



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Vulnerabilidad ante COVID-19 en México

Manuel Suárez Lastra¹, Carlos Valdés González², M. Carlos Galindo Pérez¹, L. Enrique Salvador Guzmán¹, Naxhelli Ruiz Rivera¹, Irasema Alcántara-Ayala¹, Malaquías López Cervantes³, Ana R. Rosales Tapia¹, William Lee Alardín⁵, Héctor Benítez Pérez⁶, M. del Carmen Juárez Gutiérrez¹, O. Arturo Bringas López⁴, Oralia Oropeza Orozco¹, Armando Peralta Higuera¹, Ricardo J. Garnica-Peña¹

¹Instituto de Geografía, ²Instituto de Geofísica, ³Facultad de Medicina, ⁴Facultad de Ciencias, ⁵Coordinación de la Investigación Científica, ⁶Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas

Ciudad de México, Cd. Mx. a 25 de abril del 2020

Vulnerabilidad ante el COVID-19 en México

Manuel Suárez Lastra¹, Carlos Valdés González², M. Carlos Galindo Pérez¹, L. Enrique Salvador Guzmán¹, Naxhelli Ruiz Rivera¹, Irasema Alcántara-Ayala¹, Malaquías López Cervantes³, Ana R. Rosales Tapia¹, William Lee Alardin⁵, Héctor Benítez Pérez⁶, M. del Carmen Juárez Gutiérrez¹, O. Arturo Bringas López⁴, Oralia Oropeza Orozco¹, Armando Peralta Higuera¹, Ricardo J. Garnica-Peña¹

¹Instituto de Geografía, ²Instituto de Geofísica, ³Facultad de Medicina, ⁴Facultad de Ciencias, ⁵Coordinación de la Investigación Científica, ⁶Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas

Resumen ejecutivo

Se elaboró un índice de vulnerabilidad a COVID-19 para México a escala municipal. El índice integra tres dimensiones de vulnerabilidad: demográfica, de salud y socioeconómica. Cada dimensión integra a su vez una serie de indicadores relacionados con el tipo de vulnerabilidad que expresan.

La *dimensión demográfica* la componen variables asociadas con las características de la población que, por las características de la infección por el virus SARS-CoV-2 pueden ser factores que aumentan la vulnerabilidad. Esta dimensión considera también las características socioculturales de la población que dificultan el acceso a los recursos de información para prevenir el contagio, y factores que se han asociado a una menor accesibilidad a los servicios médicos indispensables una vez que han adquirido la infección.

La *dimensión de salud* la componen variables asociadas al estado de salud de la población, a la infraestructura y servicios hospitalarios y al personal médico disponible en los municipios respecto a su población. Se considera que los municipios con un mayor porcentaje de morbilidades asociadas a complicaciones del COVID-19 (hipertensión, diabetes, obesidad y neumonía y bronconeumonía), serán más vulnerables, así como aquellos que cuenten con un menor grado de cobertura y especialización en la infraestructura de salud y personal médico.

La *dimensión socioeconómica* está compuesta por variables relacionadas al bienestar de la población de un municipio en términos de satisfactores básicos, derechos y capacidad económica. Esta dimensión también incluye la probabilidad de exposición al virus dadas las características de poblamiento y la estructura del empleo.

El *índice de vulnerabilidad* está clasificado en cuatro grados: **Medio, Alto, Muy Alto y Crítico.**

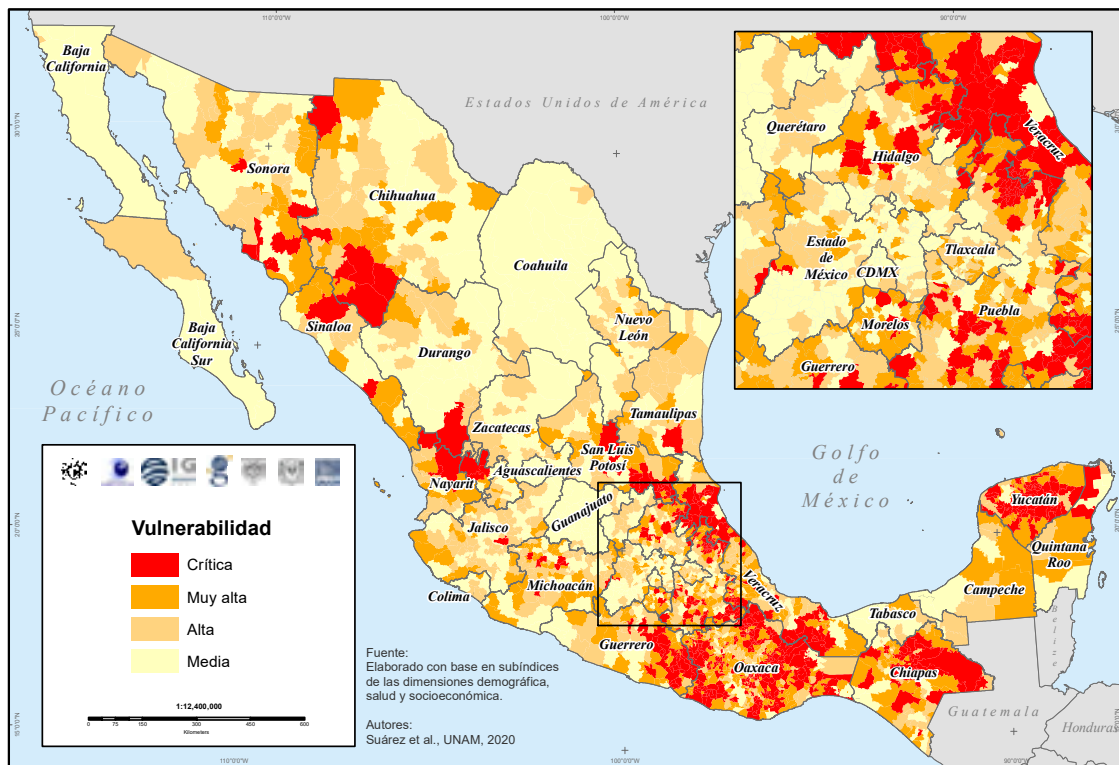
El **grado medio de vulnerabilidad** se encuentra principalmente en los grandes centros urbanos que cuentan con la mayor infraestructura de salud, y la mayor capacidad económica. 63% de la población vive en municipios con vulnerabilidad media.

El **grado alto de vulnerabilidad** se presenta en municipios con localidades urbanas de tamaño medio, y con una proporción de población indígena ligeramente menor a la media nacional. La infraestructura de salud es escasa. Su marginación se encuentra ligeramente debajo del promedio nacional. 17.6% de la población nacional reside en estos municipios.

El **grado muy alto de vulnerabilidad** se presenta en municipios que concentran 11.7% de la población nacional. Se trata de municipios de marginación por arriba del promedio nacional con áreas urbanas pequeñas. El porcentaje de población indígena se encuentra por arriba del promedio nacional. La infraestructura de salud es muy escasa, con una tasa de hacinamiento mayor a las primeras dos categorías. Los hogares cuentan con pocos medios de comunicación, y la producción económica es precaria.

Grados de vulnerabilidad ante COVID-19 por municipio

México: Grado de vulnerabilidad a COVID-19

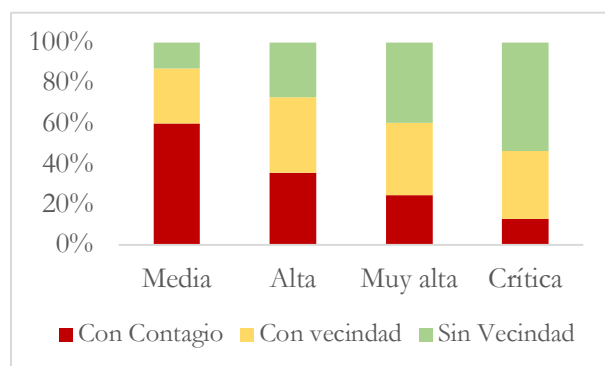


El **grado crítico de vulnerabilidad** se presenta en municipios que concentran al 7.5% de la población del país. Se trata de municipios primordialmente rurales con el porcentaje más alto de personas mayores de 60 años y una importante proporción de población indígena. Los servicios de salud son críticamente escasos. Su marginación está muy por arriba de la media nacional, muestran el mayor nivel de hacinamiento, el menor acceso a medios de comunicación y una economía muy precaria.

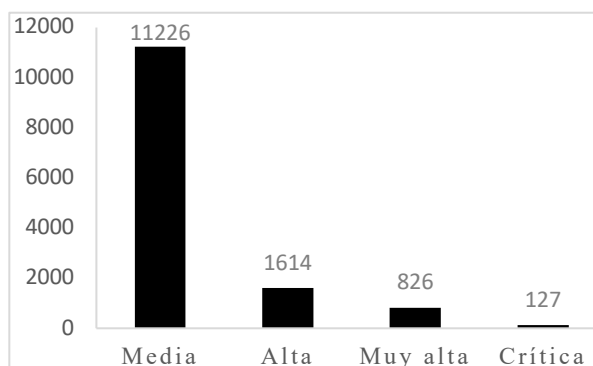
Hasta el 17 de abril de 2020, los casos confirmados de COVID-19 en México se han presentado principalmente en municipios de vulnerabilidad media. Los municipios con grado muy alto y crítico de vulnerabilidad presentan pocos casos, y en la gran mayoría de ellos no se ha confirmado caso alguno.

Es en esos municipios en los que las condiciones económicas de la población son tan precarias, que sobrellevar el periodo de contingencia representa un reto mayor. En términos socioeconómicos, son los municipios con menor capacidad de resistencia, y por consecuencia, menor capacidad de resiliencia. Es imperativo que la política pública se encamine a evitar la propagación de contagios en estas áreas, ya que no existen los servicios médicos para atender a quienes se enfermen.

Municipios con contagio y grados de vulnerabilidad.



Casos confirmados por grado de vulnerabilidad.



Conclusiones del estudio

- La mayor vulnerabilidad se concentra en los municipios más marginados del país, en los Estados de Oaxaca, Guerrero y Chiapas, donde el acceso a servicios de salud es limitado, además de la Huasteca Veracruzana y Poblana así como al sur de Durango, Sierra Tarahumara y en Yucatán.
- El mayor número de contagios hasta la tercera semana de abril de 2020 se presenta en municipios de marginación media, por tratarse de grandes centros urbanos. En ellos se concentra

una mayor disponibilidad de servicios de salud y mayor capacidad económica, sin que eso prevenga la saturación de los servicios de salud.

- La vulnerabilidad de los municipios donde no hay contagio es la más alta y crítica, lo que puede tener fuertes efectos negativos en las economías locales aun sin contagios. Es en estos municipios en los que se deben prevenir a toda costa los contagios, ya que además de la precariedad económica, los servicios de salud son prácticamente nulos.

Recomendaciones

- Aumentar y mantener las medidas de prevención del contagio en municipios con vulnerabilidad muy alta y crítica aunque no presenten casos, dado que los efectos en estos municipios serán más graves.
- La Fase 3 debe ser activada en las Zonas Metropolitanas con mayor número de casos, así como las zona fronteriza norte y el municipio de Benito Juárez, Q. R. para limitar la movilidad de la población y los contagios a municipios de vulnerabilidad muy alta y crítica.
- Se debe evaluar el levantamiento anticipado de las medidas de mitigación del contagio en municipios con vulnerabilidad muy alta y crítica sin haber controlado la epidemia en otros municipios, específicamente aquellos con mayores vínculos socioeconómicos.
- Generar un plan de protección económica específicamente para los municipios más vulnerables que les permita resistir la contingencia y recuperarse posteriormente.

Las bases de datos y mapas utilizados para este estudio, junto con sus resultados se encuentran disponibles en:

<https://www.gits.igg.unam.mx/iCOVID-19/home>

1. Introducción

El propósito del presente artículo es presentar un índice de vulnerabilidad ante el COVID-19 en México que integre los principales aspectos demográficos, socioeconómicos y de salud de la población, a nivel municipal.

México registró a su paciente cero el 27 de febrero de 2020. Tras la evolución de la epidemia, los gobiernos federal, estatales y municipales, establecieron medidas de distanciamiento social, incluyendo el cierre de negocios no esenciales con el fin de disminuir la velocidad de los contagios y reducir la carga del ya saturado sistema de salud público. Aunque estas medidas permiten una mejor atención a los pacientes con casos severos, ponen en riesgo económico a sectores importantes de la población, particularmente a los más vulnerables; es decir, aquellos que tienen mayor susceptibilidad a vivir efectos negativos graves en diversos aspectos de su vida.

En dicho contexto, es importante reconocer que la epidemia tiene efectos diferenciados en cada lugar y que éstos variarán de acuerdo con una serie de características sociales, económicas y de salud de la población, que tienen una dinámica espacial y cuya comprensión es mayor si se analiza desde el punto de vista geográfico. El análisis de la distribución geográfica de estos fenómenos forma parte de los procesos de toma de decisiones relativas a las intervenciones en el ámbito sanitario, económico y social. Uno de los objetivos más importantes desde el punto de vista geográfico es la identificación de la dinámica espacial de la vulnerabilidad; es decir, a la espacialidad de las características subyacentes que conducen a una mayor probabilidad de daño en sectores identificables, tanto en sus características sociales como en su localización.

