

Impacto de COVID-19 en la esperanza de vida en México. Un análisis basado en el estudio Global Burden of Disease 2021

Rafael Lozano,^{1,2} Alejandra Montoya,^{3*} Christian Razo,² Austin Schumacher,² Haley Confort,² Spencer Pease,² Darwin Jones,² Stefanie Watson² y Mohsen Naghavi²

¹Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México; ²Instituto para la Métrica y Evaluación de la Salud, Universidad de Washington, Seattle, Washington, Estados Unidos; ³Analítica y Producción Científica, Fundación "Carlos Slim", Ciudad de México, México

Resumen

Antecedentes: Entre 2020 y 2021, México experimentó 2.21 millones de defunciones, de las cuales 25.3 % estuvo relacionado con infección por SARS-COV-2. **Objetivos:** Evaluar la mortalidad por COVID-19 en 2020-2021, determinar su influencia en la esperanza de vida al nacer a nivel nacional, estatal y en países seleccionados de la región, así como analizarla en función del perfil sociodemográfico. **Material y métodos:** Se utilizaron datos del Global Burden of Disease 2021 para reportar la mortalidad, el impacto en la esperanza de vida y las causas subyacentes entre 2019 y 2021. Se usó una regresión cuadrática para evaluar la mortalidad en exceso como indicador de la respuesta de los estados a la pandemia, considerando su estructura sociodemográfica. **Resultados:** Entre 2020 y 2021, se registraron 708 971 muertes en exceso, que disminuyeron la esperanza de vida al nacer en 4.6 años; 76 % de esta reducción se atribuyó a COVID-19. La tasa de mortalidad por COVID-19 fue superior a la esperada conforme a las condiciones sociodemográficas de las entidades. **Conclusiones:** En México y los países de la región, la pandemia fue devastadora y generó regresiones en la esperanza de vida al nacer, que variaron de dos a nueve años. Se requiere más investigación para entender las variaciones en sus efectos.

PALABRAS CLAVE: COVID-19. Carga de la enfermedad. Coronavirus. Esperanza de vida.

COVID-19 impact on life expectancy in Mexico. An analysis based on the Global Burden of Disease 2021 study

Abstract

Background: Between 2020 and 2021, Mexico documented 2.21 million fatalities, out of which 25.3% were attributable to SARS-COV-2 infection. **Objectives:** To evaluate COVID-19 mortality during 2020-2021, determine its impact on national- and state-level life expectancy at birth, and in a group of selected countries of the region, as well as to analyze it according to sociodemographic profiles. **Material and methods:** Data from the Global Burden of Disease 2021 study were used to report mortality, the impact on life expectancy and underlying causes between 2019 and 2021. A quadratic regression model was used to evaluate excess mortality as an indicator of the response of the states to the pandemic, considering their sociodemographic structure. **Results:** Between 2020 and 2021, 708,971 excess deaths were recorded, which decreased life expectancy at birth by 4.6 years; 76% of this reduction was attributed to COVID-19. The COVID-19 mortality rate was higher than expected according to the sociodemographic conditions of the states. **Conclusions:** In Mexico and the countries of the region, the pandemic was devastating and generated regressions in life expectancy at birth, which varied from two to nine years. Further investigation is required for understanding the variations on its effects.

KEYWORDS: COVID-19. Burden of disease. Coronavirus. Life expectancy.

*Correspondencia:

Alejandra Montoya

E-mail: airainmr@fundacioncarlosslim.org

Fecha de recepción: 20-10-2023

Fecha de aceptación: 03-11-2023

DOI: 10.24875/GMM.23000420

Gac Med Mex. 2023;159:479-487

Disponible en PubMed

www.gacetamedicademexico.com

0016-3813/© 2023 Academia Nacional de Medicina de México, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Antecedentes

La pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 ha tenido un impacto significativo en la salud, la economía y la estructura social a nivel mundial.¹ Entre 2020 y 2021, se reportaron 5.94 millones de defunciones en el mundo directamente atribuibles a COVID-19, no obstante, se estima que ocurrieron entre 17.1 y 19.6 millones de muertes en exceso, es decir, aquellas defunciones por encima de la mortalidad esperada si se hubieran mantenido las tendencias previas a 2020.²

Conocer el exceso de mortalidad permite cuantificar los efectos directos e indirectos de las pandemias. No obstante, las cifras de mortalidad por COVID-19 están sujetas a diversas imprecisiones originadas por la limitada capacidad para realizar pruebas diagnósticas y los posibles errores en la clasificación de las causas de muerte registradas en las estadísticas vitales y, por lo tanto, se deben corregir esos sesgos conocidos.³ Múltiples estudios han documentado las inconsistencias en los registros y reportes,^{2,4-6} pero muy pocos logran discriminar las causas que generan el exceso de defunciones de las generadas por COVID-19.^{5,7}

