

Análisis espacio-temporal de la letalidad en México durante la pandemia por COVID-19

Spatiotemporal analysis of lethality in Mexico during the COVID-19 pandemic

Diana Laura Cruz Olivera ^a, Diana Xóchitl González Gómez ^b

Abstract:

This article analyzes the effect of monetary resources for health protection, poverty, overpopulation, and social security, on the lethality of the coronavirus in Mexico during the period 2020-2022, with observations by state. The perspective of the prevalence of contagious diseases, developed by Charles Winslow, is used. One limitation of the research is the limited access to data. Quantitative research, an econometric model with panel data is used. It is concluded that the greater federal health resources towards the entities would reduce the number of deaths in Mexico, being the most representative variable of the investigation. It is hoped that this analysis will serve as a guide for the design of public policy guidelines.

Keywords:

Covid-19, deaths, poverty, overpopulation, social protection

Resumen:

El presente artículo analiza el efecto que tienen los recursos monetarios de protección a la salud, la pobreza, la sobrepoblación y la seguridad social, sobre la letalidad del coronavirus en México durante el periodo 2020-2022, con observaciones por entidad federativa. Se emplea la perspectiva de la prevalencia de enfermedades contagiosas, desarrollada por Charles Winslow. Una limitante de la investigación es el poco acceso a los datos. Investigación cuantitativa, se emplea un modelo econométrico con datos panel. Se concluye que, el mayor recurso federal en salud hacia las entidades reduciría el número de defunciones en México, siendo la variable más representativa de la investigación. Se espera que este análisis sirva de guía para el diseño de lineamientos de política pública.

Palabras Clave:

Covid-19, defunciones, pobreza, sobrepoblación, protección social.

Introducción

Desde eras primitivas, el hombre ha velado por su supervivencia, no obstante, durante los años 1347 a 1350, el mundo atravesó una feroz pandemia de peste, que provocó la muerte de millones de personas en Europa. La Peste Negra sumaba sus efectos a los del hambre y la guerra. El descenso demográfico incitó el incremento de precios y salarios y la reducción del espacio cultivado. Posteriormente, en la época colonial, la victoria de Cortes sobre Moctezuma resultó una conquista territorial fácil tras los estragos que ocasionó la viruela y otras enfermedades que los españoles habían traído a México. 1-3

Tras la revolución industrial y el inicio del capitalismo se incrementa la competencia, lo que obliga al sistema a controlar de manera óptima los recursos humanos. Fue

hasta 1943 cuando se creó el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). 4,5

Del año 2019 a la fecha, se ha vivido una pandemia de gran impacto. Según el informe de la Organización Mundial de la Salud (6), el coronavirus (COVID-19) es una enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2.

El 31 de diciembre de 2019, la Oficina de la OMS en la República Popular China informó casos de una "neumonía vírica de causas desconocidas" en Wuhan. Pronto la enfermedad trascendió hasta convertirse en una pandemia que le preocuparía al mundo entero. En México, los primeros casos de COVID-19 datan del 27 de febrero del 2020 en Ciudad de México, Hidalgo, y Estado de México; el 18 de marzo del mismo año se registraron los primeros decesos por esta causa (Figura 1), en Durango, Estado de México, y Oaxaca. Posterior a esas fechas, los

a Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0009-0009-4655-052X>, Email: cr398034@uaeh.edu.mx

b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0003-3062-9961>, Email: dianax@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 15/07/2023, Fecha de aceptación: 17/03/2024, Fecha de publicación: 05/06/2024

casos han ido en constante aumento, con variaciones cíclicas que son susceptibles a medición. 7



Figura 1. Defunciones mensuales en México por COVID-19

Fuente: Elaboración propia con datos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Las enfermedades provocan efectos significativos sobre las economías, tal como el aumento de los costos para el sistema de salud (público y privado) y para el tratamiento médico de los infectados. Un brote de gran magnitud puede colapsar el sistema de salud, limitar la capacidad para atender asuntos médicos rutinarios, se genera ausentismo laboral de los enfermos y disminuye la eficacia en el trabajo, lo cual altera la productividad. El temor a la infección puede originar aislamiento social o cierre de empresas/comercios, lo que perturba las actividades económicas. 8

Durante la pandemia, muchas familias no cuentan con los recursos económicos suficientes para solventar los tratamientos. La Procuraduría Federal del Consumidor en 2021 informó que una familia puede gastar hasta 20 mil pesos para atender un caso de Covid-19. Esto obliga a los mexicanos a endeudarse y vender bienes como casas o automóviles. 9

Una alternativa es la protección social en salud, los recursos monetarios que la sociedad otorga a través de los impuestos para que un individuo o un grupo de individuos pueda satisfacer sus necesidades y demandas de salud, permite el acceso adecuado a los servicios del sistema o de alguno de los subsistemas de salud existentes en el país, sin que la capacidad de pago constituya un factor restrictivo. 10

Las personas que viven en entidades de ingresos bajos tienen una probabilidad mucho mayor de morir de una enfermedad transmisible que de una enfermedad no transmisible. Seis de las diez causas principales de defunción en los países de ingresos bajos corresponden a enfermedades transmisibles. Si bien, México es considerado con nivel de ingresos medio, el 43.9% de la población está en situación de pobreza. 11

El objetivo del artículo es estimar el efecto de los recursos para protección social en salud, la densidad de población, el acceso a seguridad social y la pobreza sobre las defunciones ocasionadas por COVID-19, a través de un modelo Panel Data con observaciones por entidad

federativa durante el periodo 2020 a 2022, desde el enfoque teórico de Charles Winslow.

