

Recibido: Octubre, 2021  
Aceptado: Diciembre, 2022

## Jóvenes en la Ciencia Económica

### Crecimiento económico y mortandad en México

Economic growth and mortality in México

Darío Ibarra Zavala<sup>1</sup>

Luis Ángel Pérez Romero<sup>2</sup>

Jesús Fabián Aquino Mejía<sup>3</sup>

## Resumen

---

Un elemento fundamental del desarrollo económico es el crecimiento de la economía, medido a través del PIB u otro indicador equivalente. La mortandad entre la población es otra variable que puede ser considerada como indicador de desarrollo económico. En esta investigación se postula la existencia de una relación negativa entre la mortandad de la población y el desempeño económico medido a través del Indicador Global de Actividad Económica (IGAE). Los resultados muestran que existen razones económicas comprobadas a través del modelo econométrico para sostener que dicha relación existe, esto descontando los efectos de la inercia o el tiempo, la estacionalidad y la enfermedad COVID 19.

**Palabras clave:** Desarrollo económico, mortandad, salud, crecimiento económico

---

<sup>1</sup> Docente en el Posgrado en Economía en la FES Aragón-UNAM y en la UDLAP Jenkins Graduate School. Autor de correspondencia: darioibarra@yahoo.com

<sup>2</sup> Estudiante de maestría en Economía en la FES Aragón-UNAM.

<sup>3</sup> Pasante de Lic. En Economía en el Centro Universitario UAEMex Texcoco

**Clasificación JEL:** C32 Modelos de series temporales; C53 Revisión y otras aplicaciones de modelos; I1 Salud; O11 Análisis macroeconómico del desarrollo económico.

## Abstract

---

A fundamental element of economic development is the growth of the economy, measured through GDP or another equivalent indicator. Mortality among the population is another variable that can be considered as an indicator of economic development. This research postulates the existence of a negative relationship between population mortality and economic performance measured through the Global Indicator of Economic Activity (IGAE). The results show that there are econometric reasons to maintain that this relationship exists, discounting the effects of inertia or time, seasonality and the COVID 19 disease.

**Key Words:** Economic performance, mortality, health, economic growth.

## Introducción

---

La crisis económico-financiera de 2008 cuestionó el paradigma económico dominante y trajo a las arenas académicas y políticas nuevamente el tema de inestabilidad del capitalismo y del vínculo entre el sector financiero y el sector real de la economía. A su vez, el enfoque puramente económico dejó entrever que las crisis tienen impactos en el bienestar de las personas. Una película de Hollywood (poner por aquí el nombre de la misma: (La Gran Apuesta, McKay, 2015), relata que, al menos, un participante del mercado de Wall Street veía venir la crisis financiera y su impacto en el sector real de la economía; el interés del personaje por evitar dicho episodio era que, según sus cálculos, cada punto porcentual que el PNB de EEUU se reducía, el número de defunciones en el país se incrementaba. El comentario fue casual, pero con sentido.

La literatura sobre el desarrollo económico muestra que efectivamente existen razones que entrelazan el desempeño de la economía, medido a través del PIB y otros indicadores equivalentes como el IGAE en México, son un componente importante del desarrollo económico. Éste no sólo se mide a través del crecimiento económico sino de otros indicadores como construcción de

infraestructura, consumo de energía, nivel y alcance educativo y mortalidad entre otros factores. Por ello es que la hipótesis de trabajo es que un mejor desempeño de la economía se traduce en menor mortandad en el país.

En este artículo se estima un modelo econométrico que permite determinar la relación causal entre mortandad o mortalidad total, desempeño económico, inercia temporal, estacionalidad y el surgimiento de la pandemia y los consecuentes decesos provocados por la enfermedad COVID 19. Como se muestra en los resultados, existen elementos econométricos que permiten concluir que, una vez descontados los efectos del tiempo o iniciales, estacionales y de la COVID 19, la variable económica efectivamente tiene un impacto en el número de muertes que se presentan en el país.

Los resultados son agregados. Queda como parte de la agenda de investigación, la posible desagregación de las causas de la mortandad y si el impacto de la COVID 19 será permanente o eventualmente se eliminará, para ello tendrá que pasar algún tiempo que permita que se genere nueva información que, en su momento, pueda analizarse. Esto será parte de la agenda de investigación pendiente.

## Revisión de la literatura

---

Durante las últimas tres décadas, se han realizado diferentes estudios en los que se ha encontrado una asociación positiva entre la salud de la población y el crecimiento económico, tal como lo exponen Raúl Enrique Molina Salazar et al (1991), en un estudio comparativo entre México y otros países con diferentes niveles de PNB *per cápita*. Considerando sólo estadística descriptiva, toman en cuenta diversos factores como: la tasa de mortalidad de menores de 5 años, la tasa de mortalidad materna, el porcentaje de niños con bajo peso al nacer, la esperanza de vida al nacer, la cobertura del servicio de salud, el número de habitantes por médico y el porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable. Concluyen que los países como EEUU e Inglaterra arrojan tasas bajas en factores negativos, ya que si se presentan ingresos más altos es viable pensar que se puede gastar más en salud pública; además ejemplifican con el caso de Costa Rica, pues cabe resaltar que a pesar de tener un ingreso *per cápita* menor que el de México, presenta mejores factores de salud, debido a que el ingreso que tiene se distribuye de manera más equitativa, ajustándose en

productos y servicios de mejor calidad. Este trabajo muestra la relevancia sobre la forma en que los países gastan sus ingresos en servicios de salud.

