

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Administración y Economía**

**¿Salva vidas invertir en la capacidad instalada del sistema sanitario en el contexto del COVID-19?**

**María Emilia Balseca Cifuentes**

**Adriana Espinosa de la Torre**

**Andrea Samantha Guijarro Guerrero**

**Alberto Josué Merizalde Sandoval**

**Renato Gustavo Ruiz Aguirre**

**Javier Esteban Zea Cueva**

**Economía**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Economista

Quito, 24 de diciembre de 2020

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Administración y Economía**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**¿Salva vidas invertir en la capacidad instalada del sistema sanitario en el contexto del COVID-19?**

**María Emilia Balseca Cifuentes**

**Adriana Espinosa de la Torre**

**Andrea Samantha Guijarro Guerrero**

**Alberto Josué Merizalde Sandoval**

**Renato Gustavo Ruiz Aguirre**

**Javier Esteban Zea Cueva**

**Nombre del profesor, Título académico**

**Carlos Andrés Uribe Terán, Ph.D.**

Quito, 24 de diciembre de 2020

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: María Emilia Balseca Cifuentes  
Código: 00139979  
Cédula de Identidad: 1718549684

Nombres y apellidos: Adriana Espinosa de la Torre  
Código: 00136956  
Cédula de Identidad: 1717094740

Nombres y apellidos: Andrea Samantha Guijarro Guerrero  
Código: 00132179  
Cédula de Identidad: 0502923279

Nombres y apellidos: Alberto Josué Merizalde Sandoval  
Código: 00137542  
Cédula de Identidad: 1721038196

Nombres y apellidos: Renato Gustavo Ruiz Aguirre  
Código: 00137497  
Cédula de Identidad: 1004344634

Nombres y apellidos: Javier Esteban Zea Cueva  
Código: 00137098  
Cédula de Identidad: 0105788822

Lugar y fecha: Quito, 24 de diciembre de 2020

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

En el presente trabajo, se busca explicar la relación entre la capacidad instalada del gasto en salud y la tasa de mortalidad por COVID-19. Los signos encontrados para los coeficientes de las variables enfermeros, doctores y camas por cada diez mil habitantes, mismas que actúan como variables proxy de la capacidad instalada en nuestro estudio, son negativos y van acorde a la intuición económica. Sin embargo, no podemos afirmar que las variables de interés explican la tasa de mortalidad del virus debido a que no son estadísticamente significativas. Al realizar una revisión de la literatura existente, se observa que todos los estudios analizados presentan limitaciones en cuanto a la composición de los datos y el desarrollo de su estrategia econométrica. Por esta razón, las perspectivas futuras del estudio se enfocan en propiciar la recopilación de datos más veraces y la correcta aplicación de métodos que permitan corregir sesgos de endogeneidad.

**Palabras clave:** COVID-19, virus, pandemia, tasa de mortalidad, capacidad médica instalada, revisión de literatura, regresión lineal múltiple, economía.

## ABSTRACT

This work tries to explain the relationship between the installed capacity of the health systems and the death rate for COVID-19. The coefficients of the variables nurses, doctors and beds per ten thousand inhabitants, which act as proxy variables of the installed capacity in our study, show negative signs and are consistent with the economic intuition. However, we can't affirm that the variables of interest explain the mortality rate of the virus given that they are not statistically significant. Once we reviewed the existing literature, we observed that all of the analyzed studies have limitations in terms of the composition of the data and the development of their econometric strategy. For this reason, the future perspectives of the study are focused on the promotion of a more accurate data collection and the proper application of methods for effective correction of endogeneity biases.

**Key words:** COVID-19, virus, pandemic, death rate, installed capacity, literature review, multiple linear regression, economics.

**TABLA DE CONTENIDO**

INTRODUCCIÓN .....	9
DESARROLLO DEL TEMA .....	10
1. Revisión de la literatura.....	10
2. Datos.....	12
3. Resultados .....	14
4. Discusión de la literatura.....	16
5. Limitaciones y Recomendaciones .....	18
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Estadísticas descriptivas .....	14
Tabla 2. Resultados de las estimaciones por MCO .....	15



## INTRODUCCIÓN

Desde marzo del 2020, los sistemas de salud alrededor del mundo han sido puestos a prueba debido al incremento acelerado de los casos por COVID-19. Hasta septiembre del mismo año, el número de muertes a nivel mundial alcanzó las 850,000 personas, cifra que sigue aumentando a pesar de los esfuerzos que se han realizado para intentar contener la propagación del SARS-CoV-2. Por esta razón, nos cuestionamos qué factores influyen sobre la tasa de mortalidad del virus.

