



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Marginación, densidad poblacional y motorización como expresión de la urbanización y
la mortalidad en Ciudades Emergentes de México, 2000-2015

T E S I S
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS

Campo del conocimiento: Ciencias de la Salud
Campo disciplinar: Epidemiología

PRESENTA:
LUISA CAROLINA GARCÉS MURILLO

Director de Tesis:
M.C. Héctor Gómez Dantés
Instituto Nacional de Salud Pública

Ciudad Universitaria, CD. MX., Octubre de 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para el desarrollo de la maestría se contó con una beca de manutención otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), número 779928.

Se agradece al Centro de Investigación en Políticas, Población y Salud (CIPPS) de la Universidad Nacional Autónoma de México, por facilitar el espacio físico, el software y los equipos de cómputo para desarrollar este trabajo académico.

*A mis abuelos: Mamá Carlina (†) y Papá Murillo,
por su amor de padres y ser mi ejemplo de superación.*

Agradecimientos

A mi tutor Héctor Gómez Dantés, porque con su apoyo incondicional, generosidad y mucha paciencia permitió que se lograran los objetivos de esta propuesta de investigación.

A la Dra. Alejandra Moreno Altamirano, quien con su crítica constructiva orientó y enriqueció la pregunta de investigación.

A la Dra. María Eugenia Negrete y los compañeros de CAD Salud, en especial a Edgar López y Gabriela Otero, porque hicieron aportes muy pertinentes para el abordaje teórico-metodológico de este estudio.

A la Dra. Nancy R. Mejía Domínguez por sus valiosos aportes, orientación y supervisión en el análisis estadístico final. Muchas gracias por su disposición.

A la Dra. Marcela Agudelo por sus comentarios y observaciones desde su experticia en demografía y en el estudio de la mortalidad.

Al Dr. Mario Rojas por sus aportaciones desde su experticia en el estudio epidemiológico de la salud conductual.

A los compañeros y profesores de la maestría que han sido solidarios y generosos con sus conocimientos, en especial a los doctores Lilia Castro y Claudio Dávila por su disposición. A Viri, Karen, Alejo, Claudia, Lidia, Elvia y Emanuel por su amistad.

A la Dra. Esmeralda Altamirano, por su apoyo, amistad y contención.

A los doctores Alberto Tobón y Hugo Espinelli, por introducirme y animarme a recorrer el camino de la investigación.

A Dora, por alentarme y apoyarme en todo momento.

A Karen, Wendy y Jessica por Martín, Maia y Gaby, que han sido motivo de alegría en los días grises de esta etapa.

A mis seres superiores, padres, familiares y amigos del Chocó por su amor y apoyo desde la distancia. Axhé e Iré.

A todo el pueblo de México, por darme esta oportunidad maravillosa de crecer personal y profesionalmente. Gracias.

Índice

Índice General.....	i
Índice de Figuras.....	ii
Índice de Tablas.....	iii
Abreviaturas.....	iv

Resumen

I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	4
II.1 Urbanización y carga de mortalidad en países de medios y bajos ingresos.....	4
II.2 Urbanización en México y panorama epidemiológico de la mortalidad.....	6
II.3 Urbanización como determinante de salud.....	17
II.4 Métricas para evaluar la urbanización en las ciudades emergentes de México	19
II.5 Urbanización y morbi-mortalidad: factores mediadores de la relación.....	32
III. Justificación.....	38
IV. Objetivos.....	41
V. Hipótesis.....	41
VI. Metodología.....	42
VI.1 Población de estudio.....	43
VI.2 Definición y operacionalización de las variables.....	43
VI.3 Análisis estadístico.....	51
VI.4 Declaración ética.....	53
VII. Resultados.....	54
VII.1 Tasas de mortalidad.....	55
VII.2 Métricas urbanas.....	58
VII.3 Modelo de regresión.....	63
VIII. Discusión.....	67
VIII.1 Fortalezas y limitaciones del estudio.....	76
IX. Conclusiones e implicaciones.....	77

Bibliografía

Anexos

Índice de Tablas

Tabla 1. Contexto económico, urbanización y motorización en el tiempo.....	11
Tabla 2. Distribución porcentual de la mortalidad para el año 2015	15
Tabla 3. Estrategia de búsqueda.....	17
Tabla 4. Métricas para evaluar la densidad urbana.....	26
Tabla 5. Métricas para evaluar la urbanización en las ciudades emergentes de México	30
Tabla 6. Efectos en la salud asociados con la actividad física.....	34
Tabla 7. Resultados de salud relacionados con contaminantes del aire por el transporte	35
Tabla 8. Emisiones de carbono y modos de transporte.....	36
Tabla 9. Fuentes de información.....	42
Tabla 10. Lista CIE 10	44
Tabla 11. Operacionalización de variables	45
Tabla 12. Variables utilizadas por CONAPO para la construcción del Índice Absoluto de Marginación	46
Tabla 13. Correlación entre métricas urbanas.....	50
Tabla 14. Tasa de mortalidad estandarizada y métricas urbanas de 79 ciudades clasificadas como emergentes en México, 2000-2015.....	56
Tabla 15. Coeficientes de los modelos para estimar el vínculo entre las tasas de mortalidad y la marginación, la densidad poblacional y la motorización en Ciudades Emergentes de México, 2000-2015.....	66

Índice de Figuras

Figura 1. Ciudad dona vs ciudad concha	9
Figura 2. Tendencia de la mortalidad general en México, 1995-2015	13
Figura 3. Esquema Conceptual del ICE	49
Figura 4. Ciudades emergentes según zona económica.....	54
Figura 5. Evolución de la tasa de mortalidad por causa específica, según sexo.	57
Figura 6. Defunciones en las Ciudades Emergentes para hombres (azul) y mujeres (rosa), según nivel de marginación, 2015.....	60
Figura 7. Defunciones en las Ciudades Emergentes para hombres (azul) y mujeres (rosa), según nivel de densidad poblacional, 2015.....	61
Figura 8. Defunciones en las Ciudades Emergentes para hombres (azul) y mujeres (rosa), según nivel de motorización, 2015.....	62

Abreviaturas

AIC	Criterio de Información de Akaike
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CONACyT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
ECNT	Enfermedades Crónicas no Transmisibles
GEI	Gases de Efecto Invernadero
ICE	Índice Ciudad Emergente
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PIB	Producto Interno Bruto
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SUN	Sistema Urbano Nacional
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
TMCA	Tasa Media de Crecimiento Anual

Resumen

Objetivo. Identificar las diferencias en la mortalidad vinculadas con la marginación, la densidad poblacional y la motorización, como expresión de la urbanización en ciudades emergentes de México, de 2000 a 2015. **Métodos.** Se realizó un estudio ecológico a partir de fuentes de información oficiales con datos de 79 ciudades clasificadas como emergentes en 2015. Las tasas de mortalidad se calcularon por grupos de edad y se estandarizaron por sexo para cada año (2000, 2005, 2010 y 2015). Las variables independientes del modelo incluyeron el sexo, los niveles de marginación, densidad poblacional y motorización como efectos fijos y el año como efecto aleatorio. Se estimaron razones de tasas utilizando un modelo mixto lineal generalizado con distribución binomial negativa. **Resultados.** Los bajos niveles de motorización y de densidad poblacional se relacionaron con menores tasas de mortalidad por diabetes mellitus RR=0.66 (IC 95% 0.61-0.72); RR=0.84 (IC 95% 0.73-0.96), accidentes con vehículos motorizados RR = 0.64 (IC 95% 0.48-0.86) y homicidios RR= 0.57 (IC 95% 0.40-0.83), mientras que los bajos niveles de marginación contextual y de densidad poblacional se relacionaron con mayores tasas de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón RR=1.27 (1.11-1.44); RR=1.41(IC 95% 1.25-1.58) y menores tasas de mortalidad por desnutrición RR=0.63 (IC 95% 0.48-0.81). La marginación y la motorización presentaron una correlación negativa ($\rho = -0.791$; $p < 0.001$). **Conclusión.** Se concluyó que la motorización como una métrica útil para estudiar el impacto de la urbanización en la mortalidad, explica una nueva forma de marginación urbana en las ciudades emergentes de México, independientemente del nivel de densidad poblacional. Una estrategia encaminada a disminuir los niveles de motorización, para mejorar la accesibilidad a los beneficios urbanos, a través de la planificación urbana, el diseño urbano y del transporte en estas ciudades, puede disminuir la mortalidad por causas que hoy representan un problema de salud pública para México. Este estudio genera un hipótesis acerca del impacto en la mortalidad que tienen estas métricas urbanas, más allá de la dicotomía urbano-rural que es como se evalúa la urbanización en la mayoría de los estudios epidemiológicos en México.

Palabras clave: salud urbana, mortalidad, urbanización, métricas urbanas, densidad urbana, marginación, motorización, ciudad emergente

I. Introducción

¿Qué papel juega la urbanización en el proceso salud-enfermedad-atención-muerte? Es una pregunta que los salubristas han intentado responder desde la época de la revolución industrial. De hecho, las pésimas condiciones de vida de las ciudades industrializadas del siglo XIX dieron lugar tanto a la planificación urbana como a la salud pública. Por ejemplo, los brotes de las enfermedades infecciosas se solucionaron con medidas de saneamiento y separando las residencias de los trabajadores de las zonas industriales insalubres (1).

El lugar donde se habita ha sido reconocido como un factor que afecta a la salud (2). Es decir, cuándo se enferma o de qué se enferma una persona, si recibe tratamiento médico oportuno, experimenta una discapacidad y/o muere prematuramente. Hoy en día, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades (3). Por tal razón, la planificación urbana, el diseño urbano y del transporte de las ciudades son considerados determinantes estructurales clave para lograr mejores resultados de salud, bienestar y desarrollo sostenible global en el siglo XXI (3,4), porque impactan en el acceso a vivienda, alimentación, agua, energía, transporte, servicios sociales y atención médica, etc., de la mayoría de los habitantes del planeta.

En los países con ingresos medios y bajos se registra 75% de la carga global por la epidemia actual de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) (5), las cuales afectan la calidad de vida de la población y contribuyen sustancialmente en los costos de atención médica (6). En México, un país con ingresos medios, al menos 70% de la carga de mortalidad se debe a ECNT como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y el cáncer, así como a muertes por causas externas como los accidentes de tránsito con vehículo motorizado y los homicidios (7). Estas causas son atribuidas, en gran parte, a factores relacionados con la rápida urbanización de las ciudades; entre otras, la segregación socio-espacial, la proliferación de asentamientos precarios, el crimen, la

congestión vehicular motorizada, la contaminación del aire, la escasez de espacios verdes, la inactividad física y una menor accesibilidad a alimentos saludables asequibles, etc. (1,4).

La urbanización es el fenómeno socio-espacial más relevante en el presente y en el futuro demográfico de México (8). En el año 2010, 63% de la población mexicana vivía en ciudades y según el Sistema Urbano Nacional (SUN) (9), el país pasará de contar con 384 ciudades registradas desde el año 2010 a 961 en el 2030, en las cuales se concentrará 83.2% de la población. Las ciudades emergentes son definidas por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) como aquellas que tienen entre 100 mil y 2 millones habitantes y que durante los últimos cinco años presentan un crecimiento económico y de población por encima del promedio nacional. Actualmente alojan 75% de la población mundial y debido a su rápido crecimiento económico, son consideradas la corriente habitacional del siglo XXI (3,10).

Dichas ciudades son objeto de estudio en esta investigación, porque debido a su ritmo de urbanización acelerado y las limitaciones institucionales para gestionarlo, generan condiciones de vida y de trabajo que favorecen la exposición a riesgos ambientales y sociales, así como la adopción de hábitos y estilos de vida en la población negativos para la salud. Sin embargo, por estar en crecimiento, también representan una oportunidad de intervención a través del diseño, la planificación urbana y del transporte que, se ha demostrado, tienen un mayor alcance que las intervenciones a nivel individual (4,11).

La mayor parte de la evidencia disponible que vincula la urbanización con los resultados de salud, se basa en poblaciones que viven en países de altos ingresos como los Estados Unidos (12–14); Australia (15,16); Canadá (17); Reino Unido (18–21) y Japón (22), así como en comparaciones entre y dentro de grandes ciudades de países con ingresos medios y bajos (23,24). Hasta la realización de este ejercicio de investigación, no se encontraron estudios que examinaran

qué o cuáles atributos del proceso de urbanización impactan en los resultados de salud en las ciudades emergentes de México. Particularmente, en la mortalidad por diabetes mellitus, desnutrición, enfermedad isquémica del corazón, los accidentes de tránsito con vehículo motorizado y los homicidios, de las cuales existe evidencia sólida acerca de su relación con la vida urbana y, como causas trazadoras, representan un problema de salud pública para México.

En este contexto, las métricas utilizadas para evaluar la urbanización en las ciudades emergentes fueron la marginación, la densidad poblacional y la motorización. El objetivo principal de este estudio es identificar las diferencias en las tasas de mortalidad vinculadas con estos factores contextuales, de 2000 a 2015. Se realizó un diseño ecológico mixto (25), utilizando datos secundarios de diversas fuentes oficiales de información relacionadas con: a) el crecimiento económico (estimación del crecimiento en el PIB entre 2010 y 2015); b) el tamaño y agrupación de la población en el área geográfica de estudio; c) la marginación –promedio de ingresos monetarios, el nivel de educación y las condiciones de la vivienda a nivel de la ciudad–; d) el número de vehículos motorizados por habitantes, y e) las estadísticas de mortalidad.

En el documento se aborda el impacto de la urbanización en la carga de mortalidad en países de medios y bajos ingresos, pero haciendo énfasis en las particularidades de México. De acuerdo con la revisión de la literatura, se expone el sustento teórico de la urbanización como determinante de salud, de las métricas utilizadas como expresión de la urbanización en las ciudades emergentes de México y de los factores potenciales mediadores de la relación entre estas métricas y la mortalidad por las causas seleccionadas. A continuación, se sustenta la relevancia de este estudio y se describen la metodología y los resultados. Finalmente, a partir de la discusión, se enuncian las limitaciones, las conclusiones y las posibles implicaciones que puedan representar estos hallazgos para mejorar los resultados de salud en este tipo de ciudades.

II. Antecedentes

II.1 Urbanización y carga de mortalidad en países de medios y bajos ingresos

Junto con el crecimiento sin precedentes de la población mundial, el cambio climático y el envejecimiento poblacional, la rápida urbanización es uno de los desafíos más importantes para la salud pública en el siglo XXI (26). La urbanización es un proceso multidimensional de gran complejidad con características y dinámicas particulares en cada país y región, que se produce por el crecimiento poblacional *per se*, y a partir de la migración de las personas hacia las ciudades, generalmente, en busca de una mejor calidad de vida, oportunidades de trabajo, servicios sanitarios, educativos y ofertas culturales o de ocio, entre otros, no disponibles en su lugar de origen (27).

Los procesos migratorios nacionales y transnacionales ejercen presión sobre los recursos urbanos, sobre todo en las ciudades de los países con ingresos medios y bajos (28). Esto conlleva a una ocupación desordenada del suelo y a la proliferación de asentamientos precarios que favorecen la expansión urbana, obligando a muchas personas –en su mayoría con menores ingresos– a alejarse de los lugares de trabajo, servicios de salud y educación, etc. (29). En la actualidad, entre 60% y 70% del Producto Interno Bruto (PIB) de Latinoamérica se produce en los centros urbanos, pero a pesar de esta generación de riqueza, dos de cada tres personas que viven en las urbes de esta región están en condición de marginación (29).

Para entender el comportamiento de la carga de enfermedad y muerte en las ciudades de los países de medios y bajos ingresos en el siglo XXI, la teoría de la transición epidemiológica propuesta por Omran (30) resulta insuficiente. En este tipo de ciudades, a pesar que el crecimiento económico es el motor de la urbanización, debido a las disparidades socioeconómicas entre grupos poblacionales, la segregación socio-espacial y las limitaciones administrativas para garantizar usos

de suelo sustentables, gestionar los riesgos ambientales y del cambio climático global, coexisten distintos patrones de mortalidad. Este fenómeno ha sido descrito por varios autores como diversificación epidemiológica (31).

Las enfermedades infecciosas y por deficiencias nutricionales persisten entre determinados grupos de población, en particular entre los pobres. Pero también hay evidencia de un aumento en la mortalidad general por ECNT, respiratorias y el cáncer, debido a la modernización alimentaria, los estilos de vida sedentarios y la contaminación atmosférica por los desechos industriales y de fuentes móviles (4). De igual manera, por la desigualdad urbana, la tensión social y el uso masivo de vehículos motorizados aumentan las muertes por causas violentas y por accidentes en el tráfico (1,29). A estos patrones, se suman la re-emergencia de enfermedades infecciosas como la Malaria que antes se presentaban predominantemente en zonas rurales y la emergencia de nuevas enfermedades como el Zika. Estas últimas, relacionadas con los efectos derivados de las catástrofes ecológicas y la crisis climática (31).

En los países con ingresos medios, la urbanización también se ha acompañado de un mayor envejecimiento de la población. Se estima que en el 2050 una cuarta parte de la población urbana en estos países tendrá 65 años o más (32); lo que se traduce en grandes desafíos para que la planificación urbana garantice una integración adecuada de este grupo etario a la vida urbana, ya que los estudios realizados con respecto a la creciente carga de ECNT han descrito que la urbanización, el crecimiento económico, la integración en el mercado global y la inversión extranjera directa, se relacionan tres veces más con los cambios a largo plazo en las tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus que con el envejecimiento de la población (33,34).

II.2 Urbanización en México y panorama epidemiológico de la mortalidad

II.2.1 Tendencias de la urbanización

Desde la década de los cincuenta, la forma de habitar el territorio en las ciudades mexicanas ha sido desordenada, producto de las limitaciones institucionales para orientar la planificación del territorio y del vínculo estrecho entre el desarrollo económico y el crecimiento urbano que ha favorecido –principalmente– las necesidades de los sectores industrial e inmobiliario (35). Después de la crisis de los años setenta por la caída de los precios del petróleo, se dio paso al concepto de “ciudad empresarial” (36). Estas ciudades crecieron bajo la lógica del consumo, la acumulación de capital y la producción a gran escala (industrialización). Por lo tanto, al concentrar las principales fuentes de trabajo favorecieron la migración masiva del campo a la ciudad.

En 1980, más de la mitad de la población mexicana llegó a habitar en localidades urbanas (36,7 millones de personas) (36). Hecho que se profundizó en la década de los noventa con la globalización porque las ciudades flexibilizaron las condiciones legales, fiscales, comerciales, laborales y políticas para atraer mayor inversión extranjera (36,37). Las nuevas oportunidades económicas estimularon la formación y el crecimiento de áreas urbanas con características diversas, ubicadas en la franja fronteriza por el Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN), los puertos industriales y en los corredores turísticos y culturales (36,38). Un caso emblemático de rápida expansión urbana basada en el mercado del sector turístico es Cancún. En los años cincuenta era un pueblo pesquero, en los ochenta tenía 30 mil habitantes y ahora cuenta con más de 700 mil (CONAPO, 2015) (39).

Los asentamientos urbanos alejados del centro de las ciudades, ya sean residenciales para personas de altos ingresos, de vivienda de interés social o informales, han presentado un crecimiento exponencial desde la década de 1990, hecho que coincide con la reforma

constitucional del Artículo 27 en 1992¹. Esta reforma liberó las restricciones impuestas a la propiedad ejidal y facilitó el acceso al suelo periurbano sin una adecuada regulación por parte del Estado (36). Por ejemplo, en la zona metropolitana de Querétaro, entre 2001 y 2007, se registraron cambios de uso del suelo por más de 18,000 hectáreas que generaron un crecimiento de la mancha urbana cuatro veces mayor que el crecimiento de la población (40).

Según datos de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2012) (37), en los últimos 30 años la población de las ciudades mexicanas se duplicó, mientras que las manchas urbanas se expandieron ocho veces (9,37,41). Algunos autores consideran que la estructura física difusa, desorganizada, dispersa y fracturada de estas ciudades imita la forma urbana anglosajona “en salto de rana”². Esta forma urbana se caracteriza por tener un consumo expansivo del suelo y bajas densidades habitacionales y poblacionales. Por el contrario, Monkkonen et al. (42) consideran que no es totalmente cierto que la mancha urbana hubiese crecido muchas veces más que la población urbana sino que, de hecho, crecieron más o menos a la misma tasa. Ellos argumentan que la principal causa de la redistribución de la población dentro del territorio en favor del despoblamiento de la ciudad interior o central; fue promovida por las empresas privadas que, a partir de 2001, construyeron en las periferias de las ciudades la mayoría de las viviendas para derechohabientes del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT).

¹ Disponible en: <http://www.pa.gob.mx/publica/pa07ba.htm>

² “Hace referencia a la forma de habitar el territorio que se instauró en los suburbios de Estados Unidos, después de la posguerra (a partir de la década de 1950); caracterizado por la localización de grandes conjuntos residenciales alejados de los centros urbanos dejando entre ellos y los límites urbanos, grandes extensiones de tierra con usos no urbanos para dos propósitos: satisfacer la demanda de la emergente clase media urbana que contaba con los recursos para disfrutar de los beneficios de la urbanización en áreas de alto valor ambiental en el medio rural y para favorecer a la industria automotriz, promoviendo la utilización del coche individual, como medio privilegiado de transporte” (p.33)(114).

Este cambio en el sistema de producción de vivienda transformó la estructura espacial y la forma urbana de las ciudades mexicanas, convirtiéndolas en “ciudad dona”, porque se generó una periferia con mayor densidad y más homogénea, pero más fragmentada y alejada de los centros de trabajo y demás beneficios urbanos (40,43) (ver figura 1). En ciudades como Aguascalientes, Cuernavaca, Querétaro, Culiacán, Mazatlán, San Luis Potosí y Mérida, se ha evidenciado el modelo “ciudad dona” por la masiva ocupación del suelo en tierras de origen ejidal que, además de ser más barata, cuenta con una normativa para el desarrollo urbanístico a pesar de carecer de infraestructura básica (por ejemplo, agua, saneamiento, energía, transporte público, telefonía, internet, etc.) (26).

Para responder a los problemas y conflictos de la ciudad expansiva /fragmentada /en forma de dona, en la última década, un sector del urbanismo mexicano ha retomado la idea de ciudad compacta o ciudad concha, una forma urbana que teóricamente se caracteriza por tener altas densidades residenciales y poblacionales, una mezcla de usos de suelo (vivienda, servicios, comercial), integración social y una (...) “desmotorización de la movilidad”p.82) (40) (ver figura1). Sin embargo, para recuperar el nivel de población en la ciudad interior, solo se ha optado por favorecer el crecimiento vertical en las áreas centrales de las ciudades o, en el peor de los casos, promover la gentrificación ascendente³. Acceder a una vivienda en estas áreas, está

³ “La gentrificación es un proceso de desplazamiento de los colonos originales y llegada de nuevos pobladores de diferente nivel socioeconómico. Estos nuevos pobladores arriban por movilidad residencial o inmigración, y conducen al cambio socioespacial del vecindario .La gentrificación puede ser descendente, si se trata de la llegada de grupos sociales de menor nivel socioeconómico —situación que ocurre por falta de reparación y mantenimiento de las viviendas, lo que produce disminución en su precio real—. Pero puede ser también ascendente, originada por el desplazamiento de grupos de mayor nivel socioeconómico, en donde programas de regeneración urbana impulsados por el gobierno local o por desarrolladores privados generan incrementos en el precio de la vivienda”(45).

reservado para la población con buena capacidad de pago, lo que desvirtúa el rol social y ambiental de la ciudad compacta y perpetúa las desigualdades y segregación de los pobres (40,45).

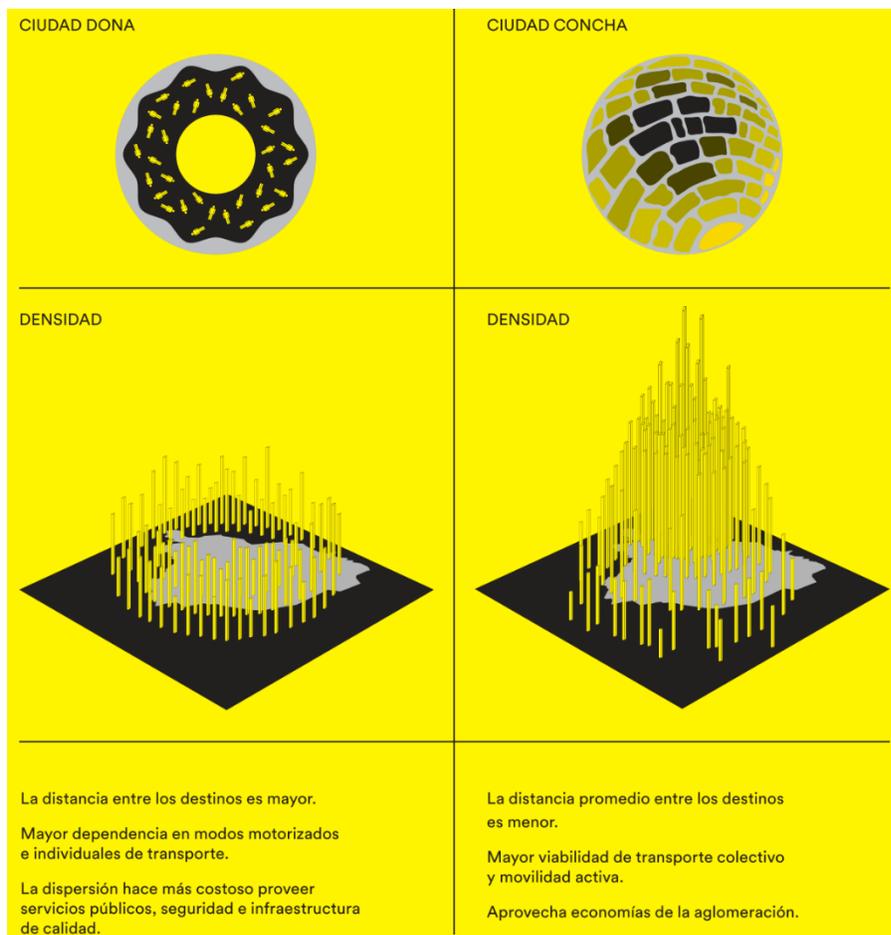


Figura 1. Ciudad dona vs ciudad concha

Fuente: Monkkonen et al.,2011

Desde las lógicas “Motor-céntrica” y “Mercado-céntrica” para gestionar la urbanización se han destinado cuantiosos recursos para fomentar los vehículos motorizados privados como medio privilegiado de transporte. Esto se traduce no solamente en más congestión vehicular sino también en pérdidas económicas por la disminución en la productividad de la fuerza laboral, debido al

tiempo desperdiciado en el tránsito rutinario y en pérdidas para la salud por los efectos negativos en la calidad del aire y los comportamientos de viaje sedentario (38,46).

Un mexicano puede hacer recorridos rutinarios entre ~5 y 50 kilómetros. En la Ciudad de México, por ejemplo, una persona tarda ~88 minutos al día en viajar casa-trabajo-escuela, mientras que 30% hace más de dos horas y, solo considerando el gasto de la cabeza de familia, se requiere 18.7% del ingreso mensual (46). Además, el consumo masivo del suelo, amenaza la recarga de los mantos acuíferos y la sustentabilidad ambiental, lo cual puede afectar la producción de alimentos y la seguridad alimentaria de los hogares (38,47). En los últimos 30 años más de un millón de hectáreas han cambiado de usos de suelo forestales, agrícolas y vegetales a usos urbanos (37,38).

En conclusión, la forma dispersa/en salto de rana/en dona de habitar el territorio en las ciudades mexicanas ha sido producto, entre otros, de: 1) la urbanización espontánea; 2) una política urbana que no ha garantizado una oferta ordenada y equitativa del suelo; 3) la especulación inmobiliaria y 4) la falta de una ciudadanía organizada. Esto ha generado ciudades fragmentadas/dispersas que: 1) exigen mayores recursos económicos e institucionales a las administraciones locales para proveer servicios, infraestructura básica y seguridad; 2) favorecen la marginación por la segregación socio-espacial y 3) tienen una movilidad centrada en los vehículos motorizados particulares que genera problemas de conectividad socio-espacial

En la tabla 1 se esquematiza el proceso de urbanización en México a través del tiempo, en función del contexto económico y sus implicaciones en la motorización.

Tabla 1. Contexto económico, urbanización y motorización en el tiempo

	Año	Población total ¹	Población urbana	Porcentaje de urbanización	Ciudades	Indicador de Motorización
1900-1930 *Ruptura del modelo liberal de crecimiento *Movimiento revolucionario *Emergencia de un nuevo Estado Nacional	1900	13,607	1,435	10.5	33	
	1930	16,533	2,892	17.5	45	
1940-1970 *Modelo de desarrollo orientado hacia la sustitución de importaciones *Protección comercial *Atención al mercado interno	1940	19,649	3,928	20	55	1940 7.6 vehículos por cada 1000 habitantes
	1970	48,225	22,730	47.1	174	
1980-2015 *Nuevo modelo económico orientado hacia la apertura comercial *Menor peso del estado en las funciones económicas	1980	66,847	36,739	55	227	1990 140 vehículos por cada 1000 habitantes
	1990	85,610	61,039	71.3	280	
	2000	112,323	66,649	68.5	343	2000 160 vehículos por cada 1000 habitantes
	2005	103,263	73,715	71.4	358	
	2010	112,323	81,231	72.3	384	
	2015	119,530	94,428	79	384	2015 300 vehículos por cada 1000 habitantes

¹Millones de personas

Fuente: Adaptado del Catalogo Urbano Nacional-2012 y Reporte Nacional de Movilidad Urbana, ONU-Hábitat, 2014-2015

II.2.2 Panorama epidemiológico de la mortalidad

La mortalidad es una medida de frecuencia (tasa), que representa la magnitud con la que se presenta un evento fatal en una población en un tiempo determinado. Se utiliza en la investigación epidemiológica para hacer comparaciones entre distintas poblaciones o en una misma población a través del tiempo (48,49). El panorama epidemiológico se refiere al estado de salud-enfermedad-atención-muerte de una población, debido a las transformaciones históricas, sociales, económicas y demográficas que experimenta una sociedad (50).