De igual forma, Behm (2017) se centra en un análisis puramente descriptivo, tratando los factores socioeconómicos que tienen un efecto en la tasa de mortalidad de los países de América Latina, deduce que existen algunos factores de riesgo que intervienen en la disparidad de las tasas de mortalidad de cada país. En el mismo sentido que los anteriores trabajos, Pérez (2010) nos aporta un marco de referencia para conocer la interrelación entre el estado de salud y el crecimiento económico, nos indica que el nivel de salud influye en el crecimiento económico y no solo de manera inversa.

Un estudio empírico más completo nos lo brinda Lustig (2007), que analiza el caso de México tomando en cuenta tanto su entorno socioeconómico como la desigualdad. Según el autor, los estudios empíricos disponibles indican que, en el caso de México, la salud puede explicar alrededor de un tercio del crecimiento económico a largo plazo, así como la presencia de trampas de pobreza; además del rezago y la desigualdad en indicadores básicos de salud, por ejemplo, la tasa de mortalidad infantil y materna, que son significativos mientras que el grado de avance en materia de salud ha sido más lento que el requerido.

Siguiendo con esta misma línea de investigación, para Vanegas (2020) la economía de la salud nos brinda un estudio desde la perspectiva microeconómica y macroeconómica, a fin de evaluar la relación entre la salud, el desempeño económico y el bienestar social, para contribuir a las teorías más modernas del desarrollo. Lo interesante del trabajo de Venegas, es el marco empírico y teórico de la disciplina de la Economía de la Salud para proponer soluciones con políticas sociales en México.

Para hacer un análisis más robusto sobre el tema, no basta con sólo con un estudio de estadística descriptiva, se necesita de herramientas teórico-matemáticas y econométricas, pues son diversos los modelos que se aplican por parte de varios autores, para observar las tendencias y las relaciones entre factores de la salud (como la mortalidad) y el desarrollo o crecimiento económicos. Existe una mayor evidencia por parte de trabajos de países con un nivel de desarrollo económico elevado. Un ejemplo claro del desarrollo de modelos económicos-matemáticos es el de Kalemli-Ozcan (2002), que analiza cualitativa y cuantitativamente los efectos de la disminución de la tasa de

mortalidad sobre la natalidad, la educación y el crecimiento económico. Su modelo indica que, en niveles bajos de ingreso, el crecimiento de la población aumenta a medida que aumenta el ingreso *per cápita*, lo que lleva a un equilibrio de estado estacionario malthusiano<sup>4</sup>, mientras que, a niveles altos de ingresos, el crecimiento de la población disminuye, lo que lleva a un equilibrio de estado estacionario de crecimiento sostenido.

Otro ejemplo, se encuentra en el trabajo de Bilal et al. (2017), en el cual se modela el cambio en la mortalidad por todas las causas en 21 países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo), desde 1980 al 2010. Estos autores utilizaron una disminución en la tasa de desempleo como indicador del crecimiento económico y las tasas de mortalidad ajustadas por edad como variable dependiente, además del gasto en protección social, que se midió como porcentaje del producto interno bruto. Los resultados a los que llegaron los autores son que, una disminución del 1 % en el indicador de crecimiento económico se asoció con un aumento del 0,24 % en la tasa de mortalidad general (intervalo de confianza del 95 %: 0,07; 0,42) en países sin cambios en la seguridad social. Adicionalmente, las reducciones en el gasto en seguridad social fortalecieron esta asociación entre desempleo y mortalidad, esta misma magnitud de la asociación fue disminuyendo con el tiempo. Los resultados son consistentes con la hipótesis, donde nos plantea que las políticas de protección social que acompañan al crecimiento económico pueden mitigar sus potenciales efectos nocivos sobre la salud.

Dhrifi (2018) pretende aclarar la interacción anteriormente mencionada, para lo cual el autor examina, centrándose en el papel que cumple el crecimiento económico, el caso de 93 países desarrollados y en desarrollo, mediante un modelo de ecuaciones simultáneas y con información correspondiente al período comprendido entre 1995 y 2013. La hipótesis de la investigación es que habría una correlación positiva entre el gasto en atención de la salud y la mortalidad infantil, de modo que un aumento del gasto redundaría en la disminución de las tasas de mortalidad de los niños menores de cinco años. Adicionalmente, los resultados muestran que un mayor gasto en salud tiene un efecto positivo y significativo sólo en los países de ingresos medio-altos y altos, pero no en los de

<sup>4</sup> Esencialmente, un modelo malthusiano describe el crecimiento poblacional como una función exponencial. El estado estacionario se llega cuando el ingreso por habitante no crece ni decrece, es decir, presenta una tasa de 0 %. Esto viene acompañado de un nivel de población de equilibrio y un nivel de ingreso *per cápita* de equilibrio. Si se intenta superar ese punto, si continúan reproduciéndose los seres humanos, el exceso de población resultante será eliminado por el hambre, las enfermedades y las guerras (Malthus, 1998).

ingresos bajos y medio-bajos. El hecho de que este gasto no tenga un impacto significativo en estos dos últimos grupos de países podría indicar que los recursos no se están asignando en forma eficaz al sector de la salud. Las conclusiones a las que llegaron también confirman la importancia del crecimiento del PIB en cuanto a explicar tanto el gasto en salud como la mortalidad infantil.