La salud es uno de los determinantes del bienestar de una sociedad, que genera productividad, crecimiento y desarrollo humano. Estudiar el comportamiento de la letalidad durante la pandemia, resulta un reto y una oportunidad para generar conocimiento y un referente para los planes presupuestales de posibles afecciones futuras, que permita reducir el número de fallecimientos, no sólo en el país si no, en el mundo. 10

Enfoque teórico

Las epidemias, el cambio en los estilos de vida y trabajo a raíz de la industrialización y las guerras impulsaron el interés de examinar los aspectos económicos relacionados con la salud. Diversos autores han aportado a la consolidación de la economía de la salud como disciplina (Tabla 1), destacan Quetelet, Marshall, Winslow y Myrdal, y Kennet Arrow. 13

Adolphe Quetelet (1835: 584), en su obra *The Advance to Social Medicine*, postuló que, en los primeros años de vida, el hombre vive a costa de la sociedad, esto le genera una deuda que debe pagar al crecer, pero si muere antes de que pueda pagar, su vida se convierte en una carga para los ciudadanos.

Alfred Marshall, en su libro *Principios de Economía*, afirmó que la mala salud física, mental y moral se debe en parte a otras causas, además de la pobreza: pero que esta es la causa principal. 14

En la economía de la salud, el enfoque de la economía del bienestar ampliado adquiere a la salud como la variable por maximizar, concretado por Sen (1979), Williams (1972), Culyer (1989), entre otros. Una alta financiación pública del gasto sanitario equivale a un Servicio Nacional de Salud que permite maximizar indicadores de salud y satisfacción, con un adecuado control de costos, y mitigar las desigualdades. 15

Auster, Levenson y Sarachek (16) plantearon que la renta alta está asociada con una mortalidad elevada, ya que los efectos adversos relacionados con el crecimiento de la renta (aumento de los consumos de alcohol y tabaco, mayor accidentabilidad) pueden contrarrestar los beneficios de la mejora en la cantidad y calidad de la atención sanitaria. Selma Mushkin postuló que los servicios de salud para la prevención de enfermedades contagiosas e infecciosas producen un beneficio, para la comunidad, como un todo.

En América Latina, la incidencia del gasto social mediante transferencias directas es aún baja en comparación con los países desarrollados. 17

La marcada desigualdad social en el continente americano, aunada a la falta de acceso universal a la salud, determina la profunda desigualdad en salud y en

sus resultados de más alto costo social, como es la mortalidad. 18

Este artículo se sustenta en el enfoque de Charles Edward Amory Winslow, el cual explica que en los lugares donde no hay capital para la investigación en materia de salud, existe un círculo vicioso, en el que los hombres y mujeres se enferman porque son pobres. 19

Los programas de salud pública no pueden ser planeados en el vacío, sino solamente como parte vital de un programa más amplio de mejoramiento social. La prevalencia de las enfermedades está asociada con: el hacinamiento, los ingresos bajos, la superpoblación y la incapacidad para trabajar que imposibilita la generación riqueza colectiva.

Winslow (19) comparte argumentos de otras investigaciones en cuanto a que el mejoramiento de la salud irá seguido automáticamente de un ascenso en las condiciones educativas, económicas y sociales de la población. Finalmente, propone que las regiones más afortunadas puedan colaborar con aquellas otras que se hallan en un estado inferior de desarrollo, a través del comercio internacional que atraiga la inversión sanitaria a fin de formar un mundo sano, próspero y pacífico.

A su vez, Myrdal (20) concuerda con Winslow cuando expone acerca del círculo vicioso, sin embargo, contraponen uno de sus apartados mencionando que puede aumentar la productividad siempre y cuando el desarrollo económico opere de forma que asegure el trabajo productivo para el mayor número de personas que se logren mantener activas. Mientras que, Arrow, padre de la economía de la salud, analiza el papel del Estado y del mercado en la provisión de servicios.