En concordancia con el proceso de urbanización en México, hasta la primera mitad del siglo XX la mayoría de la población estuvo expuesta a los riesgos propios de países con ingresos bajos como escasez de agua potable, saneamiento deficiente, baja cobertura en prestaciones de salud y vacunación. Desde finales de la década de 1950, coincidiendo con el milagro mexicano⁴, la implementación de programas de salud, el aumento de la cobertura en vacunación y la mejoría en las condiciones sanitarias, se ha observado una disminución en la mortalidad infantil, un aumento en la esperanza de vida y una transición de riesgos (51,52).

Esta transición de riesgos se ha intensificado desde la década de 1990 debido a la apertura económica y la rápida urbanización, trayendo como consecuencia, estilos de vida más sedentarios, violencia, estrés, mayor consumo de alcohol, tabaco, sustancias psicoactivas y alimentos ultraprocesados con alta densidad energética que han reemplazado la dieta tradicional mexicana. Es importante tener presente que, como lo expuso Frenk y colaboradores (53) en su trabajo sobre la transición epidemiológica en México, las ECNT, el cáncer y los problemas de salud mental que

⁴ El “milagro mexicano fue una época de bonanza económica entre 1946 y 1970, con la exportación de hidrocarburos se logró mantener una baja deuda externa, una inflación controlada y un crecimiento económico con tasas mayores al 6% del PIB. Algunos economistas la definen como una época de desarrollo estabilizador por el crecimiento social y económico que representó para el país (157).

se asocian con esta transición de riesgos, coexisten con enfermedades residuales como la desnutrición y las infecciones, sobre todo en la población marginada de los entornos urbanos.

La disminución en mortalidad infantil y el aumento en la esperanza de vida, han generado cambios en la estructura de la población (51,52). Según datos del INEGI (54), de la población total en 2015 (119,530,753 personas), los menores de 15 años representaban el 27.5% y el 10% tenía 60 años o más, comparado con el 39.5% y el 4,3% respectivamente en 1990. No obstante, desde el año 2000 se ha evidenciado un aumento sostenido en el número de defunciones (figura 1) con una consecuente desaceleración en la esperanza de vida. Algunos autores consideran que esto se debe a una mayor probabilidad de morir por ECNT en los mayores de 60 años y a una mayor exposición de la población pediátrica (0-14 años), adolescente y joven (15-35 años) a causas externas, como la violencia y la inseguridad vial (51,55).

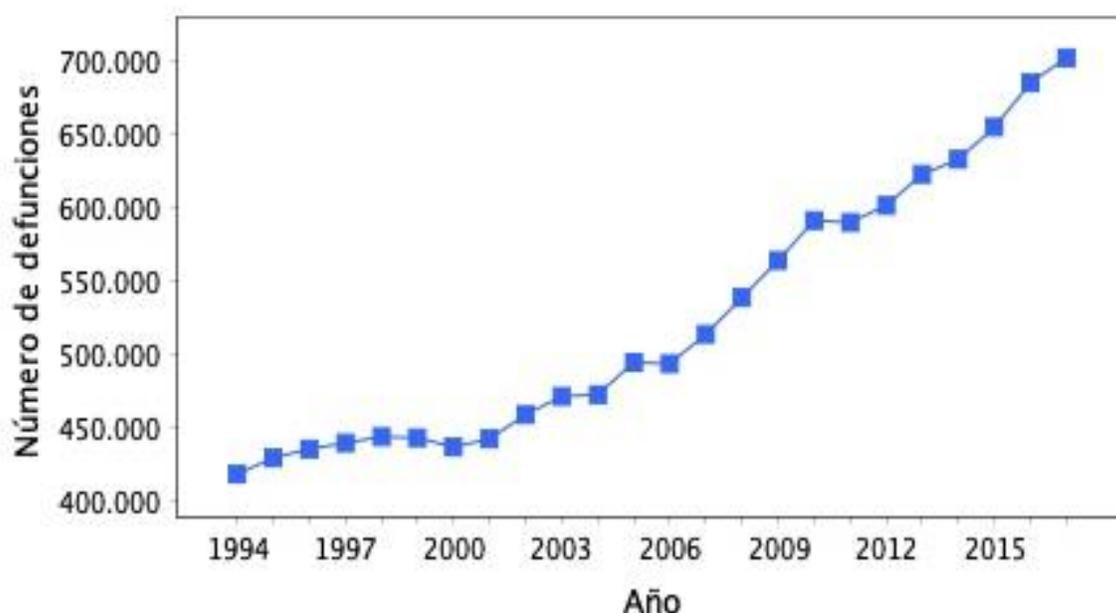


Figura 2. Tendencia de la mortalidad general en México, 1995-2015

Fuente: INEGI. Estadísticas de Mortalidad

Al hacer un desglose por causa específica, el principal cambio en la mortalidad entre 2000 y 2015 estuvo marcado por un aumento en las defunciones por insuficiencia renal crónica, tanto en hombres como en mujeres y una disminución en las muertes por desnutrición. En 2015, para ambos sexos, la diabetes mellitus fue la primera causa de muerte con 15% del total de defunciones; en segundo lugar se ubicó la enfermedad isquémica del corazón con 13.4%, y en tercer lugar, los tumores malignos con un peso relativo de 12.9%. En las mujeres, el 4.º y 5.º lugar lo ocuparon la enfermedad cerebrovascular y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, mientras que en los hombres lo ocuparon las agresiones/homicidios y los accidentes de tránsito con vehículos motorizados (50,56). En la tabla 2, se presenta la distribución porcentual de la mortalidad, en general, para el año 2015.

La diabetes, la desnutrición, la enfermedad isquémica del corazón, los accidentes de tránsito con vehículo motorizado y los homicidios, comparten factores de exposición propios de la vida urbana y representan un problema relevante de salud pública para los mexicanos. Aunque desde hace dos décadas se ha evidenciado una disminución notable de la mortalidad por desnutrición, esta causa sigue siendo relevante para el estudio de la mortalidad en las ciudades: primero, porque es altamente prevenible y segundo, por la sólida evidencia que existe acerca de la asociación entre la marginación y la doble carga de malnutrición (sobrepeso/obesidad-desnutrición) en los entornos urbanos (57,58).

Tabla 2. Distribución porcentual de la mortalidad para el año 2015

Causa de mortalidad	Defunciones	Porcentaje respecto al total (%) ^a	Orden ^b
Total	655888	100,0	
Enfermedades del sistema circulatorio	166934	25,5	
Enfermedad isquémica del corazón	88144	13,4	2
Enfermedades cerebrovasculares	34106	5,2	4
Enfermedades hipertensivas	23263	3,5	6
Otras	21421	3,4	
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	144591	17,5	
Diabetes Mellitus	98521	15,0	1
Desnutrición	7037	1,1	10
Otras	9033	1,4	
Tumores(neoplasias)	85201	13,0	
Tumor maligno de tráquea, de los bronquios y del pulmón	6903	1,0	
Tumor maligno de próstata	6447	1,0	
Tumor maligno de hígado y de las vías biliares intrahepáticas	6333	1,0	
Tumor maligno de la mama	6304	1,0	
Tumor maligno del estómago	6065	0,9	
Otras	53149	8,1	
Causas externas	68577	10,4	
Agresiones	20762	3,2	7
Accidentes de tránsito con vehículo de motor	16645	2,5	9
Lesiones autoinflingidas intencionalmente	6425	1,0	
Otras	24745	3,7	
Enfermedades del sistema digestivo	62968	9,6	
Enfermedades del hígado	35718	5,4	3
Otras	27250	4,2	
Enfermedades del sistema respiratorio	55485	8,5	
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	26069	4,2	5
Neumonía	18813	2,9	8
Otras	10603	1,6	
Otras causas	101932	15,5	

Fuente: INEGI. Estadísticas de Mortalidad

a.El porcentaje de las causas específicas se estimó respecto del total

b.El orden sólo considera las diez principales causas específicas de mortalidad

II.2.3 Revisión de la literatura

La revisión de la literatura tuvo como objetivo indagar cuáles son los temas, dominios, índices o indicadores relevantes para evaluar la salud urbana en ciudades con rápida urbanización a nivel global, pero haciendo énfasis en los países con ingresos medios y bajos. Se utilizó una estrategia de búsqueda que comprendiera artículos publicados a partir del año 2000, en las bases de datos Pubmed /MEDLINE, LILACS (inglés y español), EMBASE y SCIELO; además, fueron incluidos documentos indexados con elementos conceptuales clave consignados en las páginas oficiales internacionales y nacionales de expertos en el tema, tales como Nueva Agenda Urbana y Salud (2017) (4), Sistema Nacional Urbano de México (2012 y 2018) (9,59), Informe Nacional de Movilidad Urbana (2014-2015) (46) y Reporte Mundial de Ciudades (2016) (3). En la revisión final se incluyeron artículos en idioma español, inglés y portugués, privilegiando aquellos con publicación menor a 5 años (ver tabla 3).

La literatura estudiada evidenció que, debido a la complejidad de los sistemas urbanos, la capacidad de incluir información significativa en una sola métrica capaz de capturar el nivel de salud, la intensidad de los determinantes y el alcance de las disparidades es limitada, porque las áreas urbanas son heterogéneas y los datos que se recopilan varían ampliamente según las prioridades y problemas particulares de salud en cada país y región.

Aunque no existen definiciones y métricas estandarizadas para estudiar el impacto de la urbanización en la salud, el objetivo principal de la mayoría de los indicadores ha sido evaluar características del entorno construido para identificar las diferencias espaciales de los resultados de salud, comparando grandes metrópolis entre estados y regiones, principalmente en países de altos ingresos. En las ciudades medias, intermedias y/o en expansión de países con ingresos medios y bajos –como las que nos interesan– los pocos estudios realizados han descrito limitaciones relacionadas con la disponibilidad de información (60,61).

Tabla 3. Estrategia de búsqueda

<ul style="list-style-type: none"> • Pubmed/MEDLINE: 1. ("urbanization"[MeSH Terms] OR "urban metrics"[All Fields] AND "mortality"[All Fields]) OR "urban health"[All Fields] AND "growing cities "[All Fields]) 2. ("urbanization"[MeSH Terms] OR "urbanism"[All Fields] OR "built environment"[All Fields] AND "urban health"[All Fields]) OR "mortality"[All Fields] AND ("urban metrics "[Journal] OR "index"[All Fields]) AND ("determinants"[Journal] AND "health behaviors"[All Fields]) AND "growing cities "[All Fields]) 3. ("urbanization "[MeSH Terms] OR "urban metrics "[All Fields]) AND "mortality"[All Fields] AND ("urban health "[Journal] AND "low-and middle-income countries "[All Fields]) AND "growing cities "[All Fields]) • LILACS en inglés tw:(tw:(mortality)) OR (tw:(urban health)) AND (tw:(urbanization) OR (tw:(built environment))) AND (tw:(growing cities) AND (instance:"regional")) • LILACS en español tw: ((tw:(mortalidad)) OR (tw:(salud urbana)) AND (tw:(urbanización)) OR (tw:(entorno construido)) AND (tw:(métricas urbanas)) AND (tw:(ciudades en crecimiento))) • SCIELO (mortalidad) AND (urbanización) AND (métricas urbanas) (mortalidade) E (urbanização) E (métricas urbanas)

II.3 Urbanización como determinante de salud

La salud urbana (62) surge como un campo de la salud pública basándose en el paradigma ecoepidemiológico o epidemiología multinivel propuesta por *Susser* (63), que indaga sobre la determinación social del proceso salud-enfermedad-atención-muerte en múltiples niveles de organización con una perspectiva dinámica y ecológica, dentro del contexto histórico de las sociedades y los individuos más allá de una lógica biomédica (64). Para *Galea* (27), la salud urbana “se ocupa de investigar los determinantes sociales de la salud⁵ en las áreas urbanas, siendo el contexto urbano la exposición de interés” (, p.342).

Desde varios organismos internacionales como la Sociedad Internacional de Salud Urbana (ISUH)(2002) (65), la Comisión de Determinantes Sociales de la Salud de la OMS (2005) (58) y autores como *Van, Kamp et al.* (2003) (66); *Galea & Vlahov* (2002, 2005)(27,67); *Barton* (2009) (68); *Diez, Roux* (2010) (34); *Giles, Corti* (2015) (11) y *Prassad* (2016) (26), se han propuesto métricas y distintos marcos teórico-conceptuales para estudiar la salud urbana en el siglo XXI. El

⁵Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)(58), los determinantes sociales de la salud (...“son las circunstancias en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, incluido el sistema de salud”).

concepto central que subyace en los diferentes abordajes es que los aspectos sociales, físicos, económicos y políticos que definen el contexto urbano, son producto de las políticas gubernamentales y de la organización de la sociedad para conducir el proceso de urbanización.

Las tendencias económicas globales, nacionales y locales determinan las condiciones de vida de la población, las relaciones interpersonales y la adopción de estilos de vida y comportamientos de salud individual, a través de tres categorías amplias: el entorno físico/construido, el entorno social y la disponibilidad y acceso a los servicios sociales y de salud.

II.3.1 Entorno físico urbano

El entorno físico urbano hace referencia a las condiciones geológicas y climáticas propias del sitio donde se encuentra la ciudad y al entorno construido, que se define como los espacios modificados por el ser humano que proporcionan el escenario para realizar las actividades de la vida diaria. Galea y Vlahov (2003) (69) han acuñado tres atributos básicos que pueden ser identificados en el entorno urbano construido: la densidad, el diseño y la diversidad. La densidad hace referencia a lo compactas o dispersas que estén las personas y las estructuras urbanas (por ejemplo, viviendas, lugares de trabajo, arboles, etc.) en el territorio.

El diseño comprende elementos naturales y del ambiente construido que se relacionan entre sí, tales como el tamaño de las banquetas, la disposición del mobiliario urbano (por ejemplo, sillas, bebederos, etc.), semaforización de las calles, alumbrado público, arborización, espacios públicos verdes y azules, disponibilidad de transporte público, etc., y la diversidad hace referencia al nivel de mixtura de usos de suelo (por ejemplo, comerciales, civiles, industriales o residenciales, etc.) que tiene un área urbana determinada.

II.3.2 Entorno social urbano

El entorno social urbano incluye el grado y la naturaleza de las conexiones sociales entre las personas, la presencia de normas sociales, los niveles de seguridad y violencia a nivel

contextual (ciudad, colonia o de vecindario), la eficacia colectiva y las redes de apoyo; las cuales, pueden dotar de capacidades tanto al individuo como a la comunidad para que modifiquen las conductas relacionadas con los comportamientos de salud y respondan con mayores capacidades ante los eventos catastróficos (27).

II.3.3 Servicios sociales y de salud

En general, hay una mayor disponibilidad de servicios sociales, personal sanitario y centros de atención en áreas urbanas porque en su gran mayoría sirven como centros de referencia para las comunidades circundantes. Sin embargo, las disparidades socioeconómicas en las ciudades están vinculadas con el acceso diferencial a estos recursos, lo que sugiere que las personas en diferentes extremos del espectro socioeconómico, pueden tener diferente cobertura y accesibilidad (26,27).

II.4 Métricas para evaluar la urbanización en las ciudades emergentes de México

Los factores del entorno físico, que son particularmente relevantes para la salud incluyen no solo las exposiciones ambientales, como la contaminación atmosférica y el clima urbano, sino también aspectos del entorno construido, incluida la forma urbana, los entornos alimentarios, las condiciones de vivienda (12), la conectividad de las calles, la cantidad de áreas verdes y las condiciones del transporte, etc. (1,72). Estas características se evalúan utilizando mediciones basadas en informes de las entidades gubernamentales locales, en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y con menos frecuencia, en la observación sistemática por parte de evaluadores capacitados en comité de expertos (61).

Los resultados de salud relacionados con el entorno construido comúnmente se evalúan a partir de los datos proporcionados por los individuos a través de la aplicación de instrumentos relacionados con sus comportamientos de dieta, actividad física o utilización de medios de

transporte, el estado de salud auto-percibido o con la obtención de medidas antropométricas para evaluar estado nutricional. También se utilizan dispositivos para medir caminabilidad y nivel de actividad física. En los estudios ecológicos, frecuentemente utilizan estadísticas vitales para medir frecuencias de morbilidad y mortalidad por diversas causas (26,61).

Para medir el entorno social urbano y su impacto en la salud, los estudios se han enfocado principalmente en evaluar las desigualdades sociales entre grupos étnicos, socioeconómicos y de género y, su impacto en la salud mental, la salud infantil, sexual y reproductiva. La aplicación de encuestas se utiliza para evaluar indicadores sociodemográficos como la segregación espacial y el capital social (26,61).

En cuanto a la evaluación del acceso a los servicios de salud en los entornos urbanos, se utilizan indicadores poblacionales como porcentaje de población con cobertura de servicios de salud, número de servicios sanitarios (hospitales, clínicas, camas de hospitales, etc.) y número del personal asistencial de medicina, odontología, enfermería, etc. por habitantes; a través de la aplicación de encuestas a nivel del hogar o individual (27,61).

Teniendo en cuenta que los datos siguen siendo el principal obstáculo para para evaluar y comparar disparidades de salud en áreas geográficas pequeñas, ciudades medias y/o intermedias, expertos convocados por el Centro Kobe de la OMS (29), sugieren la utilización de herramientas flexibles a partir de indicadores disponibles y objetivamente medibles que puedan ser fácilmente utilizados por trabajadores de salud pública y tomadores de decisiones.

Acorde con la revisión de la literatura, los indicadores de marginación, densidad poblacional y motorización fueron seleccionados como atributos para evaluar el proceso de urbanización en las ciudades emergentes de México, porque además de reflejar –de forma agregada– las condiciones de habitar, vivir y movilizarse en el territorio para acceder a los

beneficios urbanos, son objetivamente medibles y susceptibles de intervención a través del diseño urbano, la planificación territorial y del transporte.

II.4.1 Marginación

La marginación es un fenómeno multidimensional originado por el modelo de producción económica, expresado en la distribución desigual del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso, como de los beneficios del desarrollo (58,73). Las poblaciones en condición de marginación que habitan en ciudades con mayor crecimiento económico, pueden tener una penalidad urbana –peor salud y bienestar– en comparación con sus contrapartes rurales, incluso cuando sus vecinos urbanos más ricos se benefician de la ventaja urbana (acceso a salud, servicios sanitarios, educación, empleos de calidad, etcétera.) (57).

En efecto, un estudio ecológico longitudinal que evaluó la mortalidad evitable en ciudades europeas, encontró que el aumento de la mortalidad general a nivel del vecindario se asoció positivamente y de manera consistente con el grado de marginación social agregada, independientemente del nivel socioeconómico individual (74). De igual manera, en un estudio multinivel realizado en los Ángeles, la marginación contextual fue el predictor más fuerte de las tasas de mortalidad prematura entre los latinos de 25 a 64 años y fue la única métrica que predijo la muerte por enfermedad cardíaca en personas de 45 a 64 años (75).

Se ha documentado que los efectos de la marginación contextual son más significativos en áreas pequeñas y su acción está mediada por los comportamientos individuales y el entorno social (20,34). Los niveles más bajos de eficacia colectiva en áreas urbanas pequeñas, se han asociado con el sobrepeso y la obesidad en niños y adolescentes (76), con afecciones a la salud mental en adultos, un aumento en la mortalidad general y la mortalidad específica por enfermedad cardiovascular (77), y mayor incidencia de homicidios (78). *Jesuk Lee*, en un estudio realizado en

Corea, encontró que los residentes de las ciudades con mayor nivel de marginación tenían mayor riesgo de muerte por causas externas [(RR = 1,14; IC 95% 1,07-1,22)], independientemente de las características socioeconómicas individuales (79).

La evidencia sugiere que vivir en condición de marginación aumenta la probabilidad de estar expuestos a mayores riesgos para la salud a lo largo del ciclo de vida, desde bajo peso al nacer y mortalidad infantil (80), desnutrición crónica en la etapa escolar con atrofia consecuente en el desarrollo físico y cognitivo, mayor incidencia de enfermedades infecciosas en la primera infancia y la vejez (81), lesiones por causas externas como la violencia en la adolescencia y adultez, hasta una mayor prevalencia de ECNT en la vejez, debido a que las personas segregadas pueden tener menor capacidad para modificar sus comportamientos de salud (71,82).

De acuerdo con datos de la OMS (5), la epidemia global de muertes prematuras por ECNT, está siendo impulsada por la pobreza urbana en países de medios y bajos ingresos, debido a las barreras para acceder a servicios de atención primaria. Por tal razón, la OMS recomienda que en los barrios marginados se debe adaptar la prestación de los servicios de salud, ya que sus residentes constituyen el sector de empleo informal de las ciudades y a menudo no cuentan con cobertura ni están presentes en los barrios durante las horas regulares en las que laboran los centros de atención. Esto ha dado lugar a una rápida proliferación del sector privado de salud no calificado, generando mayores gastos y un círculo vicioso de pobreza y mala atención, que puede conllevar a peores resultados de salud (4,27,71).

II.4.2 Densidad poblacional

La densidad poblacional, uno de los componentes de la densidad urbana (ver tabla 4), hace referencia a la concentración espacial de los habitantes en el territorio, se mide como número de habitantes por unidad de un área determinada (por ejemplo, Km², hectáreas, millas, etc.) y es

importante porque un umbral mínimo de densidad poblacional define la inversión en infraestructura básica, el transporte público y la oferta de bienes y servicios locales (11,16,47,83).

Las políticas de planificación que apoyan el desarrollo urbano compacto asociado a usos mixtos del suelo y altas densidades poblacionales, pueden promover modos de viaje activo (transporte público, bicicleta, caminata), tanto para fines recreativos, como para fines utilitarios (por ejemplo, ir a trabajar o estudiar) (83). Por el contrario, los usos de suelo que favorecen la expansión urbana y el desarrollo residencial con bajas o altas densidades poblacionales en las zonas periféricas, fomentan la dependencia al transporte motorizado privado y aumentan la exposición a los riesgos asociados con la velocidad y el volumen del tráfico (84), las emisiones contaminantes y la inactividad física (3).

Está demostrado que la expansión urbana reduce la probabilidad de hacer actividad física por medio de los viajes activos al aumentar los tiempos origen-destino. Esto puede ser parcialmente responsable de una mayor prevalencia de sobrepeso/obesidad y de hipertensión arterial y diabetes (43,85). Por ejemplo, en un estudio transversal multinivel realizado en Sídney-Australia, concluyeron que vivir en áreas urbanas con menor densidad poblacional aumentaba la probabilidad de sobrepeso/obesidad y de hacer menos actividad física (menos de 150 minutos semanales) (15).

Por otro lado, la expansión urbana favorece la segregación socio-espacial y la polarización social entre las comunidades. El trabajo realizado por *Rothwell JT et al.* (14), evidenció que la profundización de las desigualdades genera mayor exclusión y acceso restringido a viviendas de calidad en habitantes afroamericanos e hispanos de EE.UU. Este fenómeno se ha relacionado con planes de ordenamiento territorial que proponen restringir la densidad de construcción residencial y favorecen zonificaciones de baja densidad poblacional.

A pesar de la evidencia en favor de las ciudades compactas, sobre todo en los estudios realizados en Australia (15,16), América del Norte (12,84,86) y América Latina (23,24,83,87), donde predomina la forma urbana expansiva, existen autores (18,21,88) que han estudiado las ciudades compactas –forma urbana predominante en Europa– y sus resultados sugieren que las altas densidades poblacionales pueden favorecer una mayor mortalidad por enfermedades cardiovasculares, problemas de salud mental y lesiones por causas externas.

Estas inconsistencias en la evidencia empírica, pueden deberse a lo que se considera una alta o baja densidad poblacional en cada país. Por ejemplo, en EE.UU. una ciudad mediana de 200,000 a 250,000 habitantes, tiene una densidad poblacional promedio de un poco más de 1,000 habitantes por kilómetro cuadrado (por ejemplo, Orlando: 1017 habitantes /Km²; Madinson: 1173 habitantes /Km²), mientras que una ciudad con un tamaño similar en Europa puede incluso quintuplicar estos valores (por ejemplo, Burdeos: 5000 habitantes/km² (2005); Oporto: 5736 habitantes/km²)⁶.

La paradoja de la ciudad compacta indica que la compactación manifestada en un aumento de la densidad poblacional, reducirá el uso de automóviles per cápita, pero también aumentará las concentraciones de vehículos motorizados si no hay infraestructura adecuada para utilizar medios de transporte activo, lo cual favorece altos niveles de contaminantes del aire y ruido (88). La alta concentración poblacional sin cohesión social en la ciudad compacta también se asocia con mayor oportunidad para el crimen y entornos alimentarios con poca oferta saludable (desiertos o pantanos alimentarios) (89,90). Esto favorece el consumo de tabaco, alcohol y alimentos malsanos (91).

⁶Datos de densidad poblacional mundial

Fuente: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.POP.DNST?view=chart>

Daniela Fecht, et al.(18), en un estudio ecológico transversal en ciudades de Inglaterra observaron un aumento en la mortalidad prematura por enfermedades cardiovasculares, asociado con un aumento en la densidad poblacional y el volumen del tráfico, independientemente del nivel de marginación. Por su parte, *Mariëlle A. Beenackers et al.* (21) en un análisis longitudinal (23 años) con datos poblacionales de una ciudad holandesa, encontraron que una mayor densidad de población se relacionó con mayor mortalidad general, mayor estrés urbano y tabaquismo, pero también con un sistema de transporte más activo. Ellos concluyeron que el efecto positivo de la alta densidad poblacional urbana, puede alcanzar un punto de inflexión después del cual tiene un efecto perjudicial sobre la salud o las consecuencias positivas ya no superan a las negativas.

Otro estudio basado en una muestra mundial de ciudades, publicado en *Lancet* (2016) (43), evidenció que el aumento en los usos mixtos de suelo y las densidades poblacionales, redujo las distancias al transporte público y produjo un cambio significativo en los comportamientos de viaje, que favoreció una baja motorización y generó ganancias de 420 a 826 años de vida ajustados por discapacidad (DALY) por 100 mil habitantes para diabetes, enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Sin embargo, para ciudades moderadas a altamente motorizadas, como Melbourne, Londres, y Boston, el escenario de ciudad compacta representó pérdidas de salud entre 34 y 41 DALY, lo que sugiere que para tener mejores resultados de salud, no solo es necesario una ciudad compacta con altas densidades poblacionales, sino efectivamente tener una movilidad menos motorizada que favorezca el transporte activo, bajas emisiones y una mayor interacción social.

II.4.2.1 ¿Es útil la densidad poblacional para medir la densidad urbana?

Los urbanistas, epidemiólogos y autoridades gubernamentales utilizan diferentes variables para describir la densidad urbana. La densidad poblacional no es la variable más robusta para evaluar densidad urbana; sin embargo, en algunos trabajos de epidemiología se ha utilizado como

un proxy (15,18,86). Tampoco existe una medida exacta de lo que es alta, media o baja densidad poblacional en función de los resultados de salud. La evidencia está a favor de una planificación urbana que garantice densidades poblacionales adecuadas para hacer ciudades saludables, equitativas y comercialmente dinámicas (11,43).

Tabla 4. Métricas para evaluar la densidad urbana

Tipo	Métrica	Anotaciones
Densidad e intensidad	Nº de habitantes o empleos por kilometro cuadrado Proporción de superficie comercial por área de tierra	
Mezcla de uso de la tierra	Distancia de la casa a la tienda o escuela más cercana Proporción del área total de tierra para diferentes usos	Promixidad de diferentes usos del suelo
Densidad de ciudad	Número de unidades habitacionales o total de habitantes dividido entre la superficie total urbana	Incluye toda el área desarrollada dentro de los límites urbanos. Es una medida de densidad bruta apropiada para planificación de grandes desarrollos de uso mixto intraurbano
Densidad de predio	Número de unidades habitacionales, total de superficie construida o total de habitantes	Es la unidad de superficie más pequeña a la que se puede referir la densidad. Ha sido adoptada como el indicador estándar para el uso del suelo y zonificación
Densidad de vivienda	Número de unidades residenciales dividido entre el área de una superficie determinada	Para obtener datos aún más precisos, la densidad de vivienda se puede subdividir en viviendas totales, viviendas habitadas y viviendas deshabitadas
Densidad de población**	Número de habitantes dividido entre el área de una superficie determinada	
Densidad de construcción	Número de metros cuadrados construidos dividido entre el área de una superficie determinada	Se puede indicar si los metros cuadrados construidos son sobre planta baja o se toman todos los niveles superiores de construcción
Cuartos habitables por hectárea	Número de cuartos utilizados con fines habitacionales (sin contar cocinas o baños) divididos entre el total del área a considerar	Es una medida utilizada para conocer la cantidad de habitaciones disponibles para población residente, para detectar la subutilización o sobreutilización de las residencias
Densidad de ocupación	Número total de residentes de una unidad de vivienda divididos entre la superficie total de la construcción	Se trata de una medida más específica que relaciona la población con la superficie construida y así identificar y así identificar patrones de utilización del espacio privado
Relación de la superficie construida	Total de superficie construida (todas las plantas) entre la superficie de un predio determinado	Utilizado ampliamente como un indicador para la regulación del uso del suelo, códigos de zonificación y planes de desarrollo urbano
Medidas generales de los planes de desarrollo urbano de México		
Coficiente de Ocupación de Suelo (COS)	Porcentaje de la superficie del suelo por desarrollar en planta baja	Se refiere a la cantidad máxima en planta baja que se puede construir, dejando el resto sin construcción
Coficiente de Utilización de Suelo (CUS)	Porcentaje de la superficie del suelo que se puede construir (en distintas plantas)	Se refiere al límite máximo de construcción considerando distintos niveles
Densidad habitacional	Número de unidades habitacionales por hectárea	Se puede usar para restringir el límite de habitantes en las viviendas; por ejemplo: 5 habitantes por casa de 3 recámaras, 3 habitantes por departamento de 2 recámaras, etc.

Fuente: elaboración propia adaptada de Jiménez Romera, Carlos. Tamaño y densidad urbana. Análisis de la ocupación de suelo por las áreas urbanas españolas. 2015; p. 268(92)

II.4.3 Motorización

La tasa de motorización mide el número de vehículos motorizados por habitantes y se ha relacionado con el crecimiento económico, el grado de urbanización y el poder adquisitivo de los habitantes de una ciudad, un país o una región (93). En un estudio que examinó los determinantes de los accidentes de tránsito en Irán, se encontró una relación entre mayores tasas de mortalidad y mayor grado de urbanización, motorización y crecimiento económico medido con el PIB (94).