En el presente estudio, realizamos una revisión de literatura basada en investigaciones que poseen el mismo enfoque que el nuestro. Con este sustento teórico, construimos un modelo lineal con el objetivo de analizar la veracidad de las conclusiones obtenidas por otros autores, haciendo énfasis en la capacidad instalada del sistema sanitario.

Nuestra investigación encuentra que los signos para los coeficientes de las variables enfermeros, doctores y camas por cada diez mil habitantes, mismas que actúan como variables proxy de la capacidad médica instalada, son negativos y van acorde a la intuición económica. Sin embargo, no podemos afirmar que estas variables de interés explican la tasa de mortalidad del SARS-CoV-2 debido a que carecen de significancia estadística.

La estructura de nuestro trabajo es la siguiente: En la sección 1, presentamos la estrategia empírica que se utiliza generalmente en la literatura y una revisión de los principales resultados encontrados por los diferentes autores. En la sección 2, describimos los datos utilizados y en la sección 3 exponemos nuestros resultados. En la sección 4, planteamos una discusión metodológica entre nuestro estudio y la literatura revisada. Finalmente, en la sección 5, exponemos las limitaciones generales de nuestro trabajo y proporcionamos recomendaciones para futuros estudios.

## DESARROLLO DEL TEMA

### 1. Revisión de la literatura

La mayor parte de la literatura revisada utiliza una regresión lineal, similar a la ecuación (1), como método para determinar qué factores influyen en la tasa de mortalidad por COVID-19,

$$Y_i = B_0 + \sum_{h=1}^n B_h x_{hi} + \sum_{j=n+1}^p B_j x_{ji} + \sum_{k=p+1}^q B_k x_{ki} + \sum_{l=q+1}^r B_l x_{li} + \sum_{m=r+1}^u B_m x_{mi} + \sum_{n=u+1}^w B_n x_{ni} + \epsilon_i \quad (1)$$

donde  $Y_i$  es la tasa de mortalidad del COVID-19,  $B_0$  hace referencia al intercepto y  $B_h, \dots, B_n$  son los coeficientes de las variables de interés, las cuales se clasifican en los siguientes grupos:  $x_{hi}$  que engloba las variables de capacidad médica instalada,  $x_{ji}$  las variables de factores de riesgo del COVID-19,  $x_{ki}$  las variables de políticas de contención,  $x_{li}$  las variables de afluencia del virus,  $x_{mi}$  las variables de localización y  $x_{ni}$  las variables de características demográficas. Por último, incluimos el término de error, expresado como  $\epsilon_i$ .

En esta revisión de literatura, primero analizamos el trabajo de Rigopoulos (2020), quien busca determinar cuáles son los factores que influyen en la mortalidad y prevalencia del COVID-19 en Europa. Para su análisis utiliza las siguientes variables de capacidad médica instalada: número de enfermeros, doctores y camas hospitalarias. Con estos factores, Rigopoulos (2020) hace un análisis inferencial empleando un gráfico de dispersión simple para evaluar la existencia de una tendencia lineal entre cada uno de los componentes médicos y la mortalidad por SARS-CoV-2. En caso de que la tendencia lineal exista y sea significativa, se procede a calcular un modelo de regresión simple entre el factor y la variable dependiente con el fin de evaluar el nivel de confianza y la correlación de Pearson. Los resultados encontrados por Rigopoulos (2020) indican que, a un nivel de significancia del 99%, los países que cuentan con una mayor tasa de enfermeros presentan una menor tasa de

mortalidad, mientras que los países que gastan más en salud desarrollan menores tasas de prevalencia por COVID-19.

Por otro lado, Kenyon (2020) destaca la importancia de tener recursos médicos adecuados para controlar la mortalidad causada por el virus SARS-CoV-2. Además, utiliza variables de control tales como el gasto en salud per cápita, el número de pruebas realizadas por cada 100,000 habitantes y el número de días entre el primer caso reportado y el 29 de marzo del 2020, para analizar la relación entre la tasa bruta de mortalidad causada por esta enfermedad y el número acumulado de infectados por cada 100,000 habitantes. El principal resultado que expone Kenyon (2020) es que el aumento del número de casos es significativo y está positivamente asociado con la tasa de mortalidad. Adicionalmente, concluye que la intensidad de testeo que existe en cada país es estadísticamente significativa y está asociada negativamente con el número de fallecidos por COVID-19. Esta última conclusión se presenta también en el trabajo de Liang et al. (2020), quienes realizan una investigación enfocada en los factores asociados a la variación de la mortalidad por COVID-19 en diferentes países.