De esta manera, se observa que existe un espacio en el campo de conocimiento que permite que la investigación propuesta en el presente artículo contribuya a la evidencia empírica y al debate académico, al analizar la relación entre la sobrepoblación, el gasto en salud, la pobreza y la seguridad social con la letalidad. 33

Tabla 1. Aportaciones de distintos teóricos según variables utilizadas

Autor	Variables utilizadas	Trabajos empíricos
Adolphe Quetelet	Costos de programas de salud Beneficios de la sociedad	El avance de la medicina social
Alfred Marshall	Salud física, mental y moral Pobreza por causas de: Insalubridad del clima, alimentación, el vestido, la habitación, el fuego, el espacio, el descanso, la libertad, la ocupación, las instalaciones médicas	Principios de economía

Vicente Ortún Rubio	Financiamiento público Financiamiento privado Indicadores de salud	La economía en sanidad y medicina
Auster, Levenson y Sarachek	Ingresos. Mortalidad. "Males" del ingreso alto. Beneficios de la atención sanitaria.	Producción en salud, un estudio exploratorio.
Charles Edward Amory Winslow	Prevalencia de las enfermedades a causa de la pobreza. Pobreza: El hacinamiento, ingresos bajos causada por la superpoblación, incapacidad para trabajar que imposibilita la generación riqueza colectiva.	Lo que cuesta la enfermedad y lo que vale la salud
Gunnar Myrdal	Programas de salud Trabajo productivo Pobreza	Los aspectos económicos de la sanidad

Fuente: Elaboración propia con información de los trabajos empíricos.

La línea de investigación acerca de la pandemia ha sido estudiada desde diversos enfoques: a) el medicinal que examina el tratamiento de la enfermedad, la reducción de contagios y la vacunación más eficiente con las menores consecuencias negativas posibles; b) la política pública, donde evalúan las decisiones que generen el máximo bienestar posible entre la sociedad y normativas frente a la pandemia; c) la economía, cuyos esfuerzos se orientan a observar los efectos, mitigar las consecuencias económicas negativas y examinar el panorama mundial.

Castanheira y Monteiro (21) muestra la relación entre el exceso de mortalidad por COVID-19 y hacinamiento, para todos los municipios de ocho países de América Latina, donde existe asociación entre las dos variables. Arceo-Gómez *et al.*, (22) estimaron la probabilidad de morir respecto a los percentiles de ingreso de los pacientes trabajadores, diagnóstico de COVID-19, variables sociodemográficas y comorbilidades. Proporcionan evidencia de que los trabajadores de bajos ingresos en México sufrieron tasas más altas de hospitalización y mortalidad que sus homólogos con salarios más altos, a pesar de que no necesariamente tenían tasas más altas de pruebas o pruebas positivas para el SARS-CoV-2.

Chávez, Díaz y Rosales (23), analizan la morbilidad, mortalidad y letalidad asociadas a COVID-19, conforme al índice de desarrollo humano, el tamaño de la población y la densidad de población de municipios y estados de México, sus resultados arrojaron una relación positiva, no obstante, la letalidad fue mayor en los municipios con más bajo desarrollo humano. En cuanto a la densidad poblacional, la tasa de morbilidad se relacionó directamente con la población no pobre y no vulnerable, mientras que la mortalidad se relacionó principalmente con la vulnerabilidad por ingresos. La tasa de letalidad

también se asoció predominantemente a la falta de servicios de salud y, a su vez, estas variables se relacionaron con otras como pobreza extrema, falta de calidad y espacio en la vivienda.

A diferencia de los trabajos anteriores que abordan diferentes aspectos de la pandemia, el presente estudio se enfoca en variables específicas relacionadas con los recursos económicos y sociales. La variable de interés en esta investigación es la letalidad del coronavirus en México. Si bien algunos de los trabajos anteriores también abordaron la mortalidad relacionada con la COVID-19, este estudio se enfoca específicamente en la letalidad y su relación con los recursos monetarios de protección a la salud, la pobreza, la sobrepoblación y la seguridad social, tratando de comprobar si ocurre lo mismo con la letalidad como con la prevalencia de enfermedades que postula Winslow, además de que, se analizan los datos a un nivel geográfico estatal tratando de llegar a una conclusión general para el país, en comparación con los trabajos anteriores que consideraron datos a nivel de municipios, estados o incluso países de América Latina.

Metodología

La presente investigación es de tipo cuantitativa y nivel explicativo. La metodología utilizada es el método econométrico de datos panel estático, largo y balanceado, mediante la técnica “estimador de efectos fijos”. Este método permitirá conseguir el objetivo de investigación, es decir, estimar el efecto de los recursos para protección social en salud, la densidad de población, el acceso a seguridad social y la pobreza sobre las defunciones ocasionadas por COVID-19, así como probar la hipótesis de que algunas causas económicas de las defunciones por COVID-19 en México son la falta de recursos de protección social en México, el limitado acceso a la seguridad social, el sobrepoblamiento y la pobreza.

La información recopilada se obtuvo de bases de datos oficiales de instituciones públicas (Tabla 2).