En las ciudades con rápida urbanización, la motorización del transporte es el principal contribuyente a la contaminación del aire, esto se debe – en parte – a factores como la antigüedad y la composición de la flota de vehículos, reglamentaciones deficientes y los sistemas de transporte público ineficientes (72). Se estima que el transporte motorizado en México contribuye con 98% de las emisiones de CO, 55–97% del NO₂ y 35 % del material particulado (PM 2.5, PM5, PM10) (46,93); los contaminantes que más se han relacionado con la aparición de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, cáncer y, recientemente, con diabetes mellitus (5,46).

Actualmente, alrededor de 90% de la carga de lesiones en el tránsito ocurre en países con ingresos medios y bajos, los cuales, tienden a tener entornos de viaje más peligrosos por las altas tasas de motorización, mayor velocidad y menor acceso oportuno a los servicios de salud (55). Un estudio comparativo de 6 ciudades (Melbourne, Boston, London, Copenhague, Sao Paulo y Nueva Delhi), evidenció que el riesgo estimado de muerte en Nueva Delhi, si se viaja como conductor en vehículo privado motorizado, fue 3.3 veces mayor que el riesgo en Melbourne o Londres. De igual manera, el riesgo estimado de muerte para un ciclista en Sao Pablo, que es una ciudad con una alta y rápida motorización, fue 2.5 veces mayor que el riesgo de muerte para un ciclista en Copenhague, que se caracteriza por tener una baja y lenta motorización (43).

Las ciudades que promueven leyes de zonificación para construir barrios “walkable” caminables y conectados con un transporte público de calidad, pueden tener menor prevalencia de

obesidad y enfermedades crónicas (11,24). Un estudio en población adulta (30 y 64 años) residente en zonas metropolitanas con rápida urbanización de Ontario-Canadá, encontró que menores tasas de motorización y mayores facilidades para caminar (*walking index*), se asociaron con menor prevalencia de sobrepeso/obesidad y menor incidencia de diabetes (17).

Algunos estudios sugieren que la movilidad para acceder a los beneficios urbanos utilizando medios de transporte activo puede estar mediada tanto por la marginación contextual como por la condición socioeconómica individual. Un estudio realizado por *Sallis et al.*, en ciudades de EE. UU. (Seattle, Washington y Baltimore), encontró que la infraestructura vial para la caminata y la bicicleta estaba más accesible en barrios con bajo nivel de marginación. Además, solo el 30% de los beneficiarios eran hispanos y afroamericanos, en contraparte con 70 % de los usuarios que tenían menor prevalencia de enfermedades crónicas y mayor poder adquisitivo (jóvenes, delgados, hombres y blancos) (13). De igual manera, un estudio en áreas urbanas de Canadá, encontró una menor incidencia de diabetes, tanto en hombres como mujeres que vivían en barrios con menor volumen del tráfico motorizado; sin embargo, en las áreas con mayor marginación contextual, aún con accesibilidad para caminar, la incidencia de diabetes fue tres veces mayor (95).

El indicador de reparto modal que establece cómo se distribuyen los viajes en las ciudades de acuerdo al medio de transporte utilizado por la población, estima que en México 30 % de los viajes se hacen en vehículos motorizados particulares, 60% en transporte público y 10% en bicicleta o caminando. Actualmente, se identifican 19 zonas metropolitanas con más de 500 mil y menos de un millón de personas y 29 ciudades con menos de 500 mil habitantes, las cuales registran en conjunto una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 2.1% , superior al promedio nacional que se ubica en 1.4% (46).

En estas ciudades, el sistema de transporte público resulta insuficiente y enfrentan los mismos problemas de movilidad que las grandes metrópolis (Monterrey, Ciudad de México, Guadalajara) porque, paradójicamente optan por soluciones similares (verbigracia, construyendo más infraestructura para los automóviles) (46). En una muestra de ciudades europeas, se pudo estimar que si el uso de la bicicleta representara el 24.7% de la movilidad, se podrían evitar anualmente más de 10,000 muertes prematuras (19).

Aunque el alcance de este ejercicio de investigación no es clasificar las ciudades emergentes según su forma urbana porque para ello es necesario contar con información acerca de los patrones de uso de suelo en el tiempo, otras características de la densidad urbana y la eficiencia en el uso del suelo⁷. En la tabla 5 se presenta, a manera de resumen, la evidencia que ha vinculado la marginación, la densidad poblacional y la motorización con el tipo de forma urbana.

⁷ La eficiencia de uso de suelo mide la relación entre la tasa de consumo de suelo y la tasa de crecimiento de la población urbana, un resultado muy bajo indica que la mancha urbana crece a ritmos mayores que la población, lo que implica un consumo del suelo ineficiente, inequitativo y financieramente insostenible.

Tabla 5. Métricas para evaluar la urbanización en las ciudades emergentes de México

Temas	Métrica Urbana	Indicador	Vínculos con la forma urbana, el entorno construido, los comportamientos y resultados de salud					
Exclusión urbana	Marginación	Porcentaje de población en condición de marginación socioeconómica a nivel de ingresos monetarios, educativo y habitacional	Alto porcentaje de marginación ^b			Bajo porcentaje de marginación ^a		
			<i>Entorno construido</i>	<i>Comportamientos de salud</i>	<i>Resultados de salud</i>	<i>Entorno construido</i>	<i>Comportamientos de salud</i>	<i>Resultados de salud</i>
			-Mayor segregación espacial, distribución inequitativa del empleo y los ingresos (58,71,96)	-Consumo de dieta baja en frutas y verduras (97-99)	-Malnutrición dual (obesidad/desnutrición) (53,81,98,99,101,105)	-Refleja menor segregación socioespacial y distribución equitativa del empleo y los ingresos (3,20)	-Comportamientos de dieta dispares (1,97-99,106)	-Malnutrición (sobrepeso/obesidad, desnutrición) (74,89,99,105)
			-Refleja menor inversión en infraestructura urbana (68,71,83)	-Mayor incidencia del crimen (1,3,87)	-Mayor mortalidad por todas las causas (2,5,106,107)	-Refleja mejor inversión en infraestructura urbana (3,4)	*Ingresos bajos y medios, mayor consumo de ultraprocesados (15,89,90,110)	-Menor mortalidad por todas las causas (30,74,112)
			-Menor asequibilidad y accesibilidad a alimentos saludables (97-99)	-Aislamiento social (57,101,102)	-Mayor tasa de homicidios (87,108)		*Ingresos altos, mayor consumo de alimentos saludables (99,111)	-Menor tasa de homicidios (58,87)
			-Mayor consumo de tierra agrícolas (1,4,100)	-Menor oportunidad para realizar actividad física al aire libre (103)		-Mayor disponibilidad y accesibilidad a alimentos saludables (5,99,11)		
				-Comportamientos delincuenciales, adicciones (79,87,104)		-Menor consumo de tierra agrícolas (1,4,58)		
			Alta densidad poblacional ^a			Baja densidad poblacional ^b		
			<i>Entorno construido</i>	<i>Comportamientos de salud</i>	<i>Resultados de salud</i>	<i>Entorno construido</i>	<i>Comportamientos de salud</i>	<i>Resultados de salud</i>

Densidad urbana	Densidad poblacional	Población total de la ciudad / área de la ciudad en km ²	-Usos mixtos de suelo (11,43,83) -Infraestructura urbana para el transporte activo (11,16,113) -Mayor cobertura de servicios básicos (1,58) -Bajos niveles de emisiones por vehículos motorizados (16,43,72) Negativos -Mayores emisiones producidas en edificios verticales (21,88,114,115) -Pérdida de espacios verdes (21,61,88)	-Mayor actividad física por viajes activos (caminata y bicicleta) (12,43,116) -Mayor cohesión social (34,43,83) -Menor incidencia del crimen (87,108) Negativos Comportamientos de dieta inadecuados (89,90)	-Menor prevalencia de sobrepeso y obesidad (15,85) -Menor incidencia de diabetes y enfermedad coronaria (15,43,83) Negativos -Mayor mortalidad cardiovascular (18,21,88) -Lesiones externas (117) -Alta tasas de homicidios (87)	-Usos de suelo mono-funcionales (3,14,15) -Consumo de reservas agrícolas (1,3) -Mayores emisiones de contaminantes del aire (72,118,119) -Dificulta inversión en transporte público e infraestructura urbana básica (3,15)	-Mayor dependencia de vehículos motorizados (43,84,118) -Comportamientos de viajes sedentarios (15,43,85) -Mayor segregación socio espacial (14,108) -Comportamientos de dieta inadecuados (85,89) -Menor actividad física (120) -Comportamientos delictivos, adicciones (91,117)	-Mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad (43,86,121) -Mayor incidencia de diabetes y enfermedad coronaria (34,43,85) -Mayor prevalencia de desnutrición crónica (1,102,106) -Mayor accidentes en el tráfico (43,84)
			Alta tasa de motorización^b			Baja tasa de motorización^a		
Movilidad urbana	Motorización	Número de vehículos motorizados particulares por cada 1000 habitantes	Entorno construido -Refleja menor inversión en transporte público eficiente (11,43,72) -Mayor emisión de contaminantes del aire (72,122,123) -Islas de calor (72,124)	Comportamientos de salud -Menor interacción social (18,88) -Mayor comportamientos de viaje sedentario (1,15,113) -Estrés (21,125)	Resultados de salud -Mayor mortalidad por todas las causas (21,95) -Mayor tasa de lesiones en el tráfico (43,125,126)	Entorno construido -Refleja mayor inversión en transporte público (1,127,128) -Menor emisión de contaminantes del aire (43,72,83,129)	Comportamientos de salud -Mayor cohesión social (13,88,100,125) -Mayores viajes Activos (17,43,95,130)	Resultados de salud -Menor mortalidad por todas las causas (4,19,123) -Menores lesiones en el tráfico (43,100) -Menor prevalencia de obesidad, diabetes, enfermedad cardiovascular (11,43,95,123,127,131)

a. Vínculo con una forma urbana compacta

b. Vínculo con una forma urbana expansiva o difusa

II.5 Urbanización y morbi-mortalidad: factores mediadores de la relación

En este apartado se presentan algunos factores de exposición ambiental, social y del comportamiento que pueden ser potenciales mediadores de la relación entre la mortalidad y la marginación, la densidad poblacional y la motorización como expresión de la urbanización.

II.5.1 Entorno alimentario urbano

La urbanización interrumpe las cadenas de suministro de alimentos locales, desconectando a los productores, minoristas y consumidores locales. Esto favorece una alta disponibilidad, comercialización y consumo de alimentos insanos que se alejan de las dietas tradicionales (11).

Para orientar el estudio del entorno alimentario urbano se han propuesto dos conceptos: 1) los desiertos alimentarios que se definen como áreas de la ciudad –en su mayoría ubicados en áreas empobrecidas y periféricas– que carecen de mercados con alimentos saludables, pero cuentan con pocas tiendas y locales de conveniencia que ofertan alimentos –como los ultraprocesados– que tienen alta densidad calórica, son ricos en grasa saturadas, azúcar y sodio, y 2) los pantanos alimentarios, que son áreas con pocas opciones de alimentos saludables y una alta densidad de establecimientos comerciales o puestos de comida chatarra con alto contenido calórico, dirigidos principalmente a personas que por sus dinámicas cotidianas, comen la mayoría del tiempo en la calle (90).

El entorno alimentario podría explicar algunas de las disparidades socioeconómicas con respecto a la ingesta de alimentos saludables y los resultados de salud. En entornos urbanos de Brasil, un estudio multinivel encontró puntuaciones más bajas en el consumo de frutas y verduras y mayor prevalencia de obesidad en los barrios con mayor densidad de puntos de ventas de alimentos poco saludables (pantanos alimentarios) y mayor marginación contextual, independientemente del sexo, la edad y el nivel de educación (99).

Se denomina inseguridad alimentaria al estado caracterizado por las limitaciones y acceso incierto a alimentos adecuados para una vida activa y saludable (109). La inseguridad alimentaria en las ciudades puede ser un mecanismo compartido para las formas duales de malnutrición (desnutrición-sobrepeso/obesidad), porque las personas tienden a consumir alimentos de bajo costo con baja densidad de nutrientes y gran densidad energética o comen en exceso ciertos alimentos cuando están disponibles, para compensar los períodos de escasez (109).

Vivir en barrios marginados de ciudades fragmentadas con una expansión importante de la mancha urbana, poca disponibilidad de alimentos saludables a nivel local y de sistemas de transporte eficientes, favorece que los residentes terminen supliendo sus necesidades de alimentación en desiertos alimentarios (4), porque ante la escasez de recursos para solventar gastos como la renta, la escuela y el transporte, se genera inseguridad alimentaria (71).

II.5.2 Actividad física

Los trabajos urbanos sedentarios, junto con los períodos prolongados que se pasan en el tráfico, implican que un adulto pueda estar sentado durante al menos 10 horas por día, lo cual, aumenta la probabilidad de enfermar por múltiples causas (ver tabla 6) (132), incluso en las personas que cumplen con las pautas de actividad física diaria. Sin embargo, la probabilidad de realizar actividad física puede estar mediada por el nivel de ingresos del país donde se vive.

Una revisión sistemática reciente, concluyó que las personas residentes en grandes áreas urbanas de países con ingresos altos pasan menos tiempo en el tráfico que las personas que viven en ciudades en crecimiento de países con ingresos medios y bajos, porque las primeras, tienen mejor infraestructura de transporte público (132). Estudios realizados en Atlanta -EE.UU (133) y en Melbourne-Australia (16,89), han encontrado una asociación positiva entre la cantidad de actividad física moderada que se realiza por día y la combinación de uso de suelo, la densidad residencial y poblacional alta.

En los países con ingresos medios y bajos, los hallazgos relacionados con la influencia de la densidad urbana en la actividad física de ocio o utilitaria son menos consistentes, ya que pueden estar mediados por la percepción de seguridad y la marginación contextual. Se ha documentado tanto en niños (133) como en adultos (103), que es menos probable la realización de actividad física durante el tiempo libre y la utilización del transporte activo en los barrios con altos volúmenes de vehículos motorizados, con mayor incidencia de crimen y con características estéticas desfavorables como la acumulación de basuras.

Tabla 6. Efectos en la salud asociados con la actividad física

Baja mortalidad por todas las causas**	Menor enfermedad coronaria del corazón**
Menor hipertensión**	Menor accidentes cerebrovasculares**
Menor diabetes tipo 2**	Menor síndrome metabólico**
Menor cáncer de colon**	Menor cáncer de seno**
Menor depresión**	Mejor estado físico**
Mejor índice de masa y composición corporal**	Mayor perfil de biomarcadores para la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y salud ósea**
Mejor salud funcional en adultos mayores**	Mejor calidad de sueño*
Menos riesgo de caídas en adultos mayores**	Mejor calidad de vida relacionada con la salud*
Mejor función cognitiva**	

Clave: evidencia fuerte **; evidencia moderada*

Fuente: *Dora C, et al. Transport and Health. 2011 (72)*

II.5.3 Contaminación del aire

La contaminación del aire en las ciudades es el principal riesgo ambiental para la salud, porque más del 60 % de la población vive en ciudades con niveles de contaminantes atmosféricos que no son seguros para la personas, según los lineamientos de la OMS (72). Hay un número significativo de estudios que han evaluado la exposición a la contaminación del aire a largo plazo y su impacto en la mortalidad prematura por ECNT, patologías respiratorias y cáncer (122).

Tal como se presenta en la tabla 7, la evidencia científica más sólida, está bien establecida para contaminantes especialmente relacionados con el tráfico (PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3 y CO2). Estos contaminantes al penetrar los pulmones atraviesan el torrente sanguíneo, generan estrés oxidativo por los radicales libres y causan daño sistémico a nivel endotelial, principalmente cardiovascular, cerebrovascular y pulmonar.

Tabla 7. Resultados de salud relacionados con contaminantes del aire por el transporte

Resultado de salud	Contaminantes
Mortalidad general	CO2, CO(diesel), ozono, MP2.5, humo negro(hollín)
Enfermedades respiratorias no alérgicas	Humo negro(hollín), ozono, dióxido de nitrógeno, CO(diesel)
Enfermedades respiratorias alérgicas	Ozono, dióxido de nitrógeno, MP 2.5 y 10, benceno, CO(diesel)
Enfermedad cardiovascular y diabetes	Humo negro(hollín), MP 2.5 y 10
Cáncer	Dióxido de nitrógeno, CO(diesel)
PM:material particulado 2,5 y 10 micrómetros de diámetro;CO2:dióxido de carbono; CO: monóxido de carbono NO2:dióxido de nitrógeno;O3:ozono	

Fuente: adaptado de *Dora, Carlos et al., 2011 (72)*

II.5.4 Clima urbano

Las fuentes de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que más contribuyen al cambio climático incluyen los vehículos motorizados (ver tabla 8), los sistemas de calefacción de edificios, la incineración de desechos y la industria (72,123). Las olas de calor son períodos con elevaciones de temperatura por encima de la media histórica y se han asociado con aumento de la mortalidad cardiovascular debido al fenómeno islas de calor (4). Las islas de calor se definen como un aumento de la temperatura entre 3 y 5 °C en el día y hasta 12°C en la noche en el centro de las ciudades –donde suele haber una edificación vertical masiva–, debido al calor que se desprende de los materiales utilizados para la construcción como el asfalto y el cemento.

En estudios de casos y controles (134,135) y con diseño ecológico realizados en condados urbanos de EE.UU. (136) y en ciudades de Bangladesh (137), se demostró que el efecto de islas

de calor sobre la mortalidad general se agrava con la edad, la marginación contextual y el hecho de habitar en zonas residenciales con alta densidad poblacional.

Tabla 8. Emisiones de carbono y modos de transporte

Vehículos	Promedio de pasajeros por viaje	Emisiones de CO2 por pasajero
Coche(gasolina)	2.5	130-170
coche(diesel)	2.5	85-120
Coche(gas natural)	2.5	100-135
Motos(dos tiempos)	1.5	60-90
Motos(cuatro tiempos)	1.5	40-60
Minibus(gasolina)	12	50-70
Minibus(diesel)	12	40-60
Bus(diesel)	40	20-30
Bus(gas natural)	40	25-35
Metro	75% de ocupación	20-50

Fuente: *Dora et al.*, 2007(138)

II.5.5 Espacios verdes

La forma urbana impacta en la disponibilidad de espacios verdes (129,139). Varios autores coinciden en que el aumento de los espacios verdes puede ser beneficioso para una variedad de resultados de salud como una disminución en las tasas de mortalidad por todas las causas y de síntomas depresivos o estrés, al menguar la exposición a contaminantes del aire y las islas de calor (140,141), proporcionar un entorno para la interacción social que impacta directamente la salud mental y aumentar la oportunidad para adoptar comportamientos menos sedentarios (124).

II.5.6 Violencia y redes sociales

Varios investigadores sociales que han estudiado los crímenes urbanos, consideran que la falta de integración social surge de la tensión entre las aspiraciones de las personas que habitan en condición de marginación en entornos industrializados con importante crecimiento económico y los medios para lograr esas aspiraciones (27,34). Las intervenciones urbanas al nivel de calles, del

transporte y para impulsar la recuperación y el mantenimiento de espacios públicos en los asentamientos informales, puede disminuir la incidencia del crimen y el aislamiento social (58). El trabajo de *Kano et al.* (22) en diez ciudades de Japón, concluyó que el impacto del aislamiento social en la mortalidad prematura por enfermedades cardiovasculares, puede ser similar a otros factores de riesgo ya establecidos, como la obesidad y el tabaquismo.

II.5.7 Inseguridad vial

Aunque las lesiones en el tránsito también son causadas por factores como el uso de alcohol, drogas medicinales o recreativas, el uso de teléfonos móviles de mano o la indiferencia por el equipo de protección personal como los cascos o los cinturones de seguridad. Las medidas efectivas para abordar los riesgos no dependen únicamente de modificar el comportamiento individual, ya que se ha demostrado cómo el diseño de las calles, los espacios e instalaciones para peatones y ciclistas, y el volumen de la motorización se asocian con desenlaces fatales (72,126).

Se estima que un incremento de 1 km/h de la velocidad media del vehículo se traduce en un aumento del 3% en la incidencia de accidentes con lesiones, y un 4% a 5% en la incidencia de accidentes mortales; así como el riesgo de defunción de un peatón adulto atropellado por un automóvil a una velocidad de 50 km/h es inferior al 20%, pero es casi del 60% si el atropello se produce a 80 km/h (4,72). Las intervenciones que reducen la velocidad, incluidas las barreras físicas, el diseño de las intersecciones y la construcción de vialidades con habilitación para transporte multimodal, han demostrado que generan una menor distancia de cruce, disminuyen el volumen de vehículos motorizados y la incidencia de lesiones en el tráfico (72,100,116).

III. Justificación

En la Agenda 2015-2030 para el Desarrollo Sostenible (3,4) la Organización de Naciones Unidas (ONU), en su Objetivo Número 11, ha sido enfática en la necesidad de promover la salud y el bienestar ciudadano por medio de la construcción de ciudades incluyentes, seguras, resilientes y sustentables, llamando la atención sobre la necesidad de realizar estudios a nivel poblacional que exploren métricas útiles para evaluar disparidades en salud entre ciudades de países con ingresos medios y bajos, porque son las que más están siendo afectadas por el fenómeno de la rápida urbanización.

Un estudio reciente, estimó que México presentaba una esperanza de vida sin discapacidad de 67.1 años en las mujeres y 63.6 años en los hombres, lo que equivale a decir que mujeres y hombres viven en promedio 10.9 y 9.4 años más respectivamente, pero con discapacidad y/o enfermos(142). Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) representan una enorme presión para el sistema de salud. En 2017, solo el IMSS reportó gastos de hasta 85 mil millones, 40% de su presupuesto, para atender la diabetes, la hipertensión arterial, la insuficiencia renal crónica y la cardiopatía isquémica (56,143) .

Se estima que al menos 24% de la carga de morbilidad mundial y 23% de todos los fallecimientos pueden atribuirse a factores ambientales (5). La evidencia sugiere que la prevención de las ECNT –el problema de salud pública más relevante en México– no debería centrarse solo en modificar estilos de vida individuales sino también en intervenir los entornos donde habitan las personas, desde edades tempranas y a lo largo del curso de la vida, ya que se han documentado efectos adaptativos de los sistemas cardiovascular, metabólico, respiratorio y cerebral, en respuesta a exposiciones durante períodos fetales e infantiles críticos, los cuales pueden cambiar las

trayectorias de desarrollo y generar una mayor susceptibilidad para desarrollar ECNT y envejecimiento temprano (144).

Los homicidios constituyen uno de los indicadores más completos, comparables y precisos para medir la violencia (87). Representan un desafío para la salud pública porque son el reflejo de graves problemas sociales, entre los que se incluyen: el crimen organizado, la falta de acceso a la justicia y las desigualdades sociales. Desde el año 2000, el 2018 es considerado el año más violento de México, se registraron más de 30 mil víctimas. Por otro lado, en México anualmente se registran ~16 mil muertes por accidentes con vehículos motorizados por cada 100 mil habitantes y ~ 4 millones de accidentes viales, cuyo impacto no se limita a su letalidad. Los costos relacionados con esta causa ascienden a más de 150 mil millones de pesos (1.7% del PIB nacional) por concepto de atención médica, tratamiento, daños e incapacidades (56).

Se sabe que los factores de exposición atribuibles a las causas seleccionadas para estudiar la mortalidad en estas ciudades, están vinculados a la vida urbana y son altamente modificables (11), pero es necesario construir evidencia, sobre todo porque más del 70% de la población mexicana hoy vive en ciudades (59,144) ¿Cómo nos enferman las ciudades emergentes en el siglo XXI? El caso de México, fue la pregunta inicial que motivó este ejercicio de investigación; sin embargo, teniendo en cuenta las limitaciones relacionadas con la disponibilidad de la información, se acotó a: ¿Cómo la marginación, la motorización y la densidad poblacional como expresión de la urbanización, impactan en la mortalidad de las ciudades emergentes de México?

En la revisión de la literatura no se encontraron estudios con representatividad nacional que indagaran el vínculo entre estas métricas urbanas y la mortalidad en ciudades emergentes. De hecho, en la mayoría de los estudios epidemiológicos de base poblacional realizados en México, lo urbano se evalúa como algo incidental y no como una variable de interés. Por lo general, se

aborda desde la dicotomía urbano-rural, que es definida solo en función del número de habitantes, sin que se haga énfasis en el qué o cuáles atributos del proceso de urbanización se pueden relacionar con los resultados de salud. Además los estudios que han evaluado, por ejemplo, el impacto de la contaminación ambiental y del diseño urbano se han realizado en grandes ciudades (23,24,104).

Consideramos que este ejercicio de investigación, al generar una hipótesis sobre el impacto de estas métricas –más allá de la dicotomía urbano-rural– en el perfil de la mortalidad prevenible –más que en causas individuales–, puede incentivar la realización de estudios que incluyan análisis multinivel y aporten a la construcción de un marco de estudio acorde con la realidad urbana mexicana en este tipo de ciudades. Esta evidencia puede ser útil para el diseño de modelos de atención en salud que involucren otras disciplinas como los planificadores urbanos y del transporte.

IV. Objetivos

General

Identificar las diferencias en la mortalidad en ciudades emergentes de México, vinculadas con factores contextuales como la marginación, la densidad poblacional y la motorización, a través de causas trazadoras de interés en salud pública para México, de 2000 a 2015.

Específicos

1. Seleccionar las ciudades emergentes de México para el año 2015.
2. Clasificar las ciudades emergentes, según la marginación, la motorización y la densidad poblacional.
3. Estimar el comportamiento de las tasas de mortalidad para las causas de interés, por sexo y nivel de marginación, motorización y densidad poblacional.

V. Hipótesis

Hipótesis de investigación

Los niveles de marginación, motorización y densidad poblacional están relacionados con el perfil de la mortalidad en las ciudades emergentes.

Hipótesis estadística

En las ciudades emergentes, a mayor nivel de marginación, menor nivel de densidad poblacional y mayor nivel de motorización, aumentan las tasas mortalidad por diabetes mellitus, enfermedad isquémica del corazón, desnutrición, accidentes con vehículos motorizados y homicidios.

VI. Metodología

Utilizando un diseño ecológico mixto se analizaron las variaciones en las tasas de mortalidad por diabetes mellitus, enfermedad isquémica del corazón, desnutrición, accidentes con vehículos de motor y homicidios de 2000 a 2015 y, su relación con el nivel de marginación, motorización y densidad poblacional (63,145), en 79 ciudades clasificadas como emergentes. Se utilizaron datos secundarios provenientes de diversas fuentes oficiales (tabla 9).

En México no existen datos desagregados a nivel ciudad. Teniendo en cuenta la complejidad de la realidad urbana mexicana, derivada del crecimiento discontinuo y disperso de las ciudades en las que frecuentemente la urbanización rebasa los límites administrativos de los municipios. Para esta investigación se consideró como ciudad, la aglomeración urbana de uno o más municipios y las variables utilizadas se construyeron a partir de información municipal, tomando como referencia la clasificación utilizada en la base de datos del Sistema Urbano Nacional (SUN, versión 2012) (9), la cual incluye el nombre, el tipo de ciudad y los municipios que la conforman.

Tabla 9. Fuentes de información

Crecimiento económico	Población	Motorización
INEGI^a PIB municipal para 2005	CONAPO^c Estimaciones de población a mitad de período para 2000, 2005, 2010 y 2015	INEGI^a Número de vehículos motorizados registrados a nivel municipal en 2000,2005, 2010 y 2015
INAFED^b Ingresos municipales de 2010 a 2015		
Bnco de México Inflación 2010 a 2014		
Marginación	Densidad poblacional	Mortalidad
CONAPO^c Índice Absoluto de Marginación a nivel municipal para 2000, 2005, 2010 y 2015	INEGI^a Área de las AGEB ^d urbanas que conforman los municipios de 2000, 2005, 2010, 2015	INEGI^a Búsqueda interactiva en base de datos de defunciones 2000, 2005, 2010, 2015

a. Instituto Nacional de Estadística y Geografía
b. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal
c. Consejo Nacional de Población
d. Área Geoestadística Básica

VI.1 Población de estudio

VI.1.1 Selección de ciudades emergentes

De los 384 ciudades registradas en México según el Sistema Urbano Nacional (SUN), en una colaboración con el equipo del CAD (Centro de Análisis de Datos), se clasificaron como emergentes aquellas ciudades con población entre 100 mil y 2 millones de habitantes que entre 2010 y 2015 presentaron un crecimiento económico arriba de la media nacional (ver anexo A “Metodología para la selección de las ciudades emergentes”). Para el período en estudio, 79 ciudades cumplieron con el criterio de inclusión, lo que representa 20.57% del total de ciudades de México.

VI.2 Definición y operacionalización de las variables

VI.2.1 Variable dependiente

Para el cálculo de las tasas de mortalidad a nivel ciudad, utilizamos información municipal de las Estadísticas Vitales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)⁸ para los años 2000, 2005, 2010, y 2015. Esta base de datos contiene información relacionada con el fallecido para variables como: sexo, edad, educación, ocupación, derechohabiencia, fecha y lugar (entidad y municipio) de residencia, fecha y lugar (entidad y municipio) de ocurrencia y lugar y fecha (entidad y municipio) de registro del evento.

Las tasas crudas de mortalidad se calcularon por sexo y grandes grupos de edad (0-15 años, 15-65 años y mayores de 65 años), utilizando como numeradores el total de fallecimientos en cada ciudad, según la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, 10ª Versión (CIE 10) agrupadas en Lista Mexicana para la Selección de las Principales Causas (146,147) y, teniendo en cuenta el lugar de residencia al momento del

8 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Disponible: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mortalidad/>

evento, excepto cuando la causa de mortalidad fue homicidio; para la cual se tuvo en cuenta el lugar de ocurrencia (ver tabla 10). En los denominadores se utilizaron las proyecciones de población a mitad de período por grupos de edad y sexo, de acuerdo con el Censo de Población para el año 2000, las cuales, fueron solicitadas al Consejo Nacional de Población (CONAPO) (ver Anexo D “Soportes de solicitud de información”) (148).