Históricamente, México ha enfrentado diversas epidemias. Sin embargo, no se tienen evidencias de que una sola causa de muerte haya provocado una proporción tan alta de defunciones. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), las diarreas y enteritis acumularon 19.5 % en 1931 y 21.0 % en 1940, con lo que representaban las proporciones más altas de defunciones atribuibles a una sola causa documentadas en la historia.⁸ En 2021, COVID-19 alcanzó 21.2 % del total de muertes por todas las causas en todas las edades,⁸ con lo que superó el máximo histórico a pesar de la posible subestimación por subregistro y mala clasificación. Además, el incremento de la mortalidad durante 2020 y 2021 no solo puso de manifiesto las disparidades en la capacidad de respuesta y en la infraestructura para la atención en salud entre las naciones, sino también, como era de esperarse, tuvo efecto en la disminución en la esperanza de vida al nacer (EVN), la cual representa para algunos países una reducción comparable a los avances logrados en las tres últimas décadas.⁹

En el presente artículo se busca describir la magnitud y distribución de la mortalidad por COVID-19 en el período de 2020 a 2021 en México, analizar el impacto en el exceso de mortalidad y la EVN a nivel nacional y por estados, así como comparar su desempeño durante la pandemia en función de un ajuste de factores sociodemográficos.

Material y métodos

Se utilizaron las estimaciones del estudio Global Burden of Disease (GBD) 2021 sobre la dinámica de la pandemia de COVID-19, el exceso de mortalidad y la descomposición de las causas de muerte asociados a los cambios en la EVN. Los resultados relevantes se describen por sexo, grupo de edad y entidad federativa, con el reporte de tasas e intervalos de incertidumbre (II) de 95 %. Se evaluó el desempeño de las entidades en el manejo de COVID-19, con la comparación de la tasa de mortalidad observada *versus* la esperada de acuerdo con el índice sociodemográfico (ISD) de la entidad. La metodología del GBD se ha detallado extensamente en publicaciones anteriores;¹⁰⁻²² en este artículo, se describen brevemente los métodos empleados en el contexto específico y focalizados en los objetivos de la investigación.

Modelaje de la dinámica de la pandemia de COVID-19

El GBD 2021 utilizó diversas fuentes de información para obtener datos epidemiológicos de COVID-19 correspondientes al período de 2020 a 2021, así como datos sobre la intensidad de transmisión y covariables sociodemográficas para producir estimaciones confiables en 206 lugares y poblaciones, incluidas las entidades de la República Mexicana. Para la estimación se empleó un modelo de transmisión de enfermedades infecciosas de tipo susceptible-expuesto-infectado construido en tres fases:

- Primera: se utilizaron los datos crudos reportados por los países, así como la evidencia publicada sobre la magnitud y dirección de las relaciones entre infecciones, hospitalizaciones y muertes para calcular el promedio de la intensidad de transmisión.
- Segunda: se incorporó el resultado del primer modelo para estimar las razones entre infección-detección, infección-hospitalización e infección-mortalidad.
- Tercera: se incorporaron las estimaciones de las fases previas como entrada y se incluyeron covariables sociodemográficas y determinantes clave del comportamiento de la infección para modelar y obtener estimaciones confiables del número de casos, tasa, hospitalizaciones y muertes atribuidas a la COVID-19 para los 206 territorios de interés en 2020 y 2021.

Los determinantes clave incluyeron información sobre movilidad de la población, medidas de mitigación y confinamiento, la propagación de variantes,

eficacia, oferta y demanda de vacunas, disminución de la inmunidad en la población, tendencias estacionales, tasas de pruebas y uso de cubrebocas en cada territorio de interés con información disponible.

Exceso de mortalidad

La estrategia del GBD para cuantificar el exceso de mortalidad durante la pandemia se detalla en una publicación previa.² A grandes rasgos, este enfoque consistió en compilar y corregir informes de mortalidad, tanto semanales como mensuales, del período anterior y durante la pandemia, para estimar la mortalidad esperada con base en tendencias estacionales y seculares previas al brote. Después, la diferencia entre la mortalidad observada y la esperada, tras ajustar por anomalías y registros tardíos, resultó en el exceso de mortalidad. Para las regiones o períodos de los cuales no existían datos completos de mortalidad se usó regresión LASSO, método estadístico que permite elegir solo las características más importantes de un conjunto de datos, para hacer las predicciones más precisas de la tasa de mortalidad en exceso y los II considerando seroprevalencia e índice de acceso y calidad de la atención médica. Por último, se aplicó una ponderación en función de la precisión de las predicciones de los modelos.

Descomposición por causas de la EVN

Dado que la EVN es el resultado de la mortalidad en una población y período determinados, es posible analizar cuáles son las causas de muerte que contribuyen a su incremento o disminución (debido al descenso o aumento de esas causas). A las primeras se les conoce como las que generan ganancias y a las segundas, como las que generan pérdidas. Para discernir cómo las distintas causas de muerte influyeron en la EVN entre 2019 y 2021, se empleó el método de descomposición de Beltrán Sánchez, Preston y Canudas Romo,¹³ el cual permite determinar la influencia relativa de cada causa de muerte en la EVN de una población. Este consiste en mantener constantes todas las causas de muerte, con excepción de una, para determinar cuánto se incrementaría la EVN si solo se mejoraran los índices de mortalidad para esa causa en específico. Al realizar esta operación para cada causa de muerte y sumar las contribuciones, se logra descomponer las variaciones en la EVN, lo que permite atribuir dichas fluctuaciones a las mejoras o empeoramientos en causas determinadas de defunción.¹⁴