Aunque todas las personas podemos contagiarnos, existen grupos sociales más vulnerables que otros, en función de distintas dimensiones, las cuales buscamos conocer a través de este índice. Ejemplo de ello son la condición de edad avanzada o la preexistencia de determinadas enfermedades, las cuales promueven la evolución negativa de la enfermedad haciendo más propensa a la población con esas características a sufrir consecuencias negativas en diferentes aspectos de su vida a raíz de la epidemia. Las carencias en diferentes aspectos del desarrollo humano hacen vulnerable a la población que en términos socioeconómicos y/o psicosociales, tendrá mayor dificultad para sobrellevarlos aun sin estar contagiada. Por otro lado, la baja accesibilidad a la infraestructura de salud, particularmente la más especializada, así como su calidad, exagera la vulnerabilidad debido a la imposibilidad de alcanzar atención médica; al tiempo que aspectos como la densidad poblacional de las ciudades aumentan la vulnerabilidad en las mismas al facilitar una mayor tasa de contagio.

Dado lo anterior, para generar este índice municipal de vulnerabilidad ante COVID-19, se realizaron talleres virtuales con un grupo de académicos expertos en salud, vulnerabilidad y riesgo, a través de los cuales se discutieron una amplia gama de variables e indicadores, su disponibilidad y características espaciales, así como las metodologías más adecuadas para la construcción de un índice de estas características. Dada la necesidad de contar con un índice en el menor tiempo posible, era imperativo adoptar una metodología robusta y transparente que facilitara el procesamiento rápido de las variables críticas, con la flexibilidad suficiente para ampliar o ajustar el índice en el futuro para escenarios específicos. Un índice de esta naturaleza permite identificar la distribución y combinación espacial de los diferentes factores que generan mayor propensión al daño o las consecuencias adversas que pueden tener las personas; esta información facilita que diferentes entidades de la administración pública puedan hacer una toma de decisiones informada con bases científicas.

El índice que se presenta, integra tres dimensiones relevantes para la configuración de la vulnerabilidad: demográfica (CEPAL, 2002; Garay & Montes de Oca, 2011; Sánchez-González & Egea-Jiménez, 2011), de salud (Instituto Nacional de Salud Pública (Mexico), 2007; Juárez-Ramírez et al., 2014) y socioeconómica (Kaztman, 1999; Rey et al., 2009). Cada dimensión está construida a partir de una serie de indicadores cuya relevancia se basa en la revisión de trabajos publicados en cada una de las áreas de conocimiento; que, además, existen como información pública, y que miden los aspectos que consideramos más críticos en cuanto a la vulnerabilidad a los efectos de la pandemia. En esta fase, se dejaron fuera elementos específicos a determinados territorios o grupos sociales que impidieran su aplicabilidad general en el territorio nacional de México; también se dejaron fuera variables cuya complejidad de construcción tomará un tiempo de procesamiento más largo.

Para los fines de este trabajo, se utiliza la terminología de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre (UNISDR, 2017):

- El **riesgo** se define como “la posibilidad de que se produzcan muertes, lesiones o destrucción y daños en bienes en un sistema, una sociedad o una comunidad en un período de tiempo concreto, determinados de forma probabilística como una función de la amenaza, la exposición, la vulnerabilidad y la capacidad”.
- Las **amenazas** constituyen los procesos, fenómenos o actividad humana que pueden ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, interrupciones sociales y económicas o daños ambientales. En el caso del COVID-19, el SARS-CoV-2 es la amenaza de tipo biológico.

- La **exposición** refiere a la localización en que se encuentran las personas, infraestructuras, viviendas, y capacidades de producción y otros activos humanos tangibles situados en zonas expuestas al contagio por COVID-19.
- El nivel de **vulnerabilidad** de los habitantes ante el efecto potencial del COVID-19 deriva de las características de las personas o grupos en términos de morbilidad, así como de las condiciones sociales, culturales y económicas que influye en su *capacidad* para anticipar, hacer frente, resistir y recuperarse de los efectos adversos del coronavirus (Blaikie et al., 1994; UNISDR, 2017).
- La **capacidad** resulta de la combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una organización, comunidad o sociedad que pueden utilizarse para gestionar y reducir el impacto de una amenaza; en el caso del impacto del COVID-19 en la población, es de suma relevancia considerar la capacidad del sistema de salud en los diferentes niveles territoriales.

Así, el *riesgo* ante COVID-19 resulta de la combinación de la *amenaza*, la *vulnerabilidad*, la *exposición* y la *capacidad* individual y colectiva de la sociedad para responder ante el SARS-CoV-2.

En las siguientes secciones se describe la selección de variables e indicadores y su cálculo, así como la metodología de construcción del índice. Se presentan mapas de cada una de las variables utilizadas, así como de las dimensiones demográfica, de salud y socioeconómica que comprenden el índice y por supuesto, del índice final. En la última sección del documento se presenta una descripción de las características de los municipios cuya población muestra diferentes grados de vulnerabilidad, así como de la relación del índice con la evolución territorial de la epidemia hasta la tercera semana de abril de 2020.

Los mapas y bases de datos utilizados para este estudio junto con sus resultados se encuentran disponibles en: <https://www.gits.igg.unam.mx/iCOVID-19/home>

2. Construcción del Índice

Los índices de vulnerabilidad deben construirse para reflejar las características sociales, culturales, económicas y demográficas de la población en una unidad espacial que constituye la unidad de análisis (manzana, colonia AGEB, municipio, localidad). Los índices de vulnerabilidad, en general, se utilizan para dos propósitos diferentes (Díaz-Muñoz & Díaz-Castillo, 2001):

1. Reflejan condiciones de desventaja estructural que acentúan distintas facetas de la propensión al daño. Los índices de vulnerabilidad son medidas que sintetizan una magnitud de las desventajas que modulan el daño. Por ello, sirven para *comunicar* lo que debemos y podemos atender como sociedad.
2. Ayudan a *medir* y *predecir* los daños probables futuros ante diferentes escenarios de exposición a amenazas específicas; en este caso, la infección por SARS-CoV-2 (coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo grave).

En general, existen tres estrategias para elaborar los índices de vulnerabilidad (Tate 2012). Las estrategias aditivas (aditiva jerárquica y aditiva ponderada) (Bollin y Hidajat 2006; Dwyer et al., 2004 (García, Norlang et al., 2006), las factoriales (Cutter, et al., 2003; (Borja-Vega, *et al*), 2013; Cutter y Morath, 2013) y las matriciales (cruce de valores relativos y absolutos) (Barrenechea et al. 2000; Natenzon 2015).

Los índices contruidos a partir de estrategias aditivas se utilizan para identificar la dimensión social que tiene mayor interés; para comunicar qué elementos de la sociedad muestran los valores más bajos o precarios; y para mostrar qué factores suman o restan a un determinado proceso. Las estrategias que se basan en el método de componentes principales calculan la varianza que cada una de las variables explica en un modelo de vulnerabilidad. Por otro lado, la estrategia matricial sirve para considerar la intensidad de la desventaja y la “masa” o magnitud de cada problema (variable) en una unidad espacial específica.

2.1. Cálculo de índice de vulnerabilidad para el municipio *m*

El índice de vulnerabilidad generado en este trabajo se construyó a partir de tres dimensiones que integran principalmente variables relativas, y una variable absoluta (población total).

El valor para cada una de las dimensiones se obtuvo cortando en quintiles cada una de las variables que las componen y asignando un valor entre 1 y el 5 a cada caso, de manera que un valor

de 1 representa el valor más bajo de vulnerabilidad y 5 al más alto. Posteriormente se calculó el promedio de los nuevos valores del conjunto de las variables de cada dimensión.

El índice de vulnerabilidad es el resultado de sumar los valores de cada una de las dimensiones, ponderadas por un factor de 1/3. Para facilitar su interpretación y su representación cartográfica el índice se categorizó en cuatro categorías (cuartiles) que representan cuatro grados de vulnerabilidad: Medio, Alto, Muy Alto y Crítico.

La representación matemática del cálculo del índice de vulnerabilidad se expresa con la siguiente fórmula:

$$IV_m = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 D_{im} \quad ; \quad D_{im} = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} Q_{mij}(x) \quad ; \quad n_i = \#Q_{mij}$$

$$Q_{pij}(X) = \begin{cases} q, & P_{20(q-1)} < X \leq P_{20q}; \quad q \in \{1, 2, 3, 4, 5\} \\ 0, & \text{cualquier otro caso} \end{cases}$$

donde

IV_m = Índice de vulnerabilidad del m-ésimo municipio.

D_{mi} = Es la i-ésima Dimensión de vulnerabilidad del m-ésimo municipio.

n_i = Es el número de variables que conforman la i-ésima Dimensión de vulnerabilidad del m-ésimo municipio.

$Q_{mij}(X)$ = Es el quintil de pertenencia de la j-ésima variable observada que forma parte de la i-ésima dimensión de vulnerabilidad del m-ésimo municipio

X_{mij} = Es la j-ésima variable observada que se usa para calcular la i-ésima Dimensión de vulnerabilidad del m-ésimo municipio.

P_α = Es el percentil α de la variable observada (X) y $\alpha \in \{0,100\}$

Cuadro 1. Dimensiones e indicadores de vulnerabilidad

DIMENSIÓN	INDICADORES
Demográfica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Población total del municipio, 2015 2. Porcentaje de población de 60 y más años, 2015 3. Porcentaje de población hablante de lengua indígena, 2015 4. Porcentaje de población monolingüe de 5 años y más, 2015
Salud	<ol style="list-style-type: none"> 5. Tasa de camas hospitalarias, 2018 (por cada mil habitantes) 6. Tasa de camas en unidades de cuidados intensivos, 2018 (por cada mil habitantes) 7. Tasa de médicos generales y especialistas, 2018 (por cada mil habitantes) 8. Tasa de personal de enfermería, 2018 (por cada mil habitantes) 9. Morbilidad relativa, 2018 (hipertensión, diabetes, obesidad, neumonía y bronconeumonía)
Socioeconómica	<ol style="list-style-type: none"> 10. Índice de marginación del municipio, 2015 11. Porcentaje de población urbana, 2015 (que habita en localidades mayores de 15,000 habitantes) 12. Porcentaje de población sin derechohabiencia, 2015 13. Porcentaje de población que reside en viviendas de 1 cuarto, 2015 14. Promedio de medios de comunicación dentro de la vivienda (radio, televisión, celular e internet), 2015 15. Porcentaje de personas que trabajan en negocios con menos de 5 empleados en actividades no esenciales, 2018 16. Porcentaje de población ocupada que trabaja en actividades esenciales, 2018 17. Producción bruta total per capita, 2019

1.1. Dimensiones de vulnerabilidad

La *dimensión demográfica* la componen variables asociadas con las características de la población que, por las características de la infección por el virus SARS-CoV-2 pueden ser factores que aumentan la vulnerabilidad. Esta dimensión considera también las características socioculturales de la población que

dificultan el acceso a los recursos de información para prevenir el contagio, y factores que se han asociado a una menor accesibilidad a los servicios médicos indispensables una vez que han adquirido la infección.

La *dimensión de salud* la componen variables asociadas al estado de salud de la población, a la infraestructura de salud y al personal médico disponible en los municipios respecto a su población. Se considera que los municipios con un mayor porcentaje de morbilidades asociadas a complicaciones del COVID-19 (hipertensión, diabetes, obesidad, neumonía y bronconeumonía), serán más vulnerables, así como aquellos que cuenten con un menor grado de cobertura y especialización en la infraestructura de salud y personal médico.

La *dimensión socioeconómica* está compuesta por variables que están relacionadas al bienestar de la población de un municipio en términos de satisfactores básicos, derechos y capacidad económica. Esta dimensión también incluye la probabilidad de exposición al virus dadas las características de poblamiento y la estructura del empleo.

1.2. Selección y cálculo de indicadores

El cuadro 1 muestra la selección de indicadores y las dimensiones a las que pertenecen

1.2.1. Dimensión Demográfica

Población Total. Es la población total por municipio. Los municipios con poblaciones más grandes tienen un mayor número de casos y la variable se utiliza para ponderar el resto de las variables socio-demográficas.

Para este indicador se tomó la población absoluta de los municipios del país para el año 2015. El mínimo registro de población fue de 87 habitantes en el municipio de Santa Magdalena Jicotlán, Oaxaca y el máximo de 1,827,868 habitantes para la alcaldía Iztapalapa, Ciudad de México; la media para el país fue de 48,630 habitantes.

Porcentaje de población mayor a 60 años. De acuerdo con la información disponible sobre las características infecciosas del SARS-CoV-2 (Lai et al., 2020) la población mayor a 60 años tiene mayor probabilidad de tener complicaciones en caso de ser infectados.