Por ejemplo, la tasa bruta de mortalidad por edad y sexo del año 2015 para Diabetes Mellitus en Querétaro, se calculó como sigue (48):

Ejemplo:

$$TMDQ_{\text{mujeres}2015} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de muertes por DM en mujeres de 15 a 65 años en 2015}}{\text{Población estimada de mujeres entre 15 y 65 años a mitad de período en Querétaro, 2015}} \times 100,000$$

Tabla 10. Lista CIE 10

Causa de Mortalidad	Lista Mexicana	CIE10*
Enfermedad Isquémica Aguda	28A ,28Z	120-125
Diabetes Mellitus	20D	E10-E14
Desnutrición	21A, 21.C, 21.D, 21E 21F, 21Z	E43X,E46X, E440 E441, O25X, E45X
Accidentes con vehículo motorizado	49B, 49Z	V02-V04,(unicamente cuarto caracter.1),V09.2 cuarto caracter.1),V09.2,V09.2,V09.3,V12-V14 V09.3,V12-V14(cuarto caracter.3-caracter.4-9) V50-V59(cuarto caracter.4-.9),V60-V69(cuarto caracter .4-.9),V70-V79(cuarto caracter .4),V87.8 V89.2,V89.9
Homicidios	55	

*Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, 10ª Versión

Tabla 11. Operacionalización de variables

Variable dependiente				
Variable	Definición Conceptual	Escala de Medición	Categorías	Tipo de Variable
Tasa de mortalidad para causas de interés	Es el número de muertes registradas anualmente por cada 100 mil habitantes	Número de muertes anual		Cuantitativa discreta
Variables Independientes				
Variable	Definición Conceptual	Escala de Medición	Categorías	Tipo de Variable
Sexo	Condición orgánica que distingue a los hombres de las mujeres	Hombre o Mujer	a. Mujer b. Hombre	Cualitativa nominal dicotómica
Edad	Tiempo de vida desde el nacimiento hasta el momento de la muerte	Años	a. Menor de 15 años b. De 15 a 65 años c. Mayor de 65 años	Cuantitativa discreta
Índice de Marginación Absoluta Anual	Es un indicador compuesto que evalúa el comportamiento de la marginación en el tiempo, de acuerdo con el nivel global de carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, percibir bajos ingresos monetarios, habitar en viviendas precarias y/o en localidades pequeñas, dispersas y aisladas ^a	Número del indicador	a. Alta b. Media c. Baja	Cuantitativa discreta Cualitativa ordinal
Indicador de Motorización Anual	Es el número de vehículos de motor registrados en circulación anualmente	Número de vehículos anual por cada 1.000 habitantes	a. Alta b. Media c. Baja	Cuantitativa continua de razón Cualitativa ordinal
Indicador de Densidad Poblacional Anual	La relación entre un espacio determinado y el número de personas que lo habitan ^b	Número de habitantes por kilómetro cuadrado (Km ²)	a. Alta b. Media c. Baja	Cuantitativa continua de razón Cualitativa ordinal
Índice Ciudad Emergente Anual (ICE)	Es una medida ponderada que resume tres indicadores (marginación, motorización y densidad poblacional) en un solo índice que tiene como finalidad clasificar las ciudades estudiadas		a. Muy bajo b. Bajo c. Medio d. Medio alto e. Alto	Cualitativa ordinal

a. Consejo Nacional de Población (CONAPO)

Fuente: http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indice_Absoluto_de_Marginacion_2000_2010

b. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

Fuente: <https://www.inegi.org.mx/temas/mapas/urbanos/>

VI.2.2 Variables independientes

VI.2.2.1 Edad

Utilizando la información de los años cumplidos del fallecido, la edad se agrupó en tres grandes grupos: I. Población pediátrica (≤ 15 años), II. Población en edad productiva (15 a 65 años) y III. Población adulta mayor (≥ 65 años).

VI.2.2.2 Indicador de marginación

El indicador de marginación se construyó con la metodología que utiliza CONAPO en el Índice Absoluto de Marginación. Este parámetro estadístico disponible quinquenalmente tiene por objeto analizar las desventajas sociales de la población, identificar los espacios mayormente marginados y evaluar el comportamiento de la marginación en el tiempo de acuerdo con el nivel global de carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, percibir bajos ingresos monetarios y habitar en viviendas precarias, que derivan en falta de servicios de salud, equipamiento o infraestructura (73). Se calcula directamente de los porcentajes de las carencias en los estados y municipios, empleando las mismas ponderaciones para cada uno de los nueve indicadores (ver tabla 12).

Tabla 12. Variables utilizadas por CONAPO para la construcción del Índice Absoluto de Marginación

	Nombre	Descripción
1	ANALF	Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta
2	SPRIM	Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa
3	OVSDE	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni servicio sanitario
4	OVSEE	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica
5	OVSAE	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada
6	VHAC	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento
7	OVPT	Porcentaje de ocupantes de viviendas particulares habitadas con piso de tierra
8	PLM5000	Porcentaje de población en localidades con menos de cinco mil habitantes
9	PO2SM	Porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos

Fuente: CONAPO (2014)

La base de datos que se utilizó como insumo se extrajo de la siguiente liga:

http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion

A partir de información municipal, se calculó el índice absoluto de marginación a nivel ciudad para los años 2000, 2005, 2010 y 2015, sumando los valores absolutos de cada una de las variables que lo componen (ver tabla 12), y dividiéndolos entre nueve.

$$IAM_i = \frac{\sum_{j=1}^9 I_{ij}}{9}$$

Donde:

IAM_i : es el valor del índice absoluto de marginación de la unidad geográfica i, e

I_{ij}: es el valor del j-ésimo indicador de la unidad geográfica i

La escala de medición es de cero a cien, donde cien significa la carencia de todos los indicadores, y cero, que todos los indicadores se encuentran en situaciones óptimas. Por lo tanto, el valor del índice absoluto de marginación es una medida directa de qué tan apartada se encuentra una unidad geográfica de la situación óptima.

VI.2.2.3 Indicador de densidad poblacional

La densidad de población indica el número de personas en cada unidad de superficie, en nuestro caso, se expresa como número de habitantes por km². Los datos para el cálculo de este indicador fueron obtenidos de la siguiente liga:

http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx

Se obtuvo información de la superficie territorial en metros cuadrados (m²) de cada uno de los municipios que conforman las 79 ciudades para los años 2000, 2005, 2010 y 2015, mismas que se transformaron en kilómetros cuadrados (Km²). Posteriormente se calculó la densidad poblacional al nivel de ciudad, tomando como numerador la población según las estimaciones de CONAPO

que se utilizaron para el cálculo de las tasas de mortalidad y como denominador se tomó la sumatoria de las superficies de las AGEB urbanas que conforman la ciudad.

$$\text{Densidad poblacional}_{\text{ciudad}} = \frac{\sum \text{PM}_{\text{ciudad}}}{\sum \text{SM}_{\text{ciudad}} (\text{Km}^2)}$$

Donde:

PM_{ciudad}= Población de cada uno de los municipios que conforman la ciudad

SM_{ciudad} (Km²)= Superficie en km² de AGEB urbanas que conforman la ciudad

VI.2.2.4 Indicador de motorización

Este indicador se calculó con base en la información consignada en la base de datos “vehículos registrados en circulación”, la cual contiene información referente al comportamiento y evaluación de las principales variables del parque vehicular matriculado en el país y se obtiene de los registros de la Secretaría de Transporte y Vialidad en el Distrito Federal, y las secretarías de finanzas y organismos reguladores del transporte en los estados.

La base de datos se encontró disponible en la siguiente liga:

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/vehiculos/>

Se utilizó información para los años 2000, 2005, 2010 y 2015 a nivel municipal, tomando en cuenta el número de vehículos particulares y oficiales motorizados. Una vez se obtuvo la información por municipio y para cada año, se calculó la tasa de vehículos motorizados, tomando como numerador la suma del total de vehículos motorizados existentes en cada ciudad y como denominador, el número de población para 2000, 2005, 2010 y 2015 según las proyecciones de CONAPO, misma que se tomó para el cálculo de las tasas de mortalidad.

$$\text{Indicador de motorización} = \frac{\sum \text{Total de vehículos municipales} * (\% \text{ población municipal})}{\text{población total ciudad}} * 1,000$$

VI.2.2.5 Índice Ciudad Emergente (ICE)

Siguiendo la metodología utilizada para la construcción del Índice de Desarrollo Humano (IDH) propuesta por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)⁹. El ICE se concibió como un índice sintético de los valores medios obtenidos en las dimensiones de densidad, exclusión urbana y movilidad a partir de las métricas seleccionadas para evaluar la urbanización en las ciudades clasificadas como emergentes (ver figura 3).

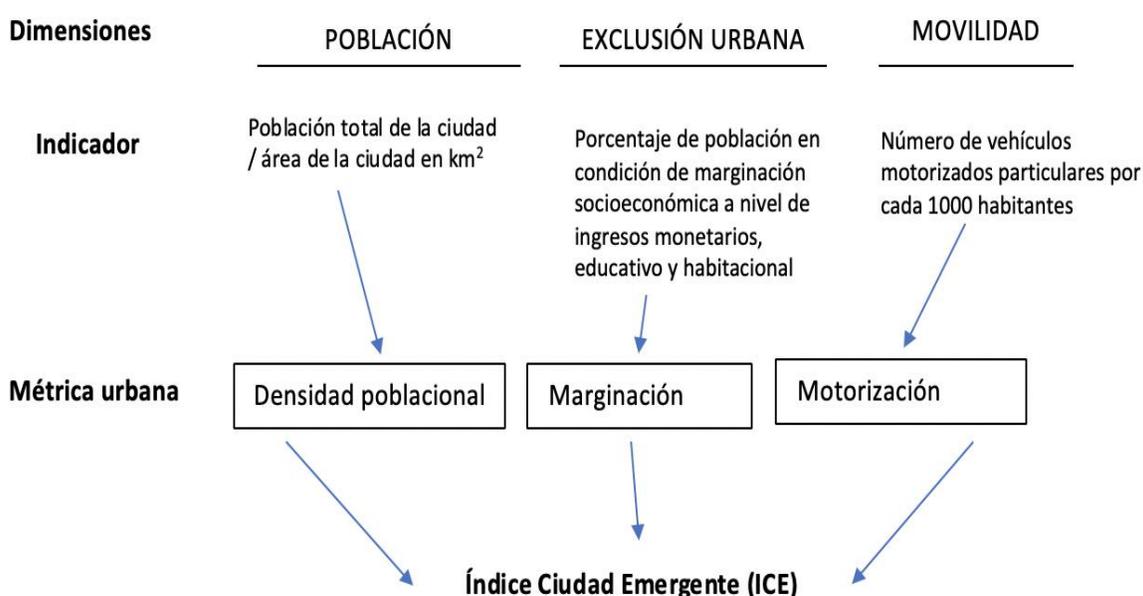


Figura 3. Esquema Conceptual del ICE

De acuerdo con la revisión de la literatura, se establecieron como máximos –metas a conseguir– aquellas que se han asociado con mejores resultados de salud en el contexto de la ciudad expansiva –forma urbana predominante en México–, es decir, mayor número de habitantes por km², menor porcentaje de población en condición de marginación y menor número de

⁹Metodología del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Índice de Desarrollo Humano
Fuente: <http://desarrollohumano.org.gt/desarrollo-humano/calculo-de-idh/>

vehículos motorizados por cada 1,000 habitantes y, como valores mínimos, lo contrario. Para favorecer la validez externa del ICE, se tomaron como referencia los valores estatales.

Debido a que los indicadores tenían diferentes unidades, se estandarizaron para obtener valores entre 0 y 1. Las métricas de cada dimensión se calcularon como sigue:

$$\text{Métrica de la dimensión} = \frac{\text{Valor actual} - \text{valor mínimo}}{\text{Valor máximo} - \text{valor mínimo}}$$

El ICE anual para cada ciudad se calculó como la media aritmética del indicador de marginación y de densidad poblacional porque como se observa en la tabla 13, en el análisis exploratorio se encontró una correlación negativa estadísticamente significativa y en el tiempo, entre la motorización y la marginación.

$$\text{ICE} = (I_{\text{Densidad poblacional}} * I_{\text{Marginación}}) / 2$$

Tabla 13. Correlación entre métricas urbanas

2000				2005			
	Marginación	Densidad	Motorización		Marginación	Densidad	Motorización
Marginación				Marginación			
Densidad	-0.107			Densidad	-0.156		
p	0.346			p	0.169		
Motorización	-0.712	-0.07		Motorización	-0.647	-0.045	
p	0.001	0.534		p	0.001	0.693	
2010				2015			
	Marginación	Densidad	Motorización		Marginación	Densidad	Motorización
Marginación				Marginación			
Densidad	-0.163			Densidad	-0.182		
p	0.148			p	0.107		
Motorización	-0.703	0.1489		Motorización	-0.791	0.211	
p	0.001	0.1903		p	0.001	0.061	
Coeficiente de correlación de Spearman							
p<0.05							

VI.3 Análisis estadístico

Los datos fueron conjuntados en formato ancho “*wide*” para el análisis transversal y en formato largo “*long*” para el análisis longitudinal, utilizando los paquetes estadísticos *Stata 14.2* (Copyright 1985-2015 StataCorp LP) y *R* versión 3.1.3. Se describieron las características de la muestra para cada año de estudio en medias y desviaciones estándar cuando la variable tuvo distribución normal y en medianas y rangos intercuartiles para variables con distribución no normal.

Aunque las variables de marginación, motorización y densidad poblacional se obtuvieron como variables continuas, se categorizaron por terciles (alta, media y baja) y se describieron con frecuencias y porcentajes con el objetivo de hacer más comprensible la interpretación de los resultados y porque se asume que los vínculos en el entorno urbano no son lineales. De igual manera, las tasas brutas de mortalidad que se estimaron a nivel ciudad, por grandes grupos de edad (<15 años; 15-65 años y >65 años) y sexo para los años 2000, 2005, 2010 y 2015, fueron estandarizadas por sexo utilizando el método directo (149,150), y tomando como estándar la población nacional del censo 2010.

Se calcularon coeficientes de Spearman para evaluar correlación entre los indicadores de marginación, motorización y densidad poblacional. La prueba de Kruskal-Wallis fue utilizada para comparar las medianas de las tasas de mortalidad según el nivel de marginación, densidad poblacional y motorización y el ICE. En todas las pruebas se consideró como un hallazgo estadísticamente significativo, cuando el valor de *P* fue menor a 0.05.

VI.3.1 Análisis Multivariado

En los modelos longitudinales, también denominados datos de panel, la relación entre las variables se puede ajustar por la unidad espacial de análisis –la ciudad– o por sección transversal

del período de estudio –cada año–, por lo tanto, este análisis de manera simultánea logra que los coeficientes obtenidos reflejen de forma conjunta las relaciones transversales y longitudinales. En nuestro caso, el coeficiente permite extraer información acerca de la relación de las variables dentro y entre las ciudades y el efecto aleatorio de los años estudiados.

Los modelos mixtos lineales generalizados (GLMMs, *Generalized Linear Mixed Models*, por sus siglas en inglés) usan el método de máxima verosimilitud para estimar parámetros, incluidos los de datos con distribución no gaussiana. Particularmente, permite el análisis longitudinal de datos con sobre-dispersión y auto-correlación temporal entre sujetos porque controla la tasa de error tipo I, es decir, la sobre-estimación del efecto (151,152)

Los datos de conteo a menudo tienen una variable de exposición que indica la cantidad de veces que pudo haber ocurrido el evento. Por ello, el recuento de muertes se consideró como variable de respuesta y el logaritmo de la población a mitad de período –“en riesgo”– de cada ciudad, se añadió como término *offset* (151). Después de equilibrar el conjunto de datos panel para todas las variables, se observó sobre-dispersión y auto-correlación temporal en la variable de respuesta.

Tomando en cuenta la correlación negativa estadísticamente significativa entre la marginación y la motorización que se encontró en el análisis exploratorio de los datos. Se estimaron razones de tasa para cada causa de mortalidad por medio de un modelo de regresión mixto lineal generalizado (GLMMs) con distribución binomial negativa, controlando auto-correlación temporal, considerando el año como efecto aleatorio, y el sexo y las métricas urbanas categorizadas como efectos fijos (ver Anexo C).

Para cada causa de mortalidad se estimaron ocho modelos en total. El modelo final se seleccionó teniendo en cuenta el criterio de Akaike (AIC), y se evaluaron efectos marginales y

todas las posibles interacciones entre sus categorías. El ICE no fue tenido en cuenta debido a su poca contribución en los análisis exploratorios. Se consideraron estadísticamente significativos los estimadores que, con un intervalo de confianza de 95%, no incluyeran el valor crítico 1. En el Anexo C, se encuentra el detalle metodológico.

VI.4 Declaración ética

Este ejercicio de investigación no requirió aprobación de ningún Comité de Investigación y Ética porque es un análisis de datos secundarios a nivel poblacional. Los datos de mortalidad obtenidos del repositorio público de estadísticas vitales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), no permite identificar a los sujetos, por lo que no es posible saber ni rastrear ninguno de los datos al individuo real.

VII. Resultados

De las 384 ciudades existentes en México 79 fueron clasificadas como emergentes, de las cuales, 24 fueron tipo zonas metropolitanas, 29 tipo ciudades conurbadas y 26 tipo ciudades centrales. En la figura 4 se presenta la ubicación de las ciudades por zonas geográficas económicas y en el Anexo B, se presenta el listado de ciudades por estado.

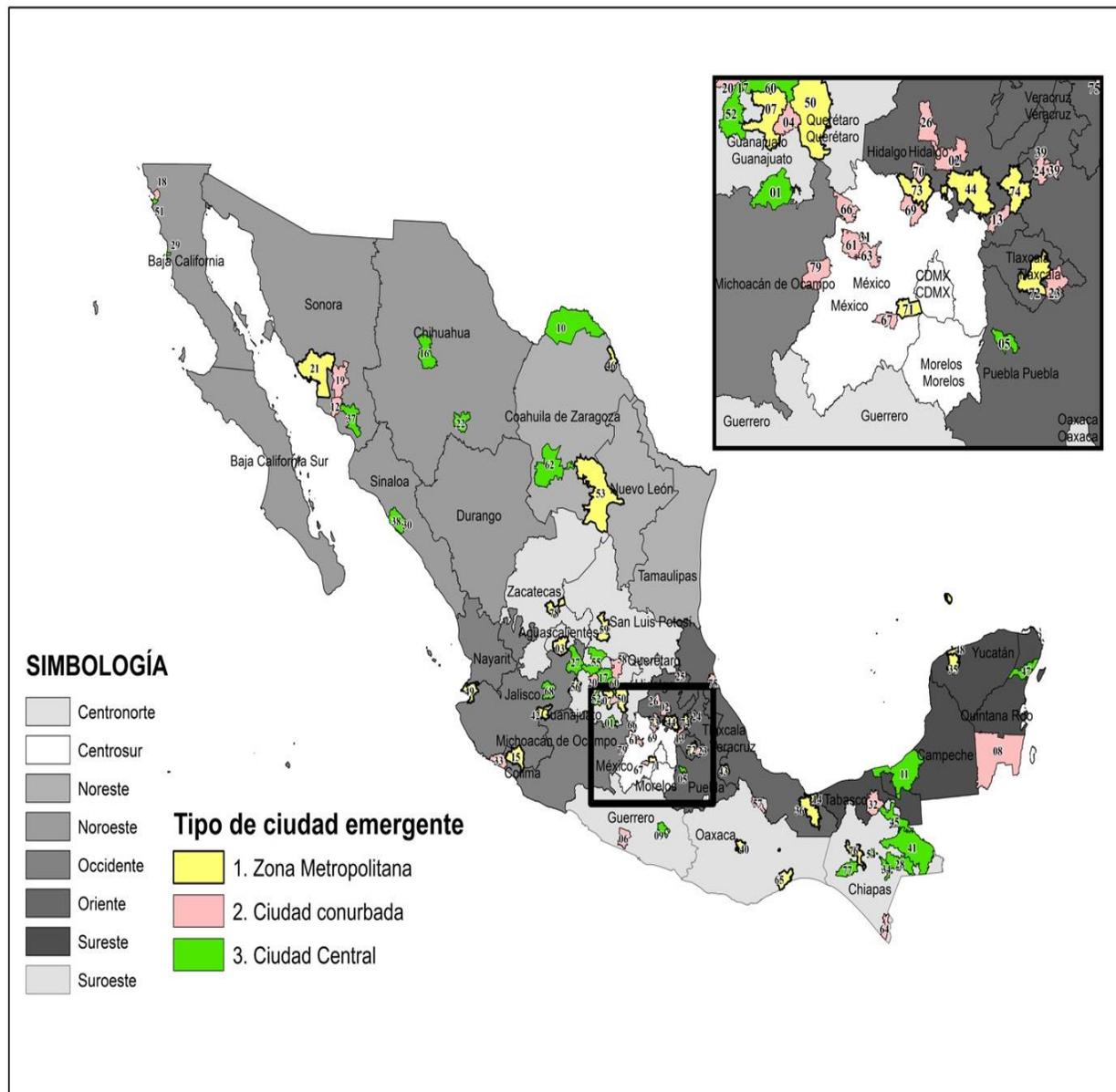


Figura 4. Ciudades emergentes según zona económica

VII.1 Tasas de mortalidad

Entre 2000 y 2015, en las ciudades clasificadas como emergentes, el número de muertes por las cinco causas seleccionadas fue mayor en hombres que en mujeres. Sin embargo, esta distancia se ha acortado en el tiempo ya que para el año 2000 se registraron 119.6 defunciones en hombres por cada 100 en mujeres y para el año 2015 la razón fue de 110.

La mortalidad por diabetes mellitus aumentó para ambos sexos, pero principalmente en los hombres. En las mujeres el cambio relativo fue del 22.9%, pasando de 78.7 muertes en 2000 a 96.7 muertes por cada 100,000 mil habitantes en 2015. Mientras que en los hombres el cambio fue del 57.5% con un aumento de 67.7 en 2000 a 106.6 muertes por cada 100,000 habitantes en 2015.

La tasa de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón en los hombres aumentó un 39.7%, de 73.8 en 2000 a 103 muertes por cada 100,000 habitantes en 2015. En las mujeres el cambio relativo fue del 20.6% pasando de 59 muertes en 2000 a 71 en 2015. Por desnutrición, en mujeres la tasa de mortalidad se redujo un 53.5%, de 23.3 muertes por cada 100,000 habitantes en 2000 a 10.8 en 2015, mientras que en los hombres el cambio relativo fue de 32.3% pasando de 15.2 en 2000 a 10.2 en 2015.

Con respecto a la mortalidad por causas externas, tanto en hombres como en mujeres se presentó una disminución en la tasa de mortalidad por accidentes con vehículo motorizado. La disminución en las mujeres fue del 24.8%, pasando de 9 muertes por cada 100,000 habitantes en 2000 a 7 en 2015, mientras que en los hombres disminuyó 20.3 %, de 29.9 accidentes fatales por cada 100,000 habitantes en 2000 a 23.8 en 2015.

Por su parte, la tasa de homicidios en las mujeres presentó una disminución constante en el tiempo, pasando de 4.5 en 2000 a 4.2 por cada 100,000 habitantes en 2015 (un cambio relativo de 9.9%). En los hombres se presentó un leve descenso entre 2000 y 2005, pero con un aumento

sustancial que se mantuvo hasta 2015, el incremento en la tasa fue de 49.7%, pasando de 15.4 en 2000 a 23 en 2015. En la tabla 14 se presenta a detalle el cambio relativo en la mediana de las tasas de mortalidad estandarizada y en la figura 5 se observa la tendencia de mortalidad por causa específica y sexo.

Tabla 14. Tasa de mortalidad estandarizada y métricas urbanas de 79 ciudades clasificadas como emergentes en México, 2000-2015

	2000	2015	Diferencia	Cambio 2000-2015 %
Tasa de mortalidad mediana estandarizada*	Me(IQR) [†]	Me(IQR) [†]		
Diabetes Mellitus				
Mujeres	78.7(46.7)	96.7(48.5)	-18.0	22.9
Hombres	67.7(26.9)	106.6(41.6)	-38.9	57.5
Enfermedad Isquémica del Corazón				
Mujeres	59.1(44.8)	71.3(42.5)	-15.8	20.6
Hombres	73.8(47.0)	103.1(45.2)	-24.8	39.7
Desnutrición				
Mujeres	23.3(55.2)	10.8(14.3)	21.9	-53.5
Hombres	15.2(20.1)	10.3(27.0)	4.9	-32.3
Accidentes con vehículo motorizado				
Mujeres	9.1(7.4)	6.9(4.1)	2.3	-24.8
Hombres	29.9(17.7)	23.8(15.5)	3.0	-20.3
Homicidios				
Mujeres	4.5(4.2)	4.2(3.5)	5.7	-9.9
Hombres	15.4(12.9)	23.0(24.0)	-7.5	49.7
Porcentaje de población en condición de marginación	23.8(13.5)	15.7(9.4)	8.1	-34.0
Número de habitantes por kilómetro cuadrado	137.2 (251.0)	173.2(317.5)	-36.0	26.3
Número de vehículos motorizados por cada 1000 habitantes	139.1(89.9)	300.4(165.5)	-161.4	116.1

* Por 100,000 habitantes

†Me(IQR): Mediana (Rango intercuartílico)

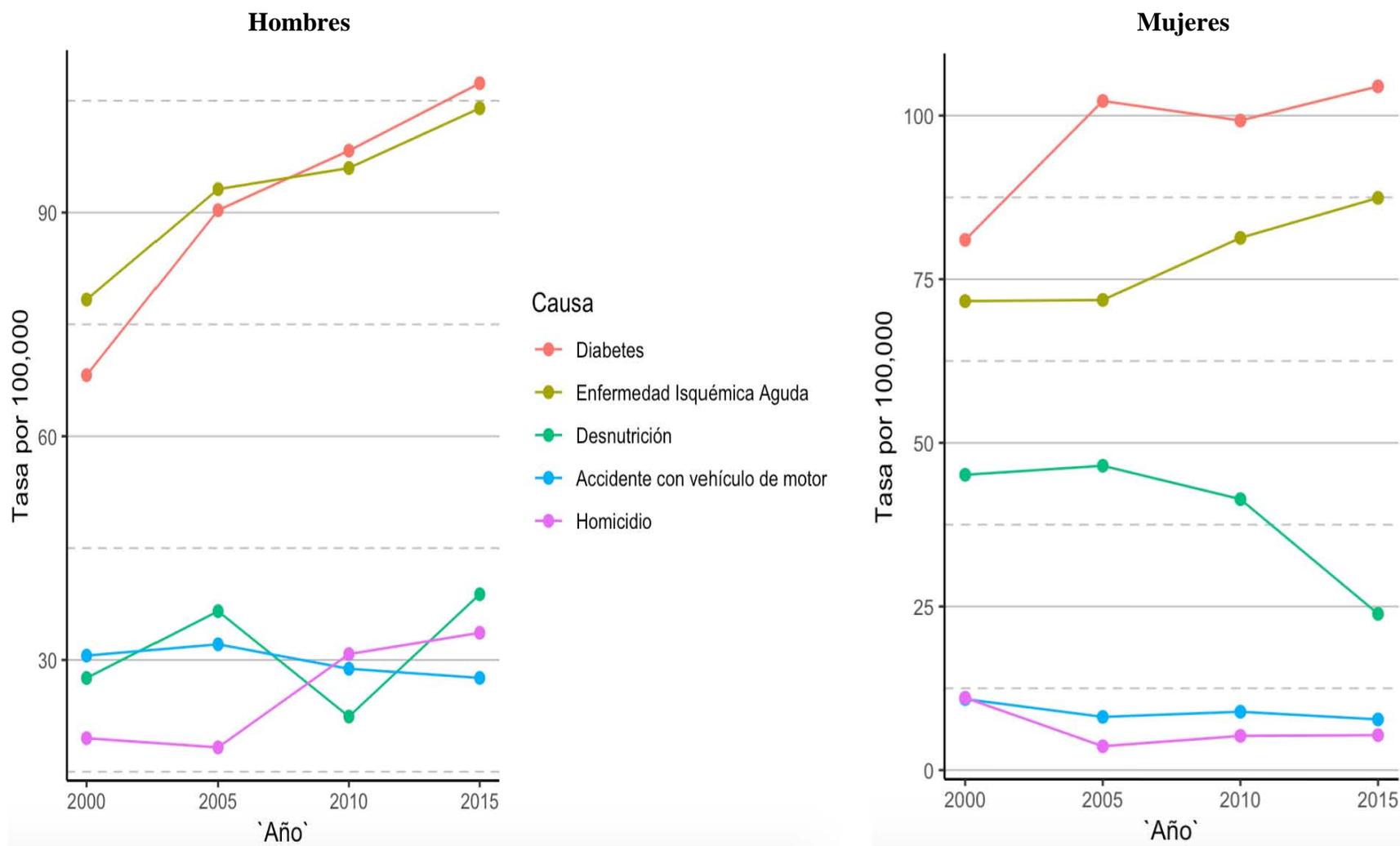


Figura 5. Evolución de la tasa de mortalidad por causa específica, según sexo.

Fuente: elaboración a partir de estadísticas de mortalidad (INEGI) y proyecciones de población (CONAPO), 2000-2015

VII.2 Métricas urbanas

Entre 2000 y 2015, la mediana del porcentaje de población en condición de marginación disminuyó 34% pasando de 23.8% en 2000 a 15.7% en 2015. Las ciudades que presentaron una mayor disminución fueron San Nicolás Guadalupe (65.4%); Atoyac de Álvarez (47.4%) y Acámbaro (44.9%), mientras que Playa del Carmen (12.2%), San Cristóbal de las Casas (17.4%) y Querétaro (24.7%) fueron las que tuvieron un menor cambio relativo en el indicador.

La mediana de la densidad poblacional presentó un cambio relativo positivo de 26.3% pasando de 137.2 en 2000 a 173.2 hab.km² en 2015. Playa del Carmen (228.8%); San Cristóbal de las Casas (58.3%) y Querétaro (53.7%) fueron las ciudades con mayor incremento, mientras que San Nicolás Guadalupe y Atoyac de Álvarez disminuyeron la densidad poblacional 24.3% y 2.19% respectivamente, por su parte Acámbaro solo aumentó el indicador 1.3%.

