

Urbanización, megalopolización y mortalidad por defectos al nacimiento en menores de cinco años en México

Javier Valdés Hernández^{1*}, Sonia Canún Serrano², Aldelmo E. Reyes Pablo³
y Eduardo Navarrete Hernández⁴

¹Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Salud, México; ²Dirección de Investigación; ³Subdirección de Ginecoobstetricia, Hospital General «Dr. Manuel Gea González», Secretaría de Salud, México, D.F.; ⁴Coordinación de Vigilancia Epidemiológica y Apoyo en Contingencias, Instituto Mexicano del Seguro Social, México

Resumen

Objetivos: identificar la relación geográfica espacial entre municipios prioritarios de mortalidad por defectos al nacimiento (DAN) en menores de cinco años de edad con variables demográficas y económicas representativas de la megalopolización: localidades urbanas, municipios con mayor población y densidad de población, unidades económicas y producción bruta total de la agricultura, la manufactura y el transporte. **Material y método:** se elaboraron mapas temáticos con formato de polígonos y puntos para su yuxtaposición y análisis de correspondencia espacial. **Resultados:** los municipios prioritarios concentran: 98.6% de las localidades de 50,000 a 99,999 habitantes, 100% de las localidades de 100,000 o más habitantes; 84.3% de la población total; la actividad y la productividad agrícola (62.7 y 82.2%), industrial (83.4 y 96.9%) y de transporte (92.2 y el 96.8%). **Conclusiones:** los municipios prioritarios de mortalidad por DAN coinciden en ser aquellos en donde los procesos de urbanización y megalopolización inciden con mayor intensidad. Existen en la bibliografía médica evidencias científicas sobre la relación entre megalopolización, contaminación ambiental y DAN. Se propone investigar más sobre esta relación en México.

PALABRAS CLAVE: Salud urbana. Defectos congénitos. Defectos al nacimiento. Análisis de área pequeña. Prioridades en salud.

Abstract

Objectives: To identify the spatial-geographical relationship between local priority birth defect (BD) mortality in children under five years of age with demographic and economic variables representing megalopolization: urban localities, municipalities with larger populations and population density, and units and total gross output of agriculture, manufacturing and transportation. **Material and methods:** Thematic maps were produced in the form of polygons and point to their juxtaposition and analysis of spatial correspondence. **Results:** Priority municipality concentrations: 98.6% of the localities of 50,000 to 99,999, 100% of the cities of 100,000 inhabitants or more; 84.3% of the total population; the activity and productivity of agricultural (62.7 and 82.2%), manufacturing (83.4 and 96.9%) and of transport (92.2 and 96.8%). **Conclusions:** Priority municipalities concur with those where the processes of urbanization and megalopolization have a more intense effect. There is scientific evidence in the medical literature on the relationship between megalopolization, pollution, and BD. It is proposed that more should be found out about this relationship in Mexico.

KEY WORDS: Urban Health. Congenital defects. Birth defects. Small-area analysis. Priorities health.

Correspondencia:

*Javier Valdés Hernández
Dirección de Investigación Operativa Epidemiológica
Dirección General Adjunta de Epidemiología
Francisco P. Miranda, 177, 5.º piso
Col. Unidad Lomas de Plateros, C.P. 01480, México, D.F.
E-mail: javiervahe@yahoo.com.mx

Fecha de recepción en versión modificada: 03-12-2010

Fecha de aceptación: 17-05-2011

Introducción

El acelerado crecimiento urbano mundial en las últimas décadas ha llamado la atención de las instituciones internacionales por sus posibles implicaciones sociales, económicas y en la salud humana. Según el Programa para los Asentamientos Humanos de la Naciones Unidas¹, actualmente el 50% de la población mundial habita en ciudades, lo cual representa poco más de 3,300 millones de habitantes y se estima que para el 2030 lleguen a ser 5,000 millones. El crecimiento de las urbes es mayor en los países en desarrollo. Según la misma referencia, hacia el 2030 en esas naciones habitará el 80% de la población urbana mundial.

Alrededor de la urbanización, comprendida como el crecimiento de las localidades que cuentan con 2,500 habitantes o más, existen varios problemas asociados con la salud humana: la depredación de recursos naturales, el cambio climático y la extensión territorial de enfermedades transmitidas por vectores²; la contaminación ambiental y su relación con los defectos al nacimiento y el cáncer^{3,4}; el incremento de las enfermedades cronicodegenerativas por los cambios de modos de vida rural a urbana de la población⁵; drogadicción y violencia por el exceso de población pobre y marginada en las ciudades⁶, entre otros problemas de salud⁷.

Por otra parte, en dos publicaciones anteriores –la primera, Mortalidad por defectos al nacimiento en menores de cinco años en México de 1998 a 2006 (DAN)⁸, que incluyó las causas Q00-Q99, correspondientes al capítulo XVII de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud. Décima Revisión, que atañe a las malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas; y la segunda Mortalidad por defectos en el cierre del tubo neural (DTN) en menores de cinco años de edad en México⁹, la cual solo incluyó las causas con categorías Q00 «Anencefalia y malformaciones congénitas similares», Q001 «Encefalocele», Q05 «Espina bífida» y Q06 «Otras malformaciones congénitas de la médula espinal»– se reportaron municipios con alta prioridad de intervención por concentrar la mayor parte (80% o más) de las defunciones por estas causas en este grupo de población, cuya representación espacial delimitaron zonas geográficas comunes y coincidentes con imágenes relacionadas con la concentración poblacional y el desarrollo económico de nuestro país, derivando a la necesidad de conocer las características demográficas y económicas de dichos

municipios bajo el supuesto de que conocerlas podría orientar acerca de las posibles causas o determinantes de estos padecimientos y las acciones de salud pública necesarias para su control. Con la finalidad de contestar dichas interrogantes se realizó la presente investigación con apoyo en los conceptos de urbanización y megalopolización, para explicar los resultados y proponer las sugerencias en materia de salud pública, por lo cual, a continuación, explicaremos brevemente los conceptos y describiremos su expresión en México.

