 | 3 (4.4) | 0.6 | 1.02 |
| Alta | 265 (29.3) | 26.3 | 3.93 | 25 (36.8) | 2.5 | 4.22 |
| Media | 180 (19.9) | 18.0 | 2.69 | 18 (26.5) | 1.8 | 3.03 |
| Baja | 340 (37.6) | 14.8 | 2.21 | 21 (30.9) | 1.0 | 1.60 |
| Muy baja | 50 (5.5) | 6.7 | Referencia | 1 (1.5) | 0.6 | Referencia |

A/ Únicamente se refiere a la ciudad de Hermosillo y no a las localidades rurales del municipio de Hermosillo

1/ Marginación está basada en estatus socioeconómico, estimado usando datos del XII Censo Nacional de Población y Vivienda, 2000

2/ Por 100,000 habitantes

3/ Razón de tasas (morbilidad y mortalidad)

- La tasa de mortalidad más elevada fue observada en el estrato de alta marginación y la más baja en el de muy baja marginación

Resultados

- ▶ El estrato de muy alta marginación tuvo 4 veces más riesgo de muerte por TB comparado con el de muy baja marginación

**Tabla 3. Exceso de riesgo ^{1/} de tuberculosis, según estrato de marginación social
Hermosillo ^{2/}, Sonora. 2000-2006**

| Estrato de Marginación Social | Razón de tasas | Error estándar | IC 95% |
|-------------------------------|----------------|----------------|--------------|
| Bajo | 2.2 | 0.338 | (1.66, 3.00) |
| Medio | 2.7 | 0.429 | (1.96, 3.67) |
| Alto | 3.9 | 0.602 | (2.88, 5.28) |
| Muy alto | 2.1 | 0.392 | (1.45, 3.03) |
| Muy bajo | Referencia | — | — |

1/ Basado en modelo de regresión de Poisson, que incorporó a 228 AGEb. El estrato de referencia fue el de muy baja marginación social. La significancia del modelo fue evaluada por una prueba de χ^2 (Likelihood ratio) = 110.64, valor de $p < .0001$.

2/ Únicamente incluye a la ciudad de Hermosillo y no al municipio completo.

Resultados

- ▶ En el análisis espacial global, las tasas de incidencia no mostraron estar espacialmente auto-correlacionadas

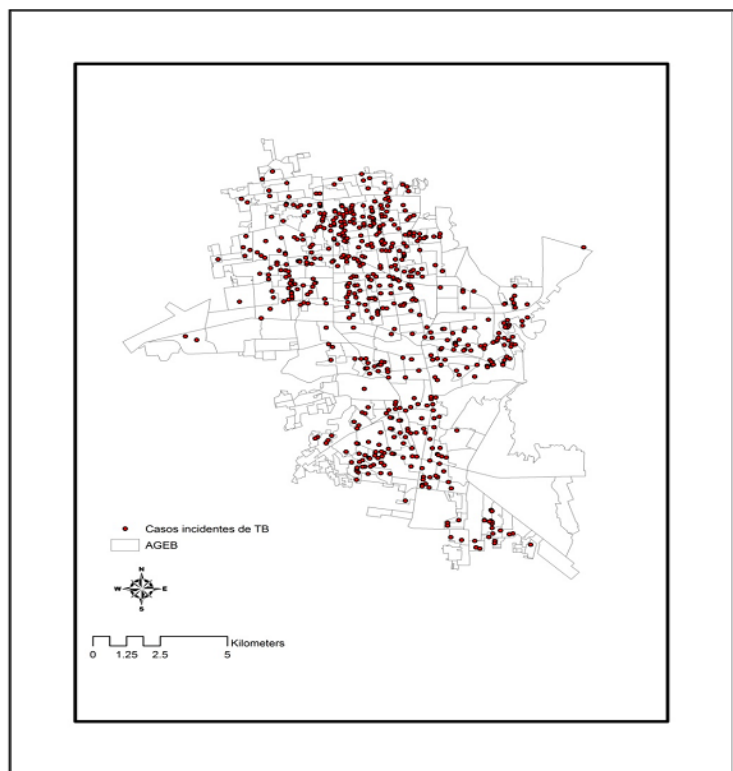


Figure 1. Geographic distribution of TB cases, by census tract. Hermosillo, Sonora. 2000-2006