Para el cálculo del indicador se dividió el total de personas de 60 años y mayores entre la población total del municipio y se multiplicó por 100. De esta forma se identificó el porcentaje de población vulnerable por edad al COVID-19, que en algunos casos asciende a casi la mitad de la

población municipal. El mínimo registro de porcentaje de población de 60 años y más fue 2.5% para el municipio de García, Nuevo León y el máximo de 42% para Cosoltepec, Oaxaca; la media para los municipios fue de 13%.

Porcentaje de población indígena La población indígena tiene mayor grado de vulnerabilidad por la discriminación sistemática de la que es objeto en la prestación de servicios de salud (Leyva-Flores et al., 2013, Hurtado-Saa, Rosas-Vargas, y Valdés-Cobos 2012; Horbath y Gracia 2012).

Para el cálculo del indicador se dividió el total de población hablante de lengua indígena entre la población total del municipio y se multiplicó por 100. El mínimo registro de porcentaje de población hablante de lengua indígena fue de 0.0% en 59 municipios del país y el máximo de 100% para el municipio de Tehuipango, Veracruz; la media entre los municipios fue de 25%.

Porcentaje de población que sólo habla una lengua indígena. Este grupo tiene una mayor vulnerabilidad debido a la falta de un enfoque de interculturalidad en los programas de salud dirigidos a la población indígena, particularmente la monolingüe, que reduce sus garantías de derecho de acceso a la información y limitan la atención que se le presta a este sector en instalaciones de servicios de salud (Monroy 2017; Figueroa 2009).

Para el cálculo del indicador se dividió el total de población monolingüe de 5 años y más, entre la población total del municipio y se multiplicó por 100. El mínimo registro de porcentaje de población monolingüe de 5 años y más fue de 0.0% para 1,327 municipios y el máximo de 64% para el municipio de Chalchihuitán, Chiapas; la media de los municipios es de 1.9%.

2.2.2. Dimensión Salud

Camas hospitalarias y Camas hospitalarias en unidades de cuidados intensivos. Ambos indicadores están calculados como una tasa por cada mil habitantes, y reflejan la capacidad de atención (general y especializada) de las unidades médicas del territorio nacional. Por las características ya explicadas de los índices de vulnerabilidad, la escala de las variables está invertida, de manera que a medida que el valor del indicador aumenta, el número relativo de camas es menor.

Para el cálculo de las camas hospitalarias se dividió el total de camas hospitalarias en el municipio, entre la población total del municipio y se multiplicó por 1000 para obtener una tasa. El mínimo registro de la tasa de camas hospitalarias fue de 0.0 para 1,716 municipios del país y el máximo de 33.2 para el municipio de San Bartolo, Coyotepec, Oaxaca; la tasa media municipal fue de 0.28.

Para el cálculo del indicador de camas en unidades de cuidados intensivos se dividió el total de camas hospitalarias de cuidados intensivos en el municipio entre la población total del municipio y se multiplicó por 1000 para obtener una tasa. El mínimo registro de la tasa de camas hospitalarias de cuidados intensivos fue de 0.0 para 2,308 municipios del país y el máximo de 1.2 para el municipio de San Bartolo, Coyotepec, Oaxaca; la tasa media municipal fue de 0.005.

Tasas de médicos generales y especialistas y personal de enfermería. Ambos indicadores están calculados como una tasa por cada mil habitantes. Son un indicador del personal disponible para atender pacientes. La escala de las variables está invertida, de manera que a medida que sus valores aumentan, el número de médicos o personal de enfermería relativo a la población disminuye.

Para el cálculo del indicador de personal médico se dividió el total médicos disponibles en el municipio entre la población total del municipio y se multiplicó por 1000 para obtener una tasa. El mínimo registro de la tasa de personal médico por cada mil habitantes fue de 0.0 para 202 municipios del país y el máximo de 35.7 para el municipio de San Jorge Nuchita, Oaxaca; la tasa media municipal fue de 0.97.

Para el cálculo del indicador de personal de enfermería se dividió el total de personal disponible en el municipio entre la población total del municipio y se multiplicó por 1000 para obtener una tasa. El mínimo registro de la tasa de personal de enfermería por cada mil habitantes fue de 0.0 para 39 municipios del país y el máximo de 64.4 para el municipio de San Bartolo Coyotepec, Oaxaca; la tasa media municipal fue de 1.7.

Total de principales morbilidades asociadas a complicaciones de COVID-19. Representan la tasa por cada mil habitantes de la suma estatal de las siguientes morbilidades: hipertensión, diabetes, obesidad, neumonía y bronconeumonía. A medida que hay una mayor tasa de población con morbilidades que pueden llevar a complicaciones de COVID-19, se considera que los municipios de un estado son más vulnerables. Por existir solo a nivel estatal, este indicador opera bajo el supuesto de que todos los municipios dentro de un estado tienen la misma tasa de contagio.

Para el cálculo del indicador se sumó la morbilidad de los cinco principales padecimientos que concentran el mayor porcentaje de morbilidad con COVID-19 y se dividió por la población total del municipio.

2.2.3. Dimensión Socioeconómica

Índice de marginación del municipio. Es un indicador elaborado por el Consejo Nacional de Población, que mide las carencias de la población a través de indicadores de déficit. Incluye las condiciones de educación de la población, características de las viviendas (agua, electricidad, drenaje, piso de tierra), condiciones de hacinamiento, la dispersión de la población en el territorio, así como su ingreso económico.

Este indicador se tomó directamente del Consejo Nacional de Población (CONAPO) de México. El mínimo registro del Índice de Marginación fue de -2.23 para la alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México y el máximo de 5.03 para el municipio de Batopilas, Chihuahua; la media de los municipios, por la naturaleza del indicador es de 0.

Porcentaje de población que reside en viviendas de un solo cuarto. Es una medida de hacinamiento. Indica la imposibilidad en un hogar de aislar a las personas contagiadas del virus SARS-CoV-2, así como de representar una mayor concentración de personas en el espacio físico de la vivienda, facilitando el contagio. Por esta razón se recomendó también dentro de la vivienda mantener la sana distancia entre los miembros de la familia (SSa, 2020; IMSS, 2020).

Para el cálculo de este indicador se dividió el total de población que reside en viviendas de 1 cuarto entre la población total del municipio y se multiplicó por 100. El mínimo registro del porcentaje de población que reside en viviendas de un cuarto fue de 0.0% para 19 de municipios del país y el máximo de 37.5% para el municipio de Cuauhtémoc, Guerrero; la media municipal fue de 6.6%.

Porcentaje de población que vive en localidades de más de 15,000 habitantes. Indica el grado de urbanización de un municipio. La evidencia sobre la distribución de casos a nivel nacional muestra que, durante las primeras fases de la epidemia, los municipios más urbanizados tienen tasas de contagio más altas.

Para el cálculo del indicador se dividió el total de población que habita en localidades mayores de 15,000 habitantes entre la población total del municipio y se multiplicó por 100. El mínimo registro del porcentaje de población urbana fue de 0.0% para 1,952 municipios del país y el máximo de 99% para 18 municipios; la media de los municipios fue de 13.6%.

Porcentaje de personas que trabajan en negocios con menos de 5 empleados en actividades no esenciales. Es un indicador de vulnerabilidad económica. Mientras mayor sea el número de personas cuyas actividades tengan

lugar en sectores económicos no esenciales, mayor será el número de personas que no están trabajando y que pueden dejar de percibir ingresos durante la epidemia.

Para el cálculo del indicador se dividió el total de personas que trabajan en negocios con menos de cinco empleados en actividades no esenciales entre la población ocupada total del municipio y se multiplicó por 100. El mínimo registro del porcentaje de población que trabaja en negocios con menos de cinco empleados en actividades no esenciales fue de 8.1% para el municipio de Arteaga, Coahuila y el máximo de 94% para el municipio de Zapotitlán Palmas, Oaxaca; la media municipal fue de 55.3%.

Porcentaje de población ocupada que trabaja en actividades esenciales. Las personas que trabajan en actividades esenciales continúan trabajando, y están imposibilitadas para estar en cuarentena, lo que implica un mayor grado de exposición al virus.

Para el cálculo del indicador se dividió el total de población ocupada que trabaja en actividades esenciales entre la población ocupada total del municipio y se multiplicó por 100. El mínimo registro del porcentaje de población que trabaja en actividades esenciales fue de 7.8% para el municipio de Santa María Ixcatlán, Oaxaca y el máximo de 90% para el municipio de Dzilam de Bravo, Yucatán; la media entre municipios fue de 48.5%.

Porcentaje de población sin derechohabiencia a servicios de salud. Indica el porcentaje de personas que tendrán mayor dificultad de ser atendidas en caso de ser contagiadas y presentar complicaciones médicas. Si la población derechohabiente a pesar de tener garantizado el acceso a servicios de salud, en un escenario de alta demanda se reduce su probabilidad de acceder al servicio (Galindo y Suárez, 2018), la población sin derechohabiencia es aún más vulnerable. Adicionalmente, la falta de derechohabiencia es un excelente indicador de la población que trabaja en el sector informal. Este factor incrementa la vulnerabilidad debido a que esta población depende mayormente de ingresos generados al día, y en el caso del comercio, de la actividad en la vía pública, la cual se encuentra, en gran medida, mermada debido a la contingencia sanitaria.

Para el cálculo del indicador se dividió el total de población sin derechohabiencia, entre la población total del municipio y se multiplicó por 100. El mínimo registro del porcentaje de población sin derechohabiencia fue de 0.0% para 35 municipios del país y el máximo de 100% para el municipio de Nogales, Veracruz; la media municipal fue de 19%.

Producción bruta total per cápita Es un indicador del bienestar económico de un municipio. La población de los municipios con menor producción bruta per cápita se consideran más vulnerables, ya que este valor se considera un reflejo de la competitividad del territorio (Sobrino 2005) y, de una manera indirecta, de su capacidad de inversión y recuperación. La escala de valores de la variable se invierte en el análisis para que denote vulnerabilidad.

El indicador se calculó dividiendo la Producción Bruta Total de cada municipio sobre su población. El mínimo registro del Producción Bruta Total fue de 0.0% para tres municipios del país y el máximo de 4,402 para el municipio de Atitalaquia, Hidalgo; la media municipal fue de 29.6.

Promedio de bienes receptores de medios de comunicación dentro de la vivienda Es un indicador de las posibilidades de la población de recibir mensajes a través de los medios de comunicación masivos, bajo el supuesto de que mayor acceso a diversos medios de comunicación conlleva una mayor posibilidad de recibir la información mínima esencial para generar acciones de autoprotección. Contempla cobertura de aparatos de radio y televisión, posesión de teléfono celular y acceso a internet. La escala de valores de la variable se invierte en el análisis para que denote vulnerabilidad.

Para el cálculo de este indicador se contabilizó el número de medios de comunicación disponibles en la vivienda, y el valor obtenido se dividió entre el número de viviendas totales en el municipio para obtener el promedio de disponibilidad.

El mínimo registro del porcentaje del promedio de medios de comunicación dentro de la vivienda fue de 0.0% para 12 municipios del país (la mayoría de Oaxaca y Chihuahua) y el máximo de 3.6% para la alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México; la media municipal fue de 2.1%.

2. Índice de vulnerabilidad y sus dimensiones.

3.1. Dimensiones de vulnerabilidad¹

Las figuras 1, 2 y 3 muestran la distribución territorial de cada una de las variables utilizadas en el análisis y se muestran como referencia. Por su parte, las figuras 4, 5 y 6, muestran la distribución territorial de las tres dimensiones que componen el índice de vulnerabilidad. En el caso de la dimensión demográfica (Figura 4), resaltan los grandes centros de población, así como municipios con poblaciones de mayor edad debido a sus patrones de migración. En estados como Oaxaca, Chiapas, Guerrero,

¹ La correlación entre las dimensiones de vulnerabilidad varía entre $r=0.03$ entre las dimensiones de salud y socioeconómica, hasta 0.37 entre las dimensiones demográfica y socioeconómica, por lo que se puede suponerse independencia entre las mismas.

así como en la región de la Sierra Tarahumara existe una coincidencia con municipios de alta marginación y de altos porcentajes de comunidades indígenas.

La dimensión de salud (Figura 5) tiene una distribución muy distinta a las otras. Contribuye a la vulnerabilidad en áreas marginadas en algunos municipios de Oaxaca, pero principalmente en el norte del país en los estados de Sonora y Chihuahua, así como en la península de Yucatán. San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas exhiben grandes áreas de vulnerabilidad, mientras que el centro del país muestra municipios dispersos con niveles altos en esta dimensión.

Finalmente, la dimensión socioeconómica (Figura 6), pone en evidencia un patrón territorial más reconocible. Las áreas del país que tienen mayor vulnerabilidad socioeconómica son al sur, Oaxaca, Chiapas y Guerrero; en la Sierra Madre Oriental en los límites entre Puebla y Veracruz, y hacia el norte, en la Sierra Madre Occidental en la región al sur de Durango y norte de Sinaloa.