Debido a que el virus tuvo un efecto global, Kenyon (2020) corre tres modelos de regresión lineal con diferentes variables control, incluyendo variables *dummy* para diferenciar las regiones a las que pertenecen los países utilizados. Por su parte, Liang et al. (2020) corren 12 regresiones simples en las cuales incluyen diferentes grupos de países con el objetivo de visualizar si existen diferencias en los resultados a medida que cambian las características demográficas. Adicionalmente, realizan una regresión lineal múltiple, con corte transversal entre países, para analizar el comportamiento de las variables de interés controlando por todos los factores demográficos que pueden tener algún efecto en la tasa de mortalidad. En base a ello, Liang et al. (2020) sugieren que el rol de los tomadores de decisiones es fundamental para atenuar la mortalidad de la pandemia. Esto se asemeja a la conclusión

obtenida por Khan et al. (2020), quienes encuentran que los países con mayor libertad civil están asociados con un mayor nivel de muertes.

Cabe mencionar que los únicos autores que utilizan una metodología distinta a la especificada en la ecuación (1) son Khan et al. (2020), quienes mediante una regresión binomial negativa obtienen que un aumento del 1% del índice de capacidad médica, medida por el número de doctores, enfermeros y camas por cada 10,000 habitantes, está asociado con una reducción del 42% en la tasa de mortalidad por COVID-19. No obstante, el coeficiente de la variable gasto en salud obtenido por los autores es positivo, lo cual contradice la intuición económica y pone en duda la veracidad de sus resultados.

## 2. Datos

¿Qué tan robustos son los resultados que se encuentran en la literatura? En esta sección sometemos los resultados encontrados en las diferentes investigaciones, a una revisión básica de robustez. En particular, nuestro estudio corrige los errores estándar utilizando 1,000 repeticiones de *bootstrap*, y añadimos variables control adicionales incluyendo interacciones entre los factores de capacidad instalada.

Los datos empleados en esta investigación fueron obtenidos de la base pública de *Our World in Data*. Nuestro trabajo utiliza una especificación de la ecuación (1) en la cual la tasa de mortalidad del COVID-19 se calcula como:

$$\left( \frac{\text{Total muertes por COVID - 19}}{\# \text{ de habitantes por país}} \right) \times 10,000$$

Para las variables independientes de capacidad instalada por cada 10,000 habitantes utilizamos el número de camas hospitalarias, enfermeros y doctores, que nos brindan una visión del estado en el que se encontraban los sistemas sanitarios de cada país al momento de

la irrupción de la pandemia. Además, añadimos como control dos variables de interacción entre camas-enfermeros y camas-doctores que buscan aislar el efecto real de la capacidad instalada sobre la tasa de mortalidad.

Adicionalmente, controlamos por factores de riesgo usando el porcentaje de la población que es mayor a 65 años. De igual modo, dentro de políticas de contención incluimos el *Stringency Index*, que mide en un rango de 0 a 100 qué tan restrictivas fueron las medidas impuestas por las autoridades para evitar la propagación de la enfermedad. Para controlar por la afluencia del virus utilizamos el total de casos positivos por cada 10,000 habitantes.

En nuestro estudio, la localización está representada por las variables *dummy* para África, Europa, Norteamérica y Sudamérica, mismas que clasifican a los países dependiendo de su ubicación geográfica. Por último, dentro de las características demográficas, utilizamos los valores de densidad poblacional, que mide el logaritmo natural del número de personas por  $Km^2$ , y el nivel de pobreza extrema, que es el porcentaje de la población que vive con menos de \$1.90 al día.

En la Tabla 1, presentamos estadísticas descriptivas de variables independientes seleccionadas y organizadas por continente. La media de camas hospitalarias por cada diez mil habitantes oscila entre 12.83 y 48.19. De la misma forma, la media de enfermeros y doctores por cada diez mil habitantes se encuentra en un rango de 20.35 a 86.90 y de 6.23 a 35.61, respectivamente. El porcentaje medio de la población mayor a 65 años fluctúa entre 3.87 y 17.70. En cuanto al *Stringency Index*, su media se encuentra en un intervalo entre 47.67 y 68.08. Además, en promedio, el total de casos por cada diez mil habitantes oscila entre 11.18 y 100.62. Por último, se muestran los métodos de detección y su intensidad de

uso por localización. De esta forma, se observa que África es el continente más ineficiente en la detección del virus, seguido por América del Norte<sup>1</sup>, América del Sur, Asia y Europa.