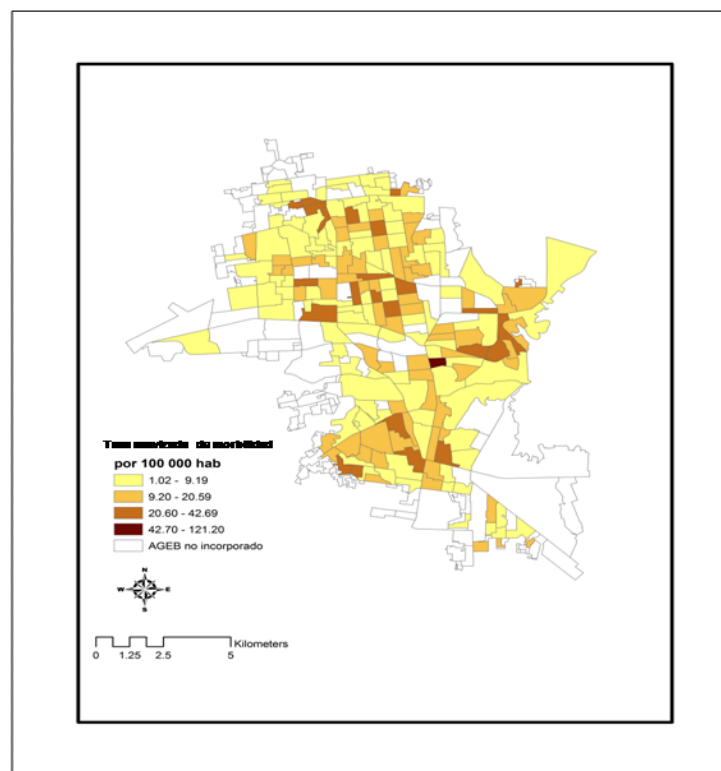


Figure 2. Distribution of TB smoothed rates, by census tract. Hermosillo, Sonora. 2000-2006

Resultados

- ▶ Por el método de Besag y Newell, identificamos 24 agrupamientos locales; principalmente localizados en el noroeste, centro y suroeste de Hermosillo
- ▶ La mitad de los agrupamientos se ubica en AGEB's de alta y muy alta marginación social