En las últimas décadas del siglo XX, la urbanización mundial formó dos procesos demográficos importantes¹⁰: la constitución de metrópolis mediante la unión de dos o más municipios o ciudades con 200,000 o más habitantes en un solo municipio y de megalópolis por la unión o traslape de una serie de metrópolis. Los rasgos que caracterizan esta dinámica urbana son los siguientes¹¹⁻¹³:

- La urbanización, o constitución de localidades con 2,500 habitantes o más, se desarrolla y evoluciona regionalmente por la migración del campo a la ciudad o de ciudad a ciudad.
- Su evolución regional configura un complejo sistema de ciudades ligadas en formas adyacentes o lejanas, dando origen al concepto de megalopolización.
- El proceso de megalopolización ha sido favorecido por los avances tecnológicos en las comunicaciones.
- Las ciudades que integran las megalópolis son actualmente los polos de desarrollo económico y de interés para la inversión pública y privada, puesto que aquí se concentran las actividades económicas, existe la más diversificada y calificada mano de obra, se ubican los grandes centros educativos y de investigación, y se localizan las autoridades gubernamentales de alto nivel y los grupos de poder.
- En las metrópolis se concentran las demandas por un mejoramiento del bienestar social y se manifiestan los costos sociales derivados por su insatisfacción.

En México, el crecimiento de la urbanización ocurre a partir de la década de 1940, conformándose un sistema de ciudades policéntrico¹⁴, donde el polo central es la Ciudad de México, agregándose posteriormente las ciudades de Guadalajara y Monterrey. Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO), en 2005 existían 55 zonas metropolitanas que concentraban un poco más de la mitad de la población, el

70% del producto interno bruto y el 64% del crecimiento demográfico nacional¹⁵. El sistema urbano mexicano está conformado por 369 localidades mayores de 15,000 habitantes¹⁵, destacando varias ciudades^{16,17}: Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey como grandes centros megalopolitanos; Toluca, Puebla, Cuernavaca, Querétaro, Tijuana, Ciudad Juárez, Cancún, entre otras, como grandes metrópolis; las cuales se encuentran unidas mediante ejes troncales de vías de comunicación. El sistema urbano de nuestro país fue el resultado del desarrollo socioeconómico de México¹⁸.

Objetivos

Identificar la relación geográfica espacial entre municipios prioritarios de mortalidad por DAN en menores de cinco años de edad con variables representativas de la megalopolización: localidades urbanas, municipios con mayor población y densidad de población o número de habitantes por kilómetro cuadrado (DP), así como con aquellos que concentran las unidades económicas (UE)* y la producción bruta total (PBT)† de la agricultura, de la manufactura y transportes, resultados de los censos económicos de 2004¹⁹.

Material y método

Se empleó el análisis espacial para identificar las características demográficas y económicas de los municipios prioritarios en mortalidad por DAN en menores de cinco años, mediante el método de yuxtaposición de planos cartográficos conteniendo diferentes tipos de datos con la finalidad de integrar, sintetizar y relacionar visualmente la información²⁰. Este método es de los más elementales del análisis espacial y consiste en el diseño de mapas temáticos con planos en diferentes formatos: polígonos, líneas, puntos o ráster²¹. Como aproximación con datos georreferenciados al concepto de megalopolización, se manejó información demográfica y económica oficial publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)^{19,22-24} con niveles de desagregación municipal y localidad, bajo el supuesto de que la concentración espacial de la información identificaría aquellas zonas del país donde

se centraliza la dinámica poblacional y económica, características primordiales de ese proceso.

Se elaboraron planos cartográficos con formato de polígonos y puntos con las características demográficas y económicas, permitiendo de esta manera conformar distintos mapas temáticos.

Características demográficas

- Municipios prioritarios en mortalidad de DAN en menores de cinco años de edad¹, con formato de polígono, y se utilizó como base para la yuxtaposición de los planos restantes con formato de puntos. Para su conformación se obtuvieron las defunciones por edad con códigos Q00-Q99 de las bases de datos de mortalidad 1998-2006 de la Secretaría de Salud. La unidad de observación fue el municipio y se utilizó la variable municipio de residencia habitual del fallecimiento. Los datos de población por edad se obtuvieron del censo de población y vivienda del año 2000 y los conteos de población y vivienda de 1995 y 2005, estimándose la población intercensal o conteo. Se establecieron las tasas mediante la acumulación de la información de los años estudiados (1998-2006), la estandarización de las tasas por el método directo y el suavizamiento local con la técnica de media móvil con una distancia en vecindad de 100 kilómetros. Para priorizar a los municipios se estratificaron las frecuencias en percentiles y se eligieron los que se encontraban en el percentil 80 o mayor de las siguientes distribuciones: frecuencia absoluta de defunciones, frecuencia suavizada de las cifras absolutas de defunciones y tasas estandarizadas de mortalidad suavizadas. Por último, los municipios prioritarios se dividieron en 10 estratos percentiles, los incluidos en el estrato 80-89 se consideraron de alta prioridad y aquellos del estrato 90 o mayor se consideraron de muy alta prioridad; al resto se les denominó como otra prioridad.
- Localidades urbanas. Se usaron los datos cartografiados de localidades urbanas²² como un indicador espacial de la concentración poblacional, considerando los principales resultados por localidad del Censo de Población y Vivienda de 2005²³ para diferenciarlas con círculos en correspondencia al tamaño de población.
- Población y DP municipal. Se utilizaron los datos de Población total y Densidad de Población del Censo de Población y Vivienda 2005²³ como

*Son las unidades estadísticas de observación sobre las cuales se recopilan los datos. Síntesis metodológica de los censos económicos. INEGI.

†Es el valor de los servicios o bienes producidos o comercializados por la unidad económica como resultado de sus actividades durante un año. Síntesis metodológica de los censos económicos. INEGI.