3.2. Índice de vulnerabilidad

La Figura 7, muestra el grado de Vulnerabilidad a COVID-19 en cuatro categorías: Medio, Alto, Muy Alto y Crítico. 63% de la población del país vive en municipios con un grado medio de vulnerabilidad, 17% en municipios de alto grado de vulnerabilidad, 11.7% en municipios de muy alto grado de vulnerabilidad y 7.5% en municipios donde el grado de vulnerabilidad es crítico. El volumen de población en municipios con condiciones de vulnerabilidad muy alta y crítica asciende a 24 millones de personas (cuadro 2).

Cuadro 2. Población nacional total en municipios de acuerdo con su grado de vulnerabilidad

	Grado de vulnerabilidad				Total
	Medio	Alto	Muy alto	Crítico	
Población total	75,526,131	21,090,957	13,958,485	8,955,180	119,530,753
% de la población nacional	63.20%	17.60%	11.70%	7.50%	100%

El cuadro 3 muestra los valores medios de cada una de las variables que componen las dimensiones para los distintos grados de vulnerabilidad. A excepción de dos variables, el comportamiento es el esperado: el grado de vulnerabilidad expresado por cada variable aumenta junto con el índice general. En el caso de la morbilidad el comportamiento es inverso, lo que puede deberse a dos factores. Por un lado, el grado de agregación estatal (por solo existir datos en esa escala) y por otro, un déficit

en la información a medida que los municipios son menos urbanos y los servicios de salud se vuelven deficitarios. Aun así, la diferencia entre los grados de vulnerabilidad es menor.

Cuadro 3. Promedios municipales de variables por grado de vulnerabilidad

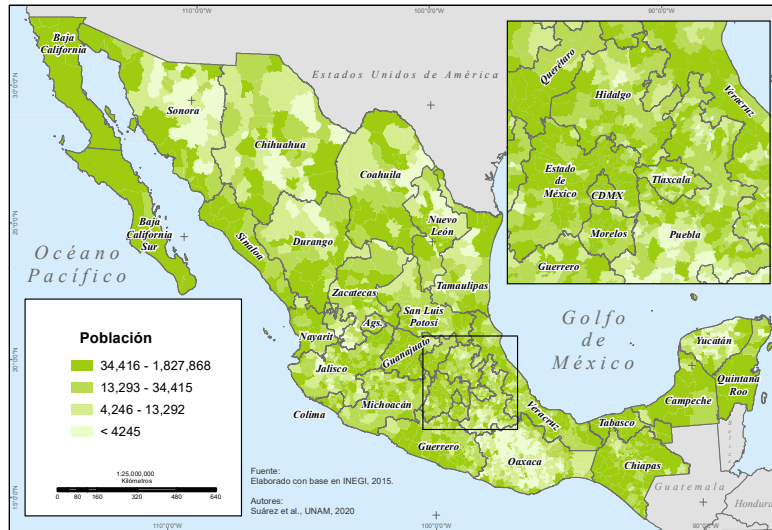
Dimensión	Variable	Grado de vulnerabilidad			
		Medio	Alto	Muy alto	Crítico
Demográfica	Población Total	121,816	34,073	22,845	14,753
	% población total de 60 años y más	11.6	13.1	13.6	13.3
	% población hablante de lengua indígena	3.1	7.3	22.1	67.5
	% población monolingüe	0	0.1	1.2	6.5
	Tasa de camas hospitalarias	0.7	0.2	0.1	0.1
Salud	Tasa de camas hospitalarias de cuidados intensivos	0.0200	0.0010	0.0008	0
	Morbilidad relativa total	14.1	13.8	12.3	11.2
	Tasa de médicos	1.7	0.9	0.7	0.6
	Tasa enfermeras	2.9	1.6	1.3	1.1
	Indice de marginación	-0.8	-0.3	0.2	1
Socioeconómica	% población que reside en viviendas de 1 cuarto	4.4	5.2	7.4	9.6
	% población urbana	31.8	12.9	7.4	2.4
	% personas que trabajan en negocios con menos de 5 empleados en actividades no esenciales	45.8	53.4	59.1	63.6
	% población ocupada que trabaja en actividades esenciales	44.3	49	50.9	50.1
	% población sin derechohabiencia	17.1	22.8	18.5	17.9
	Producción Bruta Total per cápita	86.5	18.8	9.2	2.9
	Promedio de medios de comunicación en viviendas	2.6	2.3	2	1.6

En el caso de la derechohabiencia, se muestra una distribución cuadrática, menor informalidad en los municipios con grados de vulnerabilidad media y crítica y mayor en los de alta y muy alta. Lo anterior puede deberse a la interacción entre las variables de estructura poblacional y de empleo.

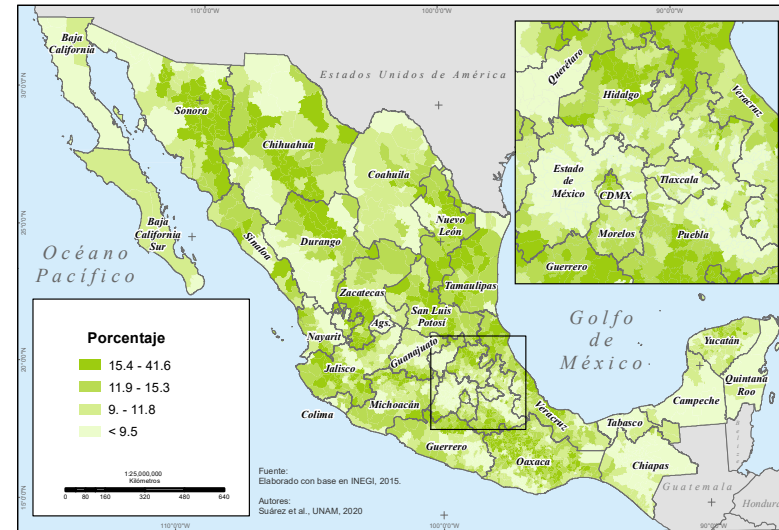
A partir del mapa en la Figura 7, se observa que gran parte de los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Yucatán, seguidos de la Huasteca Veracruzana y Huasteca Potosina muestran una gran parte de su territorio con niveles críticos de vulnerabilidad. Lo mismo sucede al sur de Chihuahua en la región de la Sierra Tarahumara, y al norte de Nayarit y sur de Durango.

Figura 1. Indicadores de la dimensión demográfica

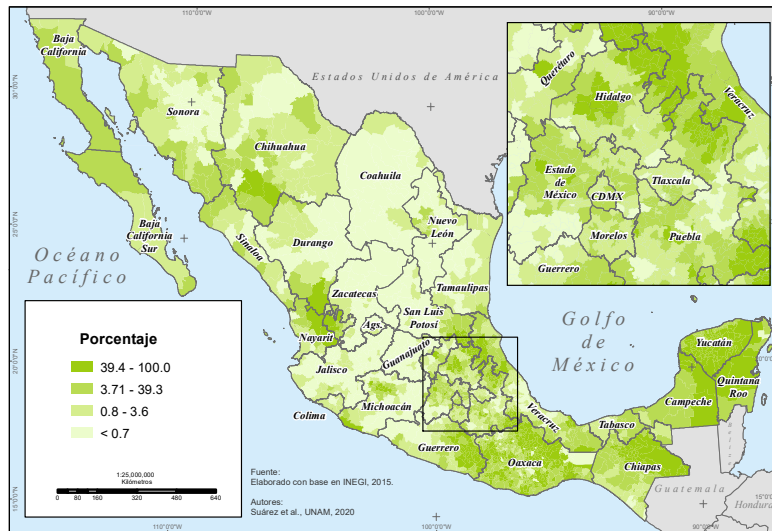
México: población total por municipio, 2015



México: porcentaje de población de 60 años y más, 2015



México: porcentaje de población hablante de lengua indígena, 2015



México: porcentaje de población monolingüe de 5 años y más, 2015

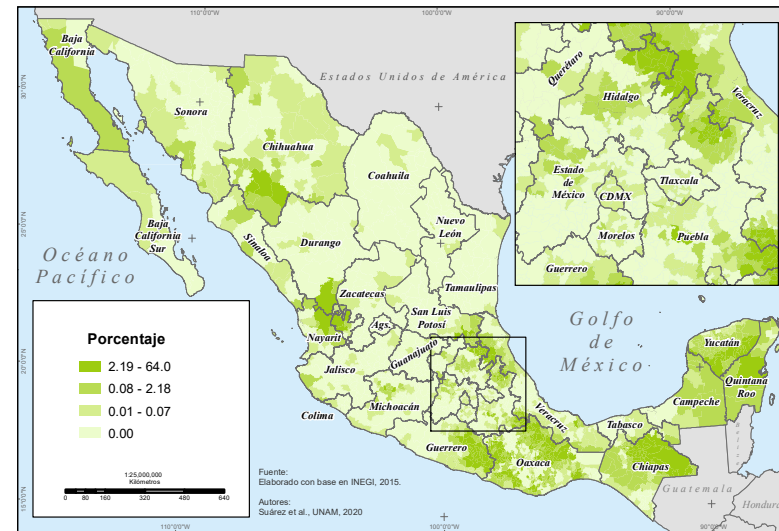
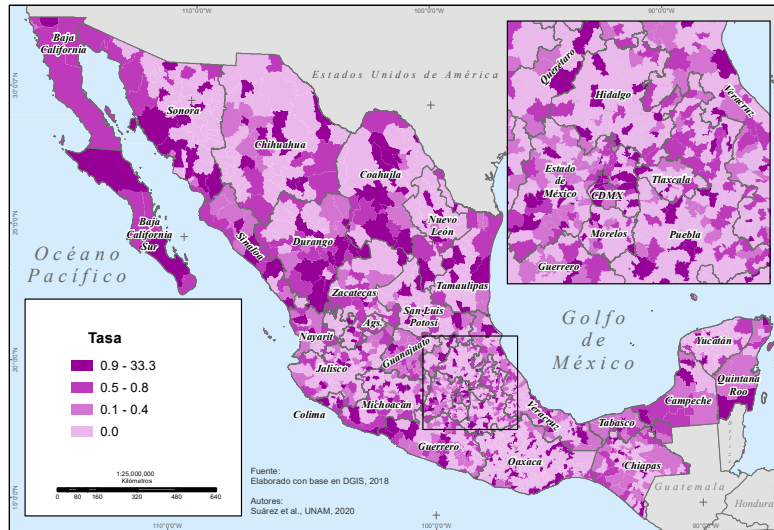
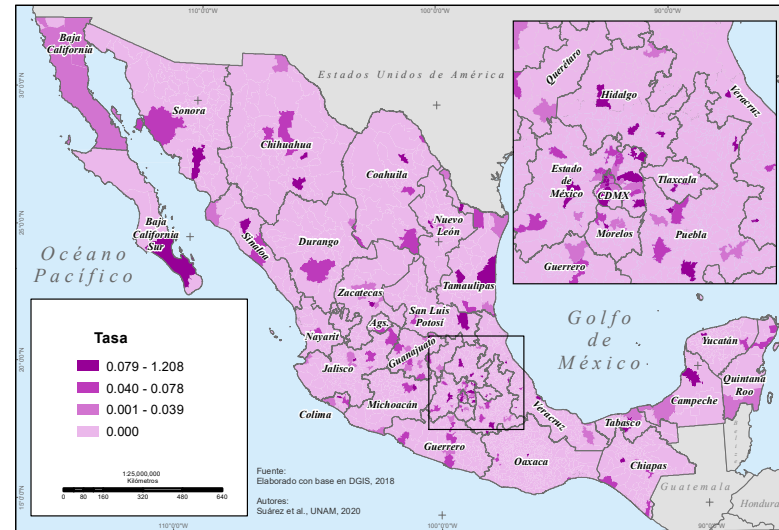


Figura 2. Indicadores de la dimensión salud

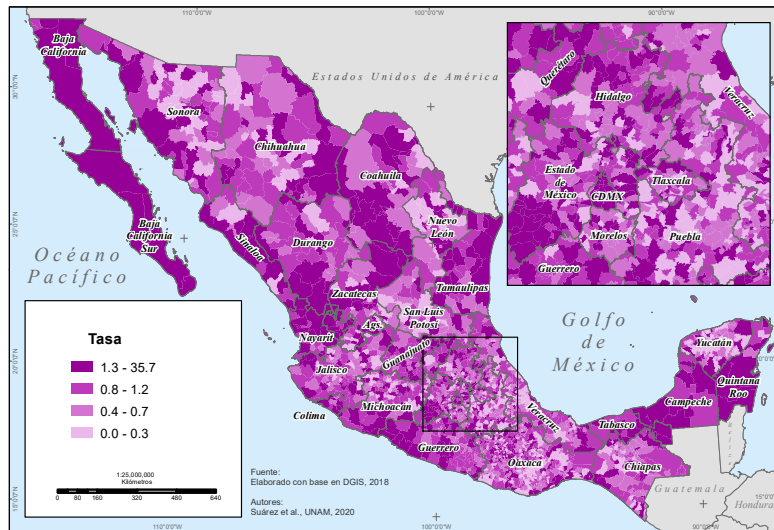
México: tasa de camas hospitalarias, 2018
(por cada mil habitantes)