Ajuste por índice sociodemográfico y evaluación del desempeño

Se utilizó el ISD para comprender y contextualizar el desempeño de las entidades federativas con la comparación de las diferencias en la tasa de mortalidad esperada respecto a la observada. El ISD estimado como parte del GBD proporciona una visión panorámica del desarrollo sociodemográfico de un territorio, traducido en una escala que oscila entre 0 (mínimo desarrollo) y 1 (máximo desarrollo). Se calcula a partir de análisis de componentes principales que tienen como entrada tres indicadores cruciales: ingresos per cápita ajustados por paridad de poder adquisitivo, años promedio de educación alcanzados por los adultos y tasa global de fecundidad.^{12,15} Para modelar la relación entre el ISD y la tasa de mortalidad, se ajustó un modelo de regresión lineal con un término cuadrático, que acopla una curva parabólica a los datos, capturando relaciones no lineales entre las variables:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X + \beta_2 \cdot X^2 + \varepsilon$$

Donde:

- Y representa la tasa de mortalidad.
- X es el ISD.
- β_0 es el intercepto.
- β_1 y β_2 son los coeficientes lineal y cuadrático del ISD, respectivamente.
- ε es el término de error.

La ecuación permite estimar la tasa de mortalidad esperada con el fin de evaluar qué entidades, dadas sus características sociodemográficas, presentan tasas de mortalidad significativamente más altas o bajas de lo esperado, en función del desarrollo sociodemográfico.

Además de contrastar las entidades con sus pares, se eligieron 19 países (que concentran 96 % de la población de la región) para comparar el desempeño de México durante la pandemia de COVID-19. Además de Argentina, Chile y Uruguay, se incluyeron tres países de América Latina Andina: Perú, Ecuador y Bolivia; ocho de Centroamérica, Nicaragua, Panamá, Colombia, Honduras, Costa Rica, Guatemala, El Salvador y Venezuela; dos países de América Latina Tropical: Paraguay y Brasil; y dos países del Caribe: Cuba y Haití.

Resultados

Se estima que entre 2020 y 2021, 93.6 (87.6-99.6) millones de personas padecieron COVID-19 en México. De ellas, fallecieron por esta causa 558 746 (441

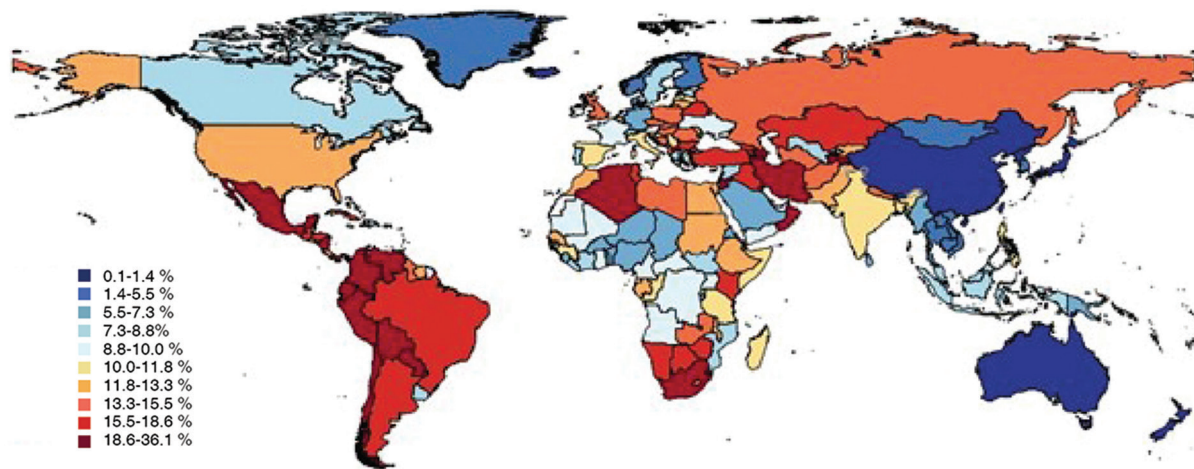


Figura 1. Porcentaje del total de defunciones a causa de COVID-19, ambos sexos, todas las edades, 2020-2021.

842-687 650); 48.8 % de las infecciones y 61.5 % de las muertes acontecieron en los hombres. La mediana de edad al momento de la infección fue de 27.6 y 29.4 años para hombres y mujeres; y de 65.9 y 69.4 años, respectivamente, al momento de la defunción. En este período, la tasa de mortalidad por COVID-19 estimada para México para ambos sexos y todas las edades fue de 216.7 (171.4-266.7) por 100 000 habitantes, lo cual implica que una de cada cuatro muertes en México se debió a COVID-19. Lo anterior coloca a México en el quinto lugar de países con mayor proporción de mortalidad por esta causa, solo por debajo de Perú (36.1 %), Bolivia (31.5 %), Nicaragua (30.5 %) y Ecuador (25.6 %), Figura 1. En 2020 y 2021, COVID-19 fue la primera causa de mortalidad en mujeres y hombres en cada grupo quinquenal desde 35 a 89 años a nivel nacional, y en todas las entidades federativas.