- *def* de CONACyT se obtuvo como el cociente de las defunciones entre los confirmados por COVID-19.
- *dns* como el cociente de la población entre el tamaño de la población (km²), mediante datos de una proyección poblacional de las Entidades de México y el tamaño territorial de cada entidad federativa.
- *rps* de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público se calculan en valor real a precios del 2018, mediante el deflactor del PIB.
- A través de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) se obtuvo *sm*, como el porcentaje de las personas ocupadas por entidad federativa, con niveles de ingreso menor a un salario mínimo que está incluido, bajo la Línea de Pobreza por Ingresos.
- De la misma encuesta se estimó el porcentaje de la población ocupada sin acceso a seguridad social, *ssegs*.

Todas las variables están en logaritmo natural (LN). El periodo de estudio es de 2020 a 2022. Existe consenso que las defunciones durante esta pandemia pueden ser el resultado de comorbilidades, es decir, muertes de pacientes con COVID que se intensificaron tras una enfermedad paralela que ya padecían; sin embargo, para los fines de este artículo, sólo se analizan las variables de tipo económico asociadas al problema de investigación (Tabla 2). 32

Tabla 2. Descripción de las variables de estudio

Variable	Unidad	Descripción	Número de datos	Tipo	Periodo
<i>def</i>	LN de la letalidad	Número de defunciones en cada Entidad de México.	32 datos	Variable dependiente	2020-2022
<i>rps</i>	LN del porcentaje de la aportación Federal a las Entidades	Recursos de protección social en salud en cada Entidad de México	32 datos	Variable explicativa	2020-2022
<i>dns</i>	LN de la densidad de población	Proyección poblacional entre el tamaño territorial de cada Entidad	32 datos	Variable explicativa	2020-2022
<i>ssegs</i>	LN del porcentaje de la población sin acceso a seguridad social	Población ocupada sin acceso a seguridad social	32 datos	Variable explicativa	2020-2022
<i>sm</i>	LN del porcentaje de la población precaria	Población ocupada con ingresos por debajo de la línea de pobreza por ingresos y con un salario mínimo	32 datos	Variable explicativa	2020-2022

Fuente: Elaboración propia

Modelo data panel

En los datos de panel, la misma unidad de corte transversal se estudia a lo largo del tiempo, es decir, considera la dimensión del espacio y la del tiempo. 24

Los modelos panel clásicos más usados son los de efecto común, efecto individual fijo y el de efecto individual aleatorio. 25

Los modelos estadísticos empleados para llevar a cabo el objetivo de investigación fueron desarrollados utilizando el entorno de programación RStudio, junto con diversas librerías especializadas como *plm*, *ggplot2* y *lmtest*.

Estas herramientas proporcionaron las funcionalidades necesarias para realizar análisis detallados y exhaustivos, permitiendo explorar y evaluar las hipótesis planteadas en el estudio.

El modelo se estima como en la ecuación (1):

$$def_{it} = \beta_1 rps_{it} + \beta_2 dns_{it} + \beta_3 ssegs_{it} + \beta_4 sm_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Donde:

def_{it} = logaritmo natural del porcentaje de la letalidad por COVID-19 en la entidad *i*, en el año *t*.

rps_{it} = logaritmo natural del porcentaje de la aportación monetaria federal a las entidades *i*, en el año *t*.

dns_{it} = logaritmo natural de la densidad de población en la entidad i , en el año t .

$\beta_3 ssegs_{it}$ = logaritmo natural del porcentaje de población sin acceso a seguridad social en la entidad i , en el año t .

$\beta_4 sm_{it}$ = logaritmo natural del porcentaje de la población con ocupación e ingreso precario en la entidad i , en el año t .

Se estimaron tres modelos: a) agrupados (Pooled), asume que todos los individuos (entidades federativas) se comportan igual a través del tiempo, sólo hay un intercepto; b) efectos fijos, todos los individuos (entidades federativas) se comportan de igual forma a través del tiempo, es decir, no supone que las diferencias entre las entidades sean aleatorias, sino constantes o "fijas" y por ello se estima cada intercepto α_i ; y c) efectos aleatorios, todos los individuos (entidades federativas) tienen un intercepto transversal diferente.

El modelo estimado con datos agrupados (Pooled) está en la ecuación (2):

$$def_{it} = -4.795 + 0.268 rps_{it} - 0.222 dns_{it} + 2.195 ssegs_{it} - 1.727 sm_{it} + u_{it} \quad (2)$$

(0.0264*)	(0.0066**)	(0.0198*)	(0.0017**)
(5.524e-06***)			
ee= 2.12541	0.0967	0.0938	0.6792
0.3578			

*significativo al 95%, ***significativo al 99%

Todas las variables independientes son estadísticamente significativas. Las variables más significativas son sm , rps y $ssegs$. Las variables independientes explican el 21.56% de la variabilidad de las defunciones durante el periodo del COVID-19.