México: tasa de camas hospitalarias de cuidados intensivos, 2018
(por cada mil habitantes)



México: tasa de médicos, 2018 (por cada mil habitantes)



México: tasa de enfermeras, 2018 (por cada mil habitantes)

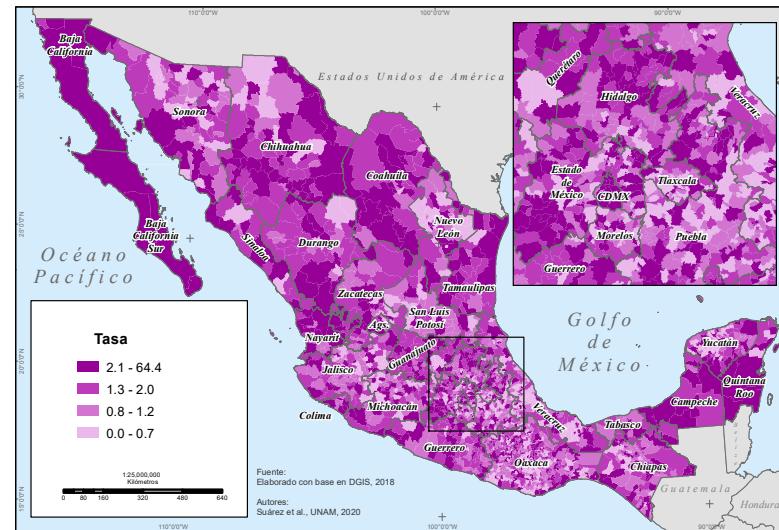


Figura 2. Indicadores de la dimensión salud (*continuación*)

México: morbilidad relativa, 2018 (por cada mil habitantes)

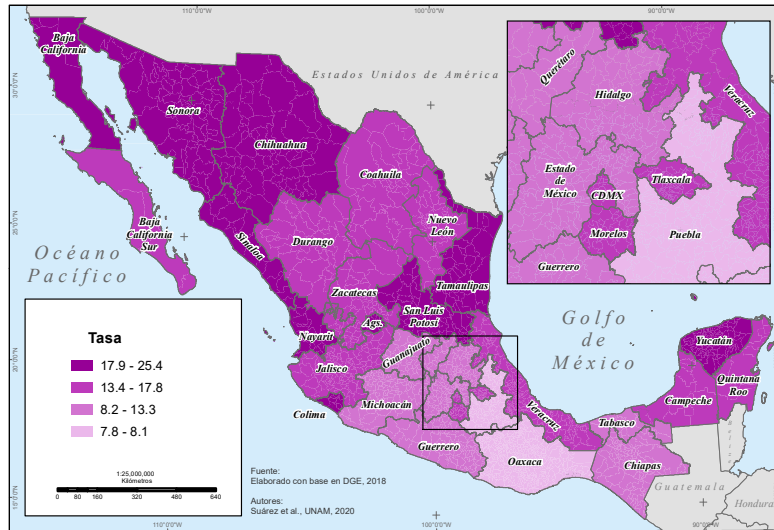
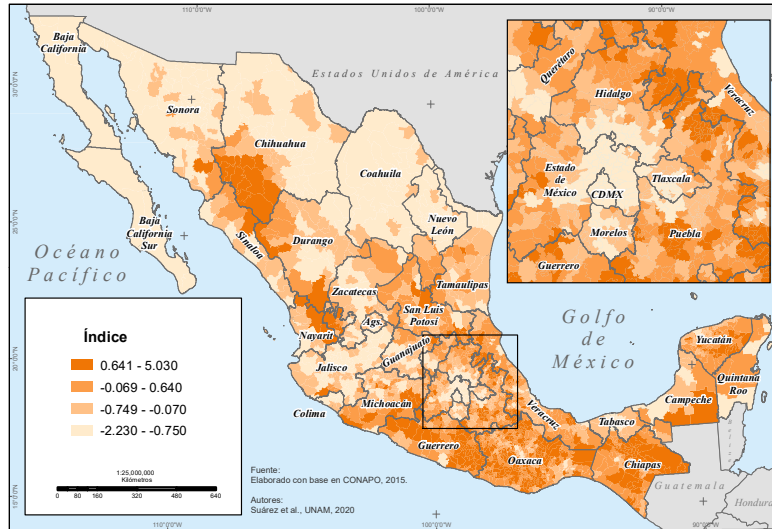
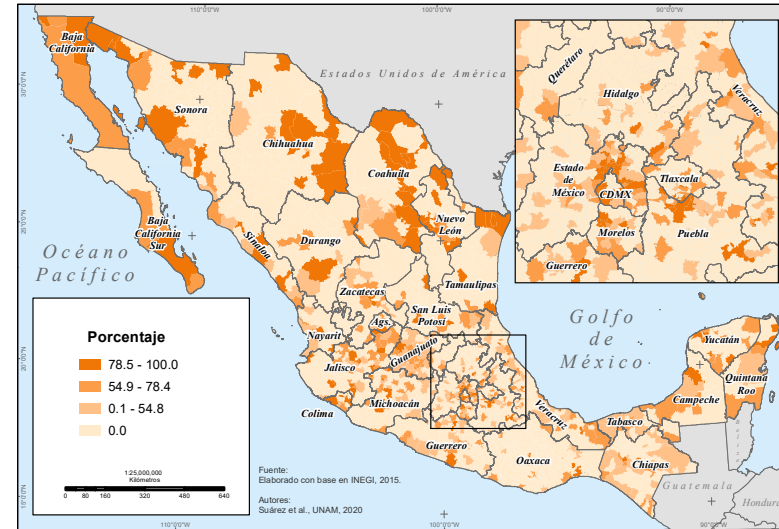


Figura 3. Indicadores de la dimensión socioeconómica

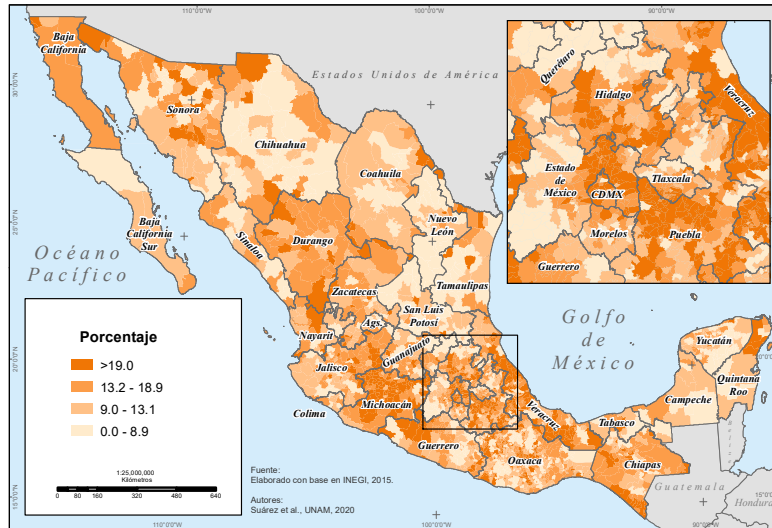
México: Índice de Marginación del municipio, 2015



México: porcentaje de población urbana, 2015 (que vive en localidades mayores de 15,000 habitantes)



México: porcentaje de población sin derechohabiencia, 2015



México: porcentaje de población que reside en viviendas de 1 cuarto, 2015

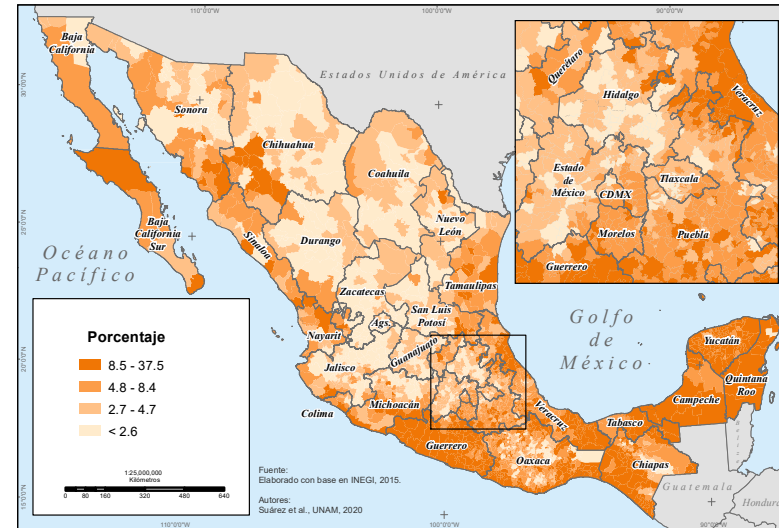
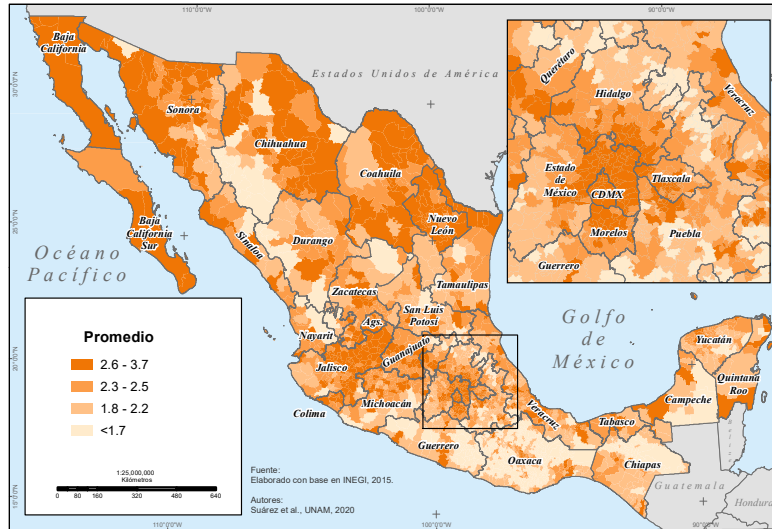
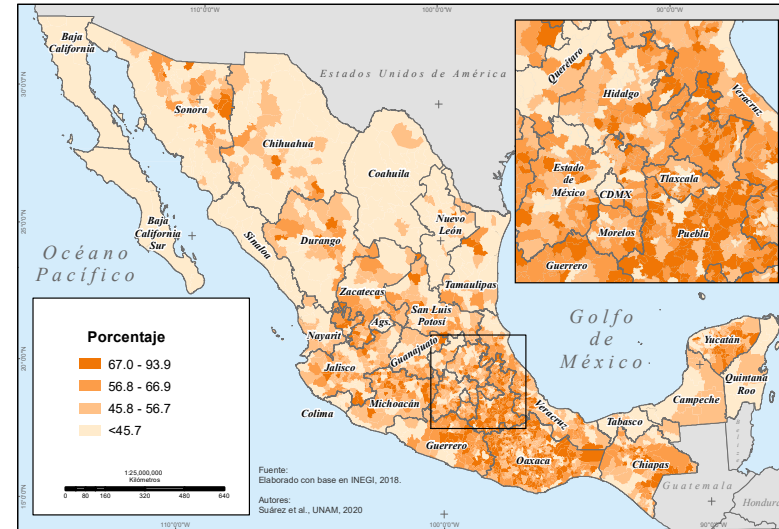


Figura 3. Indicadores de la dimensión socioeconómica (continuación)

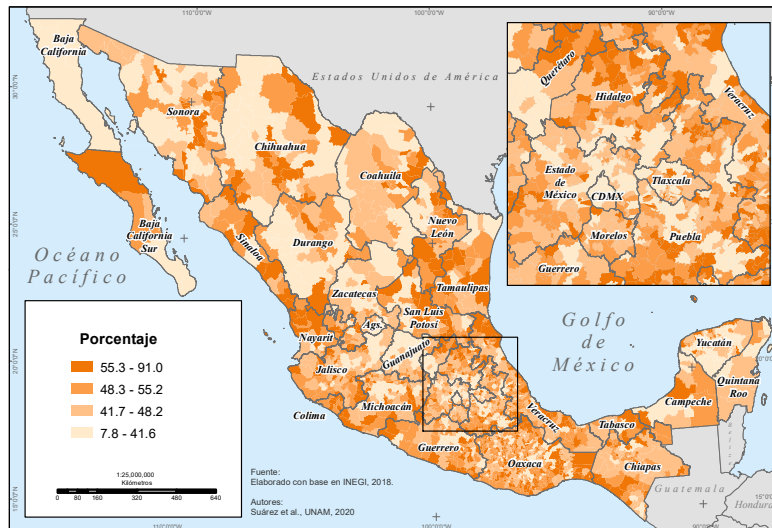
México: promedio de medios de comunicación dentro de la vivienda (radio, televisión, celular e internet), 2015



México: porcentaje de personas que trabajan en negocios con menos de 5 empleados en actividades no esenciales, 2018