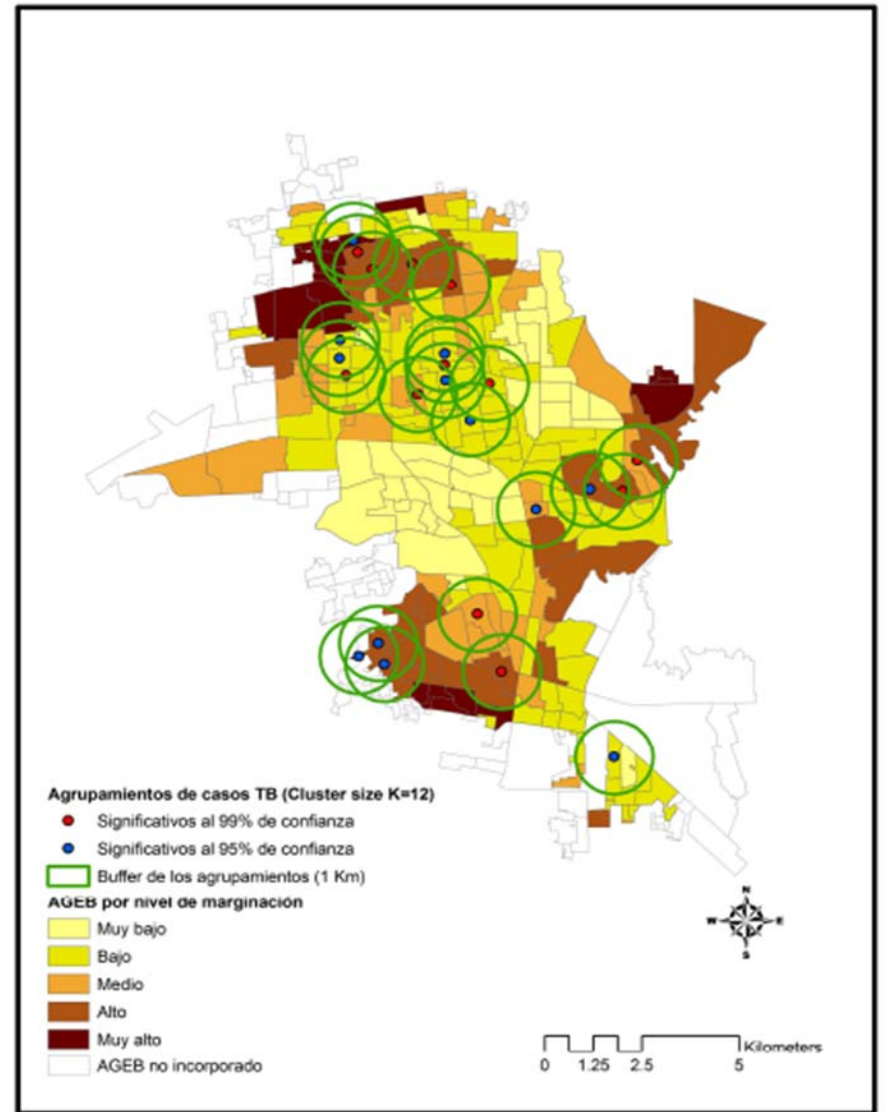


Figure 3. Local clusters of morbidity TB rates, by social marginality at census tract level. Hermosillo, Mexico. 2000-2006

Resultados

- ▶ Las tasas de mortalidad aparentaron distribuirse heterogéneamente

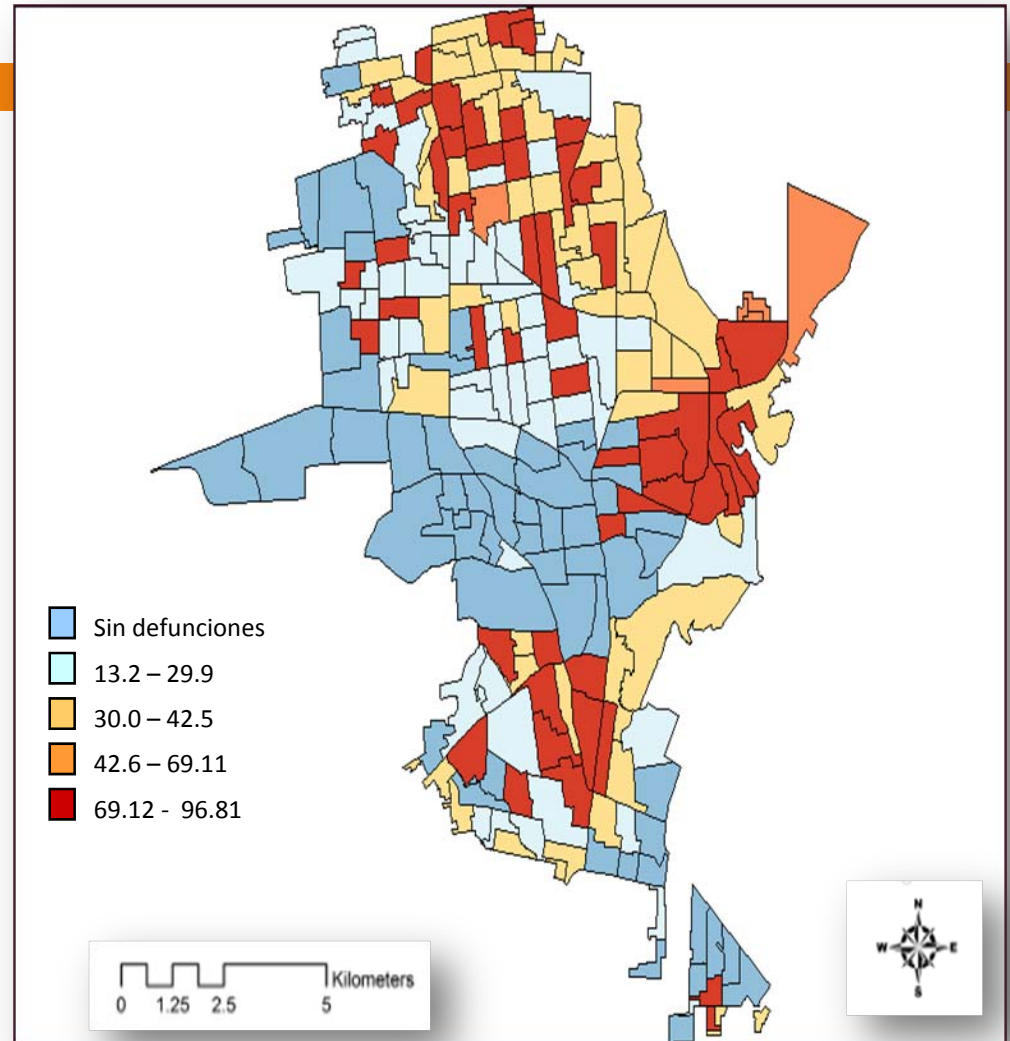


Figura 9. Distribución espacial de las tasas suavizadas de mortalidad por tuberculosis, según AGEB de residencia. Hermosillo, Sonora. 2000-2006