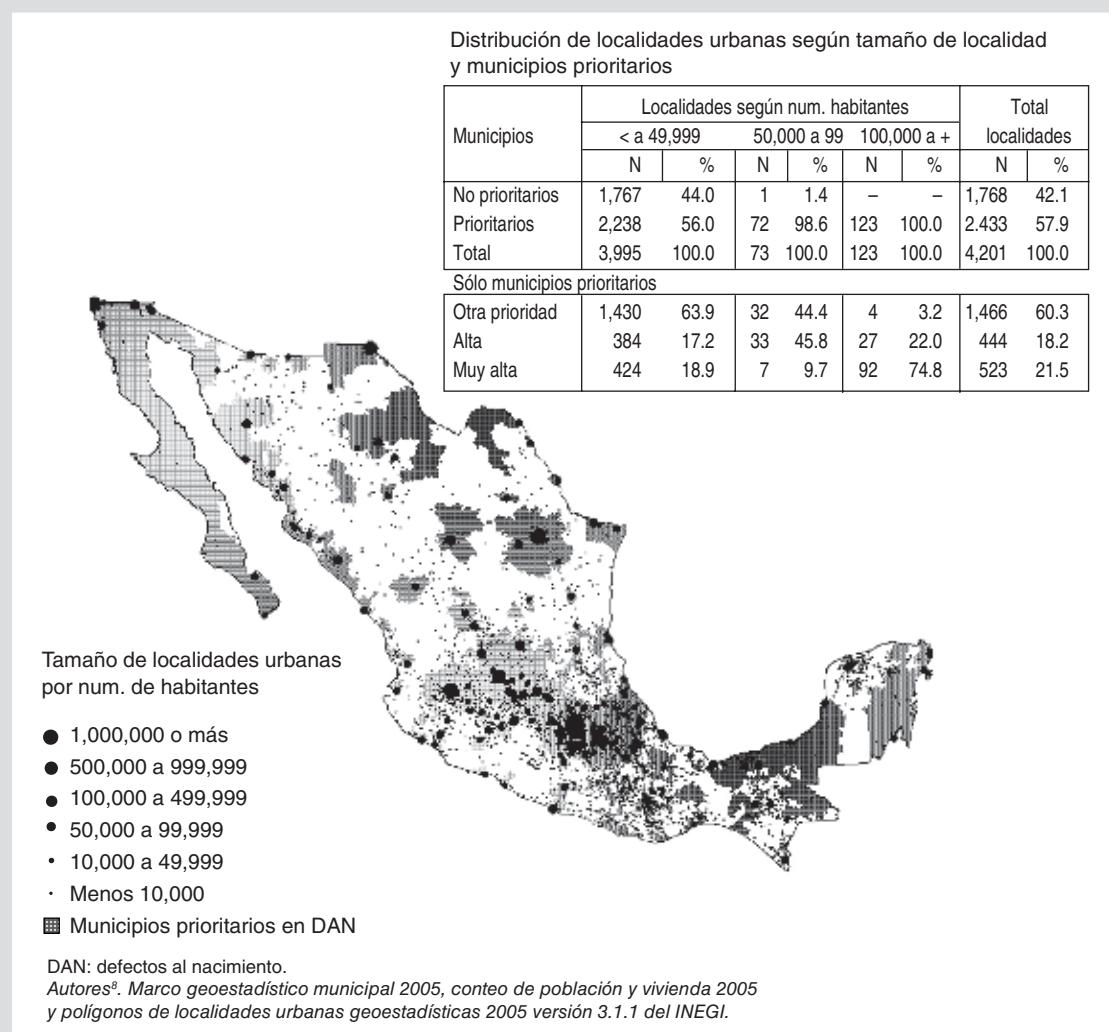


Figura 1. Relación cartográfica entre municipios prioritarios en mortalidad por DAN en < 5 años y localidades urbanas según tamaño de población. México

indicadores de concentración poblacional adicionales a la ubicación espacial de las localidades urbanas.

Características económicas

- Unidades económicas y PBT en agricultura, manufactura y transporte, variables más relevantes de cada sector productivo: primario (agrícola), secundario (industrial) y terciario (servicios y comercio), considerando la información del Censo Económico de 2004¹⁹.

Para la presentación espacial de la información de población, DP, UE y PBT, los datos municipales se

dividieron en quintiles y solo se tomaron en consideración los que se ubicaron en el último quintil, o en otras palabras, para el mapeo solo se utilizó el 20% de los municipios con mayor concentración del valor de los datos. Se manejó el Marco Geoestadístico Municipal 2005²⁴ en formato de punto y se emplearon representaciones geométricas con la finalidad de diferenciación informativa.

Para el actual reporte, se conformaron cinco mapas temáticos o figuras que integran, sintetizan y relacionan información demográfica (Figs. 1 y 2), económica (Figs. 3-5) y los municipios prioritarios. Cada figura dispone de un cuadro que resume la información como apoyo al análisis y en su construcción se empleó el