El tema de si los cambios en la salud de la población impactan en el crecimiento económico, y cómo ocurre, se ha estudiado activamente en la literatura. Rocco et al. (2021) contribuye a este debate reevaluando y ampliando uno de los estudios más influyentes de Lorentzen et al. (2008). Incluyen un conjunto más grande de países (135) y cubren un período más reciente (1990–2014). También toman en cuenta la morbilidad aparte de la mortalidad. Los autores encuentran que la reducción de la mortalidad y los años de vida ajustados por discapacidad (AVAD), una medida que combina la morbilidad y la mortalidad promueve el crecimiento del PIB *per cápita*. La magnitud del efecto es moderada, pero no despreciable, y es similar para mortalidad y AVAD.

Así mismo, Dadgar & Norström, (2022) utilizan datos de series temporales de 21 países de la OCDE que abarcan el período 1960-2018. Usaron cuatro tipos de mortalidad: mortalidad total, mortalidad infantil, mortalidad en el grupo de edad de 20 a 64 años y mortalidad en la vejez. Los datos sobre PIB *per cápita* los obtuvieron del proyecto Maddison y los de desempleo se obtuvieron de Eurostat. Los autores aplicaron modelos de corrección de errores para estimar el impacto a corto y largo plazo del cambio macroeconómico en la mortalidad por todas las causas. Como resultado de su investigación, encontraron que los aumentos en el desempleo se asociaron de manera estadísticamente significativa con disminuciones en todos los resultados de mortalidad, excepto la mortalidad en la vejez. Los aumentos en el PIB se asociaron con una reducción significativa de los efectos a largo plazo sobre la mortalidad. Los hallazgos, basados en datos de países predominantemente prósperos, sugieren que un aumento en el desempleo conduce a una disminución en la mortalidad por todas las causas. Sin embargo, el crecimiento económico, como lo indica el aumento del PIB, tiene un impacto protector de la salud a largo plazo, según lo indica la reducción de la mortalidad.

Por último, es interesante lo que menciona Niu & Melenberg (2014) en su estudio: La vasta literatura sobre modelos estocásticos extrapolativos de

mortalidad que se enfoca principalmente en la extrapolación de tendencias pasadas de mortalidad y resume las tendencias por uno o más factores latentes; sin embargo, la interpretación de estas tendencias no suele ser muy clara; por otro lado, los métodos de explicación intentan vincular la dinámica de la mortalidad con factores observables. Esto sirve como un paso intermedio entre los dos métodos. Posteriormente, realizan un análisis integral sobre la relación entre la tendencia latente en la dinámica de la mortalidad y la tendencia en el crecimiento económico representado por el producto interno bruto (PIB). Finalmente, el marco de Lee & Carter (1992) se amplía mediante la introducción del PIB como un factor adicional junto al factor latente, lo que proporciona un mejor ajuste y pronósticos mejor interpretables.

## **Desempeño económico y mortalidad en México**

---

Como se dijo en la introducción el objetivo de este trabajo es determinar si existen elementos econométricos que permitan verificar si el desempeño económico, medido a través del crecimiento de la economía, es causal de un mayor o menor número de defunciones en el país. En pocas palabras, como se mencionó antes, la hipótesis de trabajo es que el crecimiento del Indicador Global de Actividad Económica (IGAE) se traduce en un menor número de muertes en el país.

Como se señaló en la revisión de la literatura, existen elementos empíricos que permiten especular que un mejor desempeño de la economía se asocia a mejores servicios de salud, a más recursos familiares para la compra de medicamentos, a menor delincuencia, entre otros factores, que reducen la mortalidad en el país.

## 2.1 Datos

---

### Mortandad

---

El primer dato analizado es el de mortandad o mortalidad. Para ello, se dispuso de la serie publicada por el INEGI en Geografía, Mortalidad INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/mortalidad/>, donde se puntualiza que la tasa de mortalidad total en México a lo largo de los años ha ido disminuyendo gradualmente, pero el número absoluto sigue creciendo, la tasa de mortalidad total en el país ha pasado de 6.2 defunciones por cada 1,000 habitantes en 2000 a 5.1 defunciones por cada 1,000 habitantes en 2019. Además, enlista los aspectos más importantes sobre la mortalidad total en México.