México: porcentaje de población ocupada que trabaja en actividades esenciales, 2018



México: Producción Bruta Total (per capita), 2019

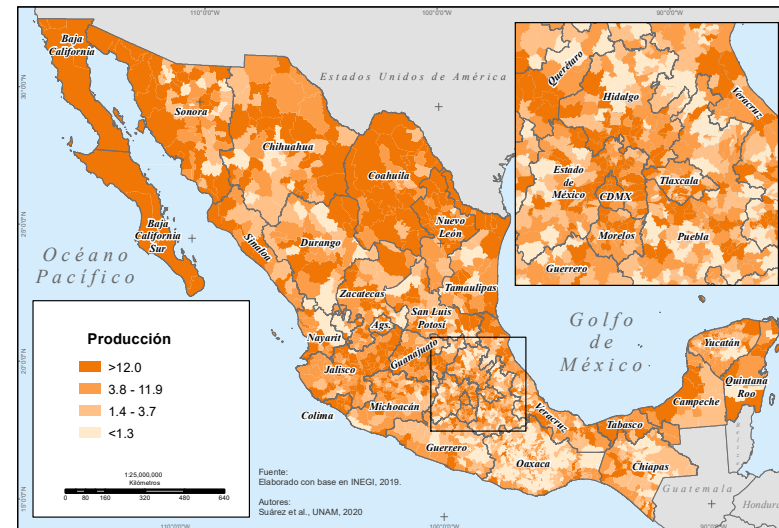


Figura 4

México: vulnerabilidad a COVID-19, dimensión demográfica

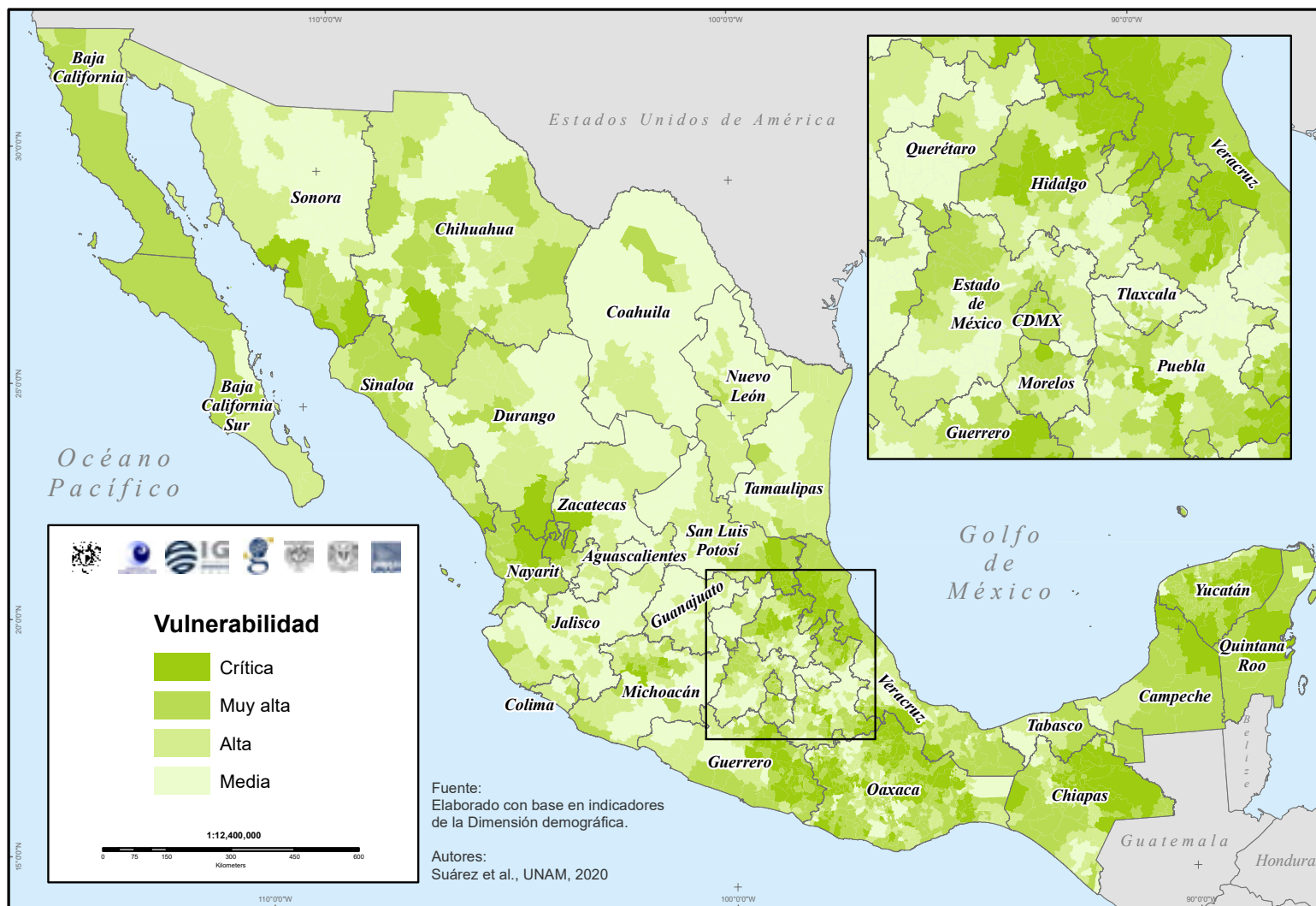


Figura 5

México: vulnerabilidad a COVID-19, dimensión salud

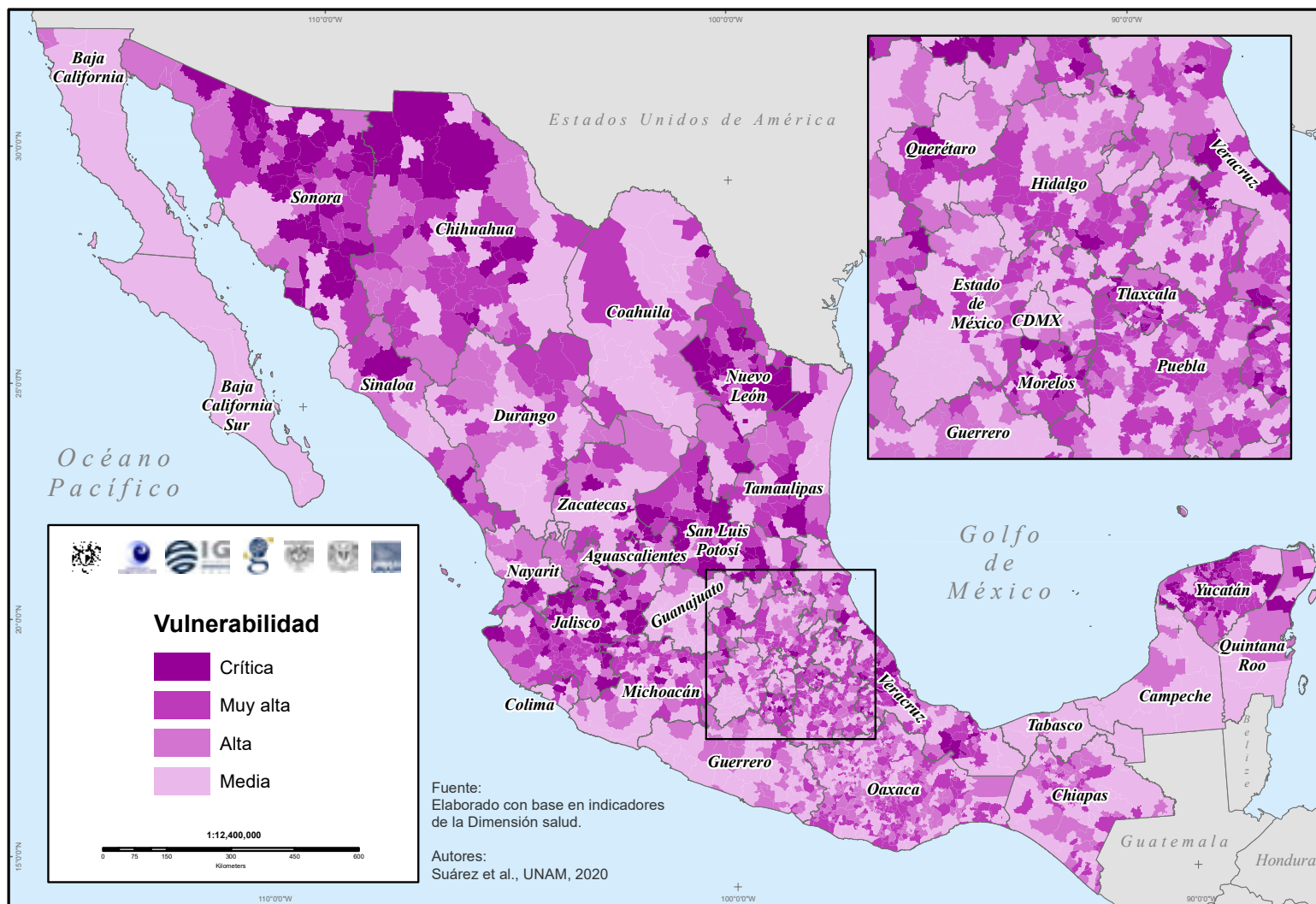


Figura 6

México: vulnerabilidad a COVID-19, dimensión socioeconómica

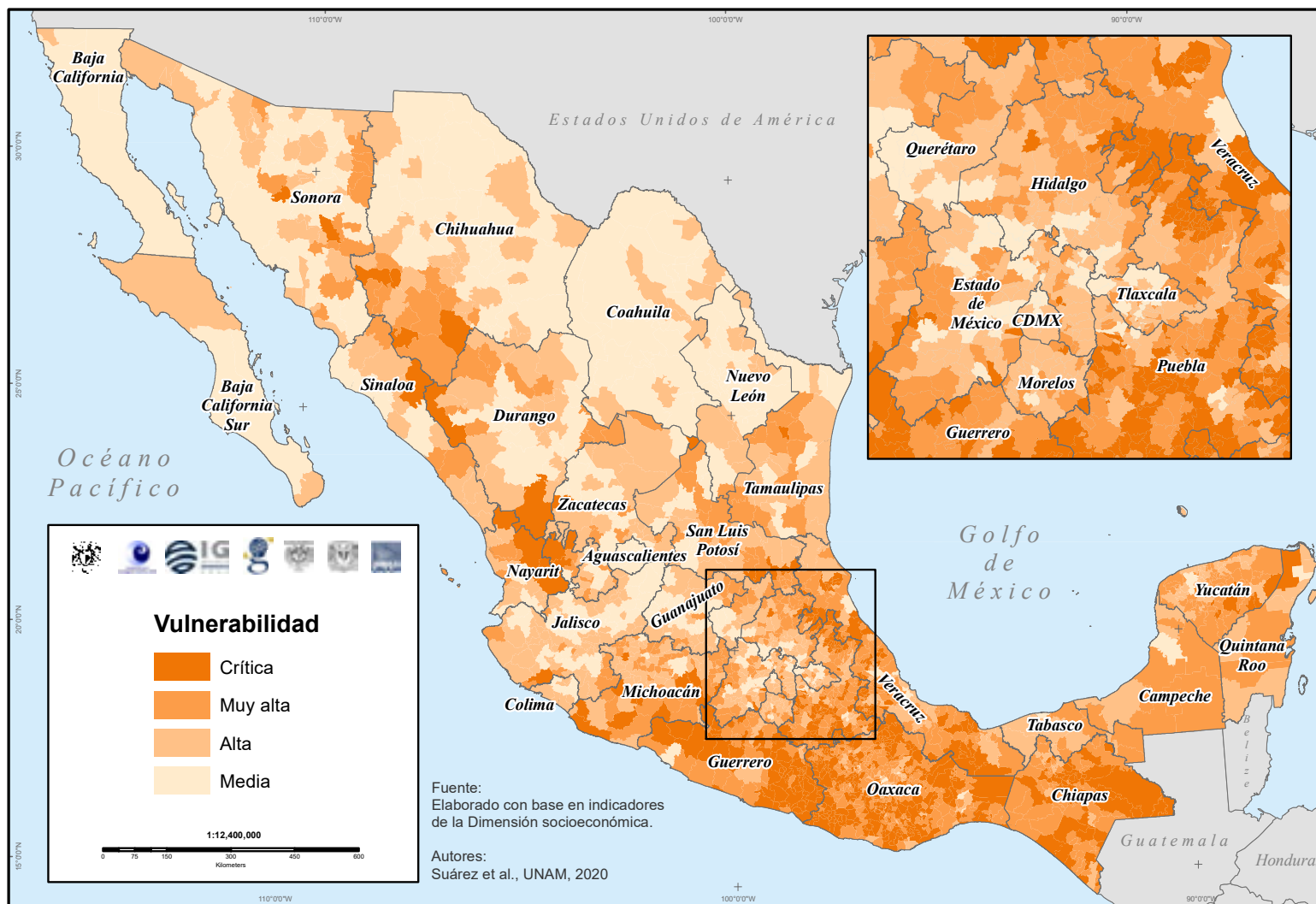
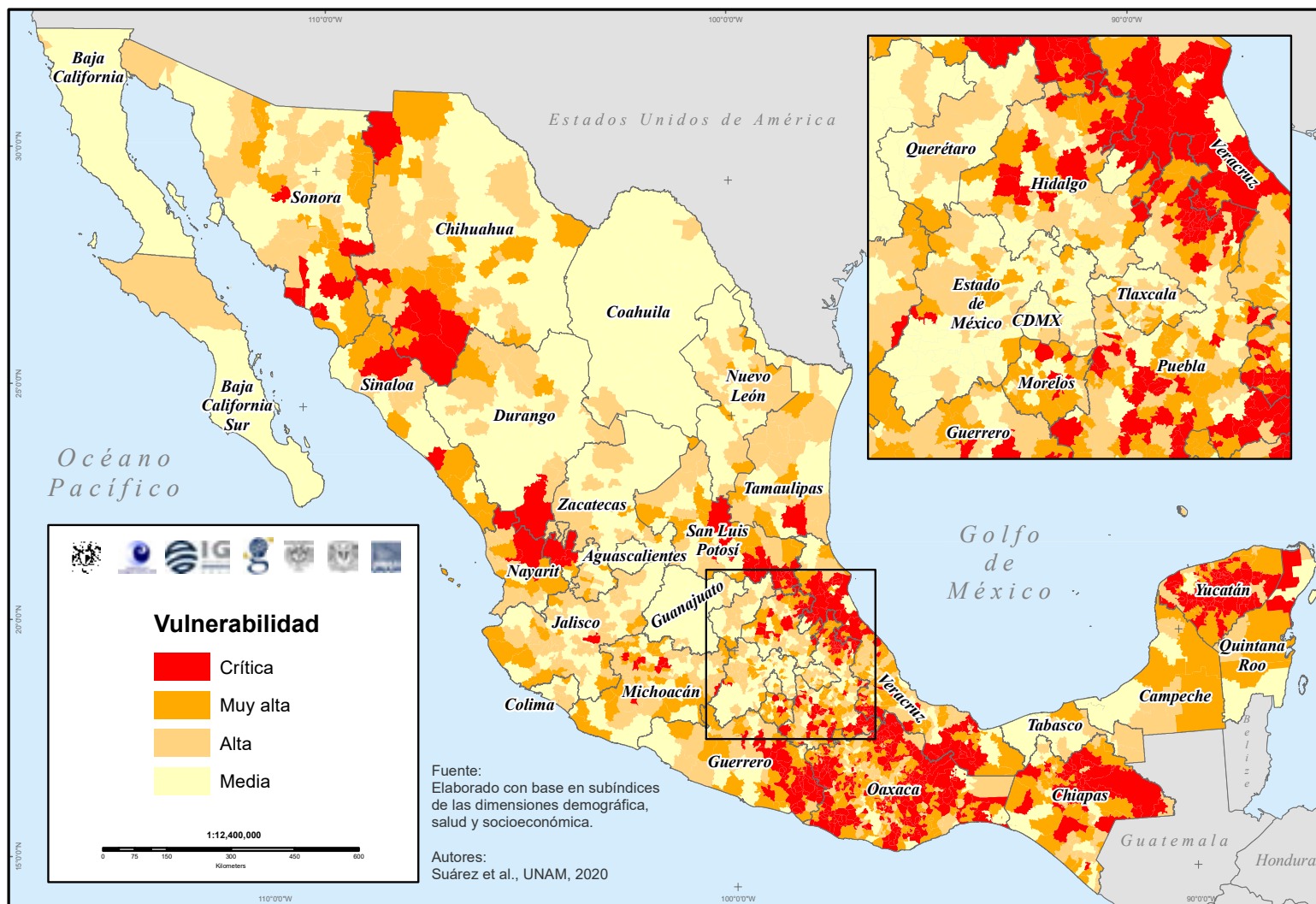


Figura 7

México: Grado de vulnerabilidad a COVID-19



3. Índice de vulnerabilidad y la epidemia en México

En esta sección se muestra la relación entre el grado de vulnerabilidad y los patrones de contagio a nivel municipal en el país, al corte del 25 de abril de 2020.

Durante la tercera semana de abril la Secretaría de Salud publicó el mapa de distribución de casos COVID-19 por municipio. Dicho mapa muestra un semáforo con municipios con casos confirmados (rojo), aquellos municipios contiguos que no reportan casos (amarillo) y el resto de los municipios (verde). El cuadro 4 muestra el cruce entre dicha clasificación (25 de abril) y los grados de vulnerabilidad aquí presentados, y la figura 8 muestra los municipios con casos confirmados y aquellos que tenían y no vecindad con los primeros, de acuerdo con su grado de vulnerabilidad.

46% de los municipios con casos confirmados tienen un grado de vulnerabilidad medio; y 10% de estos municipios con contagios confirmados se encuentran en grado crítico de vulnerabilidad. Ello se explica en gran medida por el alto nivel de urbanización de los