La mediana de la tasa de motorización aumentó 116% pasando de 139.1 en 2000 a 300.4 vehículos por cada 1,000 habitantes en 2015. No se encontraron registros de vehículos en circulación para el 2000 en Tehuantepec, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca y Las Margaritas, por lo que no fue posible calcular su cambio relativo en este indicador. De las 75 ciudades con datos completos: Tlaxcala (310.5%), Manzanillo (267.9%) y San Nicolás Guadalupe (265.2%) fueron las ciudades con mayor incremento en la tasa de motorización, mientras que Piedras Negras (13.2%), Zacatecas (29.1%) y Huachinango (30.2%) presentaron los menores incrementos. En Ensenada, Lázaro Cárdenas y Rodolfo Sánchez Taboada, la tasa de motorización disminuyó 4%.

Para el año 2015, 72.2% (n=57) de las ciudades fueron clasificadas en bajo nivel de marginación, 22.8% (n=18) en un nivel medio y 5.1% (n=4) en un nivel alto. El mayor número de defunciones por diabetes mellitus, enfermedad isquémica, desnutrición y accidentes con vehículo motorizado, tanto en hombres como en mujeres, se registró en las ciudades con baja marginación.

El mayor registro de homicidios en los hombres también fue en estas ciudades, mientras que en las ciudades con alta marginación ocurrieron el mayor número de homicidios en la población femenina (ver figura 6).

La distribución de las ciudades por las categorías de densidad poblacional fue más homogénea, 29.1% (n=23) se concentraron en la categoría baja, 34.2% (n=27) en la media y 36.7% (n=29) en la categoría alta. En las ciudades con densidad poblacional media se registró el menor número de defunciones por todas las causas en las mujeres, y por diabetes mellitus y enfermedad isquémica en los hombres. El mayor número de muertes por desnutrición en los hombres también se presentaron en ciudades con densidad poblacional media, mientras que en las ciudades con alta densidad poblacional se registraron el mayor número de homicidios y muertes por accidentes con vehículo motorizado (ver figura 7).

Con respecto a la motorización, 5.1% (n=4) de las ciudades fueron clasificadas en un nivel bajo, 6.33% (n=5) en un nivel medio y 88.6% (n=70) en un nivel alto. En el año 2015, las ciudades con altas tasas de motorización registraron el mayor número de defunciones por todas las causas en hombres. En mujeres el mayor número de muertes fue por diabetes mellitus, enfermedad isquémica del corazón, desnutrición y accidentes con vehículo motorizado. El mayor número de homicidios en las mujeres ocurrieron en ciudades con bajas tasas de motorización (ver figura 8).

Por nivel de ICE, el 25.57% (n=36) de las ciudades fueron clasificadas en los niveles muy bajo y bajo, el 18.99% (n=15) en el nivel medio y el 34.45% en los niveles alto y muy alto. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la mediana de la tasa de mortalidad entre los grupos para ninguna de las causas: diabetes mellitus ($\chi^2_{(4)} = 6.4203$, $p = 0.170$); EIAC ($\chi^2_{(4)} = 68.8937$, $p = 0.2$); desnutrición ($\chi^2_{(2)} = 16.3094$, $p = 0.19$); accidentes con vehículos motorizados ($\chi^2_{(4)} = 6.6654$, $p = 0.155$) y homicidios ($\chi^2_{(4)} = 96.8366$, $p = 0.07$).

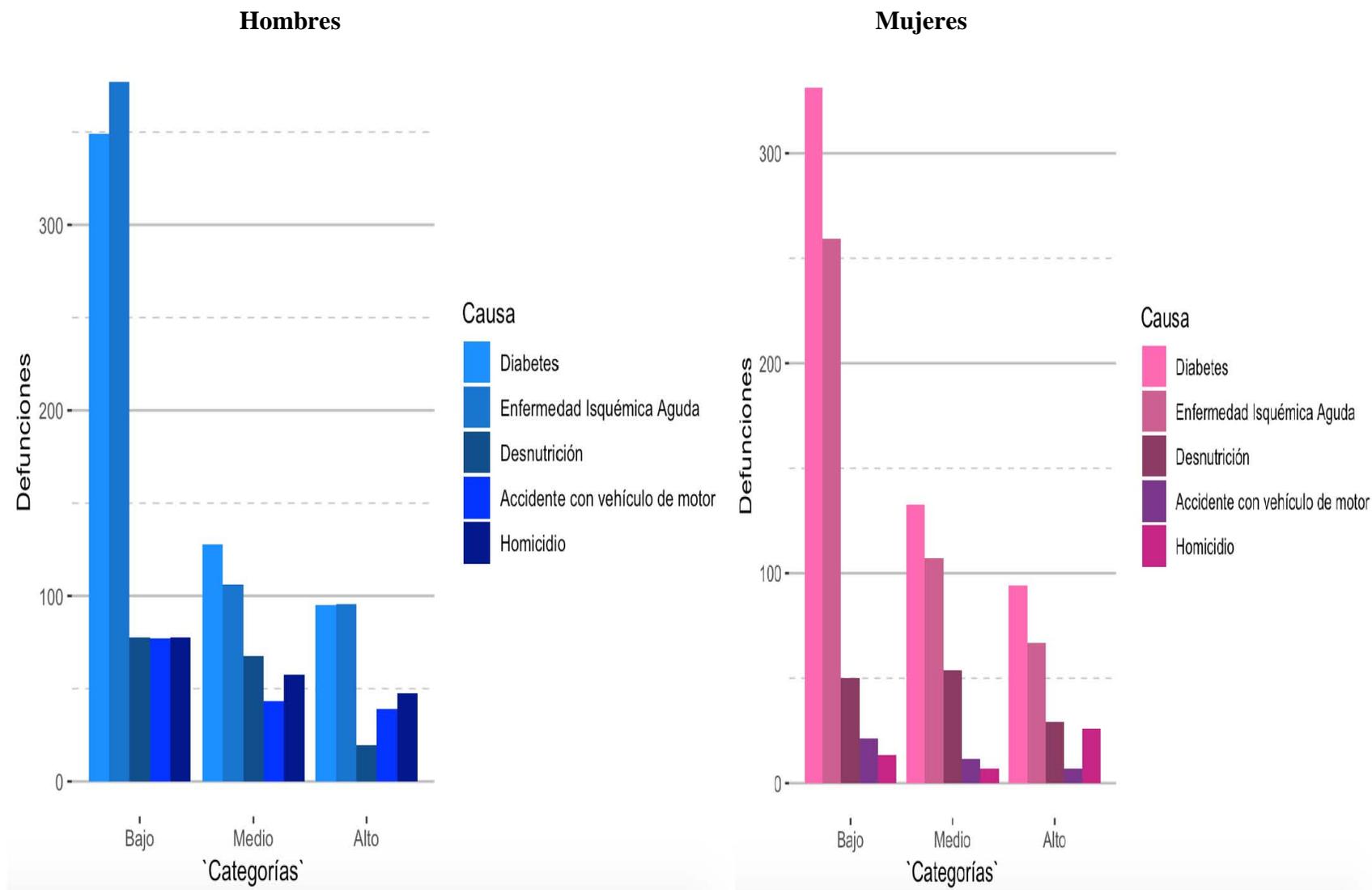


Figura 6. Defunciones en las Ciudades Emergentes para hombres (azul) y mujeres (rosa), según nivel de marginación, 2015

Fuente: elaboración propia a partir de INEGI. Estadísticas de mortalidad 2015/ CONAPO. Índice de Marginación 2015

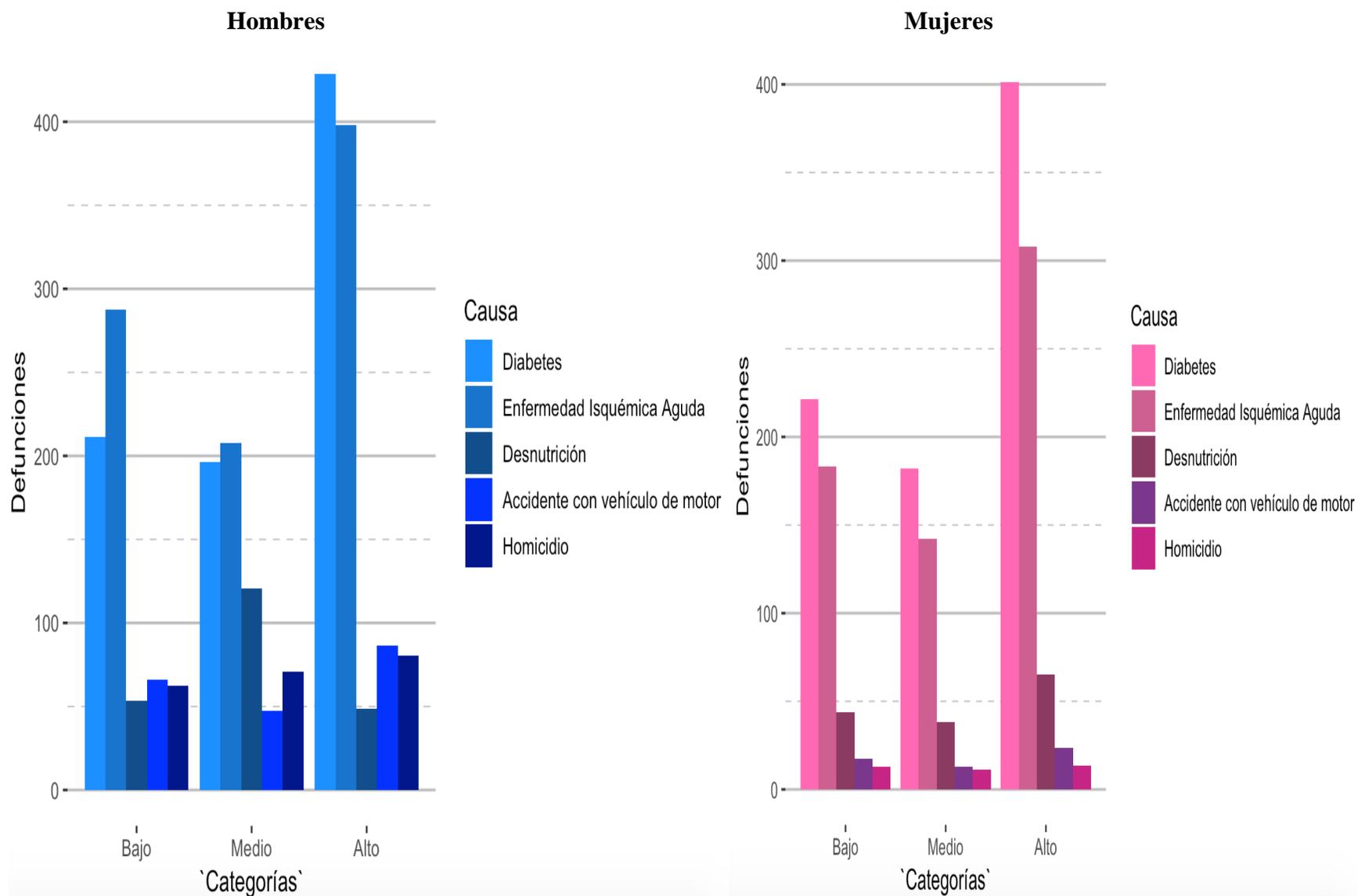


Figura 7. Defunciones en las Ciudades Emergentes para hombres (azul) y mujeres (rosa), según nivel de densidad poblacional, 2015

Fuente: elaboración propia a partir de CONAPO. Proyecciones de población para el año 2015 a partir del censo 2000/ INEGI. Área de AGEBS urbanas municipales 2015

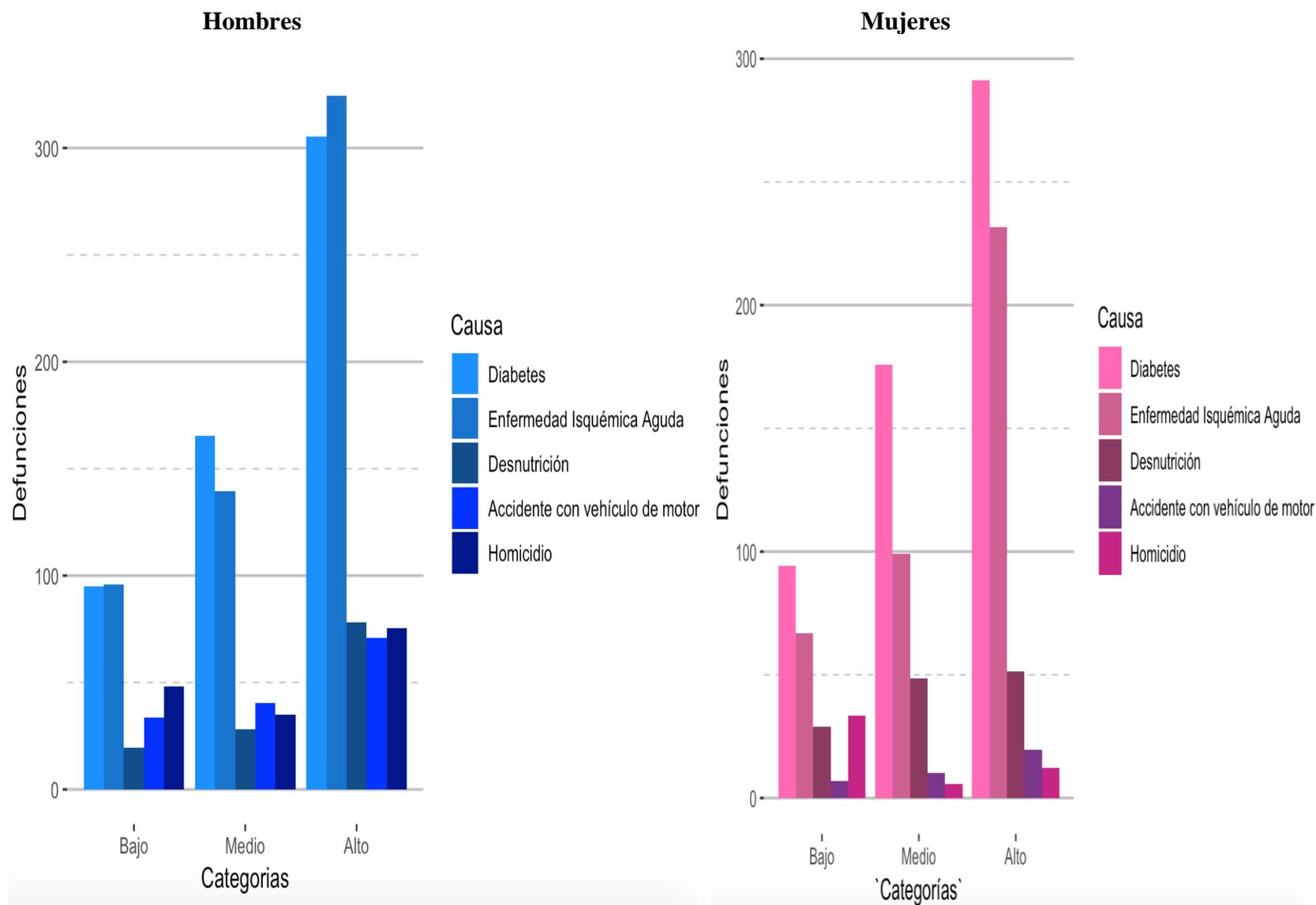


Figura 8. Defunciones en las Ciudades Emergentes para hombres (azul) y mujeres (rosa), según nivel de motorización, 2015

Fuente: elaboración propia a partir de INEGI. Estadísticas de mortalidad 2015 y Vehículos registrados en circulación 2015/CONAPO. Proyecciones de población para el año 2015 a partir del censo 2000

VII.3 Modelo de regresión

En la tabla 15 se presentan los coeficientes de regresión del modelo utilizado para estimar el vínculo entre las diferencias en las tasas de mortalidad y la marginación, la densidad poblacional y la motorización en ciudades emergentes de México, de 2000 a 2015.

VII.3.1 *Diabetes Mellitus*

En el período de estudio, el comportamiento de la mortalidad fue igual en hombres que en mujeres [RR= 1.02 (IC 95% 0.99-1.06)]. En las ciudades que tuvieron un nivel de densidad poblacional bajo la tasa fue 16% [RR= 0.84 (IC 95% 0.73-0.96)] menor en comparación con las ciudades que tuvieron un nivel de densidad poblacional alto. Sin embargo, no se observaron diferencias entre las ciudades con un nivel de densidad medio y un nivel de densidad alto. Con respecto a la motorización, a menor nivel de motorización menor tasa de mortalidad por diabetes, llegando a disminuir 19% [RR=0.81(IC 95% 0.76-0.85)] cuando el nivel fue medio y hasta 34% [RR= 0.66 (IC 95% 0.61-0.72)] cuando el nivel de motorización fue bajo en comparación con las ciudades que presentaron un nivel de motorización alto. Según el mejor modelo (elegido por menor AIC) no hubo interacción entre estas variables.

VII.3.2 *Enfermedad Isquémica del Corazón*

En el período de estudio, la tasa de mortalidad fue 26% menor en las mujeres que en los hombres [RR= 0.74 (0.70-0.78)]. En las ciudades que presentaron un nivel de densidad poblacional bajo, la tasa de mortalidad aumentó 41% [RR= 1.41(IC 95% 1.25-1.58)] en comparación con las ciudades que presentaron un nivel de densidad poblacional alto. Sin embargo, no se observaron diferencias en la tasa de mortalidad entre las ciudades que tenían un nivel medio o alto. En cuanto a la marginación, las ciudades que tenían un nivel medio presentaron una tasa 15% [RR=1.15 (IC 95% 1.06-1.30)] mayor que las ciudades con un nivel de marginación alto y, en aquellas que presentaron un nivel bajo, el aumento en la tasa fue hasta del 27% [RR=1.27(IC

95% 1.11-1.44)], es decir que a medida que disminuyó el nivel de marginación, aumentó la tasa de mortalidad por esta causa. Según el mejor modelo (elegido por menor AIC) no hubo interacción entre la marginación y la densidad.

VII.3.3 Desnutrición

En el período de estudio, la tasa de mortalidad por desnutrición fue 19.2 % mayor en las mujeres que en los hombres [RR=1.19(1.05-1.35)]. En las ciudades con nivel de densidad poblacional medio la tasa de mortalidad fue 64% [RR= 1.64 (IC 95% 1.26-2.13)] mayor que en las ciudades con nivel de densidad alto. Sin embargo, no se encontraron diferencias en la tasa de mortalidad entre las ciudades con un nivel de densidad alto o bajo. Tampoco se encontraron diferencias en la tasa entre las ciudades que tuvieron un nivel de marginación medio o alto, pero en las ciudades que tuvieron un nivel de marginación bajo, la tasa de mortalidad por desnutrición fue 37% [RR= 0.63 (IC 95% 0.48-0.81)] menor que en las ciudades con un nivel de marginación alto. Según el mejor modelo (elegido por menor AIC), no hubo interacción entre la marginación y la densidad poblacional.

VII.3.4 Accidentes con vehículo motorizados

La tasa de mortalidad por accidentes con vehículos motorizados fue 71% menor en mujeres que en hombres [RR= 0.29 (IC 95%. 0.27-0.34)]. El modelo consideró interacción entre la densidad poblacional y la motorización. En el período de estudio, la diferencia en la tasa de mortalidad sólo fue significativamente estadística entre las ciudades que presentaron un nivel de densidad poblacional bajo y un nivel de motorización bajo, disminuyendo hasta 36% [RR= 0.64 (IC 95% 0.48-0.86)] en comparación con las ciudades con un nivel de motorización y densidad poblacional alto.

VII.3.5 Homicidios

La tasa de homicidios fue 73.78% menor en las mujeres que en los hombres [(RR= 0.26 (IC 95% 0.23-0.29)]. Este modelo también consideró interacción entre la densidad y la motorización. En el período de estudio, se encontró una diferencia en la tasa de homicidios estadísticamente significativa, 42% menor [RR= 0.57 (IC 95% 0.40-0.83)], entre las ciudades con bajo nivel de motorización y nivel medio de densidad poblacional en comparación con las ciudades con alto nivel de densidad y alto nivel de motorización.

En resumen, los bajos niveles de densidad poblacional y de motorización se relacionaron con una disminución en la tasa de mortalidad por diabetes mellitus (RR=0.84 ; RR=0.66), accidentes con vehículos motorizados (RR = 0.64) y homicidios (RR = 0.57), mientras que bajos niveles de marginación y de densidad poblacional se relacionaron con un aumento en la tasa de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón (RR=1.15; RR=1.41). La disminución en las tasas de mortalidad por desnutrición se vinculó con bajos niveles de marginación (RR= 0.63), pero mayores niveles de densidad poblacional se vincularon con un aumento (RR= 1.64) en la tasa de mortalidad por esta causa.

Tabla 15. Coeficientes de los modelos para estimar el vínculo entre las tasas de mortalidad y la marginación, la densidad poblacional y la motorización en Ciudades Emergentes de México, 2000-2015

	Diabetes Mellitus		Enfermedad Isquémica del Corazón		Desnutrición		Accidentes con vehículo motorizado		Homicidios		
Observaciones	616		616		595		606		558		
Mediciones por ciudad	3.89		3.89		3.76		3.83		3.53		
	RR (IC 95%)	p	RR (IC 95%)	p	RR (IC 95%)	p	RR (IC 95%)	p	RR (IC 95%)	p	
Sexo											
Hombres (REF)											
Mujeres	1.02 (0.99-1.06)	<0.001	0.74 (0.70-0.78)	<0.001	1.19 (1.05-1.35)	<0.001	0.29 (0.27-0.34)	<0.001	0.26 (0.23-0.29)	<0.001	
Marginación											
Alta (REF)											
Media			1.15 (1.06-1.30)	0.028	1.01 (0.80 -1.28)	0.923					
Baja			1.27 (1.11-1.44)	<0.001	0.63 (0.48-0.81)	<0.001					
Densidad poblacional											
Alta. (REF)											
Media	0.97 (0.86-1.09)	0.623	1.11 (0.99-1.25)	<0.001	1.64 (1.26-2.13)	<0.001	1.20 (1.1-1.43)	0.047	1.27 (0.96-1.67)	0.093	
Baja	0.84 (0.73-0.96)	0.010	1.41 (1.25-1.58)	<0.001	1.27 (0.95-1.69)	0.103	1.53 (1.26-1.87)	<0.001	1.97 (1.46-2.63)	<0.001	
Motorización											
Alta (REF)											
Media	0.81 (0.76-0.85)	<0.001					1.32 (1.08-1.60)	0.019	0.95 (0.75-1.19)	0.650	
Baja	0.66 (0.61-0.72)	<0.001					1.17 (1.02-1.33)	<0.001	0.86 (0.59-1.23)	0.411	
Densidad poblacional*Marginación											
Alta Densidad:Alta Marginación (REF)											
Baja Densidad:Baja Marginación											
Media Densidad:Baja Marginación											
Baja Densidad:Media Marginación											
Media Densidad:Media Marginación											
Densidad poblacional* Motorización											
Alta Densidad:Alta Motorización (REF)											
Baja Densidad:Baja Motorización							0.64 (0.48-0.86)	<0.001	0.79 (0.48-1.28)	0.471	
Media Densidad:Baja Motorización							0.84 (0.64-1.11)	0.233	0.58 (0.40-0.83)	0.027	
Baja Densidad:Media Motorización							0.93 (0.76-1.13)	0.448	1.19 (0.74-1.91)	0.334	
Media Densidad:Media Motorización							0.92 (0.73-1.16)	0.483	0.84 (0.56-1.24)	0.374	

RR: razón de tasas

Significancia estadística: IC 95% no incluye el valor nulo (1.00)

REF: valor de referencia

VIII. Discusión

El objetivo principal de esta investigación fue identificar las diferencias en la mortalidad vinculadas con factores contextuales como la marginación, la densidad poblacional y la motorización en las ciudades emergentes de México, de 2000 a 2015. En las ciudades con bajos niveles de motorización y de densidad poblacional disminuyeron las tasas de mortalidad por diabetes mellitus (RR=0.66; RR=0.84), accidentes con vehículos motorizados (RR = 0.64) y homicidios (RR= 0.57), mientras que en las ciudades con bajos niveles de marginación y de densidad poblacional aumentó la tasa de mortalidad por enfermedad isquémica del corazón (RR=1.27; RR=1.41) y disminuyó la tasa de mortalidad por desnutrición (RR=0.63).

En el período de estudio 2000-2015, encontramos mayores tasas de mortalidad por enfermedad isquémica (♂Hombres > ♀ Mujeres: RR=0.74) accidentes con vehículo motorizado (♂ > ♀: RR=0.27) y tasas de homicidios en hombres que en mujeres (♂ > ♀: RR= 0.262). Este resultado es consistente con el índice de “sobre-mortalidad” masculina que se ha descrito en México desde hace más de dos décadas. Esto debido a que, entre otras cosas, los hombres por sus patrones de producción, consumo e interacción social tienen mayor probabilidad de morir por causas externas como los accidentes y los homicidios al adoptar mayores conductas de riesgo en las cuales pelagra su vida (51). Por ejemplo, en el año 2015 a nivel nacional se registraron 132.5 muertes en hombres por cada 100 muertes en mujeres y en el grupo de edad entre 20 a 34 años – más expuesto a causas externas– esta sobremortalidad llegó a ser de 339.9 defunciones masculinas por cada 100 muertes femeninas (56).

En la tasa de mortalidad por diabetes mellitus no hubo diferencia entre hombres y mujeres, lo cual es consistente con el comportamiento a nivel nacional. En los últimos 10 años se ha ido acortado la diferencia entre sexos. De hecho, desde el 2015 es la primera causa de muerte tanto en

hombres como en mujeres. No así para la morbi-mortalidad por desnutrición, que según nuestros resultados fue mayor en las mujeres ($\text{♂} < \text{♀} \text{RR}=1.19$). En particular, se ha demostrado que independientemente de la forma urbana, el entorno social a nivel del vecindario tiene mayor impacto en la prevalencia por desnutrición en las mujeres que en los hombres (20).

A pesar que no hubo diferencias significativas en el comportamiento de la mortalidad por diabetes entre hombres y mujeres en el período de los 15 años estudiado. En los hombres, a partir de 2010, se evidenció un aumento constante (ver figura 5). En hallazgo, es consistente con un estudio reciente realizado en México, a nivel estatal, por Dávila-Cervantes & Agudelo-Botero (153) que evaluó disparidades de sexo en la mortalidad por diabetes mellitus tipo 2 de 1990 a 2017. Esta disparidad puede ser explicada, en parte, porque a pesar que los hombres tienen un índice de masa corporal más bajo que las mujeres, al acumular mayor tejido adiposo visceral, presentan mayor resistencia a la insulina (153,154).

Por otra parte, los hombres presentan más complicaciones fatales como la enfermedad isquémica del corazón y los accidentes cerebrovasculares, mientras que las mujeres presentan mayor prevalencia de afectaciones a la salud mental como depresión y ansiedad (154). Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino (2016) (155), solo 8% de los hombres mexicanos, en comparación con 12.9% de las mujeres, con diabetes mellitus tipo 2 recibió información sobre su padecimiento, y del 87% que tenían algún control médico de la enfermedad solo la mitad tomó alguna medida preventiva como modificar la dieta o aumentar la actividad física para evitar o retrasar cualquier complicación (153).

Con respecto a los determinantes sociales que pudieran explicar este fenómeno, además de evaluar el acceso a los servicios de salud y las trayectorias de uso, son necesarios estudios enfocados en comprender el papel diferencial que juega las características del entorno urbano en los comportamientos de viaje, los estilos de vida sedentarios y la dieta, según sexo. Los

comportamientos de la dieta en las ciudades, también están influenciados por los tiempos de la vida urbana que promueven el consumo de comida fácil de preparar, barata, sabrosa y de bajo valor nutricional (99). Esto puede explicar, en parte, una mayor incidencia de diabetes en los hombres relacionada con comportamientos de dieta negativos durante sus trayectos rutinarios, porque ellos son los que más trabajan fuera del hogar (6 mujeres por cada 10 hombres en edad productiva laboran fuera de casa) (156) ¿Las ciudades emergentes enferman más por obesidad y diabetes a los hombres o las mujeres? ¿Quiénes están más expuestos al entorno urbano en este tipo de ciudades?

Hasta donde sabemos, este es el primer estudio que analiza de forma conjunta el efecto del nivel de marginación, densidad poblacional y motorización en la mortalidad por diabetes mellitus, enfermedad isquémica del corazón, desnutrición, accidentes con vehículos motorizados y los homicidios en ciudades emergentes de México. Nuestra hipótesis fue que en las ciudades emergentes con mayor nivel de marginación, menor nivel de densidad poblacional y mayor nivel de motorización, aumentarían las tasas de mortalidad por todas las causas estudiadas. Antes de contrastar nuestra hipótesis, es importante precisar que, en el análisis exploratorio de los datos, se encontró una correlación negativa estadísticamente significativa entre la marginación y la motorización. Por lo tanto, cuando nos referimos a una ciudad emergente con bajo nivel de marginación, se asume que tiene alta motorización.

Los efectos que encontramos son parcialmente plausibles porque en varios estudios realizados en el contexto de una ciudad con forma urbana dispersa/fragmentada –predominante en México–, los bajos niveles de densidad poblacional que se asocian con bajas tasas de motorización se han vinculado con una disminución en la tasa de mortalidad general y por causas específicas como la diabetes, los accidentes con vehículos motorizados, por enfermedades cardiovasculares y en la tasa de homicidios. Esto podría deberse a que estas ciudades cuentan con sistemas de

transporte público eficientes e infraestructura para utilizar medios de transporte no motorizados, lo cual favorece la integración social, mejora la calidad del aire, acorta las distancias y disminuye los tiempos de viaje (83,114). Este hallazgo sugiere que en una ciudad emergente de México con forma urbana fragmentada y bajas densidades se obtienen mejores resultados de salud, solo si se cuenta con bajas tasas de motorización.