El modelo estimado por efectos fijos está en la ecuación (3):

$$def_{it} = -0.1813 rps_{it} - 61.5077 dns_{it} + 1.1925 ssegs_{it} - 3.4071 sm_{it} + u_{it} \quad (3)$$

(0.2675)	(4.137e-09 ***)	(0.5571)
(2.449e-07 ***)		
ee = 0.16202	8.95076	2.01974
0.58541		

*significativo al 95%, ***significativo al 99%

Sólo las variables dns y sm son estadísticamente significativas. Las variables independientes explican el 73.80% de la variación de las defunciones durante el periodo del COVID-19.

El modelo estimado por efectos aleatorios está en la ecuación (4):

$$def_{it} = -5.0620 + 0.2804 rps_{it} - 0.2304 dns_{it} + 2.3045 ssegs_{it} - 1.8235 sm_{it} + u_{it} \quad (4)$$

(0.0213*)	(0.0049**)	(0.0178*)
(0.0010**)	(7.07e-07 ***)	
ee = 2.1993	0.0997	0.0972
0.3676		

*significativo al 95%, ***significativo al 99%

Todas las variables independientes son estadísticamente significativas. Las variables más significativas son sm , rps

y $ssegs$. En este modelo las variables independientes solo explican el 22.59% de la variabilidad de las defunciones durante el periodo el COVID-19.

Elección del modelo: Pooled o Efectos Fijos.

Se utiliza la prueba "F" restrictiva, también conocida como la prueba de Chow, para elegir cuál modelo tiene un mejor ajuste, "pooled" o "efectos fijos". La hipótesis nula (H_0) es que todas las variables dicotómicas por entidad son iguales a cero. Si la prueba se rechaza, significa que al menos algunas variables dicotómicas sí pertenecen al modelo, y por lo tanto es necesario utilizar el método de efectos fijos. Al ser el valor de p suficientemente pequeño, se rechaza la H_0 y el modelo que mejor se ajusta a los datos es el de efectos fijos.

Efectos Fijos o Efectos Aleatorios.

Se utiliza la prueba de Hausman para saber cuál modelo es más consistente con los datos. La hipótesis nula (H_0) es que el modelo de efectos aleatorios es consistente. El p -value es menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la H_0 y se elige el modelo de efectos fijos, tal como lo arrojó la prueba de Chow.

Una vez elegido el modelo panel de efectos fijos se comprueban dos principios esenciales para el modelo de datos panel: Autocorrelación y Heterocedasticidad. La autocorrelación se refiere al grado de relación entre los valores de las mismas variables en diferentes observaciones de los datos. Supone que la matriz de varianzas y covarianzas de las perturbaciones presentan valores distintos de cero en los elementos que están fuera de la diagonal principal. 26

Un modelo de regresión lineal tiene un problema de autocorrelación, cuando no se cumpla la expresión:

$$cov = (u_i u_j | x_i x_j) = E(u_i u_j) = 0 \quad i \neq j. \quad (5)$$

Se utiliza la prueba de Durbin-Watson para evaluar la correlación serial en datos panel. La hipótesis nula (H_0) es que no hay autocorrelación. Si $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula H_0 . Como el p -value no es menor a 0.05, entonces no se rechaza la H_0 . No hay autocorrelación en el modelo panel de datos fijos.

Las perturbaciones u_i de la función de regresión deben ser homocedásticas; es decir, que todas tienen la misma varianza. Si no se cumple este supuesto, no hay problema para la propiedad de insesgamiento del estimador, pero sí dejaría de ser el "mejor". 27

Se utiliza la prueba del Multiplicador de Lagrange de Breusch y Pagan (28). La hipótesis nula (H_0) es que no hay heteroscedasticidad. La H_0 se rechaza cuando p -value < 0.05 . En el modelo planteado, el p -value no es menor a 0.05, entonces no se rechaza la H_0 , y, por lo tanto, si hay heteroscedasticidad.

Las alternativas de corrección son: a) eliminación de valores extremos de la entidad federativa que presenten

(Ciudad de México); b) estimar el modelo con Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (FGLS, por sus siglas en inglés); y c) estimar con Errores Estándar Corregidos para Panel (PCSE, por sus siglas en inglés).

La eliminación de los valores *outliers* pudo ser una opción, sin embargo, se omitiría una entidad federativa importante para el estudio (Ciudad de México), y el modelo no podría ser generalizable para México. Se aplicó la prueba de Arellano (29) para reducir los errores, no obstante, se obtuvo una inconsistencia en la variable de la densidad de población, debido a que no sólo no redujo el error, sino que incrementó. Por tanto, se aplicó el método de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles para reducir los errores estándar.