El riesgo de morir por COVID-19 fue diferente en los estados de la República Mexicana. En 2020 y 2021, la Ciudad de México presentó una tasa de mortalidad de 491.4 (407.4-592.3) por 100 000 habitantes y en Quintana Roo la tasa fue de 11.3 (61.8-169.6), lo cual significa una diferencia de 4.4 veces (Figura 2). En el mapa se aprecian ciertos patrones geográficos. El mayor riesgo de morir por COVID-19 se ubicó en el centro del país (Puebla, Estado de México, Morelos, Tlaxcala y Ciudad de México); el riesgo intermedio se concentró en la frontera norte (Chihuahua, Sonora, Baja California, Coahuila y Nuevo León); y, en contraste, la menor mortalidad por COVID predominó en el sur (Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Yucatán, Campeche, Tabasco y Quintana Roo).

En las Figuras 3 y 4 se presenta el porcentaje de cambio de la EVN en dos períodos: de 1990 a 2019 y de 2019 a 2021, con la comparación de México con 19 países de la región y de los 32 estados del país. En la Figura 3 se muestra que en términos relativos se presentó mayor progreso en las tres últimas décadas en Bolivia, Haití, Guatemala, Perú y Colombia, en contraste con muy poco avance en Paraguay, Venezuela, Costa Rica y Honduras. Respecto a la magnitud de las pérdidas, se observó mayor o similar retroceso en Paraguay, Venezuela, Honduras, Nicaragua, Cuba y México (Figura 3). En este último se identificó que 13 entidades federativas presentaron un retroceso superior a la ganancia alcanzada en 30 años; las más afectadas fueron la Ciudad de México, Puebla, Morelos y Tlaxcala (Figura 4).

El análisis de la descomposición por causas de muerte que cambiaron la ENV de 2019 a 2021 se presenta a detalle en las Tablas S1 y S2 del Material Suplementario. En la Figura 1 se muestra la descomposición en tres grupos de causas de pérdidas en la EVN (COVID-19, causas relacionadas indirectamente con COVID-19 y el resto de las causas). En las causas relacionadas con ganancias en las EVN se añaden enfermedades transmisibles, de la nutrición y reproducción (grupo 1); enfermedades crónicas no transmisibles (grupo 2) y lesiones accidentales e intencionales (grupo 3).

En la Tabla S2 del Material Suplementario se observa que en América Latina la pandemia provocó más pérdidas que ganancias. Por cada año o fracción que los países ganaron en los dos años de pandemia, se perdieron tres en promedio en la región. Perú y Bolivia fueron los más afectados con más de siete años de pérdidas y, en contraste, Uruguay solo sufrió una

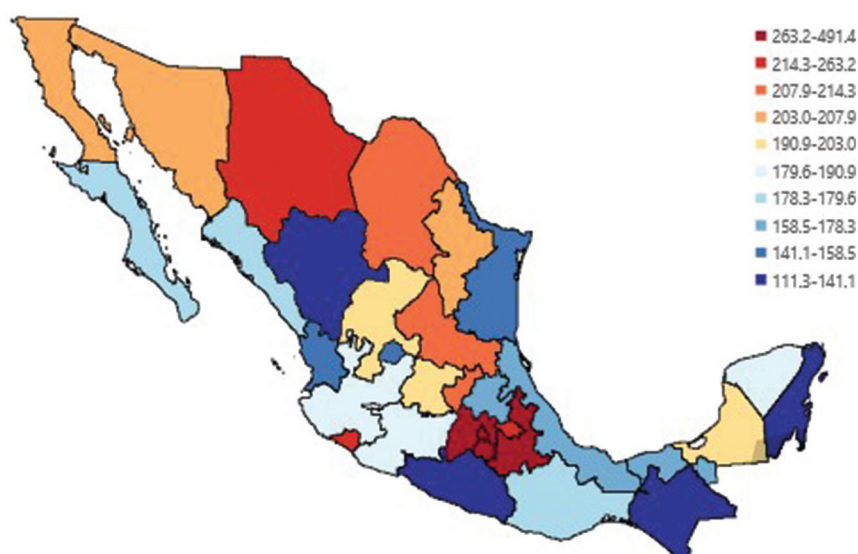


Figura 2. Tasa de mortalidad de COVID-19 por 100 000 habitantes, ambos sexos, todas las edades. México, 2020-2021.

pérdida de 1.9 años. Como era de esperar, la principal causa de pérdidas fue COVID-19. En países como Brasil, Chile y Argentina, la contribución de esta enfermedad fue mayor a 90 % de las pérdidas, en contraste con Haití y República Dominicana, donde la contribución no superó 55 % del total. A pesar de la pandemia, en 11 países de la región se ganó más de un año de vida en la EVN, aunque el progreso se vio oscurecido por la pérdida ocasionada por COVID-19.