Algunos puntos importantes para resaltar acerca de la mortalidad total que existe en México:

- a) Las causas principales de muerte en México son las enfermedades del corazón, el cáncer y la diabetes.<sup>5</sup>
- b) La pandemia de COVID-19 ha tenido un importante impacto en la mortalidad en México. Según datos de la Secretaría de Salud, en el año 2020 se registraron 201,623 defunciones más de lo esperado en el país, lo que sugiere que la pandemia ha tenido un importante impacto en la mortalidad total en México.<sup>6</sup>

### IGAE

---

Como se mencionó previamente, en este trabajo se tomará al Índice Global de la Actividad Económica (IGAE) como indicador de desempeño económico. Aunque existen algunas desagregaciones sectoriales y se publican tanto la serie original como la desestacionalizada, en el modelo econométrico consideraremos a la primera como indicador económico.

---

<sup>5</sup> Defunciones (Mortalidad): Cubos dinámicos. (s. f.). Secretaría de Salud. [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc\\_defunciones\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_defunciones_gobmx.html) (Falta fecha de consulta)

<sup>6</sup> Defunciones (Mortalidad): Cubos dinámicos. (s. f.). Secretaría de Salud. [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc\\_defunciones\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_defunciones_gobmx.html) (Falta fecha de consulta)

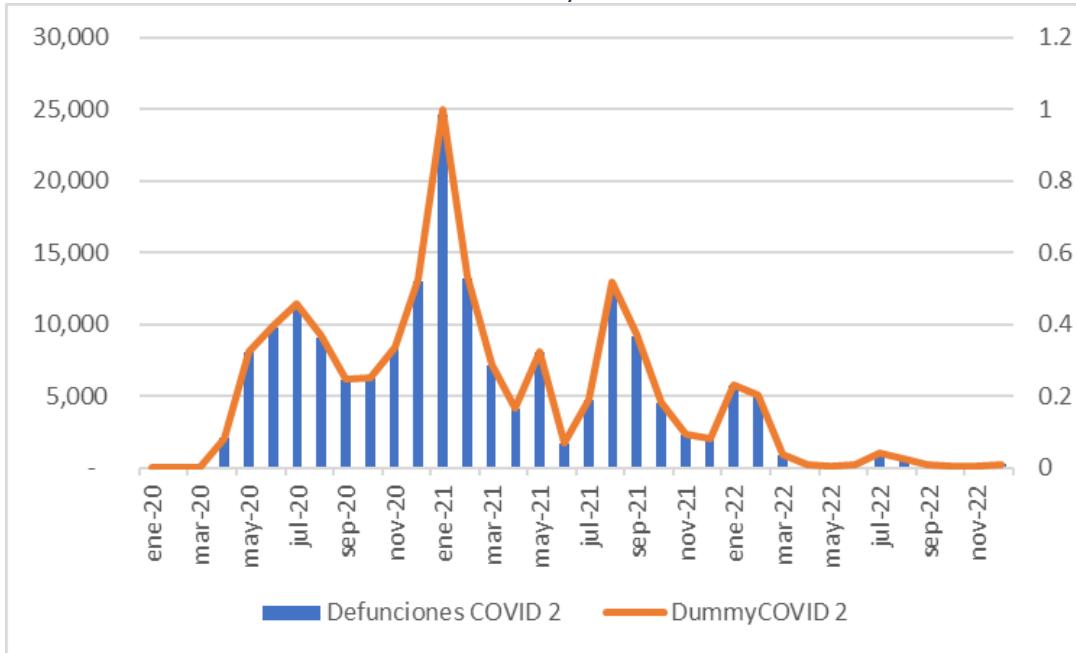
## Variable ficticia COVID 2

En este trabajo se considera una variable de control que mide la mortandad provocada por esta enfermedad y que permita aislar los efectos del virus para dejar sólo el efecto de la economía en la mortandad.

La variable se construyó normalizando los datos de defunciones reportados por el INEGI como causa de la enfermedad COVID 2, el valor máximo, correspondiente a enero de 2021, se tomó como el factor normalizador igual a la unidad. Los datos así obtenidos fungieron como una suerte de variable dummy multiplicativa, sin embargo, los valores de esta variable no fueron de cero y uno, sino que tomaron el valor del índice calculado y se multiplicó por la variable tendencia.

La siguiente gráfica muestra el valor de las defunciones, medida en unidades en el eje izquierdo, y el valor de la variable que multiplica a la tendencia. Como se observa, sus valores se encuentran entre cero y uno, donde la unidad corresponde al valor máximo de defunciones reportado por el INEGI.