Resultados

La estimación del modelo definitivo está en la ecuación (6)

$$def_{it} = \alpha_i - 0.3225rps_{it} - 60.2796dns_{it} + 1.8686ssecs_{it} - 3.1946sm_{it} + u_{it} \quad (6)$$

	(0.0436 *)	(1.696e-11 ***)	(0.2063)
(1.192e-09 ***)			
ee =	0.15984	8.95675	1.47853
0.52480			

*significativo al 95%, ***significativo al 99%

La ecuación 6 muestra los resultados de la estimación. El valor p-value está entre paréntesis y el error estándar en la última fila. La explicación de los resultados es como sigue: ante un incremento del 1% en los recursos monetarios de protección social en salud *rps*, la letalidad disminuiría 0.3225%. Los signos de los estimadores de la densidad de población *dns* y de pobreza *sm* no fueron los esperados, sin embargo, es posible dar una interpretación debido a la significancia estadística que presentan.

En el caso de la densidad de población, los datos utilizados provienen de una proyección poblacional, por lo cual, los signos de los coeficientes estimados pueden no ser los esperados. Sin embargo, en el caso del coeficiente de la variable *dns*, muestra que ante un aumento del 1% en la cantidad de personas por km², la letalidad disminuiría en 60.279%. En relación con la variable *sm*, la población ocupada con uno o menos de un salario mínimo creció a través de los años, de hecho, fue también la pandemia la que provocó un aumento en los niveles de precariedad y desempleo, no obstante, las defunciones fueron disminuyendo. 30

Lo anterior se pudo deber a que, a partir de mayo de 2020, la Secretaría de Economía dio a conocer la fase de recuperación; si bien los contagios seguían en aumento, la letalidad fue disminuyendo. Además, en el 2021 la población comenzó a vacunarse y el Gobierno de México, en coordinación con la Secretaría de Salud, implementó medidas para prevenir y controlar los contagios en el país; aunque estos continuaron, la población adoptó cierta inmunidad, lo que poco a poco hizo que las variantes de la enfermedad no fueran letales como en un inicio. 31

La población ocupada sin acceso a seguridad social *ssecs* no resultó una variable significativa en la investigación, a pesar de que el signo es el esperado. Con lo anterior, no se deja de lado que la seguridad social es vital para la salud de los ciudadanos, más bien, al ser la COVID-19 una enfermedad reciente, tal como lo menciona Pidone (2020), no se conocían sus límites o alcances, y aunque las personas tuvieran acceso a seguridad social, morían a causa de la magnitud del virus y el desconocimiento de especialistas en el área. El coeficiente de ajuste es 0.8429, es decir, las variables exógenas explican el 84.29% de las defunciones por coronavirus, por tanto, se puede decir que es un modelo que cumple con los supuestos y objetivos planteados.

Discusión

Epidemias previas pueden remediar las situaciones y comportamientos vistos en la actual epidemia COVID-19. En lo que respecta a la pandemia por el SARS-CoV-2, la afectación mundial ha sido rápida, extensa y en continuo crecimiento. La pandemia por COVID-19 ha motivado un desajuste en los sistemas de salud que provoca el aumento de los costos para el sistema de salud y para el tratamiento médico de los infectados, por lo que el ingreso resulta poco asequible para las familias afectadas.

La investigación se realizó desde el enfoque de Charles Winslow. Así, las variables clave en el estudio de la letalidad son: la sobrepoblación, el hacinamiento/densidad poblacional y la pobreza. Como en el estudio de Winslow (19), el presente trabajo confirma que estas tres variables tienen un efecto significativo en las defunciones por COVID-19. La variable "acceso a seguridad social", fue introducida por el hecho de que es un concepto importante para el sistema de salud actual, sin embargo, no tuvo el efecto que se esperaba, posiblemente por el desconocimiento de la enfermedad.

Winslow (19) menciona que la humanidad sufre gran número de enfermedades graves que no sólo son causa de sufrimiento humano, sino que, también imponen una pesada carga sobre los recursos económicos de las regiones afectadas. La sobrepoblación, según la teoría de Winslow hace que los contagios se propaguen de manera fácil y rápida, y dificulta las políticas sobre confinamiento, sin embargo, en México, a pesar de no conseguir un estricto aislamiento, no fue un determinante importante en la letalidad.

Los resultados concuerdan con la teoría de Winslow cuando menciona que la pobreza hace que prevalezcan las enfermedades. De hecho, en el actual contexto, entre más pobre se volvía una gran parte de la población ocupada, se presentaban más contagios, y entre más contagios por la COVID-19 la gente era aún más pobre. Sin embargo, la letalidad no se comportó de la misma manera. Lo anterior resultó, probablemente, por las políticas instauradas por el gobierno en cuanto a vacunación o confinamiento y la alta inmunidad que adoptó la sociedad tras las fuertes oleadas de la COVID-19 en México.

Finalmente, con los resultados obtenidos se propone que la administración pública incremente los recursos en materia de salud, se delinee políticas que mitiguen la pobreza por ingreso y que incentiven la disminución de la sobrepoblación en México, no sólo para disminuir la letalidad, sino también para prevenir enfermedades contagiosas. En futuras investigaciones se debe estudiar el comportamiento poblacional post pandemia, para identificar si la sobrepoblación tuvo efectos sobre las defunciones o incluso, en la tasa de natalidad, tras el confinamiento.