En México, el panorama es ligeramente diferente. La Ciudad de México perdió 9.2 años entre 2020 y 2021, 72.6 % directamente relacionado con COVID-19. Puebla, Tlaxcala y Morelos perdieron más de seis años durante la pandemia, de los cuales 73 % se debió a COVID-19. En contraste, los estados con menos pérdidas fueron Tabasco y Quintana Roo, donde la contribución de COVID-19 fue de 77 % en ambos. A pesar de las pérdidas derivadas de la pandemia, la caída de la mortalidad por enfermedades transmisibles y por otras causas no transmisibles trajo como consecuencia que en el Estado de México, Guanajuato y Baja California Sur se ganara más de un año en la EVN entre 2019 y 2021.

Finalmente, al ajustar la tasa de mortalidad por COVID-19 entre los estados en 2021, usando como referencia una función cuadrática del índice sociodemográfico, observamos que la razón del valor observado fue superior al del valor esperado (Figura 5) en 16 estados, lo que muestra que el desempeño de los sistemas estatales de salud en esos estados fue

menos eficiente que en el resto, en donde el valor observado fue menor al esperado.

Discusión

La pandemia de COVID-19 ha originado disminuciones en la EVN de una magnitud sin precedentes en la historia reciente.¹⁶⁻²⁰ Aunque publicaciones anteriores han destacado un fuerte impacto en países como China,²¹ India,²² Brasil²³ y México,⁴ así como menor impacto en Corea del Sur,²⁴ Japón²⁵ y Australia,²⁰ no se identificaron estudios en América Latina ni en México que ahonden en la magnitud y las causas de muerte que se relacionen con este descenso.

En nuestra investigación, se observó que el impacto de COVID-19 en la EVN varió ampliamente. Mientras que en los países del cono sur la reducción entre 2019 y 2021 fue menor a dos años, en países andinos y de América Central se revirtieron avances de hasta tres décadas. En México, se detectaron notables desigualdades: 16 estados reflejaron retrocesos de tres décadas o más en su EVN, y la Ciudad de México presentó una caída de 9.1 años. Sin embargo, es esencial interpretar este último dato con prudencia debido a posibles errores en la clasificación del lugar de residencia.

La EVN se basa en datos de mortalidad por grupo etario para estimar cuántos años vivirían los habitantes de un lugar si las condiciones de ese año permanecieran estables durante el resto de su vida; constituye un parámetro útil para efectuar comparaciones