Tabla 1.  
*Estadísticas descriptivas*

Variables	Africa		America del Norte		America del Sur		Asia		Europa	
	Media	Desv. Estnd.	Media	Desv. Estnd.	Media	Desv. Estnd.	Media	Desv. Estnd.	Media	Desv. Estnd.
Camas Hospitalarias Cada 10k	12.83	7.99	17.10	7.31	23.74	12.61	28.49	27.83	48.19	18.92
Enfermeros cada 10k	20.35	35.17	52.85	67.20	37.70	44.09	30.70	20.87	86.90	38.12
Doctores cada 10k	6.23	9.09	17.86	13.53	24.43	16.43	19.07	17.66	35.61	10.88
Población mayor 65 años	3.87	1.96	9.59	4.32	9.52	2.94	7.89	3.40	17.70	2.90
Stringency Index	61.48	12.50	64.70	16.27	68.08	14.01	58.71	12.96	49.57	12.65
Total Casos Cada 10k	11.18	21.21	86.72	74.29	100.62	78.42	29.51	43.94	45.35	29.65
Sin Política de Testeo		5%		0%		0%		5%		0%
Testeo con restricciones		47%		38%		29%		16%		12%
Testeo solo con síntomas COVID		19%		24%		57%		58%		57%
Testeo Público Abierto		29%		38%		14%		21%		31%
Observaciones		23		8		7		20		28

### 3. Resultados

Nuestros resultados provienen de la estimación de dos modelos distintos. El modelo (1), el cual se muestra en la primera columna de la Tabla 2, toma en cuenta 82 países de todo el mundo, y controla por variables *dummy* de continente, demográficas y cumplimiento de normas para identificar el efecto de capacidad instalada sobre la tasa de mortalidad. El modelo (2), el cual se encuentra especificado en la segunda columna, sigue la misma estrategia de identificación que el modelo anterior, sin embargo, no controla por cumplimiento de normas ni por continente ya que solo incluye naciones europeas.

Adicionalmente, la Tabla 2 expone que la mayoría de las variables que utilizamos no son estadísticamente significativas, lo cual evita que podamos plantear recomendaciones de política pública. No obstante, todas las variables, a excepción de la interacción camas-

<sup>1</sup> América del Norte incluye tanto países norteamericanos como centroamericanos.

doctores que muestra un signo positivo, presentan significancia económica debido a que su dirección y magnitud coinciden con la intuición inicial. En cuanto al signo de la interacción camas-doctores, este se debe a que contar con más doctores no aumenta la cantidad de pacientes tratados si el número de camas se mantiene constante.

Tabla 2.  
*Resultados de las estimaciones por MCO*

VARIABLES	(1) Tasa de mortalidad cada 10k	(2) Tasa de mortalidad cada 10k
Camas Hospitalarias cada 10k	-0.0075 (0.0225)	-0.0572 (0.1192)
Enfermeros cada 10k	-0.0002 (0.0096)	0.0762 (0.0638)
Doctores cada 10k	-0.0144 (0.0380)	-0.2918 (0.2276)
Interacción Camas Enfermeros	-0.0002 (0.0004)	-0.0019 (0.0016)
Interacción Camas Doctores	0.0003 (0.0013)	0.0060 (0.0048)
Población mayor 65 años	0.0437 (0.0832)	0.4970* (0.2557)
Stringency Index	-0.0183 (0.0118)	-0.0073 (0.0590)
Total casos cada 10k	0.0279*** (0.0053)	0.0623*** (0.0168)
Continente	Si	No
Demográficas	Si	Si
Cumplimiento de Normas	Si	No
Observaciones	82	26
R-cuadrado	0.6558	0.7662

Errores Estándar calculados con mil repeticiones de Bootstrap en paréntesis

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Utilizamos una muestra compuesta por 82 observaciones: 8 países entre centroamericanos y norteamericanos, 26 europeos, 21 africanos, 7 sudamericanos y 20 entre Asia y Oceanía

Del mismo modo, en el modelo (1), las variables de capacidad instalada exhiben una relación marginal negativa con la variable dependiente. Esto se debe a que los enfermeros se encargan de los cuidados directos de los pacientes, las camas hospitalarias nos indican la capacidad que tiene cada nación para tratar a los contagiados, y los doctores son los

encargados de autorizar los tratamientos que se deben aplicar en cada caso.