Gráfica 1. Defunciones y valores normalizados



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

El índice así obtenido se multiplicó por la variable tendencia, que en enero de 2020 tenía un valor de 323. La siguiente tabla da cuenta del cálculo de dicha variable:

Tabla 1. Determinación de los valores de la variable dummy Covid 2

Mes	Defunciones COVID 2 (1)	índice defunciones COVID 2 (2)	Tendencia (3)	Dummy Covid 2 (2*3)
ene-20	33	0.00134	323	0.43287
feb-20	25	0.00102	324	0.32895
mar-20	23	0.00093	325	0.30357
abr-20	2,034	0.08260	326	26.92836
may-20	7,997	0.32476	327	106.19798
jun-20	9,716	0.39457	328	129.42040
Jul-20	11,275	0.45789	329	150.64470
ago-20	9,048	0.36745	330	121.25731
sep-20	6,101	0.24777	331	82.01068
oct-20	6,206	0.25203	332	83.67414
nov-20	8,301	0.33711	333	112.25768
dic-20	12,953	0.52603	334	175.69453
ene-21	24,624	1.00000	335	335.00000
feb-21	13,196	0.53590	336	180.06238
mar-21	7,113	0.28886	337	97.34734
abr-21	4,098	0.16642	338	56.25097
may-21	7,997	0.32476	339	110.09515
jun-21	1,695	0.06884	340	23.40400
Jul-21	4,672	0.18973	341	64.69916
ago-21	12,738	0.51730	342	176.91667
sep-21	9,169	0.37236	343	127.71958
oct-21	4,485	0.18214	344	62.65595
nov-21	2,295	0.09320	345	32.15461
dic-21	1,989	0.08077	346	27.94810
ene-22	5,703	0.23160	347	80.36635
feb-22	4,946	0.20086	348	69.89961
mar-22	887	0.03602	349	12.57160
abr-22	201	0.00816	350	2.85697
may-22	117	0.00475	351	1.66776
jun-22	200	0.00812	352	2.85900
Jul-22	1,031	0.04187	353	14.78001
ago-22	622	0.02526	354	8.94201
sep-22	167	0.00678	355	2.40761
oct-22	67	0.00272	356	0.96865
nov-22	79	0.00321	357	1.14535
dic-22	238	0.00967	358	3.46020

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI

## 2.2 El Modelo

---

Para calcular el efecto del crecimiento económico en la mortalidad total en México se estimó un modelo log-log mediante una regresión múltiple por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para así encontrar el valor de los coeficientes del modelo que permiten estimar una suerte de elasticidad de algunas variables con respecto a la mortandad:

$$L_N(\text{mort}) = \beta_0 + \beta_1[L_N(\text{mort}_1)] + \beta_2[L_N(\text{IGAE})] + B_3[L_N(\text{IGAE}_1)] + [L_N(\text{IGAE}_2)](T) + B_6(\text{DummyEne}) + B_7(\text{MCovid}) + u_t \quad (1)$$

Donde:

$L_N(\text{mort})$  = Logaritmo Natural de la mortandad total en México

$L_N(\text{IGAE})$  = Logaritmo natural del IGAE de México de julio de 1997 a diciembre 2021. 2021.

T=Trend= número que comienza en 1, en julio de 97 y aumenta en una unidad mes a mes. Mide el paso del tiempo o la inercia que diversas series presentan con respecto al tiempo.

$\text{DummyEne} = 1$  si es enero; 0 en otro caso.

$\text{MCovid}$  =Efecto de la crisis sanitaria en la mortalidad de la población mexicana.

La variable ficticia  $\text{MCovid}$ , fue formada por la multiplicación de la tendencia de cada mes (*Trend*) y la razón de la mortalidad mensual entre la mortalidad del mes con mayores muertes. Es obvio que, en los meses de febrero de 1993 hasta diciembre del 2019, esta variable toma el valor de cero. Y empieza a tomar valores desde enero del 2020 hasta noviembre del 2022. Después de ello y con el objetivo de desarrollar el pronóstico, toma un valor constante.

## 2.3 Elasticidades de corto plazo:

---

El concepto de elasticidad generalmente se usa para hablar de la sensibilidad de la oferta o la demanda con respecto a una variable que la afecta, como son precios del mismo bien o el de otros, así como el ingreso. En el contexto de la

esta regresión la elasticidad se puede ver como la sensibilidad de las defunciones ante la variación de variables económicas.

Así, la elasticidad de las defunciones con respecto al IGAE es:

$$\varepsilon_{mort,igae} = \frac{\Delta\%mort}{\Delta\%igae} = \frac{\frac{\Delta mort}{mort}}{\frac{\Delta igae}{igae}} \approx \frac{\frac{dmort}{mort}}{\frac{digaе}{igae}} = \frac{d(\ln mort)}{d(\ln igae)} = \beta_2 + \beta_3$$

(2)

Observemos que la consideración de corto plazo es la suma de las betas del IGAE contemporáneo más la beta del IGAE del mes pasado. Por lo tanto, el corto plazo se considera como el efecto de dos meses.

Del mismo modo, la sensibilidad de la mortandad al paso del tiempo, asumimos que todas las variables son constantes, excepto el tiempo, el diferencial de dicha expresión es:

$$d(\ln mort) = \frac{dmort}{mort} = \beta_4 \Delta t = \beta_4, \text{ pues } \Delta t = 1$$

(3)

Por lo tanto, esta beta nos indica la tasa de crecimiento de la mortandad por el simple paso del tiempo.

Las variables restantes, la dummy de enero y la del covid, muestran la variación porcentual de las defunciones en presencia de dichas variables, es decir, en enero la mortandad crece, al igual que en presencia de la enfermedad covid 2.