Para la desnutrición esta hipótesis fue plausible porque la baja marginación contextual se ha asociado a lo largo del ciclo de vida con menor mortalidad infantil por desnutrición, mayor capacidad cognitiva en la etapa escolar y menor incidencia de enfermedades infecciosas graves en la primera infancia y la vejez (20,77). Sin embargo, encontramos que mayores niveles de marginación se vincularon con una disminución en las tasas de mortalidad por diabetes y enfermedad isquémica del corazón, independientemente del nivel de densidad poblacional. Las tasas de homicidios y de mortalidad por accidentes con vehículo motorizado también disminuyeron en las ciudades con altos niveles de marginación. Este hallazgo no es plausible porque la alta marginación contextual se ha asociado con mayores lesiones por causas externas como la violencia en la adolescencia y la adultez, una mayor prevalencia y mortalidad por ECNT en la edad adulta hasta la vejez (71,82), y una mayor incidencia de accidentes de tránsito fatales, debido a una menor accesibilidad a atención oportuna (96). Es probable que la mortalidad por estas causas no disminuyera por la alta marginación, sino por la baja motorización que se ha asociado con mejor accesibilidad a beneficios urbanos.

El estudio de Carga Global de Enfermedad en México (1990 -2013), realizado por Gómez et al. (52), identificó los factores de riesgo metabólicos (glucosa plasmática en ayunas, alto índice de masa corporal y la presión arterial sistólica alta) y del comportamiento (dietas ricas en bebidas azucaradas y carne procesada, así como estilos de vida sedentarios) como responsables del 24.5% de la mortalidad, años perdidos por muerte prematura (YLL) y los años de vida ajustados por

discapacidad (DALY) por enfermedades cardiovasculares y del 75.1% por la diabetes mellitus, mientras que los principales factores asociados con YLL y DALY por las lesiones en el tráfico y la violencia interpersonal, fueron el consumo de drogas y alcohol.

Según la ENSANUT de Medio Camino (2016) (155), en México 13.6% de población infantil menor de 5 años presentó desnutrición crónica, hubo 4 millones de escolares, 3 de cada 10 adolescentes y 7 de cada 10 adultos con sobrepeso u obesidad. Además, más de 21 millones de hogares, es decir 7 de cada 10, no contaba con los ingresos para adquirir una alimentación suficiente y variada, de los cuales 28.8% fueron hogares urbanos. En cuanto a la prevalencia de inactividad física, más del 80 % de los niños (10 y 14 años), el 40 % de los adolescentes (15 y 19 años) y el 16.8% de adultos (entre 20 y 69 años) no cumple con las pautas de actividad física recomendadas por la OMS. Además, entre las principales barreras reportadas para hacer actividad física, se destacaron la falta de tiempo, con un 56.8% y la poca oferta de espacios urbanos adecuados y seguros, con un 37.7%.

De acuerdo con los datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL)¹⁰, hasta el año 2012, 68.6% de 53.3 millones de personas pobres de México, vivían en zonas urbanas; de las cuales, 3 de cada 5 vivían con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo. Estos estudios dan cuenta de los factores ambientales, sociales y de los comportamientos atribuibles a la carga de morbi-mortalidad por ECNT y causas externas que vive México en la actualidad.

¹⁰ Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL)
Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza-urbana-en-M%C3%A9xico-.aspx>

Esta descrito ampliamente en la literatura que las personas expuestas a alta marginación contextual tienen menores capacidades para modificar comportamientos de salud como los que configuran el perfil de riesgo descrito, así como una con mayor probabilidad de complicaciones y desenlaces fatales (71,82). Por lo tanto, de acuerdo con nuestros resultados, surgen algunos interrogantes: ¿Qué genera mayor marginación contextual en una ciudad emergente? ¿Pasar mucho tiempo en el tráfico para llegar al trabajo o vivir en condición de hacinamiento en el domicilio? ¿Son suficientes los indicadores utilizados por CONAPO para medir la marginación en los entornos urbanos de México y/o específicamente en este tipo de ciudades, que además se caracterizan por tener un crecimiento económico superior al promedio nacional?

Es necesario incluir variables del tipo ¿Porcentaje de población que pasa más de 90 minutos diarios en el tráfico? ¿Porcentaje de población con inseguridad alimentaria enfocada en la dieta tradicional mexicana? ¿Porcentaje de población que gasta más del 30% de sus ingresos para acceder a una vivienda adecuada? ¿Porcentaje de población que tiene acceso a un transporte público eficiente a más de 800 metros –10 a 15 minutos caminando– de su domicilio?

Teniendo en cuenta los indicadores que se utilizan en la actualidad para medir marginación (ver tabla 12 “Variables para la construcción del Índice Absoluto de Marginación”), es altamente probable que este tipo de ciudades tengan bajos niveles de este indicador, ya que más de 95% de la población urbana mexicana tiene servicios básicos como agua potable entubada, energía eléctrica intra-domiciliaria y excusado (76), la mayoría de la viviendas urbanas no tengan piso de tierra, la población tenga un mayor nivel de alfabetización y el porcentaje de la población ocupada que obtiene ingresos mensuales de hasta dos salarios mínimos sea más alto que en entornos rurales o incluso en ciudades con menor crecimiento económico.

A la pregunta ¿Qué proporción de la variación en la mortalidad puede ser explicada por las características sociodemográficas contextuales?, varios autores coinciden en que la contribución de las características sociodemográficas agregadas/ecológicas/contextuales son más importantes que la contribución de las características individuales porque el todo es más que la suma de las partes (20). En este estudio, utilizamos datos recopilados de forma rutinaria que no incluyen información relacionada con factores contextuales ni individuales al nivel de ciudades, tales como: el consumo per cápita de frutas y verduras, refresco y alcohol, la densidad de pantanos alimentarios, m² de área verde por persona, emisiones de gas contaminante promedio anual, percepción de seguridad, etc. Estos indicadores, pueden dar cuenta de potenciales factores modificadores del efecto entre las métricas utilizadas y los resultados de salud como la mortalidad por las causas estudiadas.

Los estudios ecológicos son útiles generar hipótesis, pero no permite demostrar causalidad. Las asociaciones observadas pueden estar sujetas a sesgos ecológicos y no son directamente transferibles a individuos dentro de las ciudades. Las investigaciones futuras deberían explorar asociaciones a diferentes escalas espaciales, por ejemplo, para determinar si las características del vecindario son más importantes para determinar la salud urbana que las características de la ciudad y si esto es universal para todas las métricas urbanas o si algunas tienen un impacto más local o incluso a nivel individual.

Para el abordaje de los determinantes sociales de salud, los estudios ecológicos pueden resultar ineficientes si no existe precisión en la interpretación de los resultados obtenidos o si ingenuamente se apela al pragmatismo causal social, que asume a lo social, político y cultural como la única explicación de los problemas de salud, desconociendo el papel que juegan la interacción con lo biológico (157), por lo cual se hace necesario realizar estudios complementarios

observacionales y/o experimentales que analicen conjuntamente (o integren) determinantes de la salud urbana definidos a distintos niveles.

Finalmente, es importante enfatizar que la motorización resultó ser una variable clave que, explica el nivel de marginación e independientemente del nivel de densidad poblacional, representó un aumento significativo en las tasas de mortalidad, excepto por desnutrición, en las ciudades con altas tasas de motorización. Este hallazgo es relevante porque apelando al principio de la parsimonia; en este tipo de ciudades, la mortalidad por cuatro de las cinco causas estudiadas se podría impactar positivamente apostándole a disminuir la tasa de motorización.

Un estudio reciente realizado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés) (158), encontró que en la Ciudad de México, una persona que vive en uno de los barrios más ricos tiene 28 veces más y mejor acceso a empleos; así como 113 veces más acceso a camas en hospitales, mediante un viaje de 30 minutos en transporte público o caminando, que una persona que vive en áreas más pobres. La alta motorización puede representar una nueva forma de marginación urbana que no se está midiendo.

Las ciudades altamente motorizadas, a pesar de tener más movilidad tienen menos acceso.. Se asume que los vehículos motorizados dan una gran accesibilidad; sin embargo, la congestión limita el acceso potencial que puede proveer el automóvil cuando un gran número de la población tiene que usarlo al mismo tiempo. Por ejemplo, en la Ciudad de México durante las horas pico el automóvil puede tener un alcance máximo de 5 km/h, mientras que el alcance de una bicicleta es de 16km/h (159). La facilidad que tienen los individuos para llegar a otras personas y destinos distribuidos en el espacio como: la escuela, el trabajo, una institución de salud, un evento cultural, un mercado o cualquiera de las múltiples beneficios que concentran las ciudades, se define como accesibilidad urbana (159). Los niveles bajos de accesibilidad urbana pueden restringir el área de búsqueda de trabajos e incrementar el costo de obtener educación. Esto afecta negativamente el

desempeño económico de los individuos a largo plazo, contribuyendo al aislamiento social y a la desigualdad. La facilidad para llegar a ciertos destinos y personas incide directamente en la posibilidades que tienen los habitantes de una ciudad para desarrollarse, incluidas las capacidades que adquieren para tener buena salud (83,159).

En Curitiba en Brasil han puesto en marcha planes urbanos que integran el transporte y el uso del suelo teniendo como objetivo específico mejorar el nivel de acceso para la población. Diseñar políticas de salud integrales que convoquen a diferentes disciplinas y respondan a los determinantes sociales, económicos y culturales que influyen en los comportamientos de viaje, dieta e interacción social a través de intervenciones urbanas enfocadas en garantizar la accesibilidad a una alimentación suficiente, nutritiva y asequible, medios de transporte activos y espacios públicos incluyentes, puede abrir la puerta para revitalizar la relación entre tomadores decisiones de salud pública y desarrollo urbano; sobre todo en un país urbanizado como México, y en el que se estima para 2030 un costo anual asociado a ECNT cercano a 1.2 billones de dólares (161).

VIII.1 Fortalezas y limitaciones del estudio

En México, a nivel ciudad, la disponibilidad de los datos y su calidad a lo largo del tiempo es heterogénea. Por lo tanto, fue necesario conjuntar la información proveniente de diversas fuentes a partir de los datos disponibles a nivel municipal. Aunque nuestros resultados fueron consistentes con los datos a nivel nacional, esto puede dar lugar a errores de medición. Sin embargo, consideramos que hacer el ejercicio de estudiar la mortalidad y su relación con métricas contextuales a nivel ciudad es importante porque la poblaciones no están expuestas solamente al entorno de la AGEB o el municipio donde residen. Muchas personas solo van a dormir a sus colonias y la mayoría del tiempo están expuestas a los “riesgos” que se concentran mayormente en el trayecto rutinario o en donde realizan las actividades de la vida diaria como trabajar .

En muchos casos, los indicadores necesarios para evaluar objetivamente forma urbana solo estaban disponibles para algunas ciudades. Esta métrica es una de las más robustas para estudiar el impacto del proceso de urbanización en los resultados de salud. Con el objetivo de obtener información relacionada con este indicador, hubiera sido pertinente contar con un instrumento dirigido a tomadores de decisiones, urbanistas, paisajistas, arquitectos, planificadores urbanos, etc., implicados en el desarrollo urbano de las ciudades seleccionadas.

Dado que este marco conceptual se desarrolló específicamente para el contexto de las ciudades emergentes de México, los resultados de este estudio no pueden ser directamente replicables o generalizables a otras ciudades. Sin embargo, este marco y los métodos utilizados proporcionan un punto de partida útil para otras ciudades emergentes de países con ingresos medios y bajos, mismo que debería ajustarse en equipos transdisciplinarios, para comprender cómo y por qué difieren las ciudades emergentes en términos de salud, y en qué medida contribuyen otros factores a estas diferencias.

IX. Conclusiones e implicaciones

En el siglo XXI, países como México están experimentando profundos cambios sociodemográficos que han generado un aumento en la mortalidad por las causas estudiadas. El estudio de la accesibilidad urbana desde un diseño multinivel utilizando la motorización como una métrica clave, puede ayudar a comprender mejor el vínculo entre la urbanización y el proceso salud-enfermedad-atención-muerte en las ciudades emergentes de México. De igual forma, es necesario replantear la medición de la marginación para evaluar el impacto de la urbanización en el perfil de morbi-mortalidad actual de México, porque las variables utilizadas para este fin, no están siendo suficientes para explicar que es estar marginado, excluido y/o segregado socio-espacialmente en este tipo de ciudades.

Los hallazgos relacionados con el nivel de motorización, sugieren que para el estudio de salud urbana en estas ciudades, es necesario hacer esfuerzos encaminados a medir de forma rutinaria, además de un indicador comprensible que dé cuenta de la forma urbana, características relacionadas con el entorno construido tales como: calidad del aire, comportamientos de viaje utilitario (por ejemplo, costos, tiempo y porcentaje de pasajeros que usan diversos modos de transporte), entornos alimentarios urbanos, accesibilidad a puntos de venta de alimentos locales (seguros, nutritivos y suficientes), y disponibilidad a espacios públicos y áreas verdes.

Este estudio no se centró en investigar los mecanismos de mediación o factores de riesgo individuales entre el contexto urbano y la mortalidad –de los cuales existe abundante literatura–, sino en hacer una contribución en un paso anterior acerca de la influencia de factores contextuales, mismos que pueden ser modificados mediante la revitalización de la relación que históricamente ha existido entre la planificación urbana y la salud pública, acorde con la realidad urbana mexicana y apostando por comprensiones parsimoniosas de un fenómeno complejo.

Nuestro estudio muestra que las futuras estrategias de regeneración urbana en ciudades emergentes pueden beneficiarse de este conocimiento para construir entornos, desde una visión multidisciplinar, que promuevan una vida más saludable. Por ejemplo, una estrategia nacional encaminada a promover ciudades emergentes, medias e intermedias –las que más crecerán antes del 2030, según SEDATU– con bajas tasas de motorización, independientemente del nivel de densidad poblacional, puede impactar en la disminución de la morbi-mortalidad por las causas que hoy representan un problema de salud pública relevante para los mexicanos y amenazan la sostenibilidad del sistema de salud.

Las ciudades emergentes deben considerar la accesibilidad urbana como el fin último de la planificación del transporte, enfocando sus esfuerzos en desplazar al vehículo motorizado como medio privilegiado y convertir el transporte público eficiente, con energías limpias, como eje central de la movilidad; haciendo ciudades de distancias cortas, caminables, con proximidad a diversos destinos, socialmente diversas y comercialmente dinámicas a través de usos saludables y sostenibles del suelo, como una apuesta para favorecer el desarrollo sostenible del país y promover una política pública de salud con gran alcance.

Las ciudades de México no son como Copenhague, responden a otras lógicas económicas y socioculturales. Probablemente Ana de 38 años, que no es obesa sino que padece de obesidad urbana y vive Zitácuaro –la ciudad emergente más motorizada en el 2015, según nuestros resultados (643.15 vehículos motorizados/ 1,000 habitantes)–, no se beneficie de un modelo importado de bicicletas para mejorar sus comportamientos sedentarios, sino de poder acceder a un sistema de transporte público eficiente al que pueda llegar caminando en 15 minutos desde su domicilio, mientras reemplaza el gansito que se compraba todas las mañanas en una tienda de conveniencia (desierto alimentario), por una porción de nopales con huevo que se compró en el huerto-comedor comunitario del barrio que está liderando el nuevo promotor de salud local.

Bibliografía

1. Rydin Y, Bleahu A, Davies M, Dávila JD, Friel S, De Grandis G, et al. Shaping cities for health: complexity and the planning of urban environments in the 21st century. *Lancet*. 2012;379(9831):2079–108.
2. Diez-Roux AV & Mair C. Neighborhoods and Health. *Ann NY Acad Sci New York Acad Sci*. 2010; 1186:125–145.
3. ONU-Hábitat. World Cities Report. Urbanization and development: emerging futures. [Internet]. New York; 2016. Disponible en: <http://wcr.unhabitat.org/>
4. WHO. Health as the Pulse of the New Urban Agenda. United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development [Internet]. Quito; Disponible en: <http://www.who.int/phe/publications/urban-health/en/>
5. WHO. Global status report on noncommunicable diseases 2014 [Internet]. World Health. 2014. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24602291>
6. PAHO. OMS | Las 10 principales causas de defunción [Internet]. PAHO. 2017. Disponible en: <https://www.paho.org/salud-en-las-americas-2017/>
7. INEGI. Estadísticas de Mortalidad. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2016.
8. ONU-Hábitat. Índice de las Ciudades Prósperas en la República Mexicana [Internet]. Ciudad de México; 2016. Disponible en: <http://onuhabitat.org.mx/index.php/cpi-indice-de-las-ciudades-prosperas>
9. Consejo Nacional de Población. Sistema Urbano Nacional 2012 [Internet]. Ciudad de México; 2012. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/1539/1/images/PartesIaV.pdf>
10. Interamerican Development Bank. Methodological guide: emerging and sustainable cities initiative [Internet]. 2ª ed. Inter-American Development Bank, editor. Washington D.C.; 2014. Disponible en: https://issuu.com/ciudadesemergentesysostenibles/docs/methodological_guide_esci/90
11. Giles-Corti B, Vernez-Moudon A, Reis R, Turrell G, Dannenberg AL, Badland H, et al. City planning and population health: a global challenge. *Lancet* [Internet]. 2016;388(10062):2912–24. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30066-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30066-6)
12. Ewing R, Pendall R, Chen D. Measuring sprawl and its impact [Internet]. Vol. I. 2002. Disponible en: <https://www.smartgrowthamerica.org/app/legacy/documents/MeasuringSprawl.PDF>
13. James F. Sallis, PhD., Terry L. Conway et al. Bicycling, Environmental and Demographic correlates of bicycling. *Access, HHS Public -Prev Med*. 2015;57(5):456–60.
14. Rothwell JT, Massey DS. Density Zoning and Class Segregation in U.S. Metropolitan Areas. *Soc Sci Q NIH Public Access*. 2010;91(5):1123–43.
15. Garden FL, Jalaludin BB. Impact of urban sprawl on overweight, obesity, and physical activity in Sydney, Australia. *J Urban Heal*. 2009;86(1):19–30.

16. Giles-Corti B, Foster S, Ryan K. Increasing density in Australia: maximising the health benefits and minimising harm [Internet]. 2012. Disponible en: <https://www.heartfoundation.org.au/images/uploads/publications/Increasing-density-in-Australia-Evidence-Review-2012-trevor.pdf>
17. Creatore MI, Glazier RH, Moineddin R, Fazli GS, Johns A, Gozdyra P, et al. Association of neighborhood walkability with change in overweight, obesity, and diabetes. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2016;315(20):2211–20.
18. Fecht D, Fortunato L, Morley D, Hansell AL, Gulliver J. Associations between urban metrics and mortality rates in England. *Environ Heal A Glob Access Sci Source* [Internet]. 2016;15(Suppl 1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12940-016-0106-3>
19. Gerike R, De Nazelle A, Nieuwenhuijsen M, Panis LI, Anaya E, Avila-Palencia I, et al. Physical Activity through Sustainable Transport Approaches (PASTA): A study protocol for a multicentre project. *BMJ Open* [Internet]. 2016;6(1):1–11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-015-2453-3>
20. Meijer M, Röhl J, Bloomfield K, Grittner U. Do neighborhoods affect individual mortality? A systematic review and meta-analysis of multilevel studies. *Soc Sci Med*. 2012;74(8):1204–12.
21. Beenackers MA, Oude Groeniger J, Kamphuis CBM, Van Lenthe FJ. Urban population density and mortality in a compact Dutch city: 23-year follow-up of the Dutch GLOBE study. *Heal Place* [Internet]. 2018;53(January):79–85. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.06.010>
22. Kano M, Hotta M, Prasad A. Inequalities in noncommunicable disease mortality in the ten largest Japanese cities. *J Urban Heal*. 2013;90(6):1041–52.
23. Romieu Isabelle, Gouveia Nelson, Cifuentes Luis A y equipos de investigadores en Brasil C y M. Multicity study of air pollution and mortality in Latin America (the ESCALA study) [Internet]. Research report (Health Effects Institute). 2012. Disponible en: <https://www.healtheffects.org/publication/multicity-study-air-pollution-and-mortality-latin-america-escala-study>
24. Sallis JF, Cerin E, Conway TL, Adams MA, Frank LD, Pratt M, et al. Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: A cross-sectional study. *Lancet*. 2016;387(10034):2207–17.
25. Rothman KJ, Greenland S, Associate TLL. *Modern Epidemiology*, 3rd Edition. The Hastings Center report. 2014. 758 p.
26. Prasad A, Gray CB, Ross A, Kano M. Metrics in Urban Health: Current Developments and Future Prospects. *Annu Rev Public Heal*. 2016; 37:113–33.
27. Galea S, Vlahov D. Urban Health: Evidence, Challenges, and Directions. *Annu Rev Public Health* [Internet]. 2005;26(1):341–65. Disponible en: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.publhealth.26.021304.144708>

28. Undesa. World Urbanization Prospects [Internet]. Undesa. New York; 2014. Disponible en: <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>
29. World Health Organization; ONU- Habitat. Global Report on Urban Health. [Internet]. WHO Press. Kobe, Japan; Nairobi-Kenia; 2016. Disponible en: http://www.who.int/kobe_centre/publications/urban-global-report/en/
30. Omran A. Population health in transition. *World Heal Popul Extr.* 1971;49(4):509–38.
31. Kroll M, Bharucha E, Kraas F. Does rapid urbanization aggravate health disparities? Reflections on the epidemiological transition in Pune, India. *Glob Health Action.* 2014;
32. García Ballesteros A, Jiménez Blasco BC. Envejecimiento y urbanización: Implicaciones de dos procesos coincidentes. *Investig Geogr* [Internet]. 2016;89(89):58–73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14350/ig.47362>
33. WHO. Global Status Report on noncommunicable diseases -2014. *Global Status Report on Non-communicable diseases.* 2014.
34. Diez-Roux A MC. Neighborhoods and Health. *Neighborhoods Heal.* 2009; 1186:1–352.
35. Quiroz Rothe H. Urbanismo reciente y nuevas identidades en México. *Hist Actual Online.* 2006;
36. Iracheta Cenecorta A. Producción del marco construido, formas de apropiación del suelo y vivienda. *Ciudades.* 1998; 2:25.
37. SEDESOL. La expansión de las ciudades 1980-2010 [Internet]. Ciudad de México; 2012. Disponible en: https://www.academia.edu/30672852/La_expansi3n_de_las_ciudades_1980-2010_por_SEDESOL
38. Sobrino J, Garrocho C, Graizbord B, Brambila C, Aguilar AG. Ciudades sostenibles en México: una propuesta conceptual y operativa [Internet]. Ciudad de México; 2015. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62690/Ciudades_sostenibles_Mex_esp.pdf
39. Cárdenas Gómez EP. Crecimiento y planeación urbana en Acapulco, Cancún y Puerto Vallarta (México). *Rev Investig Turísticas.* 2016.
40. Kunz Bolaños I. La ciudad compacta ¿una solución? En: Universidad Nacional Autónoma de, editor. *Ciudad Compacta Del concepto a la práctica.* 1ª.ed. Ciudad de México; 2015. p. 78–91.
41. SEGOB, SEDATU, SNPC O-H. Guía de Resiliencia Urbana. Sedatu. 2016.
42. Monkkonen P. The housing transition in Mexico: Expanding access to housing finance. *Urban Aff Rev.* 2011;47(5):672–95.
43. Stevenson PM. Land-use, transport and population health: estimating the health benefits of compact cities. *Lancet.* 2017;388(10062):2925–35.
44. Abramo P. La ciudad com-fusa: Mercado y producción de la estructura urbana en las grandes metropolis latinoamericanas. *EURE.* 2012;
45. Sobrino J. Estudio de la gentrificación en la Ciudad de México. *Coyunt demográfica.* 2016; 9:69–75.

46. ONU-Hábitat. Reporte Nacional de Movilidad Urbana, 2014-2015. [Internet]. Ciudad de México; 2015. Disponible en: <http://conurbamx.com/home/wp-content/uploads/2015/07/Reporte-Nacional-de-Movilidad-Urbana-en-Mexico-2014-2015-Final.pdf>
47. IDEA F, Consulting S, Republica LC de V del S de la. México compacto. Las condiciones para la densificación urbana inteligente. ONU-Hábitat México. 2014.
48. Gordis L. Epidemiology, 5th edition. Systematic biology. 2013. 397 p.
49. Moreno-Altamirano A, M.C, López-moreno S, Corcho-berdugo A. Principales medidas en epidemiologia.pdf. Salud Publica Mex. 2000;42(4):337-48.
50. Secretaría de Salud. Boletín de Información Estadística 2014 -2015 [Internet]. Vol. 1, Boletín De Información Estadística 2104-2015. Ciudad de México; 2015. Disponible en: www.ssa.gob.mx
51. Soto Estrada G, Moreno Altamirano L, Pahua Díaz D. Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. Rev la Fac Med. 2016;59(6):10-22.
52. Gómez-Dantés H, Fullman N, Lamadrid-Figueroa H, Cahuana-Hurtado L, Darney B, Avila-Burgos L, et al. Dissonant health transition in the states of Mexico, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet. 2016;388(10058):2386-402.
53. Frenk J, Frejka T, Bobadilla JL, Stern C, Lozano R, Sepúlveda J, et al. La transición epidemiológica en América Latina. Bol Sanit Panam. 1991;111(6):485-96.
54. INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [Encuesta intercensal] [Internet]. 2015 [citado el 5 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://en.www.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>
55. Treviño-Siller S, Pacheco-Magaña LE, Bonilla-Fernández P, Rueda-Neria C, Arenas-Monreal L. An educational intervention in road safety among children and teenagers in Mexico. Traffic Inj Prev. 2017;18(2):164-70. id/903D99C6-2846-4937-9F27-54FF2BD7177F
56. Secretaría de Salud. Informe sobre la Salud de los Mexicanos 2015: Diagnóstico General de la Salud Poblacional [Internet]. 2015. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/64176/INFORME_LA_SALUD_DE_LOS_MEXICANOS_2015_S.pdf
57. UN-HABITAT/WHO. Hidden Cities. Unmasking and Overcoming Health Inequities in Urban Settings [Internet]. Vol. 10, Evolutionary Ecology. Nairobi, Kenya-Kobe, Japón; 2010. Disponible: http://www.who.int/kobe_centre/publications/hiddencities_media/who_un_habitat_hidden_cities_web.pdf
58. Commission on Social Determinants of Health WHO. Closing the gap in a generation [Internet]. Health equity through action on the social determinants of health. Geneva; 2008. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241563703_eng.pdf%0Apapers2://publication/uu
59. SEGOB, SEDATU C. Sistema Urbano Nacional 2018 [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.google.com.mx/maps/place/México/>

60. Rothenberg R, Weaver SR, Dai D, Stauber C, Prasad A, Kano M. A Flexible Urban Health Index for Small Area Disparities. *J Urban Heal*. 2014;91(5):823–35.
61. Rothenberg R, Stauber C, Weaver S, Dai D, Prasad A, Kano M. Urban health indicators and indices - Current status. *BMC Public Health* [Internet]. 2015;15(1): 15:494. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4491866/>
62. Organización Mundial de la Salud. Primera Reunión del Foro Regional de Salud Urbana de la Organización Panamericana de la Salud [Internet]. Ciudad de México, México; Disponible en: https://www.paho.org/mex/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=ops-oms-mexico&alias=358-primera-reunion-del-foro-regional-de-salud-urbana-de-la-organizacion-panamericana-de-la-salud&Itemid=493
63. Susser M. The logic in ecological: I. The logic of analysis. *Am J Public Health*. 1994;84(5):825–9.
64. Caiaffa WT, Friche AAL, Dias MAS, Meireles AL, Ignacio CF, Prasad A, et al. Developing a conceptual framework of Urban Health observatories toward integrating research and evidence into urban policy for health and health equity. *J Urban Heal* [Internet]. 2014;91(1):1–16. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23974945>
65. Kingdom U. 11 th International Conference on Urban Health. Nairobi, Kenya; 2009.
66. Van Kamp I, Leidelmeijer K, Marsman G, De Hollander A. Urban environmental quality and human well-being towards a conceptual framework and demarcation of concepts; a literature study. *Landsc Urban Plan*. 2003;65(1-2):5–18.
67. Vlahov D, Galea S. Urbanization, Urbanicity, and Health. *J urban Heal*. 2002;79(4):1–12.
68. Barton H. Land use planning and health and well-being. *Land use policy*. 2009;26(SUPPL. 1):115–23.
69. Vlahov D, S G. Urban health: a new discipline. *Lancet Public Health*. 2003;362(9390):1091–2.
70. Ezeh A, Oyebode O, Satterthwaite D, Chen YF, Ndugwa R, Sartori J, et al. The history, geography, and sociology of slums and the health problems of people who live in slums. Vol. 389, *The Lancet*. Elsevier Ltd; 2017. p. 547–58.
71. Lilford RJ, Oyebode O, Satterthwaite D, Melendez-Torres GJ, Chen YF, Mberu B, et al. Improving the health and welfare of people who live in slums. Vol. 389, *The Lancet*. Elsevier Ltd; 2017. p. 559–70.
72. Dora C, Hosking J, Mudu P, Fletcher ER. *Urban Transport and Health. Sustainable transport: sourcebook for policy makers in developing cities*. 2011.
73. CONAPO. Índice Absoluto De Marginación 2000-2010 [Internet]. 2010. 119 p. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/1755/1/images/IAM_00-04.pdf
74. Hoffmann R, Borsboom G, Saez M, Mari Dell’Olmo M, Burström B, Corman D, et al. Social differences in avoidable mortality between small areas of 15 European cities: An ecological study. *Int J Health Geogr*. 2014;13 (8):2–11.