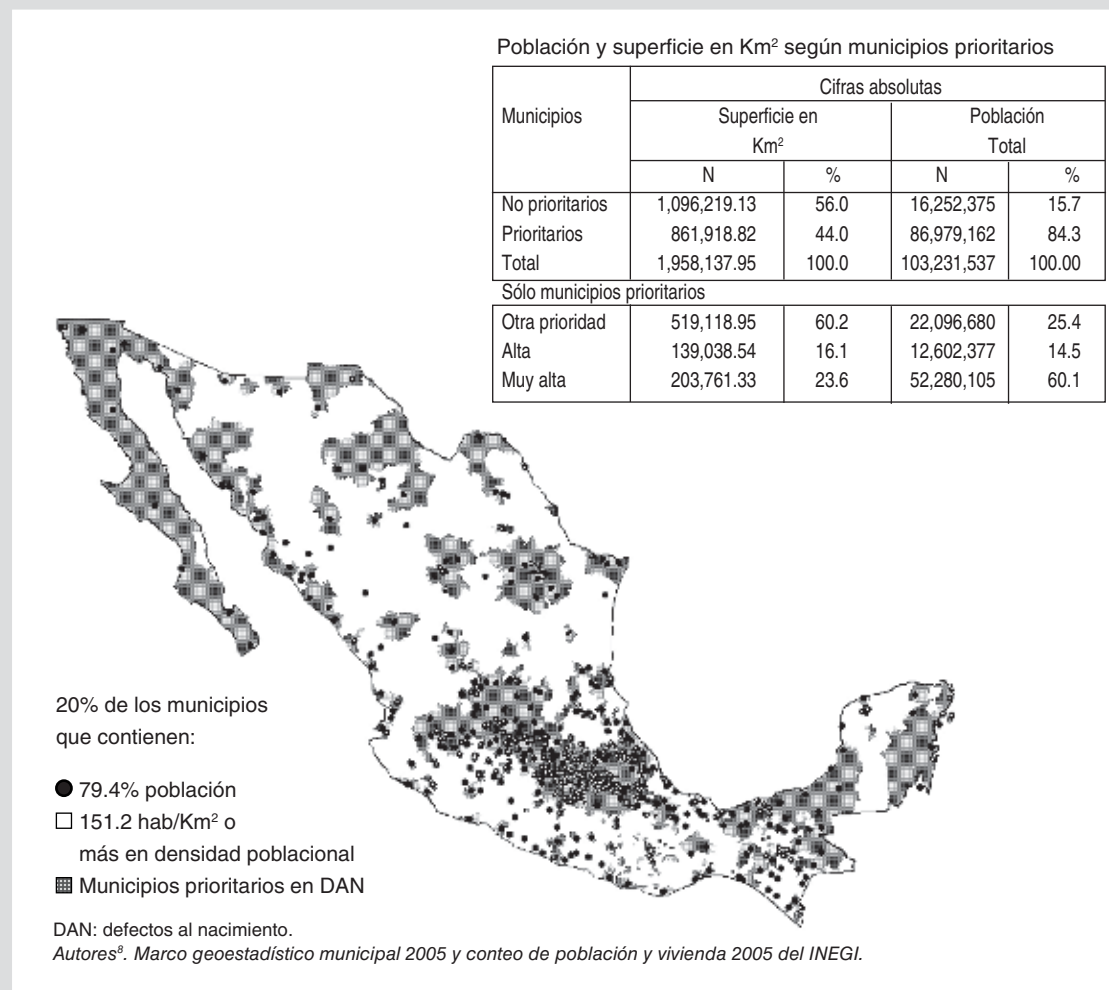


Figura 2. Relación cartográfica entre municipios prioritarios en mortalidad por DAN en < 5 años, municipios concentradores de población y con mayor densidad de población. México.

total absoluto de los datos municipales. Esta investigación no implicó el consentimiento informado de individuos.

En la elaboración de mapas temáticos se empleó el SIGEPI v. 3.1[‡].

Resultados

Características demográficas

En la figura 1, se observa, municipios prioritarios y localidades urbanas. El mayor número de localidades

igual o mayores a 50,000 habitantes caen dentro de las diferentes áreas sombreadas que representan a los municipios prioritarios, con cierta inclinación a aglutinarse en la región centro del país. El cuadro constata que el 98.6% de las localidades de 50,000 a 99,999 y el 100% de las localidades de 100,000 o más habitantes se ubican principalmente en los municipios prioritarios, sobre todo en los municipios de alta y muy alta prioridad (recuadro inferior). Observando solo los municipios prioritarios, en los de alta y muy alta prioridad se sitúa el 55.5% de localidades igual o mayor de 50,000 habitantes y el 96.8% de las localidades de 100,000 o más habitantes.

En la figura 2, se observa, municipios prioritarios y concentración poblacional. Se reafirma la característica de gran concentración poblacional en los municipios

[‡]OPS. Sistema de Información Geográfica en Epidemiología (Sigeipi), versión 3.1. Washington 2005.