municipios en los que ocurrieron la mayoría de los contagios ocurridos en las primeras fases de la epidemia en México, en los cuales se favoreció esta exposición por factores relacionados con el gran número de interacciones y cercanía física entre las personas en estos entornos. Cabe señalar que estos municipios son los que concentran la mayor parte de la infraestructura de salud y que el índice reflejará estas condiciones como vectores de una menor vulnerabilidad. Por otro lado, una gran parte de los municipios sin contagios tienen grados altos o muy altos de vulnerabilidad, por lo que resulta importante identificarlos y realizar todas las acciones necesarias de carácter administrativo y social para prevenir el contagio en ellos.

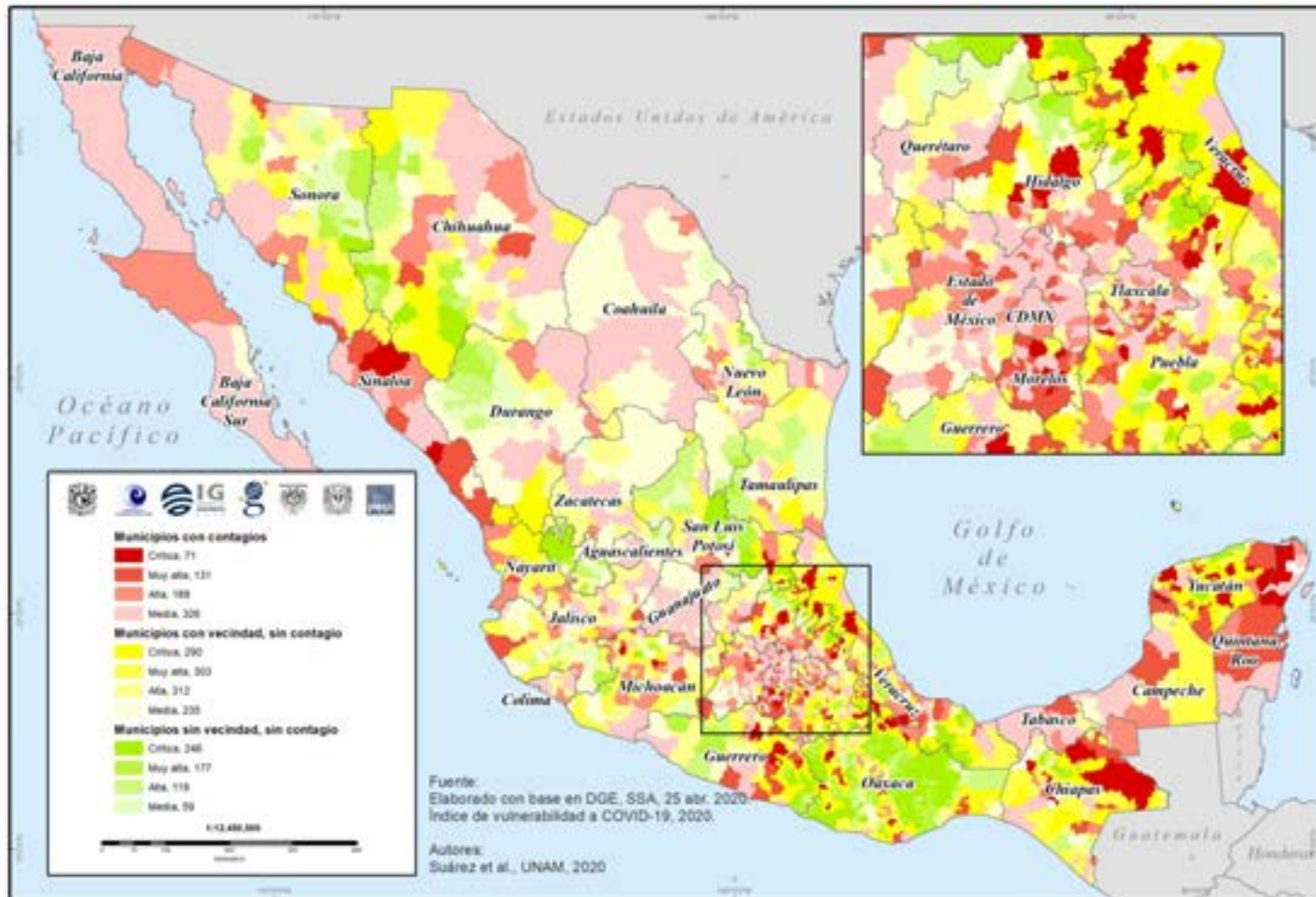
Cuadro 4. Relación entre vulnerabilidad y la distribución de casos COVID-19 y municipios vecinos¹

Vulnerabilidad	Municipios		
	Con contagio	Sin contagio	
		Con vecindad	Sin vecindad
Media	46%	21%	10%
Alta	26%	27%	20%
Muy alta	18%	27%	29%
Crítica	10%	25%	41%

Fuente: cálculos propios e información de la Secretaría de Salud, 2020)

Figura 8

Municipios con contagios, vecinos y sin vecindad en relación a su grado de vulnerabilidad a COVID-19.

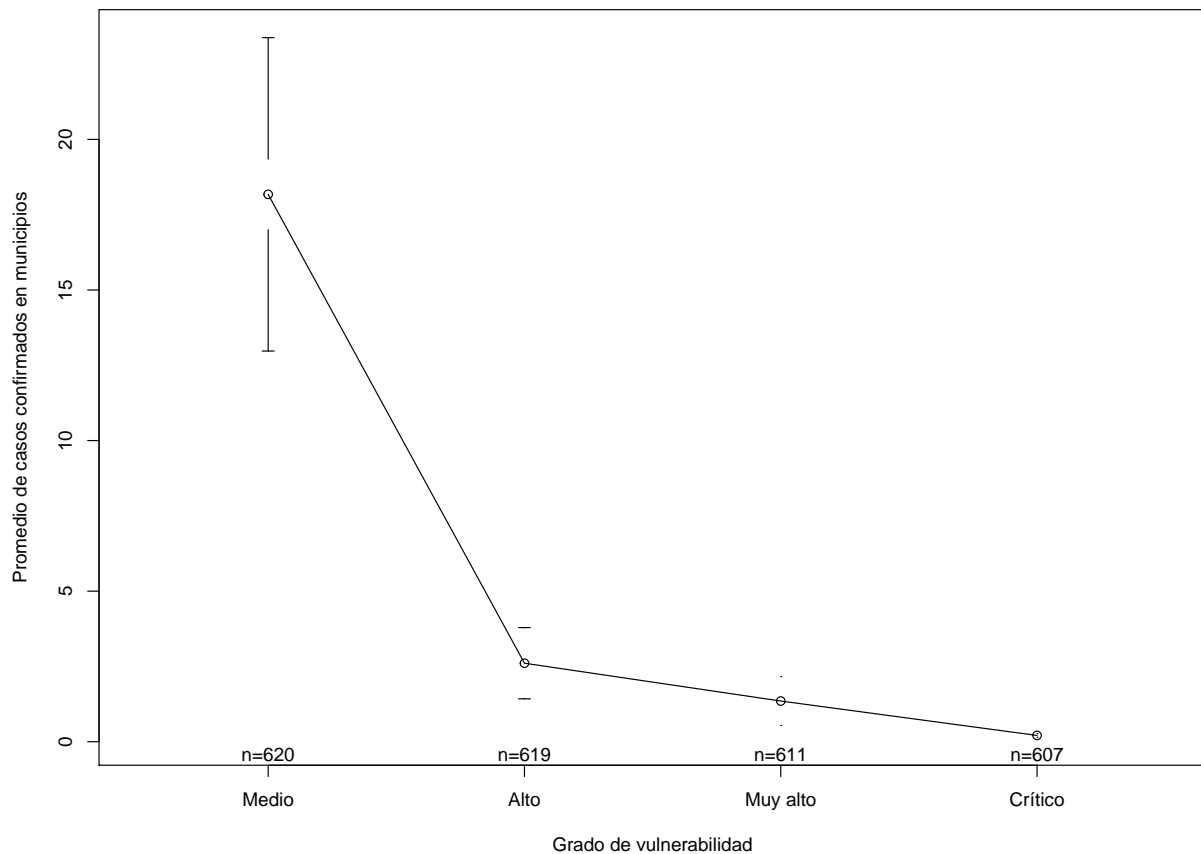


*Con información hasta el 25 de abril de 2020

Por otro lado, si se calcula el promedio de casos confirmados en municipios de acuerdo con su grado de vulnerabilidad, encontramos que los municipios con los mayores números de casos son aquellos de vulnerabilidad media, y que, en cambio, existen pocos casos en los municipios de grado alto, muy alto y crítico de vulnerabilidad (Figura 9).