#### 2.4 Elasticidades en el largo plazo

La incorporación de auto rezagos en este modelo hace que se tenga una ecuación en diferencia. En el largo plazo, dicha ecuación implica que  $\text{mort}(t) = \text{mort}(t-1)$ , por lo anterior, podemos hacer un despeje para obtener:

$$\varepsilon_{mort,igae}^{lp} = \frac{\beta_2 + \beta_3}{1 - \beta_1}$$

(4)

La variación por el paso del tiempo considerando los efectos de largo plazo son:

$$d(\ln mort, lp) = \frac{\beta_4}{1 - \beta_1},$$

De las ecuaciones previas, se puede inferir que:

$$\Delta\%mort \approx d(\ln mort_t) = \frac{(\beta_2 + \beta_3) \Delta\%igae_t}{1-\beta_1} + \frac{\beta_4 \Delta\%t_t}{1-\beta_1} \quad (5)$$

Los datos de mortandad se toman de julio del 97 a diciembre del 2021. Algunas variables tienen algunos rezagos, al igual que se incorpora un autorrezago.

## Resultados

Los valores estadísticos de la regresión son los siguientes:

Tabla 2. Estadísticas de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.97538744
Coeficiente de determinación R^2	0.95138065
R^2 ajustado	0.95036422
Error típico	0.06022125
Observaciones	294

Fuente: cálculos propios utilizando MS Excel

Tabla 3. Análisis de varianza

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	6	20.3669827	3.39449712	935.9999833	3.4342E-185
Residuos	287	1.04083407	0.0036266		
Total	293	21.4078168			

Fuente: cálculos propios utilizando MS Excel

Tabla 4. Betas calculadas y estadísticos

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	8.08816	0.67950	11.90305	0.00000	6.75072	9.42561
LN Mort_1	0.29938	0.03711	8.06741	0.00000	0.22634	0.37243
LN IGAE	0.54985	0.12498	4.39955	0.00002	0.30386	0.79584
LN IGAE_1	-0.75940	0.12467	-6.09119	0.00000	-1.00479	-0.51401
Trend	0.00191	0.00023	8.47730	0.00000	0.00147	0.00236
Dummy ene	0.19156	0.01369	13.99737	0.00000	0.16463	0.21850
Dummy covid	0.00228	0.00016	14.44439	0.00000	0.00197	0.00259

Fuente: cálculos propios utilizando MS Excel

La corrida se realizó a través de dos fuentes: utilizando la herramienta de análisis de datos de Excel y a través de R. Los datos coinciden entre sí y no hay discrepancia numérica.

El valor del intercepto (8.088) indica que, cuando todas las variables independientes son iguales a cero, la mortalidad es de 8.088 (expresada en términos de logaritmos naturales).

Se realizaron pruebas para determinar problemas de autocorrelación y de heteroscedasticidad a través de la prueba h de Durbin y de White modificado y no se encontró evidencia de ninguno de los dos problemas anteriores.

### 3.1 Prueba de autocorrelación

Al calcular el estadístico h de durbin, se obtuvo un valor de 5.463149056, que se encuentra fuera del intervalo de aceptación de la H0 que es de -1.645,1.645, se concluye que no existe evidencia de autocorrelación serial de orden 1.

### 3.2 Prueba de heteroscedasticidad

Los resultados de la prueba de White Modificada, siendo esta una prueba de heteroscedasticidad para modelos de regresión lineal múltiple basado en métodos de residuos cuadrados ponderados. Al correr la regresión de los errores al cuadrado contra el pronóstico de la mortalidad, lineal y al cuadrado, el valor de la R<sup>2</sup> es de **0.0202436**, mientras que las betas no son significativas por lo tanto, se concluye que **no hay evidencia de heteroscedasticidad**.

## Análisis de los resultados (Los efectos macroeconómicos de invertir para reducir la mortalidad)

El valor del autorrezago implica que “el pasado importa” y que casi 30% de las defunciones del mes corriente se explican por los decesos del mes previo.

El IGAE tiene dos efectos, uno de corto y otro de largo plazos. La beta del valor contemporáneo, 0.5498 indica que el desempeño económico tiene un efecto positivo en el corto plazo. Sin embargo, el valor de la beta del IGAE rezagado tiene un valor negativo e igual a -.7594, la suma de ambos valores es de -.2095, por lo tanto, el efecto neto del IGAE es negativo, en pocas palabras, si la **economía crece, la mortandad se reduce.**

La beta de la tendencia es de 0.0019125. Eso implica que el simple paso del tiempo genera mayor mortandad.

La variable dummy correspondiente al mes d enero tiene un valor de 0.1915637 , es decir que existe una marcada estacionalidad en las defunciones que implica que en enero se incremente el número de decesos.

La beta de la variable Dummy\_covid es positiva: 0.0022838. Esto indica que la pandemia incrementó el número de decesos.