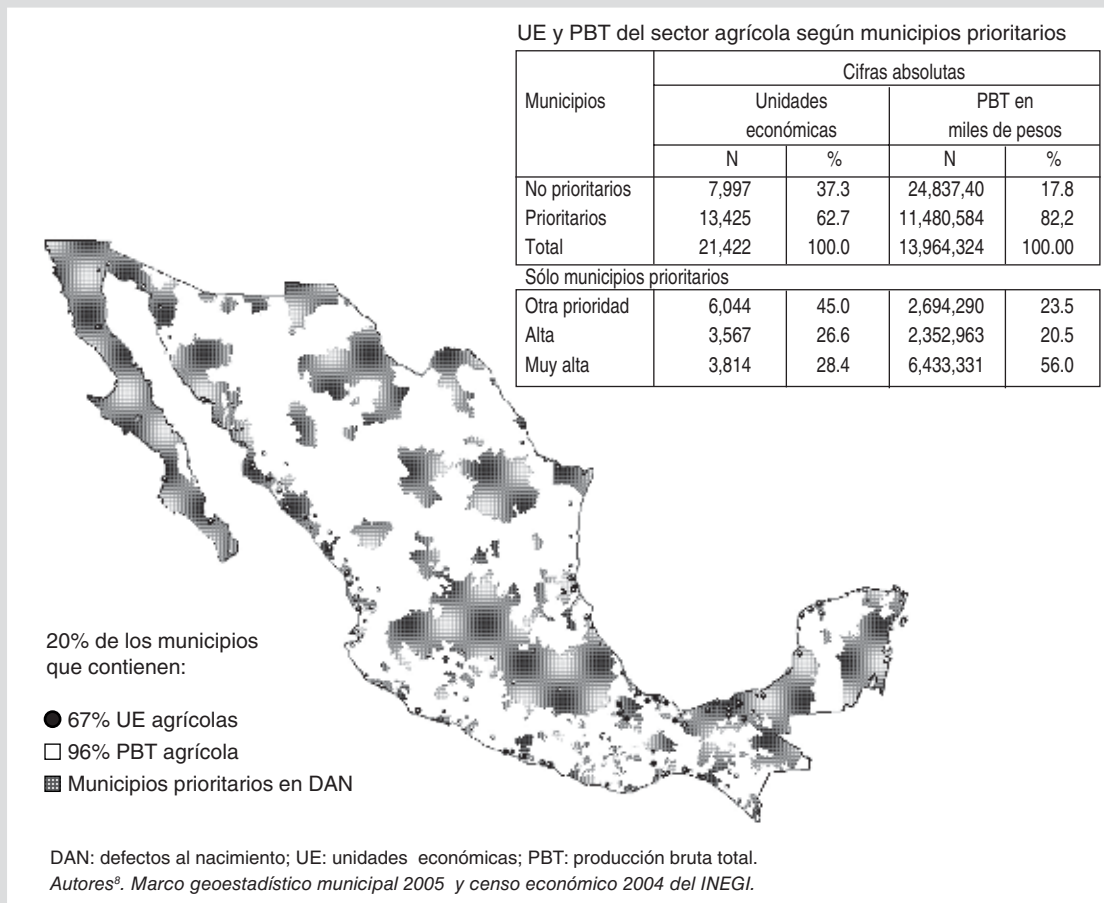


Figura 3. Relación cartográfica entre municipios prioritarios en mortalidad por DAN en < 5 años y municipios concentradores de UE y de la PBT en agricultura. México.

prioritarios. Se observa que del 20% de los municipios que contienen el 79.4% de la población y una DP de 151.2 hab/km² o más la mayoría se coloca dentro de la zona prioritaria. El cuadro señala que el 44% de la superficie total del país está cubierto por los municipios prioritarios. En esta delimitación se concentra el 84.3% de la población total. Observando solo los municipios prioritarios, los de alta y muy alta prioridad apenas abarcan en superficie territorial el 39.7% del área prioritaria, pero concentran el 74.6% de la población que habita en ellos.

Características económicas

En la figura 3, se observa, municipios prioritarios y actividad agrícola. El 20% de los municipios con mayor cantidad de UE y de PBT, conteniendo el 67 y el 96.1%, respectivamente, del valor de las variables, se localizan

principalmente en la zona prioritaria, distribuidos a lo largo de las zonas costeras de ambos litorales y escasamente en el centro del país. El cuadro indica que el 62.7% de las UE y el 82.2% de la PBT se ubican en los municipios prioritarios, indicando así una relativa concentración de esta actividad en ellos, principalmente lo relacionado con el aspecto financiero o de productividad. Observando solo a los municipios prioritarios, el 55% de la UE agrícolas se localizan en los de alta y muy alta prioridad, y obtienen el 76.5% de la PBT del total del área correspondiente, sugiriendo una actividad agrícola intensiva de alta productividad.

En la figura 4, se observa, municipios prioritarios y actividad industrial. Una proporción grande de municipios concentradores de UE y de PBT del sector manufacturero, conteniendo el 83% y el 99%, respectivamente, del valor de las variables, se confina en los municipios prioritarios, principalmente en el centro del

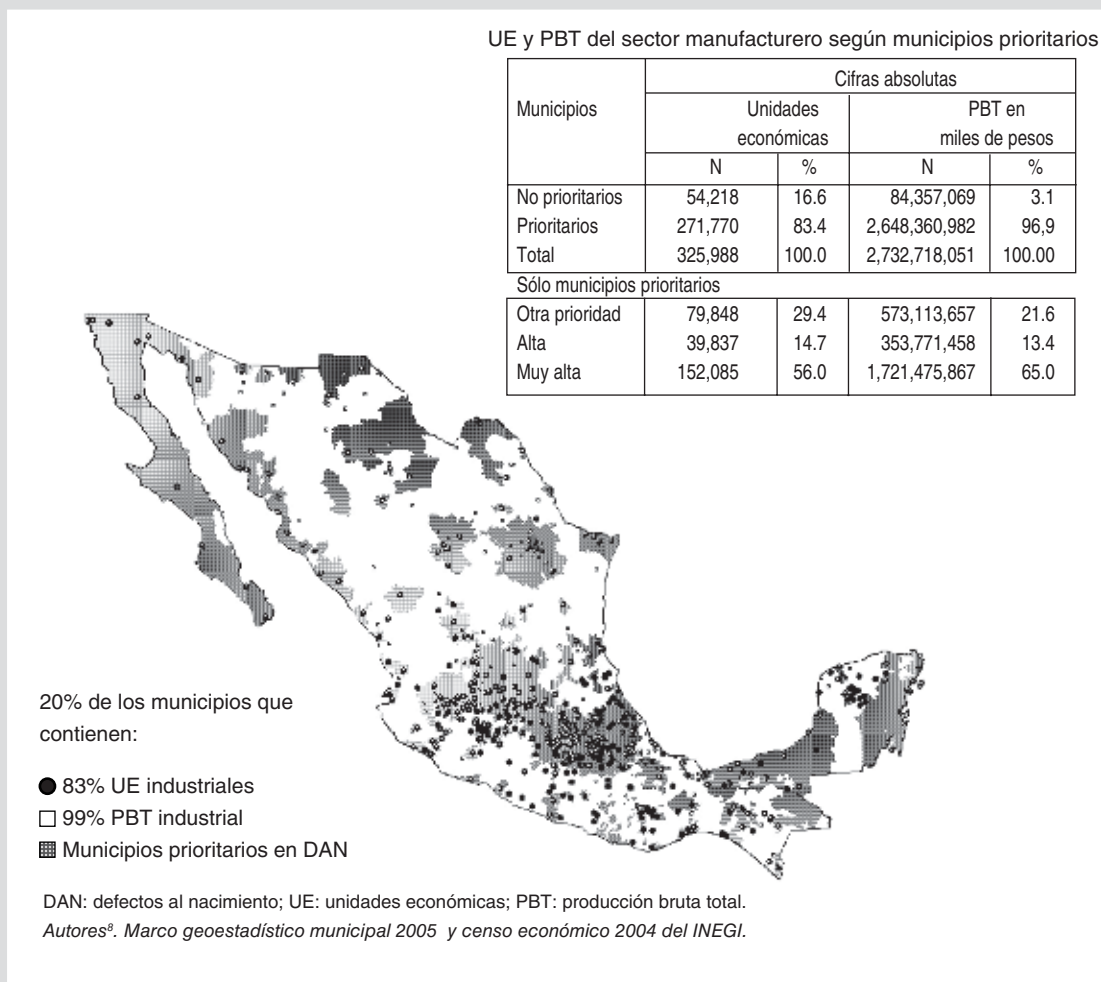


Figura 4. Relación cartográfica entre municipios prioritarios en mortalidad por DAN en < 5 años y municipios concentradores de UE y de la PBT en la manufactura. México.

país. El cuadro indica alta concentración de UE y PBT, 83.4 y 96.9%, respectivamente, en ellos. El recuadro inferior señala una concentración privilegiada para los municipios de muy alta prioridad, ya que el 56% de las UE y el 65% del PBT correspondiente a solo los municipios prioritarios se ubican en esta categoría.