Conclusión

Las epidemias y los cambios provocados por la industrialización y las guerras despertaron el interés en los aspectos económicos relacionados con la salud. Este artículo analiza el impacto de los recursos de protección social en salud, la densidad de población, el acceso a la seguridad social y la pobreza en las defunciones causadas por COVID-19 en México, con datos de panel por entidad federativa entre 2020 y 2022.

Esta investigación se basa en el enfoque de Winslow, que argumenta que la falta de capital para la investigación en salud crea un círculo vicioso en el que las personas se enferman debido a la pobreza y son pobres porque están enfermas. La prevalencia de las enfermedades contagiosas se debe a la pobreza, expresada como consecuencia del hacinamiento, los ingresos bajos causados por la sobrepoblación y la incapacidad para trabajar que imposibilita la generación riqueza colectiva. La investigación sobre la pandemia ha sido abordada desde diferentes enfoques, sin embargo, el presente estudio se centra específicamente en la letalidad del coronavirus en México y su relación con variables económicas y sociales, como los recursos monetarios para la protección de la salud, la pobreza, la sobrepoblación y la seguridad social, dejando de lado las comorbilidades que pueden haber contribuido a las defunciones durante la pandemia.

Con el método de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles se encuentra que un aumento del 1% en los recursos monetarios de protección social en salud reduce en 0.3225% la letalidad por COVID-19. Aunque los signos de los estimadores de la densidad de población y la pobreza no fueron los esperados, tienen significancia estadística. El modelo tiene un coeficiente de ajuste del 84.29%. Esta investigación confirma que la sobrepoblación, el hacinamiento/densidad poblacional y la pobreza tienen un efecto significativo en las defunciones por COVID-19.

Se recomienda incrementar los recursos destinados a la salud, aplicar medidas para mitigar la pobreza y hacer frente al crecimiento demográfico en México, con el objetivo de reducir la mortalidad y prevenir posibles brotes de enfermedades transmisibles en el futuro.

Referencias

- [1] Martínez, L. La muerte negra. España: Sociedad española de infectología pediátrica; 2019: 1. Disponible en: https://www.seipweb.es/wp-content/uploads/2019/01/La_Peste_Leticia_Martinez.pdf
- [2] Vaca, A. La peste negra en Castilla. Reino Unido. Knowledge Media Institute. The Open University. 2001: 95. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/9496596.pdf>
- [3] Espino, A. La viruela, siniestra avanzadilla de Cortés en la conquista de México. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona; 2021. Disponible en: <https://www.despertaferro-ediciones.com/2021/viruela-conquista-de-mexico-cortes-espino/>
- [4] César, J. Antecedentes históricos de la economía de la salud y su evolución en Cuba. Cuba: Sistema de Información Científica Redalyc; 2010; 14(4): 2. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=368445240019>
- [5] CNDH. Se promulga la Ley de Seguridad Social, base del Instituto Mexicano del Seguro Social. México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos. s.f. Disponible en: <https://www.cndh.org.mx/noticia/se-promulga-la-ley-de-seguridad-social-base-del-instituto-mexicano-del-seguro-social>
- [6] OMS. Coronavirus. Organización Mundial de la Salud. 2022. Disponible en: https://www.who.int/es/health-topics/coronavirus#tab=tab_1
- [7] Conacyt. Información general COVID-19. México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; s.f. Disponible en: <https://datos.covid-19.conacyt.mx>
- [8] Bloom, S., Cadarette, D., Sevilla, JP. Las enfermedades infecciosas nuevas y recurrentes pueden tener amplias repercusiones económicas. Finanzas y Desarrollo. Fondo Monetario Internacional; 2018: 46. Disponible en: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2018/06/pdf/bloom.pdf>
- [9] Procuraduría Federal del Consumidor. Transparencia en precios de hospitales. México. 2021. Disponible en: <https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/transparencia-en-precios-de-hospitales?idiom=es>
- [10] OPS. Protección social en salud. Organización Panamericana de la Salud. s.f. Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=4180:2007-proteccion-social-salud&Itemid=2080&lang=es
- [11] Coneval. Medición de la pobreza. México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social; 2020. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx>
- [12] García J. Salud desde una perspectiva económica. Importancia de la salud para el crecimiento económico, bienestar social y desarrollo humano. Tabasco: Salud en Tabasco; 2017; 23(1-2): 44-47.
- [13] eduvirtual VUAD. Video de presentación Módulo 1: Conceptos fundamentales de Economía de la Salud. Colombia: Universidad Santo Tomás. Primer Claustro Universitario de Colombia; [Video]; 2021. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=zgPqJpioFr8>
- [14] Marshall A. Introducción, La salud y la fuerza de la población. Principios de economía. 8va edición. Inglaterra: Liberty Fund; 1890: 6, 113-117. Disponible en: <https://eet.pixel-online.org/files/etranslation/original/Marshall,%20Principles%20of%20Economics.pdf>