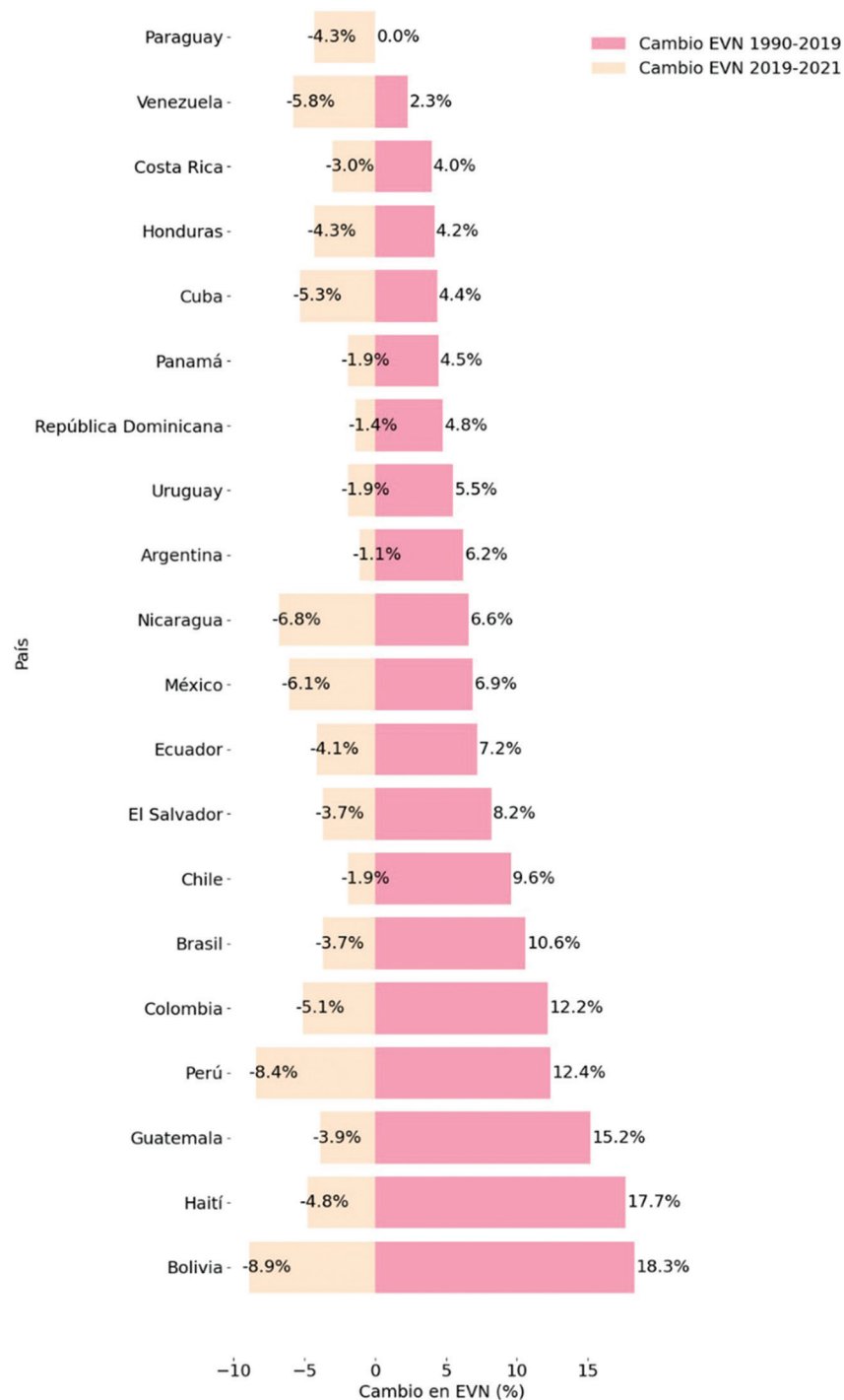


Figura 3. Porcentaje de cambio en la esperanza de vida al nacer (EVN) en países seleccionados de América Latina y el Caribe, ambos sexos, 1990-2019 y 2019-2021.

internacionales, dentro de los países y en el tiempo. La descomposición permite, además, medir el impacto específico de una enfermedad como COVID-19.

Las fluctuaciones en la EVN sirven como referente para enfrentar futuras amenazas sanitarias y reflejan la

eficacia de las políticas de salud pública. Sin embargo, para entender mejor su caída es esencial considerar otros indicadores como la respuesta oportuna de las autoridades, la experiencia epidémica pasada, la proporción de adultos mayores en la población, la densidad

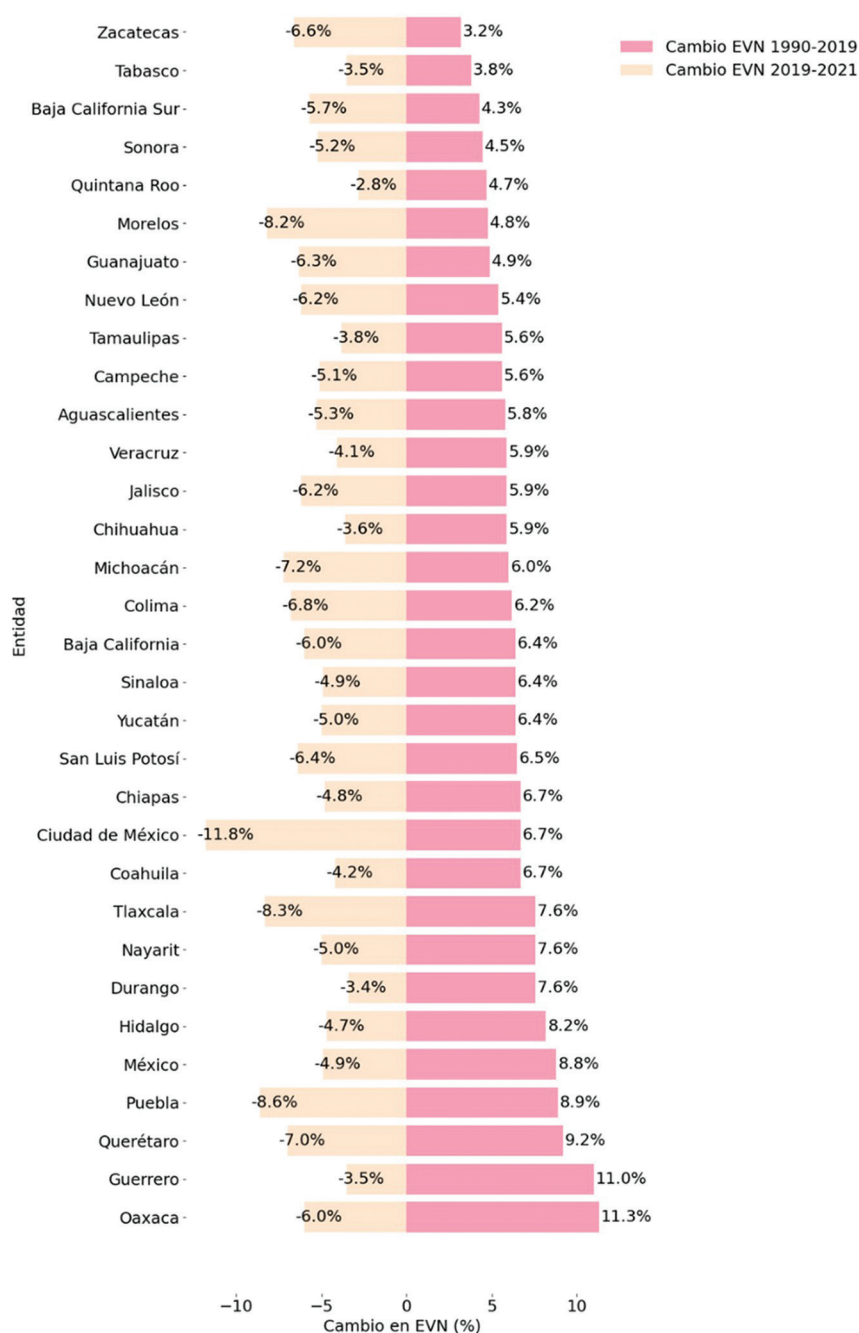


Figura 4. Porcentaje de cambio en la esperanza de vida al nacer (EVN), en las entidades de la República Mexicana, ambos sexos, 1990-2019 y 2019-2021.