75. Bjornstrom E. To live and die in L.A. County: Neighborhood economic and social context and premature age-specific mortality rates among Latinos. *Health Place* [Internet]. 2011;17(1):230–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.10.009>
76. Cohen DA, Finch BK, Bower A SN. Collective efficacy and obesity: The potential influence of social factors on health. *Soc Sci Med*. 2006; 62:769–778.
77. Lochner KA, Kawachi I, Brennan RT, Buka SL. Social capital and neighborhood mortality rates in Chicago. *Soc Sci Med*. 2003;56(8):1797–805.
78. Romero HSP. Mortes por acidentes e violências em crianças e adolescentes de Minas Gerais: um enfoque sobre a natureza da lesão TT - Deaths from accidents and violence in children and adolescents in Minas Gerais [Internet]. 2013. p. 124. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1843/GCPA-97WHD8>
79. Lee JS, Lee WY, Noh MS, Khang YH. Does a geographical context of deprivation affect differences in injury mortality? A multilevel analysis in South Korean adults residing in metropolitan cities. *J Epidemiol Community Health*. 2014;68(5):457–465.
80. Van de Poel E, O'Donnell O, Van Doorslaer E. Are urban children really healthier? Evidence from 47 developing countries. *Soc Sci Med*. 2007;65(10):1986–2003.
81. Antai D, Moradi T. Urban area disadvantage and under-5 mortality in Nigeria: The effect of rapid urbanization. *Environ Health Perspect*. 2010;118(6):877–83.
82. Cubbin C, Winkleby MA. Protective and harmful effects of neighborhood-level deprivation on individual-level health knowledge, behavior changes, and risk of coronary heart disease. *Am J Epidemiol*. 2005;162(6):559–68.
83. Sallis JF, Bull F, Burdett R, Frank LD, Griffiths P, Giles-Corti B, et al. Use of science to guide city planning policy and practice: how to achieve healthy and sustainable future cities. *Lancet*. 2016;388(10062):2936–47.
84. Ewing R, Hamidi S, Grace JB. Urban sprawl as a risk factor in motor vehicle crashes. *Urban Stud* 2016; 53(2):247–66.
85. Mackenbach JD, Rutter H, Compernelle S, Glonti K, Oppert JM, Charreire H, et al. Obesogenic environments: A systematic review of the association between the physical environment and adult weight status, the SPOTLIGHT project. *BMC Public Health*. 2014;14(1):1–15.
86. Russ Lopez. Urban Sprawl and Risk for Being Overweight or Obese. *Am J Public Health*. 2004;94(9):1574–9.
87. Sousa G dos S de, Magalhães FB, Gama I da S, Lima MVN de, Almeida RLF de, Vieira LJE de S, et al. Social determinants and their interference in homicide rates in a city in northeastern Brazil. *Rev Bras Epidemiol*. 2014;17(suppl 2):194–203.
88. Melia S, Parkhurst G, Barton H. The paradox of intensification. *Transp Policy*. 2011;18(1):46–52.

89. Giskes K, van Lenthe F, Avendano-Pabon M, Brug J. A systematic review of environmental factors and obesogenic dietary intakes among adults: ¿Are we getting closer to understanding obesogenic environments? *Obes Rev.* 2011;12(501):95–106.
90. Hager ER, Cockerham A, Reilly NO, Harrington D, Hurley KM, Black MM. Food swamps and food deserts in Baltimore City, MD, USA: associations with dietary behaviours among urban adolescent girls. *Public Heal Nutr.* 2017;20(14):2598–607.
91. Lederbogen F, Kirsch P, Haddad L, Streit F, Tost H, Schuch P, et al. City living and urban upbringing affect neural social stress processing in humans. *Nature.* el 22 de junio de 2011;474(10):498.
92. Jimenez Romera C. Tamaño y densidad urbana. Análisis de la ocupación de suelo por las áreas urbanas españolas. 2015.
93. Islas-Rivera VM, Navarro-Moctezuma E, Hernandez-Garcia S, Lelis-Zaragoza M, Ruvalcaba-Martinez JI. Urbanización y motorización en México. 2011;(362):54.
94. Rezaei S, Bagheri Lankarani K, Karami Matin B, Baziyar M, Hamzeh B, Najafi F. Determinant of road traffic crash fatalities in Iran: A longitudinal econometric analysis. *J Res Health Sci.* 2015;15(3):163–7.
95. Booth GL, Creatore MI, Moineddin R, Gozdyra P, Weyman JT, Matheson FI, et al. Unwalkable neighborhoods, poverty, and the risk of diabetes among recent immigrants to Canada compared with long-term residents. *Diabetes Care.* 2013;36(2):302–8.
96. Banco Interamericano de Desarrollo. Sostenibilidad urbana en América Latina y el Caribe [Internet]. Washington D.C.; 2011. Disponible en: http://www.iadb.org/document.cfm?id=35786040&pubDetail=1&wt_docType=Monographs&wt_docnum=35786040&wt_language=es&wt_department=VPS
97. Popkin BM, Gordon-Larsen P. The nutrition transition: Worldwide obesity dynamics and their determinants. *Int J Obes.* 2004;28(November): S2–9.
98. Mendez MA, Popkin BM. Globalization, Urbanization and Nutritional Change in the Developing World. *J Agric Dev Econ.* 2004;1(2):220–41.
99. Pessoa MC, Mendes LL, Gomes CS, Martins PA, Velasquez-Melendez G. Food environment and fruit and vegetable intake in a urban population: A multilevel analysis. *BMC Public Health.* 2015;15(1):1–8.
100. Caiaffa WT. Urbanization, Globalization and road safety: ¿A potential dialogue in search of equity? *Cien Saude Colet.* 2012; 17:2237–45.
101. Gong P, Liang S, Carlton EJ, Jiang Q, Wu J, Wang L. Urbanization and the spread of diseases of affluence. *NIH Public Access.* 2013;379(9818):843–52.
102. Eckert S, Kohler S. Urbanization and health in developing countries: A Systematic Review. *World Health Popul.* 2013;15(1):7–20.

103. Deguzman PB, Merwin EI, Bourguignon C. Population density, distance to public transportation, and health of women in low-income Neighborhoods. *Public Health Nurs.* 2013;30(6):478–90.
104. Reyes-Morales H, Gómez-Dantés H, Torres-Arreola L del P, Tomé-Sandoval P, Galván-Flores G, González-Unzaga MA, et al. Necesidades de salud en áreas urbanas marginadas de México. *Rev Panam Salud Pública.* 2009;25(4):328–36.
105. Fotso JC. Urban-rural differentials in child malnutrition: Trends and socioeconomic correlates in sub-Saharan África. *Heal Place.* 2007;13 (1):205–23.
106. Allender S, Foster C, Hutchinson L, Arambepola C. Quantification of urbanization in relation to chronic diseases in developing countries: A systematic review. *J Urban Heal.* 2008;85(6):938–51.
107. França MC, Medeiros CN. Relação entre mortalidade adulta e indicadores socioeconômicos nas Regioes Metropolitanas do Brasil TT - Relation of adult mortality and socioeconomical data on metropolitan regions of Brazil. *Acta Cir Bras.* 2005;20(supl.1):237–41.
108. Poverty N, Series P. Cause or Consequence? Suburbanization and Crime in EE.UU. Metropolitan Areas. *Crime Delinq.* 2008;55(1):28–50.
109. Ramírez-Silva I, Rivera JA, Ponce X, Hernández-Ávila M. Fruit and vegetable intake in the mexican population: Results from the mexican national health and nutrition survey 2006. *Salud Publica Mex.* 2009;51(SUPPL.4).
110. Astrup A, Dyerberg J, Selleck M, Stender S. Nutrition transition and its relationship to the development of obesity and related chronic diseases. *Obes Rev.* 2008;9(SUPPL. 1):48–52.
111. Coleman-jensen A, Rabbitt MP, Gregory CA. Household food security in the United States in 2015. Economic Research Service/USDA. 2016.
112. Nandi A, Glymour MM, Subramanian S V. Association among socioeconomic status, health behaviors, and all-cause mortality in the United States. *Epidemiology.* 2014;2(2):170–7.
113. Stevenson M, Thompson J, de Sá TH, Ewing R, Mohan D, McClure R, et al. Land use, transport, and population health: estimating the health benefits of compact cities. Vol. 388, *The Lancet.* 2016. p. 2925–35.
114. Quiroz Rothe H. Ciudad Compacta. Del concepto a la práctica. 1ª.ed. Programa de Urbanismo de la Universidad Autónoma de México, editor. Ciudad de México; 2015. 309 p.
115. A Prüss-Ustün, J Wolf, C Corvalán RB and MN. Preventing disease through healthy environments. A global assessment of the burden of disease from environmental risks [Internet]. 2016. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204585>
116. Ewing R, Cervero R. Travel and the built environment. *J Am Plan Assoc.* 2010;76(3):265–94.
117. Putrik P, de Vries NK, Mujakovic S, van Amelsvoort L, Kant IjJ, Kunst AE, et al. Living environment matters: relationships between neighborhood characteristics and health of the residents in a Dutch Municipality. *J Community Health.* 2014;40(1):47–56.

118. World Health Organization (WHO). Climate and health country profile-2015 México [Internet]. World Bank Global Health Expenditure Database United Nations Development Programme Human Development Reports. 2015. Disponible en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>
119. Griffiths CEM, Voorhees JJ. Development of Land Use Regression Models for PM_{2.5}, PM_{2.5} Absorbance, PM₁₀ and PM_{coarse} in 20 European Study Areas; Results of the ESCAPE Project. *J R Soc Med*. 1996;89(6):315–9.
120. Kneeshaw-Price SH, Saelens BE, Sallis JF, Frank LD, Grembowski DE, Hannon PA, et al. Neighborhood Crime-Related Safety and Its Relation to Children’s Physical Activity. *J Urban Heal*. 2015;92(3):472–89.
121. Cao X, Handy SL, Mokhtarian PL. The influences of the built environment and residential self-selection on pedestrian behavior: Evidence from Austin, TX. *Transportation (Amst)*. 2006;33(1):1–20.
122. Hoek G, Krishnan RM, Beelen R, Peters A, Ostro B, Brunekreef B, et al. Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: A review. *Environ Heal A Glob Access Sci Source*. 2013;12(1).
123. Nieuwenhuijsen MJ. Urban and transport planning, environmental exposures and health-new concepts, methods and tools to improve health in cities. *Environ Heal A Glob Access Sci Source* [Internet]. 2016;15(Suppl 1):162–71. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12940-016-0108-1>
124. Fong K, Hart JE, James P. A review of epidemiologic studies on greenness and health: updated literature through 2017. 2018;5(1):77–87.
125. Moreno Ceja F, Zumaya Leal M del R, Curiel Ballesteros A. El transporte motorizado como presión al bienestar en ciudades en expansión. *Rev Salud Pública* [Internet]. 2015;17(2):242–53. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/44511>
126. Greater London Authority. Health Impacts of Cars in London [Internet]. London; 2015. Disponible en: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/health_impact_of_cars_in_london-sept_2015_final.pdf
127. Nieuwenhuijsen MJ. Influence of urban and transport planning and the city environment on cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol*. 2018;15(7):432–8.
128. Barton H, Grant M. Urban planning for healthy cities. A review of the progress of the european healthy cities programme. *J Urban Heal*. 2013;90(SUPPL 1):129–41.
129. Byomkesh T, Nakagoshi N, Dewan AM. Urbanization and green space dynamics in Greater Dhaka, Bangladesh. *Landsc Ecol Eng*. 2012; 8:45–58.
130. Pineo H, Glonti K, Rutter H, Zimmermann N, Wilkinson P, Davies M. Urban Health Indicator tools of the physical environment: a systematic review. *J Urban Heal*. 2018;1–34.
131. Badland H, Whitzman C, Lowe M, Davern M, Aye L, Butterworth I, et al. Urban liveability: Emerging lessons from Australia for exploring the potential for indicators to measure the social determinants of health. *Soc. Med* [Internet]. 2014; 111:64–73. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.04.003>

132. Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, Dunstan DW. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults: A systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med.* 2011;41(2):207–15.
133. Handy SL, Boarnet MG, Ewing R, Killingsworth RE. ¿How the built environment affects physical activity - Views from urban planning? *Am J Prev Med.* 2002;23(02):64–73.
134. Kilbourne EM, Choi K, Jones TS, Thacker SB. Risk Factors for Heatstroke: A Case-Control Study. *JAMA J Am Med Assoc.* 1982;247(24):3332–6.
135. Semenza JC, McCullough JE, Flanders WD, McGeehin MA, Lumpkin JR. Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med.* 1999;16(4):269–77.
136. Harlan SL, Deplet-Barreto JH, Stefanov WL, Petitti DB. Neighborhood effects on heat deaths: Social and environmental predictors of vulnerability in Maricopa county, Arizona. *Environ Health Perspect.* 2013; 121:197–204.
137. Haque MA, Yamamoto SS, Malik AA, Sauerborn R. Households' perception of climate change and human health risks: A community perspective. *Environ Heal A Glob Access Sci Source.* 2012;11(1):1–12.
138. Fragkias M, Lobo J, Strumsky D, Seto KC. Does Size Matter? Scaling of CO2 Emissions and U.S. Urban Areas. *PLoS One.* 2013;8(6):64-727.
139. Fuller RA, Gaston KJ. The scaling of green space coverage in European cities. *Biol Lett.* 2009;5(3):352–5.
140. Villeneuve PJ, Jerrett M, G. Su J, Burnett RT, Chen H, Wheeler AJ, et al. A cohort study relating urban green space with mortality in Ontario, Canada. *Environ Res.* 2012; 115:51–8.
141. de Keijzer C, Agis D, Ambrós A, Arévalo G, Baldasano JM, Bande S, et al. The association of air pollution and greenness with mortality and life expectancy in Spain: A small-area study. *Environ Int.* 2017; 99:170–6.
142. Lozano R, Gómez-Dantés H, Garrido-Latorre F, Jiménez-Corona A, Campuzano-Rincón JC, Franco-Marina F, et al. La carga de enfermedad, lesiones, factores de riesgo y desafíos para el sistema de salud en México. *Salud Publica Mex.* 2013;55(6):580–94.
143. OMENT. Asumiendo el control de la Diabetes [Internet]. Vol. 39. 2016. Disponible en: http://oment.uanl.mx/wp-content/uploads/2016/11/FMidete_Asumiendo-Control-Diabetes-2016.pdf
144. Civelek M, Lusic AJ, Genetics M, Angeles L. What matters most: quantifying an epidemiology of consequence. *Ann Epidemiol.* 2014;15(1):34–48.
145. Borja-Aburto VH. Estudios ecológicos. *Salud Publica Mex.* 2000;42(6):533–8.
146. Staff OP de la S. Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud: 2003. *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems - ICD-10.* 2003. F00-F99 p.

147. INEGI IN de G y E. Lista mexicana para la selección de las principales causas. 2000. p. 30.
148. Agudelo-Botero M, Dávila-Cervantes CA. Carga de la mortalidad por diabetes mellitus en América Latina 2000-2011: los casos de Argentina, Chile, Colombia y México. *Gac Sanit* [Internet]. 2015;29(3):172–7. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0213911115000199>
149. OPS. La estandarización: un método epidemiológico clásico para la comparación de tasas. *Bol epidemiológico* [Internet]. 2002;23(3):9–12. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/32740>
150. Arriaga EE. Comentarios sobre algunos índices para medir el nivel y el cambio de la mortalidad. *Estud Demogr Urbanos Col Mex* [Internet]. 1996;11(1 (31)):5–30. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/40315373>
151. Salinas-Rodríguez A, Manrique-Espinoza B, Sosa-Rubí SG. Análisis estadístico para datos de conteo: Aplicaciones para el uso de los servicios de salud. *Salud Publica Mex*. 2009;51(5):397–406.
152. Subscribe G, Blog M. Getting started with the introduction. 2019;(2009):1–8.
153. Dávila-Cervantes C, Agudelo-Botero M. Sex disparities in the epidemic of type 2 diabetes in Mexico: national and state level results based on the Global Burden of Disease Study, 1990–2017. *Diabetes, Metab Syndr Obes Targets Ther*. 2019; Vol. 12:1023–33.
154. Malhão TA, Brito ADS, Pinheiro RS, Cabral CDS, De Camargo TMCR, Coeli CM. Sex differences in diabetes mellitus mortality trends in Brazil, 1980-2012. *PLoS One*. 2016;11(6):1–11.
155. Berenice E, Pineda G, Gómez-humarán IM, Levy TS. ENSANUT MC 2016. Informe Final de Resultados. Instituto Nacional De Salud Pública. 2016.
156. Luc B, Escuela MEZD. El Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo-2018. 2018.
157. Krieger N. Proximal, distal, and the politics of causation: ¿What’s level got to do with it? *Am J Public Health*. 2008;98(2):221–30.
158. WRI México. Desde los empleos hasta la educación, la desigualdad en la Ciudad de México es un asunto de accesibilidad. 2019.
159. Fernández S. Pensemos en accesibilidad. En: Una ciudad de distancias cortas [Internet]. 2018. p. 104. Disponible en: https://coreforourbano.com/wp-content/uploads/2019/01/CORE_Dic.10.2018-ANO-3.pdf
160. Garza Toledo, Enrique de la. Ascenso y crisis del estado social autoritario: estado acumulación del capital en México, 1940-1976. El Colegio de México. Centro de Estudios Sociológicos. 7ª. México, DF 1988. 215 p.
161. Academia Nacional de Medicina. Acciones para enfrentar a la diabetes. Documento de postura [Internet]. 2015. p. 802. Disponible en: <https://www.anmm.org.mx/publicaciones/CAnivANM150/L15-Acciones-para-enfrentar-a-la-diabetes.pdf>

Anexos

Anexo A

Metodología para la selección de las ciudades emergentes

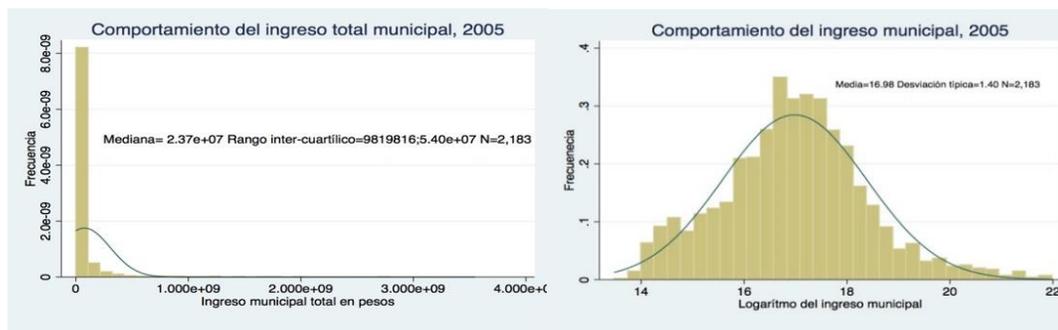
Construcción de la variable crecimiento económico

El crecimiento económico se mide normalmente por el producto interno bruto; en lo sucesivo (PIB)¹¹. Se solicitó información oficial al INEGI para obtener el PIB municipal para los años 2010 a 2015, pero argumentaron carecer de la información porque en México solo se reportó el PIB a nivel municipal hasta el año 2005. Por ello, se estimó el PIB a través del ingreso municipal, ya que si se contaba con la información de ingresos municipales de 2010 a 2015. Ver **Anexo D** “Soportes de solicitud para acceder a fuentes oficiales”.

Ingreso por municipio en 2005

Los ingresos municipales fueron tomados de la base de datos del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED)¹², donde se tienen observaciones para los años de 2010 al 2015. En los 2,183 municipios estudiados, se presentaron ingresos en pesos totales entre 715,79 y 355,000,000,000 millones de pesos con media de 7,590,000,000 y desviación típica de 2,200,000,000; mediana de 2,370,000,000 y rango inter-cuartílico de 4,410,000,000. Para mejorar el ajuste del modelo se tomó el logaritmo del ingreso.

Figura A.1 Gráfico de distribución de la variable logaritmo del ingreso municipal para el año 2005



En la figura A.1 se muestra la curva normal sobre el histograma de frecuencia de ambas variables. Del lado izquierdo la variable ingreso municipal en pesos, con un sesgo positivo a la

¹¹ El Producto Interno Bruto indica el valor de la producción de bienes y servicios de un país, durante un periodo de tiempo, generalmente un año, para México se puede expresar en pesos o en dólares (cuando se requiere compararlo con otros países). Es prácticamente la suma del valor de todos los bienes y servicios que hayan producido en el año, descontando el consumo de materiales y lo que se utilizó para llevar a cabo la producción. Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 2005-2009. Año base 2003 <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/construccion/default.aspx?tema=E>

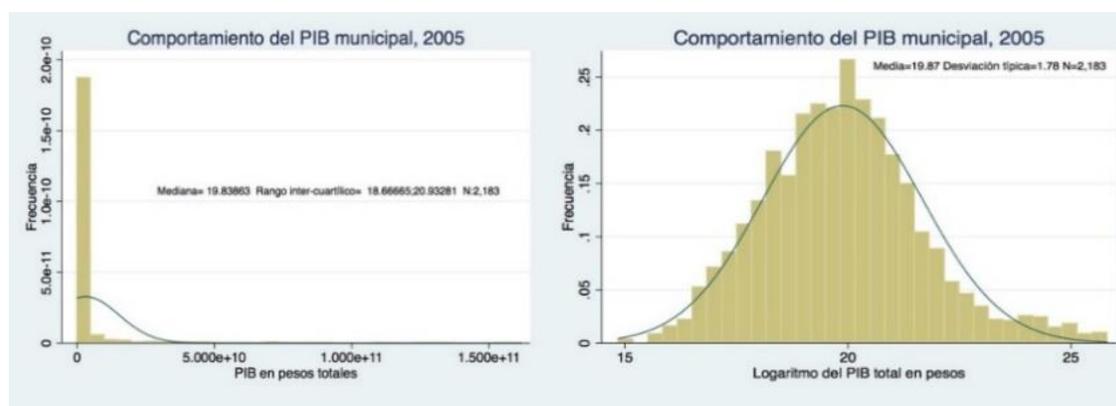
¹² INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal) Fuente: <https://www.gob.mx/inafed>

derecha; mientras que, en el lado derecho, se observa la variable logaritmo del ingreso municipal incesgada y con una evidente mayor tendencia a la normalidad.

PIB por municipio en 2005

El único año donde se obtienen registros del PIB municipal, es para el año 2005. Esta información se obtuvo de la base de datos SNIM (Servicio Nacional de Información de Mercados)¹³ y también se transformó la variable PIB municipal para mejorar el ajuste. Para el año 2005, los 2,183 municipios estudiados presentaron un (PIB)¹³ total en pesos entre; 2,830,008 y 16,200,000,000,000, siendo la media de 298,000,000,000, la desviación típica de 1,170,000,000,000, la mediana de 46,600,000,000 y el rango inter-cuartílico de 116,000,000,000.

Figura A.2 Gráfico de distribución de la variable logaritmo del PIB municipal para el año 2005



Relación PIB-Ingreso municipal

La correlación gráfica y estadísticamente significativa existente entre las variables ingreso municipal en pesos y PIB municipal total en pesos para el año 2005, apoyan la hipótesis de que se puede establecer un modelo que nos explique el PIB municipal a partir del ingreso municipal; esto con la intención de tener mediciones (estimadas) del PIB para otros años, ya que como se mencionó

¹³ Servicio Nacional de Información de Mercados
<http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>

anteriormente en México solo existe información para este rubro hasta el 2005 (tabla A.3; figura A.3).

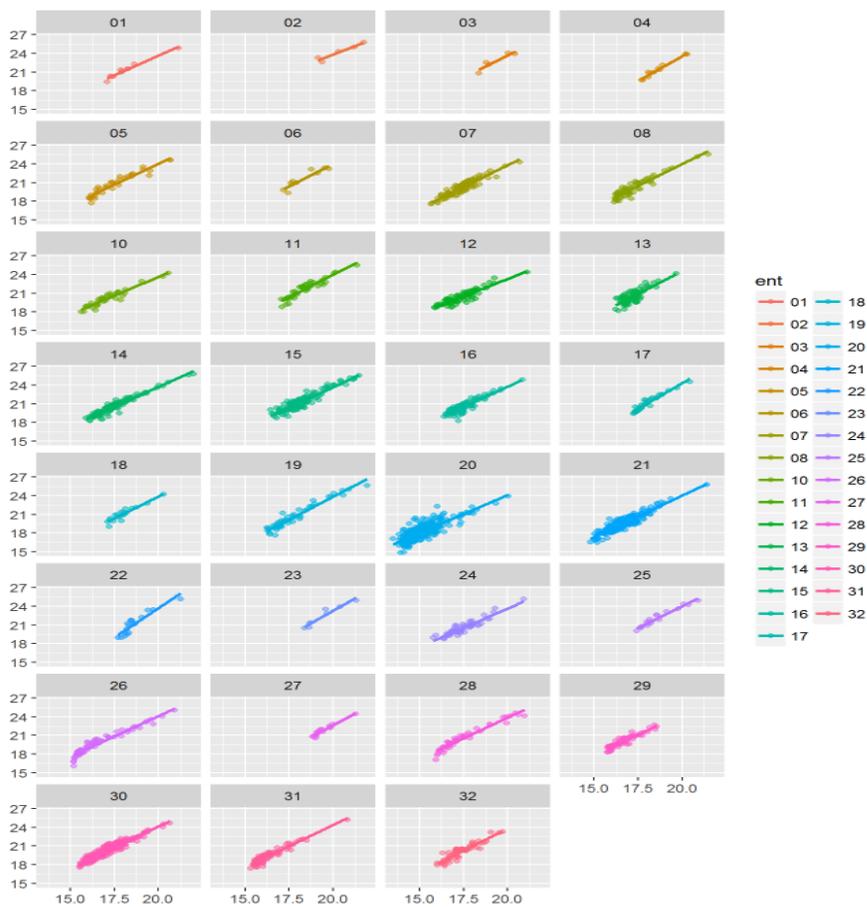
Tabla A.3 Análisis de correlación entre ingreso y el PIB municipal

		LIM	LPM
LIM Logaritmo del ingreso municipal	Correlación de		
	Pearson	1	0.932**
	Sig.(bilateral)		0.00***
	N	2,183	2,183
LPM Logaritmo del PIB municipal	Correlación de		
	Pearson	0.932**	1
	Sig.(bilateral)	0.00***	
	N	2,183	2,183

**La correlación se considera fuerte cuando es mayor de 0.50

***La correlación es significativa al nivel 0,01(bilateral)

Figura A.3 Gráfico de correlación entre el ingreso municipal y el PIB, según entidad federativa

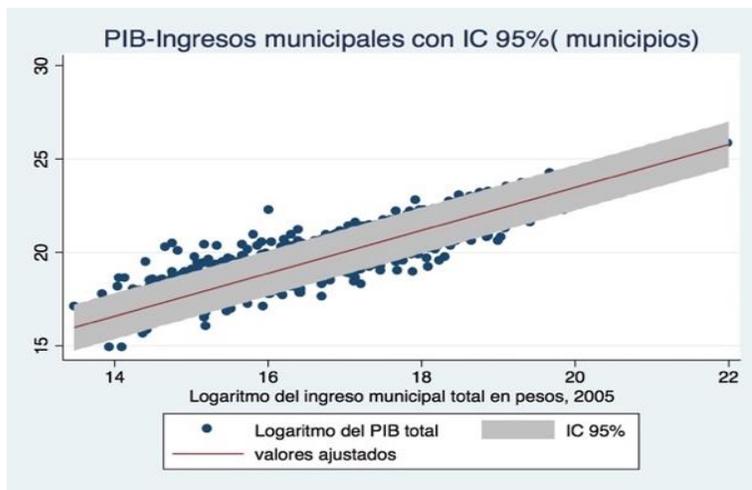


Modelo de regresión lineal entre el PIB municipal y el ingreso municipal para el año 2005

1. Gráfico de dispersión

En la figura A.4, se evidencia un gráfico de dispersión que permite apreciar la línea de predicción del logaritmo del PIB municipal a partir de los ingresos municipales totales en pesos, ajustando el modelo lineal con intervalos de confianza al 95 por ciento, de las predicciones individuales a cada municipio estudiado.

Figura A.4 Gráfico de dispersión Logaritmo PIB-Ingreso municipal con IC 95%, 2005



2. Regresión lineal

ANOVA^b

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	5659.0046	1	5659.0046		
Residual	790.894674	2,181	0.36262938	15605.48	.000 ^a
Total	6449.89928	2,182	2.9559575		

a. Variables predictoras: (Constante, logaritmo del ingreso municipal)

b. Variable dependiente: PIB municipal

Modelo de regresión PIB-Ingreso municipal			
Resumen del modelo ^a	R cuadrado	R cuadrado ajustada	Error típico de la estimación
		8774a	0.8773

a. Variables predictoras: (Constante, logaritmo del ingreso municipal)

b. Variable dependiente: PIB municipal

Coeficientes ^a						
	Coeficiente de		t	Valor p	Intervalo de confianza	
	Regresión	Error estándar			95%	
Constante	0.503818	0.156657	3.22	0.001	0.1966062	0.8110297
Logaritmo del ingreso	1.148491	0.009194	124.92	0	1.130462	1.16652

a. Variable dependiente: Logaritmo del PIB municipal

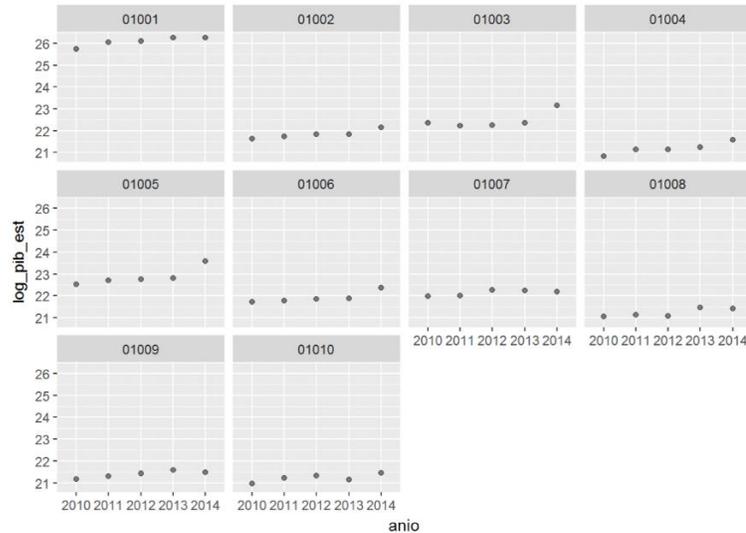
Interpretación: En el ANOVA de la regresión se observan la suma de cuadrados, los grados de libertad (**gl**) y la media cuadrática o, lo que es lo mismo, la varianza. Es importante destacar la varianza residual (Residual=790.89) permite calcular el Error estándar de la pendiente; en este caso, Logaritmo del ingreso (1.14). El valor estadístico $F(15605.48)$ que se obtuvo a partir del cociente entre la varianza del modelo y la varianza residual presenta significación estadística $F(p=0.000)$, lo que permite rechazar la hipótesis nula de pendiente igual a cero, y afirmar que existe una asociación estadísticamente significativa entre el logaritmo del PIB municipal y el logaritmo del ingreso municipal. Después aparece el coeficiente de determinación ($R^2=0.8774$), junto con el (R^2 ajustado=0.8773) que siempre es mejor que el R^2 y es útil para comparar entre sí, la capacidad predictiva de varios modelos. Con este último se puede decir que el 87.7% de la variabilidad del logaritmo del PIB municipal es explicada por el logaritmo del ingreso municipal total en pesos; es decir, por el modelo. En la columna Coeficiente de Regresión, se sitúa el valor de la pendiente de la recta o coeficiente de regresión (1.14) asociado al logaritmo del ingreso municipal (variable independiente) y valor de la ordenada en el origen o constante del modelo matemático (0.503). Por cada aumento de una unidad en el logaritmo del ingreso municipal, por término medio, el logaritmo del PIB municipal aumenta 1.14 unidades más. Dado el valor de la pendiente y la constante podemos predecir el valor del logaritmo del PIB municipal a partir del logaritmo del ingreso total municipal.

$$\text{Log PIB municipal} = 0.05 + 1.32 * (\text{Log ingreso municipal}) .$$

En la siguiente columna se presentan los respectivos errores estándar de la pendiente y la constante, seguidos del valor t calculado que resulta de dividir cada coeficiente entre su respectivo error estándar (test de Wald). Cada valor t corresponde a un valor p de significación estadística (a dos colas); que aparece en la columna adyacente (Valor p). La hipótesis nula para esta prueba es que el coeficiente respectivo vale cero; por lo que se rechaza la hipótesis nula. Por último en las dos últimas columnas aparecen los intervalos de confianza al 95% para la ordenada en el origen y para la pendiente de la recta. Cuando el intervalo de confianza al 95% incluya el valor nulo (0) no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). En este caso podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que por cada aumento en una unidad del logaritmo del ingreso municipal, el aumento del Logaritmo del PIB municipal es entre 1.13 y 1.16 unidades).