Resultados

- El análisis bifactorial LISA (IMS-tasa de mortalidad), identificó 13 conglomerados significativos en el noroeste, en el centro-este y en el suroeste de la ciudad.
- El índice de Moran que se obtuvo por análisis bifactorial fue muy pequeño (0.0191), lo que explica la dispersión observada

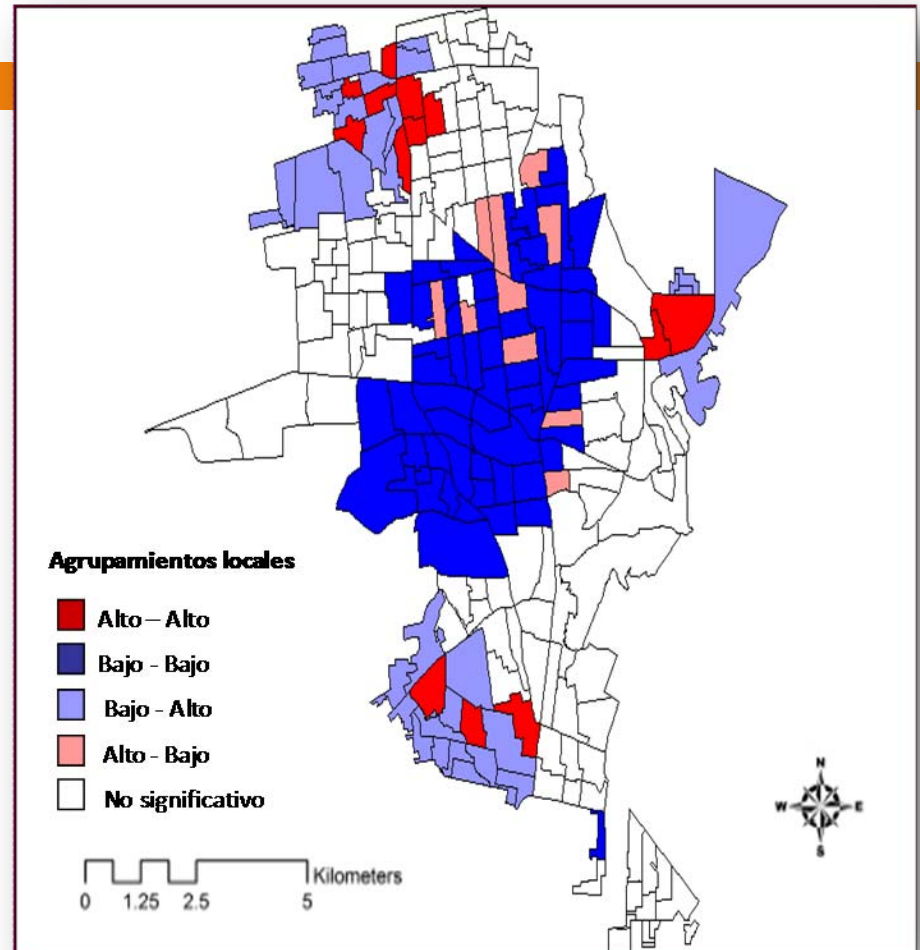


Figura 2. Agrupamientos locales LISA, del Índice de Marginación Social y la tasa suavizada de mortalidad por tuberculosis, según AGEB de residencia. Hermosillo, Sonora. 2000-2006

Discusión

- ▶ Nuestros hallazgos son consistentes con estudios que han reportado una elevada carga de TB en áreas urbanas marginadas (Acevedo, 2001; Barr 2001; Kistemann 2004; Ferreira-Antunes 2005)
- ▶ En adición a características biológicas de las fuentes de transmisión, atributos del espacio (p.e. segregación residencial) pueden jugar un papel importante en la distribución de la TB
- ▶ Los SIG y el análisis espacial permiten describir y visualizar patrones geográficos, e identificar áreas de alto riesgo en áreas urbanas de Sonora
 - ▶ Este abordaje ha mostrado que en Hermosillo la TB tiende a formar agrupamientos en AGEB's que comparten características socioeconómicas