Consecuentemente, un aumento en cualquiera de estas tres variables podría representar una reducción de la tasa de mortalidad. Además, se observa que el signo del *Stringency Index* es negativo, lo que podría indicar que un mayor nivel de restricciones está negativamente correlacionado con la tasa de mortalidad.

Cabe mencionar que uno de los problemas que presenta nuestra regresión es el error de medición en la variable dependiente. Esto radica en que se está subestimando la mortalidad del virus debido a que los países poseen un presupuesto limitado para la compra de pruebas de detección del SARS-CoV-2. Como consecuencia, la cantidad de pruebas realizadas no refleja el número real de infectados y fallecidos por esta enfermedad.

Con el fin de minimizar este error de medición, estimamos el modelo (2) por dos razones. En primer lugar, el 88% de los países europeos que forman parte de nuestra muestra realiza un testeo adecuado; y segundo, la mayoría de países en Europa son de ingresos altos, por lo que lograron tener un acceso preferencial a los suministros médicos y químicos necesarios para realizar las pruebas de detección del COVID-19 en los primeros meses de la pandemia (Bradley, 2020). La estimación de este modelo arroja como resultado que la variable referente al porcentaje de la población mayor de 65 años se vuelve estadísticamente significativa y positiva, lo que nos indica que probablemente la tasa de mortalidad del COVID-19 es determinada únicamente por la longevidad de la población en el caso europeo.

#### **4. Discusión de la literatura**

Analizando los diversos estudios citados, observamos diferencias en la composición de las regresiones debido a que la elección de las variables utilizadas queda a criterio del investigador. Por un lado, Kenyon (2020) y Liang et al. (2020), utilizan el número de pruebas y el número de casos en una misma regresión, mientras que Khan et al. (2020) utilizan la



variable gasto en salud y la capacidad instalada. Estas variables, al estar correlacionadas entre sí, generan problemas de multicolinealidad. El único autor que no incurre en este problema es Rigopolous (2020) porque utiliza regresiones lineales simples.

Al comparar las metodologías de las distintas investigaciones, se evidencia que Khan et al. (2020) pueden estar incurriendo en un error de especificación al asumir una distribución de los datos que no es certera. Es decir, si los datos no presentan una distribución binomial negativa, entonces el modelo no explica de manera correcta la relación entre la variable dependiente y las variables explicativas.

Por otro lado, todos los autores incurren en un sesgo de variable omitida, siendo el caso más claro el de Rigopoulos (2020), quien al utilizar regresiones simples excluye variables independientes importantes como el porcentaje de la población mayor a 65 años, los doctores por cada 100,000 habitantes y las interacciones entre variables. Como consecuencia, se genera un análisis de error de especificación con lo cual la investigadora presenta parámetros sesgados e inconsistentes. Para atenuar estos problemas, nuestra investigación implementa una regresión lineal múltiple, la cual nos permite reducir el sesgo, disminuir la varianza del término de error e incluir más información en la regresión. Con ello, se posibilita el análisis de la relación existente entre dos o más regresores con la variable dependiente, disminuyendo la sobreestimación de los efectos marginales negativos. Cabe recalcar, que esta estrategia no garantiza la eliminación completa del sesgo por variable omitida.

Tomando en cuenta la base de datos que utilizan los trabajos investigativos, se ve que todos presentan sesgo de selección porque su muestra incluye a los países con la mayor cantidad de datos, esto hace que el principio de aleatoriedad no se cumpla. Rigopoulos (2020) cae en este problema al seleccionar una muestra compuesta únicamente por países europeos en base a criterios endógenos sobre capacidad instalada y prevalencia de la mortalidad de COVID-19. A diferencia de Rigopoulos (2020), nuestro estudio, al igual que el de Kenyon

(2020), considera países de todos los continentes y los clasifican según su localización con la intención de analizar la evolución de la pandemia en las diferentes regiones del mundo, y determinar si la localización afecta al número de muertes provocadas por el virus. No obstante, dado que los resultados de Kenyon (2020) y los nuestros no son estadísticamente significativos y a su vez divergen, no se puede afirmar que la región es un factor que explica la tasa de mortalidad nacional.