Las elasticidades son:

Tabla 5. Elasticidades de corto y largo plazo

	Elasticidades	
	Corto plazo	Largo plazo
LN IGAE	-0.2095549	-0.2991004
Trend	0.0019125	0.00272974
Dummy ene	0.1915637	0.27342137
Dummy covid	0.00228379	0.00325969

Fuente: cálculos propios utilizando MS Excel

Los últimos dos renglones no son propiamente elasticidades. Sin embargo, ayudan a medir la variación porcentual de las defunciones durante el mes de enero y a partir de la presencia del covid 19.

En resumen: El desempeño económico impacta al número de defunciones: si la economía crece, se reduce la mortandad; el simple paso del tiempo tiene un efecto positivo: cada mes que transcurre, se incrementa la mortandad en 0.19%. En enero se tiene un incremento en el número de decesos en 20% con respecto al mes previo. Por último, la enfermedad covid incrementó el número de defunciones en una cuantía superior al efecto del paso del tiempo.

En el largo plazo los efectos se acumulan y son más dramáticos: la elasticidad de la mortandad con respecto al IGAE es de casi 30%; la variación porcentual de la mortandad provocada por el paso del tiempo es de 0.0027%; el efecto del mes de enero es casi tan importante como el desempeño económico: la variación porcentual es de 27%. Por último, el efecto de la variable covid de largo plazo es de 0.3259%.

### Posibles usos del modelo

---

El modelo econométrico permitió confirmar la hipótesis de que el desempeño de la economía tiene un impacto en la mortandad en México. El efecto inmediato de una caída de 1% de la actividad económica se traduce en un incremento de 0.2095% de defunciones adicionales. Si consideramos el valor correspondiente a diciembre de 2021, una caída de 1% en el IGAE se traduciría en 140 defunciones adicionales por cada mes transcurrido. Sin embargo, el efecto final, es decir el de largo plazo, sería de 199, es decir, se puede concluir que cada punto porcentual que cae el IGAE cada mes, tiene entre sus efectos el provocar casi 200 muertes.

Un uso adicional del modelo es el pronóstico del número de defunciones para el tiempo venidero. Para ello es necesario establecer algunas hipótesis con respecto a las variables independientes.

#### Supuestos:

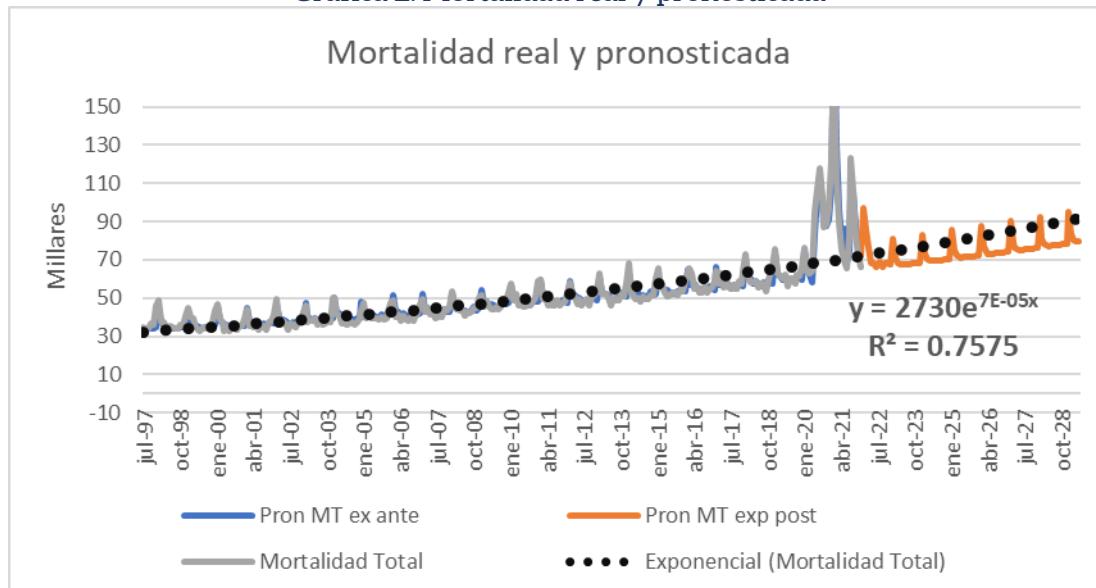
IGAE: se asume que a partir de diciembre de 2022 su crecimiento está dado por la regresión simple del  $\ln(\text{IGAE})$  contra el tiempo ésa se corrió de julio del 97 a diciembre de 2021; Es decir, se asume un crecimiento exponencial mensual igual a 0.154%. No se consideran elementos estacionales, es el pronóstico de una regresión donde se asume que el IGAE crece exponencialmente a una tasa

mensual. Los datos correspondientes al año 2022 son los reales y fueron tomados del portal del INEGI.

Dummy covid: se asume que la vacunación se detiene a partir de dic de 2022 y que el efecto de la enfermedad permanece constante de ahí en adelante.

Bajo dichos supuestos, el comportamiento de la mortandad sería el siguiente:

Gráfica 2. Mortalidad real y pronosticada



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2022)

La línea punteada corresponde a la regresión de una función exponencial de la mortalidad con respecto al tiempo. El crecimiento es exponencial, por lo que es creciente. El modelo en su pronóstico ex ante tiene muy buen ajuste, y en el pronóstico ex post es inferior al modelo inercial exponencial pero aun así, es creciente. Esto se puede explicar por el simple crecimiento poblacional.