Como se observa en la figura A.5, con el modelo estimado, se usó la información de los ingresos municipales del año 2010 al 2014 para estimar el PIB en esos años.

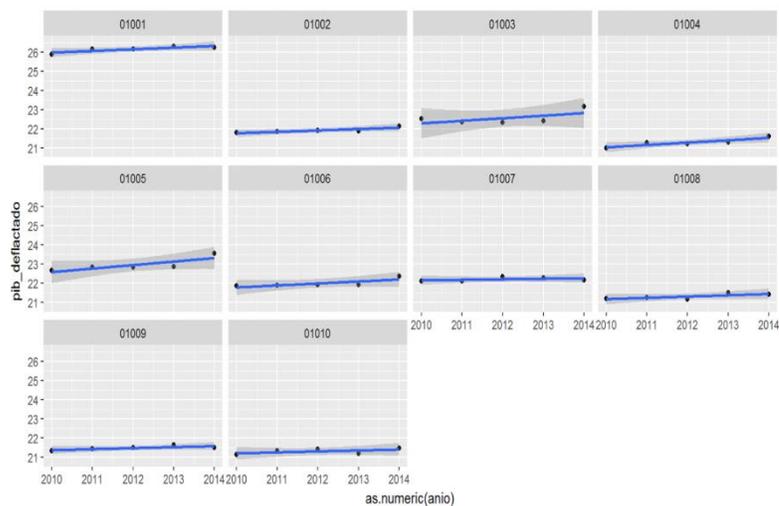
Figura A.5 Tendencia del Log-PIBmunicipal de 2010 al 2014



Inflación

Para poder medir el crecimiento económico es necesario tomar en cuenta la inflación. Esto debido a que el aumento de precios de un año a otro puede percibirse como un aumento en la producción y se interpreta como un mayor ingreso. Para eliminar este efecto, se calculó la inflación para los años 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 pero en precios del año 2015. La inflación fue calculada con base en información del Banco de México (figura A.6).

Figura A.6 PIB deflactado, 2010 al 2014



Tendencia del crecimiento económico municipal a nivel nacional

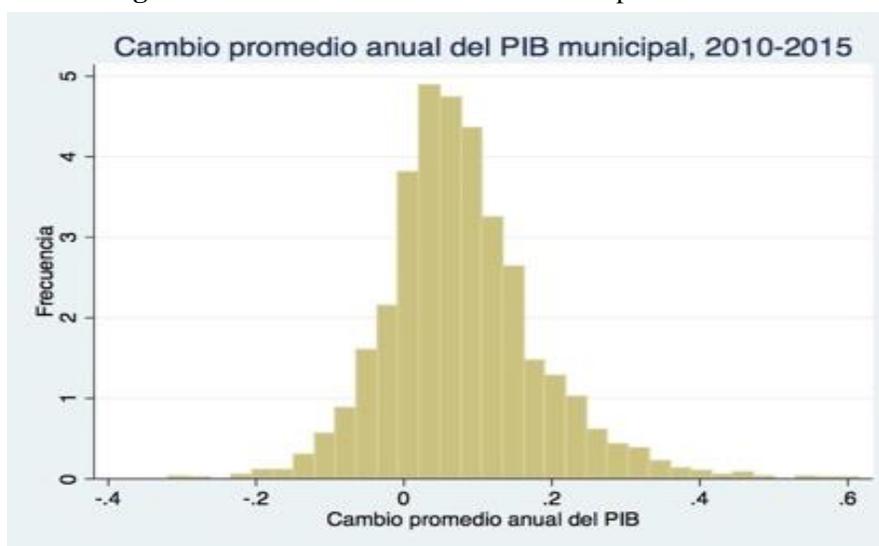
Una vez que se contó con las estimaciones del PIB para distintos años considerando la inflación, se buscó estimar el crecimiento económico para este periodo del tiempo. Para ello se calculó la pendiente de la recta que mejor ajusta a las observaciones para cada municipio.

Recordemos que la fórmula de la pendiente es:

$$m = \frac{\text{PIB}_2 - \text{PIB}_1}{\text{Año}_2 - \text{Año}_1}$$

Si la diferencia en los años es de uno, es decir, si $\text{Año}_2 - \text{Año}_1 = 1$, entonces tenemos que $m = \text{PIB}_2 - \text{PIB}_1$. Por lo tanto, la pendiente se puede interpretar como una tasa de cambio del PIB municipal. En la figura A.7 se presenta la distribución del indicador en los municipios evaluados.

Figura A.7 Crecimiento económico municipal 2010-2015



Ciudades

Para seleccionar las ciudades, se calculó la media nacional y la desviación estándar ponderando por población, como sigue:

$$\text{Media Nacional} = \sum_{i=1}^{\text{\#municipios}} \frac{\text{Crecimiento económico}_i * \text{Población del municipio}_i}{\text{Población total}}$$

Crecimiento económico nacional = 0.056

Desviación típica del crecimiento económico nacional = 0.08

Crecimiento económico por ciudad

Una vez se obtuvo el crecimiento económico por municipio, se calculó el crecimiento económico por ciudad. Esto debido a que una ciudad puede estar compuesta por varios municipios. En la tabla A.5 podemos observar algunas ciudades con los municipios que la conforman.

Tabla A.5 Ciudades y municipios que las conforman

reg_sun	region	tipo_ciudad	nombre_ciudad	state_abbr	municipio_name
1	01001	1	Aguascalientes	AGS	Aguascalientes
1	01005	1	Aguascalientes	AGS	Jesús María
1	01011	1	Aguascalientes	AGS	San Francisco de los Romo
2	02003	1	Tijuana	BC	Tecate
2	02004	1	Tijuana	BC	Tijuana
2	02005	1	Tijuana	BC	Playas de Rosarito

Para calcular el crecimiento económico de cada ciudad se realizó un promedio ponderado que tuvo en cuenta el aporte poblacional de cada municipio que la conforma (tabla A.6).

Tabla A.6 Crecimiento económico por ciudad

reg_sun	tipo_ciudad	nombre_ciudad	poblacion	crec_eco
1	1	Aguascalientes	1044049	0.1100769
2	1	Tijuana	1840710	-0.0975711
3	1	Mexicali	988417	-0.0223747
4	1	La Laguna	1283835	0.0336956
5	1	Saltillo	923636	0.0944254

Ciudades emergentes

Los criterios que se utilizaron para seleccionar las ciudades fueron:

- Población entre 100 mil y 2 millones de habitantes.
- Crecimiento económico superior a la media nacional entre 2010 y 2015.

Anexo B

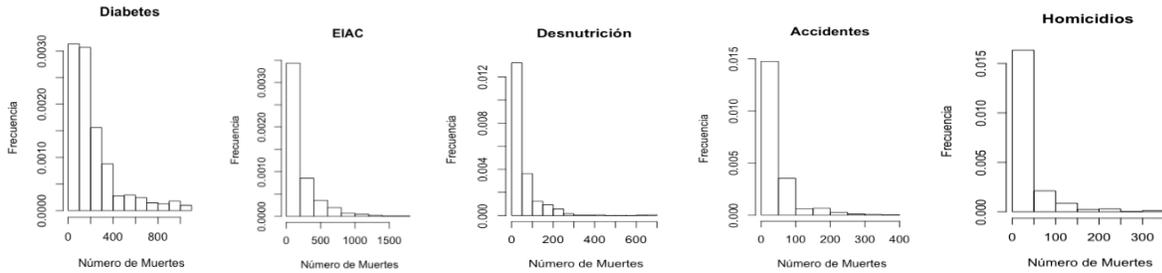
Ciudades emergentes por Estado

CIUDADES EMERGENTES 2010-2015			
AGUASCALIENTES	COLIMA	JALISCO	SINALOA
Aguascalientes	Colima-Villa de Álvarez	Lagos de Moreno	Licenciado Benito Juárez
BAJA CALIFORNIA	Manzanillo	Ocotlán	Navolato
Ensenada	GUERRERO	Puerto Vallarta	SAN LUIS POTOSÍ
Lázaro Cárdenas	Atoyac de Álvarez	Tepatitlán de Morelos	San Luis Potosí
Rodolfo Sánchez Taboada (Maneadero)	Chilapa de Álvarez	MEXICO	SONORA
CAMPECHE	GUANAJUATO	Los Baños	Ciudad Obregón
Ciudad del Carmen	Acámbaro	San Nicolás Guadalupe	Esperanza
CHIHUAHUA	Apaseo el Grande	Santo Domingo de Guzmán	Guaymas
Cuauhtémoc	Celaya	Temascalcingo	Navojoa
Hidalgo del Parral	Dolores Hidalgo	Tenango de Arista	TABASCO
CHIAPAS	Guanajuato	Tianguistenco	Macuspana
Comitán de Domínguez	Salamanca	MICHOACÁN	TLAXCALA
Las Margaritas	San Felipe	Zitácuaro	Huamantla
Ocosingo	San Francisco del Rincón	OAXACA	Tlaxcala-Apizaco
Palenque	San Luis de la Paz	Oaxaca	VERACRUZ
San Cristóbal de las Casas	San Miguel de Allende	San Juan Bautista Tuxtepec	Coatzacoalcos
Tapachula de Córdova y Ordóñez	HIDALGO	Tehuantepec	Minatitlán
Tuxtla Gutiérrez	Actopan	PUEBLA	Orizaba
Villaflores	Ciudad Sahagún-Tepeapulco	Atlixco	Tixpam de Rodríguez Cano
COAHUILA	Huejutla de Reyes	Huauchinango	YUCATÁN
Ciudad Acuña	Ixmiquilpan	Nuevo Necaxa-Tenango	Mérida
Piedras Negras	Pachuca	QUERÉTARO	Progreso
Saltillo	Tepeji de Ocampo	Querétaro	ZACATECAS
San Pedro	Tezontepec de Aldama	QUINTANA ROO	Zacatecas-Guadalupe
	Tula	Chetumal	
	Tulancingo	Playa del Carmen	

Anexo C

Construcción en R del modelo lineal generalizado mixto (GLMMs) con distribución binomial negativa para cada causa de mortalidad.

1. Exploración gráfica del comportamiento de las variables de respuesta.



2. Evaluando sobre-dispersión (*Poisson vs Regresión Binomial Negativo*)

Como se observa en la tabla C.1, para todos los años el cociente entre la media y la varianza es superior a 1, por lo que se sospecha que hay sobredispersión de la variable dependiente (número de defunciones observadas).

Tabla C.1 Media y varianza del número de defunciones por causa de mortalidad

Diabetes Mellitus				
	Media	Varianza (2)	Cociente (2)/(1)	
2000	162.7333	25538.94	156.9373	
2005	215.7867	41132.36	190.6158	
2010	245.962	49613.9	201.7136	
2015	279.8987	60428.36	215.8936	
EIAC				
	Media	Varianza (2)	Cociente (2)/(1)	
2000	160.8618	29151.23	181.2191	
2005	189.7089	42610.96	224.6124	
2010	228.7532	60796.39	265.7729	
2015	232.9548	63295.17	271.7058	
Desnutrición				
	Media	Varianza (2)	Cociente (2)/(1)	
2000	55.50667	4246.211	76.49912	
2005	63.71622	4556.245	71.50841	
2010	50.50993	3357.638	66.47481	
2015	61.32877	10281.546	167.64639	
Accidentes				
	Media	Varianza (2)	Cociente (2)/(1)	
2000	39.14865	1965.297	50.2009	
2005	45.22667	3126.015	69.11885	
2010	45.88	2758.979	60.13467	
2015	42.70886	2248.564	52.64866	
Homicidios				
	Media	Varianza (2)	Cociente (2)/(1)	
2000	25.90441	1337.1538	51.61877	
2005	23.16541	719.3209	31.0515	
2010	39.18571	3580.5552	91.37399	
2015	42.63758	2796.3407	65.58394	

Una de las principales razones por las que el modelo con *Poisson* falla es por la heterogeneidad no observada. Esto significa que hay factores no observados, en especial características de los sujetos, que ejercen alguna influencia sobre la variabilidad relacionada con la variable de respuesta. La forma más robusta de evaluar si los datos presentan sobredispersión es a través de la log-verosimilitud de los modelos *Poisson* y *Binomial Negativa*. Para comparar los modelos, utilizamos el estadístico de prueba propuesto por Cameron y Trivedi (1998) que calcula la razón verosimilitud (RV) y se distribuye asintóticamente como una Ji-cuadrada con un grado de libertad (151).

$$\text{Razón de verosimilitud: LR} \sim \chi^2_{1, 2\alpha}$$

Tabla C.2 Prueba para evaluar sobredispersión (Cameron y Trivedi1998)

	Diabetes mellitus	EIAC(Infarto)	Desnutrición	Accidentes	Homicidios
Estadística de prueba	782494.2 (gl=6)	868638.1 (gl=6)	458190.4 (gl=6)	96497.42 (gl=10)	184735.4 (gl=10)
Chi2	3.841459	3.841459	3.841459	3.841459	3.841459
P-value	0.0.8	0.72	0.12	0.55	0.23
Resultado	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza

Para todas las causas de mortalidad, el estadístico de prueba fue mayor que la Ji-cuadrada, por lo cual se rechazó la hipótesis nula ($H_0: \alpha = \frac{1}{\theta} = 0$ vs $H_a: \alpha = \frac{1}{\theta} > 0$) y se asume que el modelo lineal generalizado se debe hacer con distribución binomial negativa por que los datos están sobre dispersados (ver tabla C.2.). En R, el valor de θ se estima con la función `glm.nb()` de la librería MASS.

3. Selección del “mejor” modelo

Como aparece en la tabla C.3., se estimaron ocho modelos incorporando el año y el id que identificaba la ciudad con efecto aleatorio y, el sexo y las variables categóricas con efecto fijo. Cabe señalar que la variable de respuesta es del tipo ‘tasa’ y se especifica en el modelo en dos partes: como variable de respuesta *per se* = número de casos y en la opción `offset` = población expuesta. Para seleccionar el mejor modelo, se tuvo en cuenta el criterio Akaike (AIC) condicionado que asume como mejor, el que tenga menor valor.

Tabla C.3 Código en R del GLMMs con distribución binomial negativa, por causa

	Diabetes Mellitus	EIAC	Desnutrición	Accidentes	Homicidios
	AIC [†]	AIC [†]	AIC [†]	AIC [†]	AIC [†]
##Modelo nulo (anio constante)					
Mod0<-glmmTMB(Yr ~ 1 + offset(log(total_pob)) + us(anio + 0 id), family = nbinom1, data = datos)	6579.299	6858.66	6154.775	5617.263	5077.329
##Modelo 1 (anio genero)					
Mod1<-glmmTMB(Yr ~ 1 + offset(log(total_pob)) + genero + us(anio + 0 id), family = nbinom1, data = datos)	6579.371	6733.3	6149.531	4812.993	4696.566
##Modelo 2 (anio genero + cate_densi)					
Mod2<-glmmTMB(Yr ~ 1 + offset(log(total_pob)) + genero + cate_densi + us(anio + 0 id), family = nbinom1, data = datos)	6572.067	6719.47	6142.124	4803.361	4687.994
##Modelo 3 (anio genero + cate_moto)					
Mod3<-glmmTMB(Yr ~ 1 + offset(log(total_pob)) + genero + cate_moto + us(anio + 0 id), family = nbinom1, data = datos)	6473.328	6733.89	6144.235	4808.556	4688.891
##Modelo 4 (anio genero + cate_densi + cate_moto)					
Mod4<-glmmTMB(Yr ~ 1 + offset(log(total_pob)) + genero + cate_densi + cate_moto + us(anio + 0 id), family = nbinom1, data = datos)	6469.158	6716.71	6135.408	4800.29	4679.871
##Modelo 5 (anio genero + cate_densi:cate_moto)					
Mod5<-glmmTMB(Yr ~ 1 + offset(log(total_pob)) + genero + cate_densi*cate_moto + us(anio + 0 id), family = nbinom1, data = datos)	6473.355	6723.99	6141.305	4798.794	4677.282
##Modelo 6 (anio genero + cate_margi)					
Mod6<-glmmTMB(Yr ~ 1 + offset(log(total_pob)) + genero + cate_margi + us(anio + 0 id), family = nbinom1, data = datos)	6475.016	6731.54	6129.477	4814.516	4700.42
##Modelo 7 (anio genero + cate_densi + cate_margi)					
Mod7<-glmmTMB(Yr ~ 1 + offset(log(total_pob)) + genero + cate_densi + cate_margi + us(anio + 0 id), family = nbinom1, data = datos)	6470.7	6710.52	6120.81	4805.263	4691.788
##Modelo 8 (anio genero + cate_densi*cate_margi)					
Mod8<-glmmTMB(Yr ~ 1 + offset(log(total_pob)) + genero + cate_densi*cate_margi + us(anio + 0 id), family = nbinom1, data = datos)	6476.653	6714.75	6124.439	4806.946	4690.892

*Enfermedad isquémica aguda del corazón

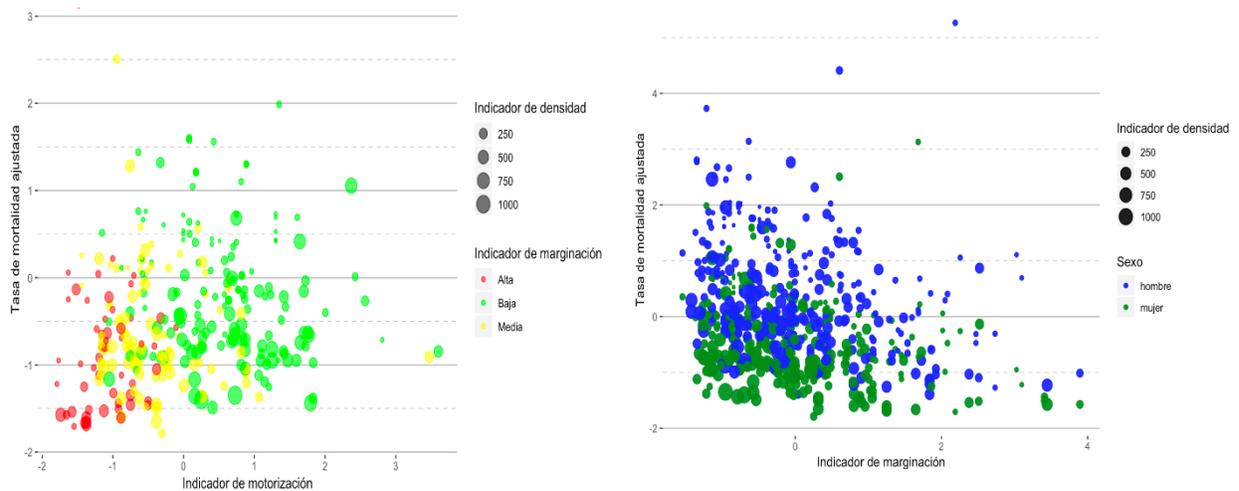
† Criterio de Akaike

Nota: el AIC del modelo seleccionado para cada causa de mortalidad aparece resaltado en color rojo

4. En el mejor modelo (modelo con mayor soporte) se analizó el efecto de cada covariable sobre la variable de respuesta y se exploró un análisis gráfico como sigue:

Ej. Modelo de regresión que evalúa el vínculo entre la mortalidad por enfermedad isquémica del corazón, el sexo y las métricas urbanas, 2000-2015.

Tabla C.4 Modelo de regresión para enfermedad isquémica del corazón



Anexo D

Soportes de solicitud para acceder a fuentes oficiales

Respuesta oficial del INEGI con relación al PIB municipal de 2010 a 2015.

Folio 48917

C. LUISA CAROLINA GARCES MURILLO

En atención a que **su requerimiento corresponde a Información Estadística**, hacemos de su conocimiento que la generación, captación y difusión de la misma se regula por lo dispuesto en el Apartado B del artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como por la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (Ley del Sistema) y la misma es dada a conocer a través del **Servicio Público de Información Estadística y Geográfica**, el cual es prestado de manera exclusiva por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en cumplimiento a lo establecido por los artículos 47, 98, 99, 100, 101 y 102 de la citada Ley.

En este orden de ideas, a continuación, se ofrece respuesta a su solicitud, en los siguientes términos:

Requerimiento:

"Producto Interno Bruto anual por municipio de 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 con clave (clave del municipio), estado y municipio

Otros datos: Archivo tipo .xlsx" (Sic).

Sobre el particular, toda vez que parte de su requerimiento deriva de la descripción, visualización y resumen de datos originados a partir de un fenómeno económico de estudio, refiere a Información Estadística, la cual es generada en el marco del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, dicha solicitud no queda sujeta a la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, ni a la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, ello de conformidad con el artículo 47 de la Ley del Sistema, únicamente queda sujeta la información propia de la gestión administrativa del Instituto que es la relacionada con la gestión de recursos, humanos, materiales, financieros, tecnológicos y legales que le son asignados para el ejercicio de sus funciones. En ese orden de ideas hacemos de su conocimiento lo siguiente:

El INEGI de acuerdo con las atribuciones conferidas por los artículos 23 y 24 de la Ley del Sistema cuenta con un Subsistema Nacional de Información Económica, el cual cuenta con un Directorio Nacional de Unidades Económicas, entre otra infraestructura de información, y genera un conjunto de indicadores clave, relacionados como mínimo con el Sistema de Cuentas Nacionales; ciencia y tecnología; información financiera; precios y trabajo.

En ese sentido, el INEGI cuenta con información Estadística que podría resultar de su interés, ello atendiendo al contenido de su requerimiento, misma que se encuentra pública y disponible para consulta del público en general en el Sitio del INEGI en Internet, derivada de los proyectos siguientes: **PIB y Cuentas Nacionales** y **Censos Económicos**. Los cuales deben considerarse como Información de Interés Nacional y de uso obligatorio para la Federación, estados y municipios en cumplimiento a lo dispuesto por los artículos 6, 57 y 78 de la Ley del Sistema.

Sin embargo, le comunicamos que la información Estadística pública disponible que difunde el Instituto corresponde al PIB Nacional y Estatal, sin embargo no se cuenta con el PIB por municipios y/o delegaciones en los términos a que hace referencia su requerimiento.

PIB y Cuentas Nacionales.

Producto Interno Bruto (PIB) Base 2008.

Enlace al sitio:

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/>

Le comunicamos que en caso de no estar conforme con la respuesta proporcionada a su requerimiento de información estadística y geográfica, podrá interponer el recurso de revisión previsto por el artículo 113 de la Ley del Sistema, ante la Ventanilla de Atención a Usuarios del Servicio Público de Información a cargo del C. José de Jesús Esquivel de la Rosa, Subdirector de Atención a Usuarios del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en un plazo no mayor de quince días hábiles, contados a partir del día siguiente de la notificación, esto de conformidad con lo dispuesto por los artículos 114 y 115 de la citada Ley o bien, intentar la vía jurisdiccional que corresponda.

Cabe señalar que el artículo 140 fracción VII del Reglamento de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, establece que en aquellos casos en que se reciba una solicitud de información Estadística y Geográfica, la Unidad de Transparencia se abstendrá de conocer de la misma por no encontrarse sujeta a la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información y al citado Reglamento y que sin perjuicio de lo anterior y de ser posible, se orientará al solicitante sobre las instancias ante las cuales podría plantear su requerimiento en el marco del Sistema Nacional de Información Estadística Geográfica, o proporcionarle información difundida por el Instituto para consulta por cualquier interesado en cumplimiento a la Ley del Sistema, sin que tal circunstancia constituya una obligación exigible por el solicitante en términos de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Así mismo, le informamos que si desea más asesoría respecto a la información estadística y geográfica que el INEGI genera, integra y difunde, puede contactarnos por cualquiera de nuestros [canales de atención](#), en donde le atenderán asesores especializados en dicha información:

- Número telefónico gratuito 01 800 111 46 34
- Correo electrónico: atencion.usuarios@inegi.org.mx
- Chat: <http://chat.inegi.org.mx/code/webchatLogin.php>
- Facebook: <https://www.facebook.com/INEGIMexico/>
- Centros de Información INEGI, cuyos domicilios están disponibles para su consulta en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/centrosinformacion/>

Finalmente, resulta necesario comentarle que el INEGI no realiza cálculos del PIB con desglose municipal, debido a que la estadística básica necesaria para sus cálculos sólo es representativa de los estados.

El **Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED)**, órgano desconcentrado de la Secretaría de Gobernación, efectivamente realizó un ejercicio sobre el tema, en donde presenta datos financieros, económicos y sociodemográficos de los estados y municipios de México, utilizando información censal del INEGI, el cual podría resultar de su interés atendiendo al contenido de su requerimiento, para lo cual se sugiere consultar la siguiente liga:

<http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Municipales>

Por lo anterior, en caso de que sea su intención formular su petición directamente al INAFED, para conocer más a detalle sobre el ejercicio realizado, puede utilizar la Plataforma Nacional de Transparencia, ello toda vez que es sujeto obligado al cumplimiento de lo dispuesto por la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, en términos de lo dispuesto por el artículo 1 de ambas leyes, pudiendo acceder dando clic en la siguiente dirección electrónica:

<http://www.plataformadetransparencia.org.mx>

Conociendo México

Centro de Atención de Llamadas INEGI
 Nacional sin costo: 01 800 111 46 34
 Internacional: (código internacional)+ (52)+(449) 910 53 00 Ext. 5301
www.inegi.org.mx
atencion.usuarios@inegi.org.mx



Respuesta oficial de CONAPO con respecto a los conteos de población a mitad de período por sexo y grupos quinquenales para los años 2000, 2005, 2010 y 2015 a nivel municipal.

Estimada Luisa Carolina,

De acuerdo a nuestra conversación aquí en las oficinas de la Secretaría General del Consejo Nacional de Población, nos permitimos hacer de su conocimiento que, efectivamente no contamos con estimados de población por municipio de 2000 al 2010 de las proyecciones de población de 2010-2030, debido a que las estimaciones entre mayor nivel de desagregación geográfica tienen son menos precisas, es decir, a nivel entidad son menos precisas que a nivel nacional y a nivel municipal son menos precisas que a nivel entidad. Por esta razón las estimaciones que se presentan a nivel municipal sólo se tienen para grandes grupos de edad por sexo y a partir del año 2010 en adelante, sin hacer una retroproyección como se hizo para las entidades federativas. Las estimaciones de los municipios son a partir del 2010 porque es el año del Censo base para realizar las proyecciones vigentes de población.

Sin embargo, se cuentan con proyecciones anteriores que contienen estimaciones a nivel municipal y de años anteriores al 2010, son las proyecciones de población 2000-2030, las proyecciones de población 2000-2030 no son comparables con las estimaciones de las proyecciones vigentes de población 2010-2030, razón por la cual si se desea hacer algún uso de proyecciones NO vigentes de población, se debe tener muy en cuenta la siguiente nota metodológica:

Nota metodológica:

Las proyecciones de población 2010-2030 y las Proyecciones de Población 2000-2030, son datos provenientes de diferentes cálculos. Por lo tanto, hacemos de su conocimiento que estos datos no son comparables entre sí debido a que toman como base para su cálculo, censos de población y vivienda distintos (Censo 2000 y Censo 2010), por lo que las proyecciones de población actualizadas sustituyen a las anteriores que pierden vigencia. Es importante considerar que las proyecciones e indicadores demográficos se basan en los censos y conteos de población los cuales se corrigen con estimaciones de la mortalidad, fecundidad y migración de censos previos, estadísticas vitales y encuestas sociodemográficas. Estas fuentes de información tienen características y calidad diferentes, por lo que sus estimaciones deben conciliarse. La conciliación demográfica es un método indirecto que se utiliza para establecer el volumen y estructura de la población e indicadores demográficos de los cuales partir para llevar a cabo las nuevas proyecciones a través de la reconstrucción de la dinámica demográfica del pasado reciente. El trabajo realizado en las más recientes proyecciones fue a través del Grupo de Trabajo Interinstitucional coordinado por la Secretaría General del CONAPO y contó con los aportes de un estudio de conciliación demográfica de la Sociedad Mexicana de Demografía.

Saludos cordiales