Discusión

- ▶ AGEB de muy alta marginación tuvieron una incidencia semejante a los de muy baja marginación
 - ▶ Subregistro de casos y dificultades de acceso a los servicios de salud, hechos comunes en poblaciones de alta vulnerabilidad social (IOM, 2000; Krieger 2003)
- ▶ Tal semejanza no necesariamente se debe a una baja incidencia de TB en AGEB con los mayores niveles de pobreza
 - ▶ Estudios específicos para identificar casos en estos AGEB son necesarios en Hermosillo

Discusión

- ▶ AGEB de baja y media marginación duplicaron su incidencia cuando se les comparó con el estrato de muy baja marginación
 - ▶ Esto pudiera ser un efecto demográfico, pues los vecindarios de clase media y media-alta concentran a poco más del 50% de toda la población de Hermosillo.
 - ▶ El comportamiento no es único a Hermosillo, otro estudio Brasileño encontró que vecindarios urbanos de clase media concentraron las tasas más altas de TB (Hino, 2005)
- ▶ La distribución espacial de la TB en Hermosillo puede deberse a un desigual desarrollo urbano, con viviendas que tienen un menor estatus social que el promedio del AGEB, un hecho ya documentado (Subramanian, 2005)

Discusión

- ▶ Pocos estudios en México han analizado la distribución de la TB a nivel de áreas pequeñas
 - ▶ Este estudio puede contribuir a un mejor entendimiento de la relación entre factores socioeconómicos y la TB en ciudades similares a Hermosillo
- ▶ El hecho de que las tasas de TB no hayan mostrado correlación global puede ser explicado por la heterogeneidad del tamaño poblacional de los AGEB
 - ▶ Una mejor unidad de análisis podría ser una más pequeña como las cuadras o las colonias (Krieger, 2003; Subramanian, 2005)
- ▶ Investigaciones locales pueden usar herramientas del análisis espacial
 - ▶ Parecen ser de particular utilidad el análisis bifactorial LISA y el método de Besag y Newell

Conclusión



1. El análisis espacial y los SIG son herramientas útiles para evaluar patrones geográficos de TB y su relación con estatus socioeconómico contextual
2. Nuestros hallazgos pueden apoyar a los tomadores de decisiones en el diseño de programas y/o estrategias para lidiar con la carga de TB en áreas urbanas socialmente marginadas

Conclusión



3. Este estudio corrobora la conveniencia de investigar la variabilidad a nivel de áreas pequeñas y medir el impacto de variables socioeconómicas contextuales sobre el riesgo de TB
 - ▶ *Identificamos áreas de elevado riesgo para la transmisión de TB en áreas altamente marginadas de la ciudad de Hermosillo*
4. Nuestros resultados pueden contribuir a establecer un marco conceptual y datos basales para futura investigación local, y promover la discusión del tema a nivel nacional

Agradecimientos

- ▶ Este estudio fue posible en parte, gracias al financiamiento otorgado por la Organización Panamericana de la Salud (Acuerdo ME/LOA/0700019.01) y al apoyo del Programa Nacional de Prevención y Control de TB-SSA, y el Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora.
- ▶ También agradecemos el soporte de la Secretaría de Salud Pública del Estado de Sonora y la Delegación Sonora del Instituto Nacional de Estadística y Geografía quienes fueron las instancias que nos proporcionaron los datos usados en el análisis estadístico