de la población y el ingreso nacional per cápita, que se han reportado como los principales factores que influyen en la caída de la EVN.²⁶

En este estudio, se analizó la mortalidad considerando distintos períodos, comparaciones entre naciones y entre los estados mexicanos, de acuerdo con su grado de desarrollo económico. Es decir, si un estado presentaba un desempeño adecuado, se esperaba que

su resultado real fuera superior al proyectado. Llama la atención que las regiones norte y central de México mostraran un desempeño inferior, con excepción de Tamaulipas y Baja California Sur. Por el contrario, estados como Aguascalientes, Quintana Roo, Guerrero y Chiapas destacaron por su eficacia. Lo anterior puede parecer inesperado, ya que comúnmente se anticipa un rendimiento superior en zonas con un índice



Figura 5. Razón de la tasa de mortalidad por COVID-19 por 100 000 habitantes observada versus mortalidad esperada*, ambos sexos, todas las edades, México, 2020-2021. *Esperada dadas las características sociodemográficas y estimada a partir del ajuste por índice sociodemográfico.

sociodemográfico elevado. Sin embargo, COVID-19 ha traído numerosas incertidumbres.

Según Ledesma *et al.*,²⁷ una relación coherente con las expectativas emerge al ajustar por subnotificación y considerar la distribución por edad. Además, Bollyky y Hulland²⁸ señalaron previamente que factores como la confianza en las instituciones gubernamentales, la confianza entre ciudadanos y un menor nivel de corrupción gubernamental se correlacionan positivamente con tasas de infección estandarizadas más bajas, con descensos más pronunciados en la movilidad y con una amplia cobertura de la vacunación contra COVID-19, especialmente en países con ingresos medios y altos donde las vacunas son ampliamente accesibles.

Aunque este estudio proporciona perspectivas valiosas, tiene limitaciones. Los datos reportados por los países sobre muertes por COVID-19 suelen ser inferiores a los estimados en el GBD. A pesar de corregir estos datos, aún existe un margen de mejora. Los sesgos, como la declaración incorrecta del lugar de residencia, también afectan los resultados. Además, se requieren análisis más profundos con un mayor número de variables para entender completamente las diferencias en el desempeño entre entidades y entre países de la región. Por último, es esencial mencionar que los indicadores empleados para evaluar el desempeño de países latinoamericanos y de los estados mexicanos frente a la pandemia de COVID-19 se centraron en la mortalidad y quedó pendiente visibilizar los efectos no letales del virus. Más allá de las cifras de

fallecimientos, la pandemia ha dejado secuelas significativas en numerosos individuos, manifestadas en discapacidades o afectaciones a corto, mediano y largo plazo.^{29,30} De hecho, en respuesta a estos efectos prolongados de COVID-19, diversos países han implementado clínicas especializadas para ofrecer cuidados de apoyo y rehabilitación a quienes lo necesitan.²⁹

Conclusiones

La EVN es un indicador del impacto de la pandemia que debe ser utilizado con cautela. En México, como en el resto de la región, el efecto de la pandemia fue devastador y generó regresiones en el progreso en la EVN que poco a poco se recuperarán, pero lo que aún no queda claro es por qué el efecto fue tan diferente entre los países y entre los estados de la República Mexicana. Este estudio no ofrece una explicación de la razón de estos efectos tan dispares, pero sí apunta a hipótesis que pueden orientar futuras investigaciones sobre el impacto de la pandemia.

Financiamiento

El presente estudio se realizó sin ningún tipo de financiamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses relacionado con la investigación

presentada en este artículo ni con el sometimiento de este para su publicación en *Gaceta Médica de México*.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no realizaron experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes. Además, los autores han reconocido y seguido las recomendaciones según las guías SAGER dependiendo del tipo y naturaleza del estudio.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Material suplementario

El material suplementario se encuentra disponible en DOI: 10.24875/GMM.23000420. Este material es provisto por el autor de correspondencia y publicado *online* para el beneficio del lector. El contenido del material suplementario es responsabilidad única de los autores.