En la figura 5, se observa, municipios prioritarios y transporte. Los municipios que concentran el 72% de las UE y el 97% del PBT de transporte espacialmente se sitúan en las zonas prioritarias. El cuadro señala que el 92.2% de las UE y el 96.8% del PBT del sector se ubican en los municipios prioritarios. Adicionalmente se ve una concentración en los de muy alta prioridad, ya que el 61.9% de las UE y el 83.3% del PBT que corresponden en exclusividad a los municipios prioritarios se concentran en esta categoría.

Discusión

Los municipios prioritarios en mortalidad por DAN en menores de cinco años son altamente urbanizados y concentran, en una escasa superficie territorial del país, la mayor parte de la población mexicana, principalmente en los de alta y muy alta prioridad. Las UE y las PBT del sector manufacturero y transporte se aglutinan principalmente en los municipios prioritarios, sobre todo en los de muy alta prioridad. Aunque se aprecia una relativa concentración de las unidades económicas agrícolas en los municipios prioritarios, principalmente en las zonas costeras, estas tienden a ser de muy alta productividad. Los resultados indican que los municipios prioritarios en mortalidad por DAN en menores de cinco años coinciden en ser aquellos

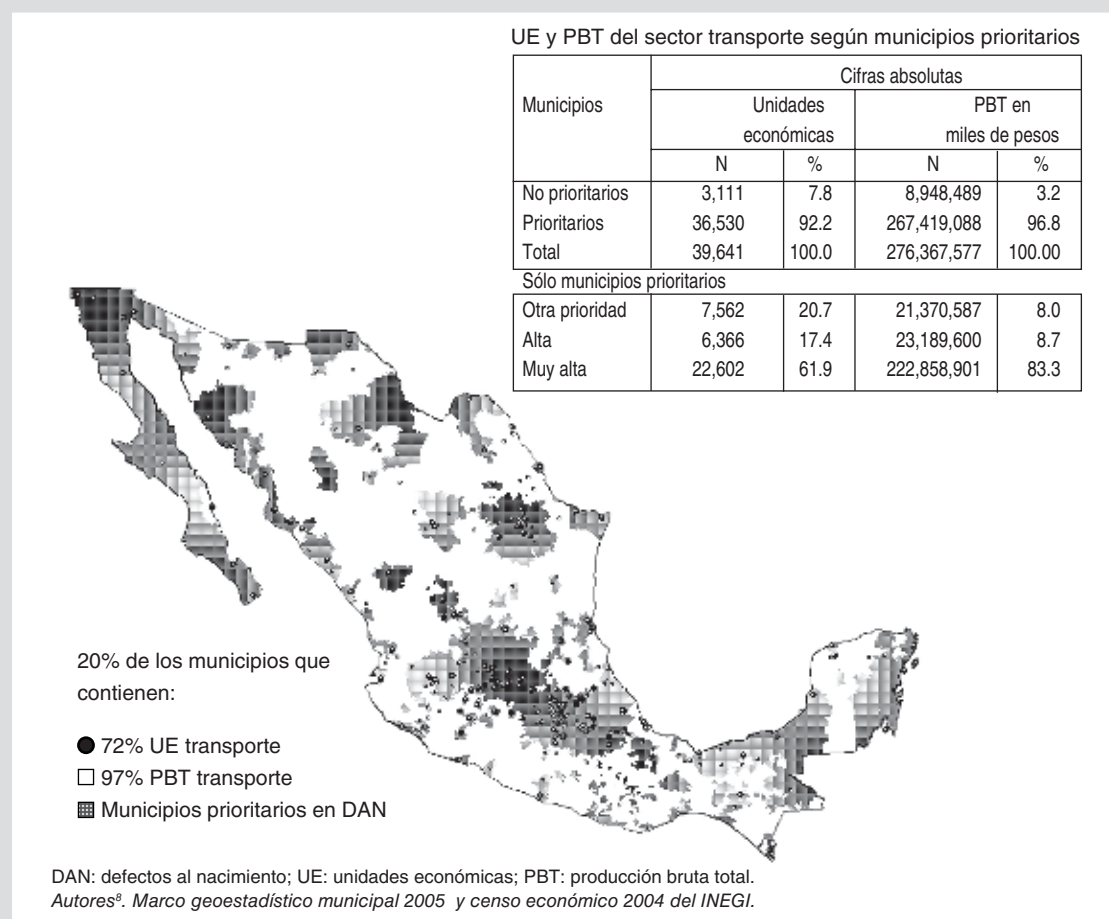


Figura 5. Relación cartográfica entre municipios prioritarios en mortalidad por DAN en < 5 años y municipios concentradores de UE y de la PBT en transportes. México.

en donde los procesos de urbanización y megalopolización inciden con mayor intensidad, y donde las actividades económicas agrícola, industrial y comercial se concentran de forma importante.

Sin duda, la urbanización ofrece condiciones favorables a la salud humana: mayor disponibilidad y acceso a servicios públicos y privados destinados a la educación, cultura, diversión, atención médica o transporte cómodo, por citar algunos aspectos²⁵. Sin embargo, implica también riesgos en la salud, en particular cuando el crecimiento urbano se desarrolla sin regulación, provocando altos niveles de contaminación ambiental y destrucción del medio ambiente. Algunas publicaciones han abundado sobre los mecanismos por los cuales el ambiente y los modos de vida urbanos afectan a la salud⁵. Existen también reportes sobre enfermedades crónicas degenerativas ligadas a la urbanización⁷; incluso la relación con el cambio

climático y la salud urbana está bien definida². Además, se establece que los efectos negativos en la salud por la urbanización son mayores en la población pauperizada²⁶.