INT J TUBERC LUNG DIS 14(6):708–713
©2010 The Union

**An analysis of spatial and socio-economic determinants
of tuberculosis in Hermosillo, Mexico, 2000–2006**

G. Álvarez-Hernández,* F. Lara-Valencia,† P. A. Reyes-Castro,‡ R. A. Rascón-Pacheco§

Referencias seleccionadas

- ▶ Álvarez-Gordillo MC, Álvarez-Gordillo JF, Dorantes-Jiménez JE, Halperin-Frisch D. *Percepciones y prácticas relacionadas con la tuberculosis y la adherencia al tratamiento en Chiapas, México*. Salud Pública Mex 2000; 42: 520-28
- ▶ Acevedo-García D. *Zip code-level risk factors for tuberculosis: neighborhood environment and residential segregation in New Jersey, 1985-1992*. Am J Public Health 2001; 91 (5): 734-4
- ▶ Barr RG, Diez-Roux AV, Knirsch CA, Pablos-Mendez CA. *Neighborhood poverty and the resurgence of tuberculosis in New York City, 1984-1992*. Am J Public Health 2001; 91: 1487-93.
- ▶ Chan-Yeung M, Yeh AGO, Tam CM, Kam KM, Leung CC, Yew WW, Lam CW. *Socio-demographic and geographic indicators and distribution of tuberculosis in Hong Kong: a spatial analysis*. Int J Tuberc Lung Dis 2005; 9 (12): 1320-1326
- ▶ Curtis AB, Ridzon R, Novick LF, Driscoll J, Blair D, Oxtoby M. et al. *Analysis of Mycobacterium tuberculosis transmission patterns in a homeless shelter outbreak*. Int J Tuberc Lung Dis 2000; 4 (4): 308-313
- ▶ García-García DL, Palacios-Martínez M, Ponce-De León A, et al. *The role of core groups in transmitting Mycobacterium tuberculosis in a high prevalence community in Southern Mexico*. Int J Tuberc Lung Dis 2000; 4: 12-17
- ▶ Hanson CL. *Tuberculosis, poverty and inequity: a review of the literature and discussion of issues*. Unpublished paper. World Bank 2002: Washington D.C.
- ▶ Hino P, Dos Santos CB, Scatena-Villa TC. *Spatial and temporal patterns of tuberculosis in the city of Ribeirão Preto, Brazil from 1998 to 2002*. J Bras Pneumol 2005; 31 (6): 523-527
- ▶ Jia Z-W, Jia X-W, Liu Y-X, Dye C, Chen F, Chen C-S et al. *Spatial analysis of tuberculosis cases in migrants and permanent residents, Beijing, 2000–2006*. Emerg Infect Dis 2008 Sep; [Epub ahead of print]

Referencias seleccionadas

- ▶ Moonan PK, Bayona M, Quitugua TN, Oppong J, Dunbar D, Jost KC et al. *Using GIS technology to identify areas of tuberculosis transmission and incidence*. Int J Health Geograph 2004; 3: 23. Doi:10.1186/1476-072X-3-23
- ▶ Munch Z, Van Lill SWP, Booyesen CN, Zietsman HL, Enarson DA, Beyers N. *Tuberculosis transmission patterns in a high-incidence area: a spatial analysis*. Int J Tuberc Lung Dis 2003; 7 (3): 271-277
- ▶ Porter JDH. *Geographical information systems (GIS) and the tuberculosis DOTS strategy (Editorial)*. Trop Med Int Health 1999; 4 (10): 631-633
- ▶ Raviglione MC, Uplekar MW. *WHO's new Stop TB strategy*. Lancet 2006; 367: 952-55
- ▶ Rieder HL. *Socialization patterns are key to the transmission dynamics of tuberculosis*. Int J Tuberc Lung Dis 1999; 3 (3): 177-178
- ▶ Subramanian SV, Chen JT, Rehkopf DH, Waterman PD, Krieger N. *Racial disparities in context: a multilevel analysis of neighborhood variations in poverty and excess of mortality among Black populations in Massachusetts*. Am J Public Health 2005; 95: 260-265
- ▶ Tanser FC & Wilkinson D. *Spatial implications of the tuberculosis DOTS strategy in rural South Africa: a novel application of geographical information system and global positioning system technologies*. Trop Med Int Health 1999; 4 (10): 634-638
- ▶ Ugarte MD., Ibáñez B. & Militino AF. *Modeling risks in disease mapping*. Statist Meth Med Res 2006; 15: 21-35
- ▶ World Health Organization. *Global tuberculosis control - surveillance, planning, financing. Global Report 2008*. Disponible en línea en: http://www.who.int/tb/publications/global_report consultado el 26 de octubre de 2009
- ▶ Yang ZH, Rendón A, Flores A, Medina R, Ijaz K, Llaca J et al. *A clinic-based molecular epidemiologic study of tuberculosis in Monterrey, Mexico*. Int J Tuberc Lung Dis 2001; 5 (4): 313-20