Bibliografía

- World Health Organization. The impact of COVID-19 on global health goals. Ginebra, Suiza: WHO; 2021.
- Wang H, Paulson KR, Pease SA, Watson S, Comfort H, Zheng P, et al. Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic: a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020-21. *Lancet*. 2022;399(10334).
- World Health Organization. Methods for estimating the excess mortality associated with the COVID-19 pandemic. Ginebra, Suiza: World Health Organization; 2022.
- García-Guerrero VM, Beltrán-Sánchez H. Heterogeneity in excess mortality and its impact on loss of life expectancy due to COVID-19: evidence from Mexico. *Can Stud Popul*. 2021;48(2-3):165-200.
- Msemburi W, Karlinsky A, Knutson V, Aleshin-Guendel S, Chatterji S, Wakefield J. The WHO estimates of excess mortality associated with the COVID-19 pandemic. *Nature*. 2023;613(7942).
- Stokes AC, Lundberg DJ, Elo IT, Hempstead K, Bor J, Preston SH. COVID-19 and excess mortality in the United States: a county-level analysis. *PLoS Med*. 2021;18(5).
- Palacio-Mejía LS, Hernández-Ávila JE, Hernández-Ávila M, Dyer-Leal D, Barranco A, Quezada-Sánchez AD, et al. Leading causes of excess mortality in Mexico during the COVID-19 pandemic 2020-2021: a death certificates study in a middle-income country. *Lancet Regional Health-Americas*. 2022;13.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Estadística de defunciones registradas de enero a junio 2022. México: INEGI; 2023.
- Ferris H, Devaney A. Telehealth in the COVID era. *Int J Integr Care*. 2022;22:135.
- Roth GA, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et al. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018;392(10159):1736-88.
- Kyu HH, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et al. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018;392(10159):1859-1922.
- Collaborators GBD, Murray C, Aravkin A, Zheng P, Vos T, Lim S, et al. Global Burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396(10258):1204-22.
- Beltrán-Sánchez H, Preston SH, Canudas-Romo V. An integrated approach to cause-of-death analysis: Cause-deleted life tables and decompositions of life expectancy. *Demogr Res*. 2008;19:1323.
- Wang H, Naghavi M, Allen C, Barber RM, Carter A, Casey DC, et al. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016;388(10053):1459-1544.
- Emadi M, Delavari S, Bayati M. Global socioeconomic inequality in the burden of communicable and non-communicable diseases and injuries: an analysis on global burden of disease study 2019. *BMC Public Health*. 2021;21(1):1771.
- Aburto JM, Schöley J, Kashnitsky I, Zhang L, Rahal C, Missov TI, et al. Quantifying impacts of the COVID-19 pandemic through life-expectancy losses: a population-level study of 29 countries. *Int J Epidemiol*. 2022;51(1):63-74.
- Islam N, Jdanov DA, Shkolnikov VM, Khunti K, Kawachi I, White M, et al. Effects of COVID-19 pandemic on life expectancy and premature mortality in 2020: time series analysis in 37 countries. *BMJ*. 2021;375:e066768.
- Andrasfay T, Goldman N. Reductions in 2020 US life expectancy due to COVID-19 and the disproportionate impact on the Black and Latino populations. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2021;118(5).
- Mazzucco S, Campostrini S. Life expectancy drop in 2020. Estimates based on human mortality database. *PLoS One*. 2022;17(1):e0262846.
- Canudas-Romo V, Houle B, Adair T. Quantifying impacts of the COVID-19 pandemic on Australian life expectancy. *Int J Epidemiol*. 2022;51(5):1692-5.
- Han S, Su B, Zhao Y, Chen C, Zheng X. Widening rural-urban gap in life expectancy in China since COVID-19. *BMJ Glob Health*. 2023;8(9):e012646.
- Muniyandi M, Singh PK, Aanandh Y, Karikalan N, Padmapriyadarsini C. A national-level analysis of life expectancy associated with the COVID-19 pandemic in India. *Front Public Health*. 2022;10:1000933.
- Castro MC, Gurzenda S, Turra CM, Kim S, Andrasfay T, Goldman N. Reduction in life expectancy in Brazil after COVID-19. *Nat Med*. 2021;27(9):1629-35.
- Hong J, Yi S, Yoon T. The impact of the COVID-19 pandemic on life expectancy by the level of area deprivation in South Korea. *Front Public Health*. 2023;11:1215914.
- Munira MS, Okada Y, Nishiura H. Life-expectancy changes during the COVID-19 pandemic from 2019-2021: estimates from Japan, a country with low pandemic impact. *PeerJ*. 2023;11:e15784.
- Chen B, Liu Y, Yan B, Wu L, Zhang X. Why were some countries more successful than others in curbing early COVID-19 mortality impact? A cross-country configurational analysis. *PLoS One*. 2023;18(3):e0282617.
- Ledesma JR, Isaac CR, Dowell SF, Blazes DL, Essix G V., Budeski K, et al. Evaluation of the Global Health Security Index as a predictor of COVID-19 excess mortality standardised for under-reporting and age structure. *BMJ Glob Health*. 2023;8(7):e012203.
- COVID-19 National Preparedness Collaborators. Pandemic preparedness and COVID-19: an exploratory analysis of infection and fatality rates, and contextual factors associated with preparedness in 177 countries, from Jan 1, 2020, to Sept 30, 2021. *Lancet*. 2022;399(10334):1489-1512.
- Wulf Hanson S, Abbafati C, Aerts JG, Al-Aly Z, Ashbaugh C, Ballouz T, et al. A global systematic analysis of the occurrence, severity, and recovery pattern of long COVID in 2020 and 2021. *medRxiv*. [Preprint] 2022 May 27:2022.05.26.22275532.
- Hanson SW, Abbafati C, Aerts JG, Al-Aly Z, Ashbaugh C, Ballouz T, et al. Estimated global proportions of individuals with persistent fatigue, cognitive, and respiratory symptom clusters following symptomatic COVID-19 in 2020 and 2021. *JAMA*. 2022;328(16):1604-15.