Respecto a la relación urbanización, contaminación ambiental y DAN existen estudios que apoyan su probable asociación: entre cloración del agua y defectos al nacimiento^{27,28}; la exposición a contaminantes ambientales antes o después del nacimiento está relacionada con diversas anomalías del sistema cardiovascular, afectando la estructura cardiovascular o del miocardio, el sistema de conducción eléctrica, la presión arterial o el metabolismo del colesterol²⁹; la exposición materna al ozono ambiental se encuentra asociada a defectos de la arteria pulmonar y de las válvulas cardíacas en recién nacidos³⁰; la contaminación del aire y el mayor riesgo de tener productos prematuros³¹; existe un riesgo gradual según la concentración de

óxido de carbono y ozono en el ambiente con defectos cardiovasculares³²; se ha señalado que vivir cerca de sitios peligrosos aumenta la probabilidad de malformaciones congénitas mayores³³; y se ha demostrado que existen cambios moleculares en recién nacidos ligados a la contaminación ambiental⁴.

México, en materia de defectos al nacimiento, ha privilegiado el control de los DTN ofreciendo la ingesta de ácido fólico (AF) periconcepcional; no obstante, no existen datos locales confiables en cuanto a su incidencia o prevalencia, tampoco se ha evaluado el cumplimiento de la normatividad en la dotación e ingesta de AF en la operación de los servicios de salud³⁴ ni el impacto de la medida. Por otro lado, se han realizado estudios para identificar sitios contaminados como probables riesgos para la población, dado el crecimiento urbano y económico de nuestro país³⁵⁻³⁷, encontrándose que dichos sitios se encuentran en los lugares de mayor desarrollo agrícola, industrial y comercial; sin embargo, el desglose de los resultados no permite realizar un análisis más detallado.

El actual reporte de investigación se enmarca dentro de los estudios epidemiológicos de tipo ecológico, por lo tanto, encuentra limitaciones para una inferencia causal entre megalopolización y DAN en vista de manejar datos agregados y no incluir evaluaciones de exposición-efecto a nivel individual. Sin embargo, considerando los resultados aquí publicados, la identificación oficial e independiente de lugares contaminados ubicados en zonas altamente desarrolladas y la evidencia científica internacional, en forma conjunta, sugieren una hipotética relación entre urbanización, contaminación ambiental y DAN en México, lo cual hace necesario investigar más al respecto. En estas investigaciones deben tomarse en cuenta las potenciales interacciones de factores genéticos y ambientales, y sus implicaciones en el producto de la concepción y la salud de la población. También los estudios epidemiológicos sobre los efectos ambientales en la reproducción o en la infancia deberían incluir un espectro clínico mayor, como son las pérdidas reproductivas, el bajo peso al nacer y las alteraciones en la función del sistema nervioso central y de otros sistemas.

Se ha mencionado la dificultad de realizar estudios adecuados en esta línea de investigación debido a las imprecisiones para medir la exposición a contaminantes ambientales aislados, la probable combinación sinérgica entre varios agentes ambientales, la heterogeneidad de los DAN o de otras enfermedades relacionadas, la compleja interacción entre genes y ambiente, así como la identificación individual de genes

y agentes ambientales involucrados. Sin embargo, a nivel de prevención en el caso de los DAN, es apremiante primero conocer, luego regular y finalmente evitar la exposición a agentes tóxicos de la mujer gestante en edad reproductiva. Con la finalidad de incrementar el conocimiento de los efectos de la contaminación ambiental en nuestro país relacionados con los DAN (y otras enfermedades), se proponen las siguientes acciones:

- Establecer un modelo de vigilancia epidemiológica combinado: un sistema pasivo donde se registren los casos de DAN con información exclusiva para su georreferenciación y con aplicación universal; un sistema activo donde se privilegien las investigaciones en forma periódica dirigidas a la búsqueda de determinantes ambientales e individuales, con base poblacional y focalizado a los municipios de muy alta y alta prioridad, principalmente en las grandes ciudades.
- Aumentar los estudios epidemiológicos de índole espacial o geográfico en áreas pequeñas, a los cuales se les ha conferido una gran importancia en este campo³⁸.
- Ampliar el espectro clínico en la relación urbanización, contaminación ambiental y salud, limitados actualmente a enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Bibliografía

1. UN-HABITAT State of the World's Cities 2008/2009. Harmonious Cities, 2008. <http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2562> (consultado el 04 de mayo de 2010).
2. OMS/OPS/OMM/PNUMA. Cambio climático y salud humana. Riesgos y respuestas (Resumen actualizado 2008). Washington D C 2008. Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/dd/pin/climatechangeSPANISH.pdf> (consultado el 04 de mayo de 2010).
3. Schut HA, Shiwerick KT. DNA adducts in humans as dosimeters of exposure to environmental, occupational, or dietary genotoxins. *FASEB J*. 1992;6:2942-51.
4. Perera F, Hemminki K, Jedrychowski W, et al. In Utero DNA Damage from Environmental Pollution Is Associated with Somatic Gene Mutation in Newborns. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 2002;11:1134-7.
5. Vlahov D, Gibble E, Freudenberg N, Galea S. Cities and Health: History, Approaches, and Key Questions. *Acad Med*. 2004;79(12):1133-8.
6. Briceño-León R. Urban violence and public health in Latin America: a sociological explanatory framework. *Cad Saúde Pública*. 2005;21(6):1629-64.
7. McMichael AJ. The urban environment and health in a world of increasing globalization: issues for developing countries. *Bulletin of the World Health Organization*. 2000;78(9):1117-26.
8. Valdés-Hernández J, Canún-Serrano S, Reyes-Pablo A, Navarrete-Hernández E. Mortalidad por defectos al nacimiento en menores de cinco años en México de 1998 a 2006. *Salud Pública de México*. 2009;51(5):381-9.
9. Valdés-Hernández J, Canún-Serrano S, Reyes-Pablo A, Navarrete-Hernández E. Mortalidad por defectos en el cierre del tubo neural en menores de cinco años en México de 1998 a 2006. *Salud Pública de México*. 2010;52(4):341-9.
10. Garza G. La urbanización metropolitana en México: normatividad y características socioeconómicas. El Colegio de México. Disponible en: http://www.cnjur.org.mx/docs/nacional/gustavo_garza.doc (consultado el 04 de mayo de 2010).