- [15] Ortún, V. La economía en sanidad y medicina: instrumentos y limitaciones. 2da edición. Barcelona: La Llar del Libre. Escola Universitaria de Treball Social. 1990: 65. Disponible en: <https://www.upf.edu/documents/2984046/2986000/EconomiaSanidadMedicina1992.pdf/1b7dfe14-581c-4ba0-a3a5-cbf45de4c0f6>
- [16] Auster R, Levenson I, Sarachek D. The production of health, an exploratory study. Journal of Human Resources. Estados Unidos: JSTOR; 1969; 4(4): 411-436. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/145166>
- [17] Ocampo, J. y Gómez, N. Los sistemas de protección social, la redistribución y el crecimiento en América Latina. México: Repositorio CEPAL. 2017; (122). Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42030/1/RVE122_Ocampo.pdf
- [18] Mújica, O., Pachas, P. Desigualdades sociales en la mortalidad durante la COVID-19 en Lima y Callao. Perú: Revista Peruana de medicina experimental y salud pública. 2021; 38(1). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342021000100183#:~:text=En%20términos%20generales%2C%20a%20rededor%20de,quintil%20de%20mayor%20pobreza%20monetaria.
- [19] Winslow, C.E. Lo que cuesta la enfermedad y lo que vale la salud. Estados Unidos: Organización Mundial de la Salud. 1955; 7(16): 1-2. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/1182/41547.pdf?sequence=1>
- [20] Myrdal G. Les aspects économiques de la santé. Suecia: Revista económica. 1952; 3(6). Disponible en: https://www.persee.fr/doc/reco_0035-2764_1952_num_3_6_406943
- [21] Castanheira, H y Monteiro, J. Mortalidad por COVID-19 y las desigualdades por nivel socioeconómico y por territorio. Comisión Económica para América Latina y el Caribe; 2021 Disponible en: <https://www.cepal.org/es/enfoques/mortalidad-covid-19-desigualdades-nivel-socioeconomico-territorio>
- [22] Arceo-Gómez, E. et al. The income gradient in COVID-19 mortality and hospitalisation: An observational study with social security administrative records in Mexico. México: Science Direct. 2022; 6(100115). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667193X21001113?via%3Dihub>
- [23] Chávez, Díaz, y Rosales. Determinantes socioeconómicos de salud y COVID-19 en México. México: Scientific Electronic Library Online; 2022; 158(1). Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0016-38132022000100004&script=sci_abstract&tIng=es
- [24] Gujarati. Econometría. Quinta Edición. The McGraw-Hill Companies. 2009a: 23, 591-593.
- [25] Mendoza, M., Quintana, L. Modelos Panel. México: Universidad Nacional Autónoma de México; s.f. Disponible en: <http://saree.com.mx/econometriaR/?q=node/24>
- [26] Universidad Complutense de Madrid. Modelo lineal general: hipótesis y estimación. España. 2013: 26. Disponible en: https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-10-25-Tema_3_1_EctrGrado.pdf
- [27] Quintana y Mendoza. Econometría aplicada utilizando R. 2016: 140. Disponible en: http://saree.com.mx/econometriaR/sites/default/files/Ebook_econometriaR.pdf
- [28] Gujarati. Econometría. Quinta Edición. The McGraw-Hill Companies. 2009b: 605.
- [29] Labra, Torrecillas. Guía CERO para datos de panel. Un enfoque práctico. España: Universidad Autónoma de Madrid; 2014; (16). Disponible en: https://www.catedraum-asseco.com/documents/Working%20papers/WP2014_16_Guia%20CERO%20para%20datos%20de%20panel_Un%20enfoque%20practico.pdf
- [30] CEPAL. Pandemia provoca aumento en los niveles de pobreza sin precedentes en las últimas décadas e impacta fuertemente en la desigualdad y el empleo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe; 2021. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/comunicados/pandemia-provoca-aumento-niveles-pobreza-sin-precedentes-ultimas-decadas-impacta>
- [31] Hernández. Dos años después, México tiene un gran reservorio de inmunidad. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2022. Disponible en: <https://www.gaceta.unam.mx/dos-anos-despues-mexico-tiene-un-gran-reservorio-de-inmunidad/>
- [32] Cruz y Monteiro. Mortalidad por COVID-19 y las desigualdades por nivel socioeconómico y por territorio. México: CEPAL; 2021. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/enfoques/mortalidad-covid-19-desigualdades-nivel-socioeconomico-territorio>
- [33] Arrow, K. Uncertainty and the welfare economics of medical care. Estados Unidos: American Economic Association; 1963; 53(5): 948-958. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/269074/PMC2585909.pdf?sequence=1&isAllowed=y>