En cuanto a las variables de los diferentes modelos, algunas presentan problemas de endogeneidad, porque están correlacionadas con el término de error. Por ejemplo, los factores de afluencia del virus se determinan de forma endógena, ya que los países con mayor capacidad instalada reflejan un mayor número de casos confirmados y de muertes al ser los más eficientes en la detección del virus.

Finalmente, podemos ver que en las investigaciones de Liang et al. (2020) y Kenyon (2020) el número de camas, el porcentaje de la población mayor a 65 años, el número de casos y la intensidad de testeo, tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la tasa de mortalidad. Esto se debe a que los autores no realizan una corrección de los errores estándar por lo que presentan intervalos de confianza sesgados y estimadores que no son robustos a la heterocedasticidad. Para no incurrir en el mismo error, nuestro trabajo realiza una prueba de robustez de los errores estándar, lo cual hace que la variable dependiente no se vea afectada por valores atípicos y que los intervalos de confianza sean más certeros.

## **5. Limitaciones y Recomendaciones**

En cuanto a las limitaciones generales de nuestro modelo tenemos, en primer lugar, el problema de variable omitida, el cual se debe a que es una pandemia en desarrollo, y a que se descubren periódicamente nuevos factores que pueden afectar la tasa de mortalidad. En segundo lugar, identificamos que las regresiones cuentan con un problema de endogeneidad

en las variables independientes de capacidad instalada y de control. Por ejemplo, la cantidad de enfermeros y doctores por país no se determina aleatoriamente, sino que depende de factores como el nivel de vida de la región, el salario a recibir, la calidad de la educación para sus hijos, entre otros. En tercer lugar, las características propias de los datos evitan que se pueda realizar un control efectivo de los efectos fijos, porque las observaciones de variables económicas no tienen la misma frecuencia de publicación que los datos relacionados al COVID-19. Por último, no todas las naciones registran la cantidad real de pruebas de detección, ni llevan un registro certero del inventario médico, lo cual produce deficiencias en los datos y afecta las estimaciones. Dadas estas limitaciones, observamos que se generan estimaciones sesgadas, siendo el verdadero valor de los parámetros cercano a cero.

Para corregir estos problemas, recomendamos en futuras investigaciones aplicar métodos de corrección del problema de endogeneidad, tales como la implementación de variables que controlen por la evolución de factores que pueden tener influencia sobre la tasa de mortalidad, similar a lo propuesto por Correia et al (2020). Además, en términos de aplicación de política, consideramos que es importante incrementar el alcance del testeo e incentivar el reporte de los datos de manera veraz. Con ello, se espera observar el impacto real de la pandemia y aumentar la probabilidad de obtener resultados estadísticamente significativos y útiles para realizar recomendaciones a los tomadores de decisiones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bradley, J. (2020). Los países pobres pierden en la carrera por conseguir suministros para combatir el coronavirus. *The New York Times*.  
<https://www.nytimes.com/es/2020/04/09/espanol/coronavirus-paises-desarrollo.html>
- Correia, S., S. L., & E. V. (5 de junio de 2020). *Pandemics Depress the Economy, Public Health Interventions Do Not: Evidence from the 1918 Flu*. Obtenido de  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3561560](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3561560)
- Khan, J. R., Awan, N., Islam, M., y Muurlink, O. (2020). Healthcare Capacity, Health Expenditure, and Civil Society as Predictors of COVID-19 Case Fatalities: A Global Analysis. *Frontiers in public health*, 8, 347.<https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00347>
- Kenyon, C. (2020). Flattening-the-curve associated with reduced COVID-19 case fatality rates- an ecological analysis of 65 countries. *Journal of Infection*, 81(1), e98–e99.  
<https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.007>
- Liang, L., Tseng, C., Ho, H., y Wu, C. (2020). Covid-19 mortality is negatively associated with test number and government effectiveness. *Scientific Reports*, 10(1).  
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-68862-x>
- Rigopoulos, T. (2020). *El impacto de la enfermería en la pandemia del COVID-19* (tesis de grado). Universidad de La Laguna, Tenerife, España.
- Roser, M., Ritchie, H., Ortiz-Ospina y Hansell, J. (2020). *Policy Responses To The Coronavirus Pandemic - Statistics And Research*. Our World in Data.  
<https://ourworldindata.org/coronavirus>