Aunque por el momento los datos indican que la epidemia en México se concentra en municipios urbanos con menor vulnerabilidad, la propagación del virus en los municipios con grados más altos, podría generar condiciones inmanejables tanto de atención médica, como en la afectación económica de sus comunidades. Es muy importante distinguir entre el municipio de detección y el municipio de residencia, pues a pesar de que no se registran casos confirmados con grado de vulnerabilidad alta, muy alta y crítica, no existe certeza de que dichos municipios no presenten casos de contagio.

Figura 9. Promedio de casos confirmados en municipios según su grado de vulnerabilidad



4. Conclusiones

Todos somos vulnerables ante el COVID-19. Sin embargo, la distribución y combinación de varios factores demográficos, de salud y socioeconómicos en el territorio nacional generan que los niveles de vulnerabilidad de la población que habita en los municipios de México difieran considerablemente. El diseño y cálculo de un índice de vulnerabilidad como el que se presenta en este trabajo ayuda a identificar los contrastes entre los diferentes municipios, y los factores (en tres diferentes dimensiones) que inciden en este comportamiento espacialmente diferenciado.

Del total de población considerada en el análisis, misma que asciende a 119,530,753 habitantes, 75.5 millones (63.20%) habitan en municipios con un grado de vulnerabilidad media; 21 millones en municipios de vulnerabilidad alta (17.60%), mientras que 13.9 millones de habitantes (11.70%) se encuentran en municipios con un grado de vulnerabilidad muy alta, y 8.9 millones en municipios de vulnerabilidad crítica (7.50%). Este análisis es indicativo de las medidas urgentes que deben realizarse a nivel territorial con la finalidad de mitigar el potencial impacto del COVID-19 en la sociedad mexicana.

Es importante señalar que las variables utilizadas se integraron con los datos más actualizados disponibles hasta el día de hoy. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la vulnerabilidad de la población es dinámica y que ésta también está fuertemente influenciada por factores cambiantes que aumentan la exposición al virus SARS-CoV-2. De manera adicional a las características demográficas, de salud y socioeconómicas, la movilidad poblacional, así como los tipos de interacción cercana, relacionados con actividades económicas particulares, se convierten en factores significativos de potencial contagio.

Uno de los aspectos más evidentes del estudio, es que la mayor cantidad de vectores que suman a la vulnerabilidad ante los efectos de la epidemia de COVID-19 se encuentra en los municipios más marginados del país, los cuales suman y acumulan factores como mayor precariedad en la vivienda, una mayor proporción de población indígena, menor cantidad de bienes en el hogar, mayores tasas de hacinamiento, deficiencias en la infraestructura de salud, actividades económicas mayormente informales y menor producción económica global. Es la suma de estos factores lo que convierte a estos municipios en lugares con problemas potencialmente críticos. Aunque en general, en este grupo de municipios aún no hay contagios confirmados, la epidemia, debido a la contingencia puede tener fuertes efectos negativos en sus economías locales.

En cambio, los municipios que cuentan con contagios al día de hoy, son de vulnerabilidad media, por tratarse de grandes centros urbanos. Es importante señalar que su condición de vulnerabilidad no previene la saturación de los servicios de salud.

Finalmente, es importante señalar que este índice es un esfuerzo de aproximación a las tres dimensiones que se consideran cruciales para entender los efectos de la pandemia en México. Sin embargo, está limitado por los datos disponibles y las características espaciales de éstos, que pueden mejorarse y contrastarse en su capacidad predictiva ante escenarios específicos. La metodología empleada permite actualizar las variables en caso necesario; e incluir en el futuro otras variables que reflejen en mejor medida aspectos de la epidemia una vez que se cuente con información nacional a nivel municipal. Aspectos como la migración y la población en movilidad, los indicadores de violencia o información de morbilidad más detallada podrán ser considerados para afinar el índice de vulnerabilidad y mejorar su aplicabilidad en la toma de decisiones.

Recomendaciones

1. Aumentar y mantener las medidas de prevención del contagio en municipios con vulnerabilidad muy alta y crítica aunque no presenten casos, dado que los efectos en estos municipios serán más graves.
2. Activar la Fase 3 en las Zonas Metropolitanas con mayor número de casos, así como la zona fronteriza norte y el municipio de Benito Juárez, Q. R. para limitar la movilidad de la población y los contagios a municipios de vulnerabilidad muy alta y crítica.
3. Evaluar detenidamente el levantamiento anticipado de las medidas de mitigación del contagio en municipios con vulnerabilidad muy alta y crítica sin haber controlado la epidemia en otros municipios, específicamente aquellos con mayores vínculos socioeconómicos.
4. Generar un plan de protección económica específicamente para los municipios más vulnerables que les permita resistir la contingencia y recuperarse posteriormente.

Adicionalmente:

5. La actual coyuntura ha revelado deficiencias importantes en los datos sobre salud en México, por lo que es importante implementar plataformas con información geo-referenciada, en tiempo real con la información relativa a contagios COVID-19 en colaboración con las entidades federales.
6. El análisis muestra que las poblaciones más vulnerables tienen menor acceso a medios de comunicación por lo que es importante asegurar una comunicación del riesgo efectiva ante

COVID-19 incluyente. Es decir, que llegue a toda la población y en particular a los grupos vulnerables. Para ello es fundamental emplear técnicas impresas, visuales, auditivas, etc. tanto en español como en las diversas lenguas indígenas existentes en el país.

Bibliografía

- Barrenechea, J., Gentile, E., González, S. y Natenzon, C. (2000). Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del riesgo. En Buenos Aires: Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Buenos Aires. <http://test6.pirna.com.ar/files/pirna/PON-Barrenechea-Gentile-Gonzalez-Natenzon-Una%20propuesta%20metodologica%20para%20el%20estudio%20de%20la%20vulnerabilidad.pdf>.
- Blaikie P, Cannon T, Davis I and Wisner B (1994) *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. New York: Routledge.
- Bollin, C., y Hidajat, R. (2006). Community-based disaster risk index: Pilot implementation in Indonesia. En J. Birkmann (Ed.), *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies* (pp. 271-89). Tokyo ; New York: United Nations University.
- Borja-Vega, Christian, & de la Fuente, Alejandro. (2013). *Municipal Vulnerability to Climate Change and Climate-Related Events in Mexico*. The World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/327691468281941794/pdf/wps6417.pdf>
- CEPAL. (2002). *Vulnerabilidad sociodemográfica. Viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas*. LC/R.2086. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/13051/S2002632_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CONAPO. (2015). Índice de Marginación 2015. Consejo Nacional de Población – Secretaría de Gobernación.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J. y Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly* 84 (2), 242-61. Doi: 10.1111/1540-6237.8402002.
- Díaz-Muñoz, M. Á., & Díaz-Castillo, C. (2001). El análisis de la vulnerabilidad en la cartografía de riesgos tecnológicos: Algunas cuestiones conceptuales y metodológicas. *Serie Geográfica*, 10, 27-41.
- Dwyer, A., Zoppou, C., Nielsen, O., Day, S. y Roberts, S. (2004). *Quantifying Social Vulnerability: A Methodology for Identifying Those at Risk to Natural Hazards*. Canberra, Australia: Geoscience Australia.
- Figueroa, M. (2009). Estrategias para superar las barreras idiomáticas entre el personal de salud-usuario de servicios de salud pública en España, Estados Unidos y México. *Comunicación y sociedad*, 149-75.

- Galindo-Pérez, C. y Suárez-Lastra, M. (2018). Servicios de salud del ISSSTE en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México ¿Qué pasaría si nos enfermáramos todos?. *Gestión y Política Pública*. 27 (2), 475-499.
- Garay, S., & Montes de Oca, V. (2011). La vejez en México. Una mirada general sobre la situación socioeconómica y familiar de los hombres y mujeres adultos mayores. *Revista Perspectivas Sociales*, 13(1), 143-165.
- García, Norlang, Marín, Rafael, & Méndez, Karla. (2006). Vulnerabilidad social. En L. Flores Corona, *Guía básica para elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos: Evaluación de la vulnerabilidad física y social* (pp. 75-154). Secretaría de Gobernación : Centro Nacional de Prevención de Desastres. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Horbath, J. E. y Gracia, A. (2012). Rezago social y discriminación de la política social hacia los grupos indígenas en Sonora. *Revista de relaciones internacionales, estrategia y seguridad* 7 (1), 173-89. Doi: 10.18359/ries.95.
- Hurtado-Saa, T., Rosas-Vargas, R. y Valdés-Cobos, A. (2012). Servicios de salud, discriminación y condición étnica/racial: un estudio de caso de la problemática en México y Colombia. *Ra Ximhai* 9 (1), 135-51.
- Juárez-Ramírez, C., Márquez-Serrano, M., Salgado, N., Pelcastre-Villafuerte, B. E., Ruelas-González, M. G., & Reyes-Morales, H. (2014). La desigualdad en salud de grupos vulnerables de México: Adultos mayores, indígenas y migrantes. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 35(4), 284-290.
- Kaztman,(1999). *Activos y estructuras de oportunidades: Estudios sobre las raíces de la vulnerabilidad social en Uruguay*. CEPAL. Oficina de Montevideo. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/28651>
- Lai, C.-C., Shih, T.-P., Ko, W.-C., Tang, H.-J. y Hsueh, P.-R. (2020). Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and Coronavirus Disease-2019 (COVID-19): The Epidemic and the Challenges. *International Journal of Antimicrobial Agents* 55 (3), 105924. Doi: 10.1016/j.ijantimicag.2020.105924.
- Leyva-Flores, R., Infante-Xibille, C., Gutiérrez, J. P., & Quintino-Pérez, F. (2013). Inequidad persistente en salud y acceso a los servicios para los pueblos indígenas de México, 2006-2012. *Salud Pública de México*, 55, S123-S128.
- Monroy, J. F. (2017). La evaluación de los indicadores de interculturalidad en los programas de salud dirigidos a la población indígena y la importancia de la comunicación intercultural. *Revista de Evaluación de Programas y Políticas Públicas* 1 (8), 71. Doi: 10.5944/reppp.8.2017.15952.

- Natenzon, C. (2015). Vulnerabilidad social, amenaza y riesgo frente al cambio climático. En *Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*, 1-79. Buenos Aires: Jefatura de Gabinete de Ministros, Presidencia de la Nación, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Banco Mundial.
- Rey, G., Fouillet, A., Bessemoulin, P., Frayssinet, P., Dufour, A., Jougl, E., & Hémon, D. (2009). Heat exposure and socio-economic vulnerability as synergistic factors in heat-wave-related mortality. *European Journal of Epidemiology*, 24(9), 495-502. <https://doi.org/10.1007/s10654-009-9374-3>
- Salud Pública (Mexico). (2007). *Atención a la salud de grupos vulnerables: Hacia una síntesis de la literatura: resumen ejecutivo*. Instituto Nacional de Salud Pública. Geografía y Estadística.
- Sánchez-González, D., & Egea-Jiménez, C. (2011). Enfoque de vulnerabilidad social para investigar las desventajas socioambientales: Su aplicación en el estudio de los adultos mayores. *Papeles de población*, 17, 151-185.
- SSa. (2020). Jornada Nacional de Sana Distancia. Secretaría de Salud – Gobierno de México.
- Sobrino, J. (2005). Competitividad territorial: ámbitos e indicadores de análisis. *Economía, Sociedad y Territorio*, n.º Esp.: 123-83.
- Tate, E. (2012). Social Vulnerability Indices: A Comparative Assessment Using Uncertainty and Sensitivity Analysis. *Natural Hazards* 63 (2), 325-47. Doi: 10.1007/s11069-012-0152-2.
- UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) (2017) Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction. Geneva: UNISDR.

Fuentes de datos:

- Dirección General de Epidemiología. (2020). Datos abiertos. Secretaría de Salud.
- Dirección General de Epidemiología. (2018). Anuario de morbilidad 1984-2018. Secretaría de Salud.
- Dirección General de Información en Salud. (2018). Cubos dinámicos. Secretaría de Salud.
- INEGI. (2015). Encuesta Intercensal (2015). Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2018). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
- INEGI. (2019). Censos Económicos 2019. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- IMSS. (2020). Para disminuir la propagación del COVID-19, el IMSS promueve las medidas de sana distancia. Instituto Mexicano del Seguro Social – Gobierno de México.