11. Delgado J. Ciudad-Región y Transporte en el México Central. Un largo camino de rupturas y continuidades. México: UNAM/Plaza y Valdés, 1ª Reimpresión; 2003.
12. Aguilar AG. Introducción. En: Aguilar AG (Coordinador). Procesos metropolitanos y grandes ciudades. Dinámicas recientes en México y otros países. México: Instituto de Geografía UNAM; 2004.
13. Aguilar AG, Alvarado C. La reestructuración del espacio urbano de la ciudad de México ¿Hacia la metrópoli multinodal? En: Aguilar AG (Coordinador). Procesos metropolitanos y grandes ciudades. Dinámicas recientes en México y otros países. México: Instituto de Geografía UNAM; 2004.
14. Pradilla E. Metrópolis y megalópolis en América Latina. Diseño y Sociedad. 1998;8:39-48.
15. SEGOB/CONAPO. Comunicado de prensa 10/05, 16 de marzo de 2005. <http://www.conapo.gob.mx/prensa/2005/102005.pdf> (consultado el 04 de mayo de 2010).
16. Garza G. La evolución de las ciudades mexicanas en el siglo XX. Revista de información y análisis. 2002;19:7-16.
17. Propin-Frejomil E, Sánchez-Crispin A. Características básicas de la estructura territorial de la economía mexicana. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía UNAM. 2001;46:148-63.
18. Pradilla-Cobos E. Capítulo VI. De lo rural a lo urbano: Las relaciones campo-ciudad en América Latina y México. En: Pradilla-Cobos E. Los Territorios del neoliberalismo en América Latina. Compilación de ensayos. México: UAM/Porrúa MA; 2009.
19. INEGI. Censo Económico 2004. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10357&e=&i=> (consultado el 04 de mayo de 2010).
20. García-Abad A. Cartografía Ambiental. Desarrollo y propuestas de sistematización. Observatorio Medioambiental. 2002;5:47-78.
21. Nuckols JR, Ward MH, Jarup L. Using Geographic Information Systems for Exposure Assessment in Environmental Epidemiology Studies. Environmental Health Perspectives. 2004;112(9):1007-15.
22. INEGI. Polígonos de localidades urbanas geoestadísticas 2005 versión 3.1.1. Disponible en: <http://mapserver.inegi.org.mx/data/mgm/?s=geo&c=1298> (consultado el 04 de mayo de 2010).
23. INEGI. Censo de Población y Vivienda de 2005. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2005/Default.aspx> (consultado el 04 de mayo de 2010).
24. INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005. Noviembre 2005.
25. Vlahov D, Galea S, Freudenberg N. Urban health. Toward and urban health advantage. J Public Health Management Practice. 2005;11(3):256-8.
26. Fleishman AR, Barondes JA. Urban health: a look out our windows. Academic Medicine. 2004;79(12):1130-2.
27. Aschengrau A, Weinberg JM, Janulewicz PA, et al. Prenatal exposure to tetrachloroethylene-contaminated drinking water and the risk of congenital anomalies: a retrospective cohort study. Environmental Health. 2009;8:44 doi:10.1186/1476-069X-8-44. Disponible en: <http://www.ehjournal.net/content/8/1/44> (consultado el 04 de mayo de 2010).
28. Hwang BF, Jaakkola JJ, Guo HR. Water disinfection by-products and the risk of specific birth defects: a population-based cross-sectional study in Taiwan. Environmental Health. 2008;7:23 doi:10.1186/1476-069X-7-23. Disponible en: <http://www.ehjournal.net/content/7/1/23> (consultado el 04 de mayo de 2010).
29. Mone SM, Gillman MW, Miller TL, et al. Effects of environmental exposures on the cardiovascular system: prenatal period through adolescence. Pediatrics. 2004;113(4 Suppl):1058-69.
30. Gilboa SM, Mendola P, Olshan AF, et al. Relation between Ambient Air Quality and Selected Birth Defects, Seven County Study, Texas, 1997-2000. Am J Epidemiol. 2005;162(3):238-52.
31. Ritz B, Wilhelm M, Hoggatt KJ, Ghosh JC. Ambient Air Pollution and Preterm Birth in the Environment and Pregnancy. Am J Epidemiol. 2007;166(9):1045-52.
32. Ritz B, Yu F, Fruin S, Chapa G, Shaw GM, Harris JA. Ambient air pollution and risk of birth defect in southern California. Am J Epidemiol. 2002;155(1):17-25.
33. Bentov Y, Kordysh E, Hershkovitz R, et al. Major congenital malformations and residential proximity to a regional industrial park including a national toxic waste site: An ecological study. Environmental Health 2006, 5:8 doi:10.1186/1476- Disponible en: <http://www.ehjournal.net/content/5/1/8> (consultado el 04 de mayo de 2010).
34. Canún-Serrano S, Reyes-Pablo AE, Sánchez-Sánchez M, et al. Uso periconcepcional de ácido fólico en los centros de salud de la Jurisdicción Sanitaria de la Delegación Tlalpan del Distrito Federal. Gaceta Médica de México. 2009;146(3):115-20.
35. SEMARNAT. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales. México 2008.
36. SEMARNAT/CONAGUA. Estadísticas del agua en México. Edición 2008. México 2008.
37. Lara A, Olivera A, Olivera B, et al. La destrucción de México. La realidad ambiental del país y el cambio climático. Greenpeace de México. México, D.F. 2009.
38. Siffel C, Strickland MJ, Gardner BR, Kirby RS, Correa A. Role of geographic information systems in birth defects surveillance and research. Birth Defects Research (Part A). 2006;76(11):825-33.