## Conclusiones

El modelo permite afirmar que se tiene sustento econométrico para afirmar que el desempeño económico tiene un efecto no sólo en el nivel de empleo, sino que también se refleja en pérdida de vidas humanas. Como es sabido, el sólo paso del tiempo y el incremento poblacional provocan que el número de defunciones de cualquier región se incremente. Esto se consideró en el modelo al igual que el componente estacional del mes de enero. La variable ficticia correspondiente

a los decesos asociados al COVID 19 muestra que éstos se incrementaron a partir del surgimiento de esta enfermedad en México. Considerando tanto a la inercia como la pandemia, lo que se puede concluir es que existen elementos que permiten afirmar que existe una relación negativa entre mortandad y crecimiento económico: cuanto mejor el desempeño económico, menor el número de defunciones. Esta es una razón para crear condiciones que permitan que la economía crezca a mayores tasas.

La variable covid es ficticia y parecida a una dummy multiplicativa pero sin tomar valores de cero y uno sino que se permitió que variara según el número de defunciones reportado por las instancias correspondientes. La variable permite desagregar los decesos ordinarios de los generados por la enfermedad, por lo que otros modelos podrían utilizar este tipo de variables ficticias.

## Bibliografía

---

Behm, H. (2017). Determinantes económicos y sociales de la mortalidad en América Latina. *Salud colectiva*, 43(2), 231. <https://doi.org/10.18294/sc.2011.382>

Bilal, U., Cooper, R., Abreu, F., Nau, C., Franco, M., & Glass, T. A. (2017). Economic growth and mortality: do social protection policies matter? *International Journal of Epidemiology*, 46(4), 1147–1156. <https://doi.org/10.1093/ije/dyx016>

Dadgar, I., & Norström, T. (2022). Is there a link between all-cause mortality and economic fluctuations? *Scandinavian Journal of Public Health*, 50(1), 6–15. <https://doi.org/10.1177/14034948211049979>

Dhrifi, A. (2018). Gastos en salud, crecimiento económico y mortalidad infantil: Antecedentes de países desarrollados y en desarrollo. *Revista de la CEPAL*, 2018(125), 71–97. <https://doi.org/10.18356/7b6c7efe-es>

Exceso de Mortalidad en Mexico. (s. f.). Gobierno de Mexico. Recuperado 23 de marzo de 23d. C., de <https://coronavirus.gob.mx/exceso-de-mortalidad-en-mexico/>

Geografía, E. D. N. I. Y. (s. f.). *Indicador Global de la Actividad Económica*. <https://www.inegi.org.mx/temas/igae/>

Geografía, E. D. N. I. Y. (s. f.-b). Mortalidad. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/mortalidad/>

Gordis, L. (2018). *Epidemiología*. Elsevier.

Gujarati, D. N. (2023). *Basic Econometrics*, 4th Edition by Damodar N. Gujarati (2004-05-03) (4th ed.). Tata McGraw Hill.

Kalemli-Ozcan, S. (2002). “Does mortality decline promote economic growth?” *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.315839>

Lee, R. D., & Carter, L. R. (1992). Modeling and forecasting U.S. mortality. *Journal of the American Statistical Association*, 87, 659–671.

Lorentzen, Peter & McMillan, John & Wacziarg, Romain. (2008). *Death and Development. Journal of Economic Growth*, 13, 81-124. 10.2139/ssrn.794924.

Lustig, N. (2007). “Salud y desarrollo económico. El caso de México”. *El Trimestre Económico*, 74(296), 793. <https://doi.org/10.20430/ete.v74i296.383>

Malthus, T. R. (1998). *Ensayo sobre El Principio de la Población*. Fondo de Cultura Económica.

McKay, A (Director). (2015, 22 de septiembre). *La Gran Apuesta*. Paramount Pictures Corporation.

Niu, G., & Melenberg, B. (2014). “Trends in mortality decrease and economic growth”. *Demography*, 51(5), 1755–1773. <https://doi.org/10.1007/s13524-014-0328-3>

Pérez, P. P. (2010). “Los vínculos entre crecimiento económico y la salud”. *PERSPECTIVAS Revista de Análisis de Economía, Comercio y Negocios Internacionales*, 0(26), 47–78.

Raúl Enrique Molina Salazar, J. Rogelio Romero Velázquez, & José Antonio Trejo Rodríguez. (1991). “Desarrollo Económico y Salud”. *Instituto Nacional de Salud Pública*, 33(3), 227–234.

Rocco, L., Fumagalli, E., Mirelman, A. J., & Suhrcke, M. (2021). “Mortality, morbidity and economic growth”. *PloS One*, 16(5), e0251424. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251424>

Vanegas, L. L. (2020). “La economía de la salud en México”. *CEPAL*, 132, 195–208.

World Health Organization. (2021). *Coronavirus disease (COVID-19) pandemic*. Retrieved from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>

