

COVID-19: Mortalidad entre países (5/5/2021)

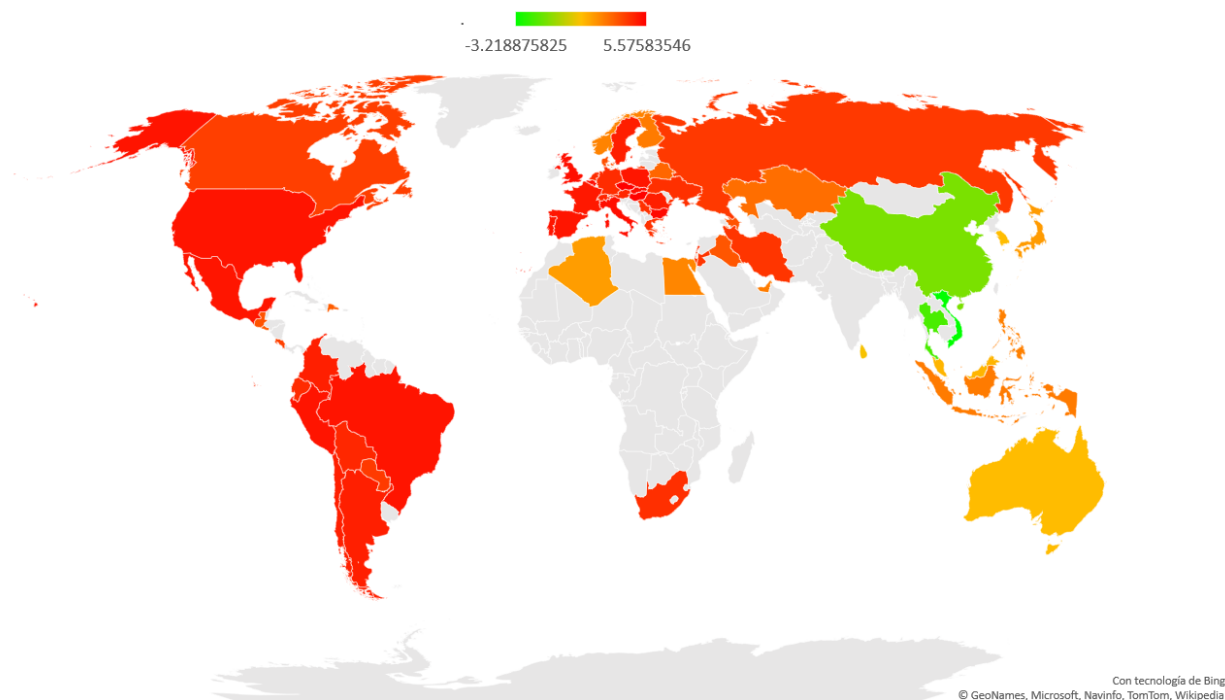
Miguel Messmacher Linartas¹

Director del Centro Covid-19

Hace dos semanas, publicamos una actualización de nuestro análisis sobre los factores que estaban correlacionados con la magnitud de la caída del PIB observada en 2020 para distintos países. En la presente nota, se reporta un análisis complementario que consiste de identificar los factores que están correlacionados con los fallecimientos acumulados por COVID-19.

Los fallecimientos acumulados asociados a casos confirmados de COVID-19 muestran una dispersión significativa. En una muestra de 68 países (más adelante se explica cómo se llegó a esa muestra), los fallecimientos acumulados van de un mínimo de 0.04 muertes por 100 mil habitantes para Vietnam, hasta un máximo de 263.97 muertes por 100 mil habitantes para República Checa al 15 de abril de 2021. En México, es de 163.1 muertes. El mapa 1 muestra que hay diferencias regionales marcadas: Asia Pacífico, Oceanía y el norte de África tienen niveles bajos o intermedios, mientras que los continentes americano y europeo (incluyendo Rusia) tienen niveles mucho más elevados.

Mapa 1. Logaritmo natural de muertes por 100 mil habitantes



¹ Cecilia Casas y Luis Eduardo Sequeira colaboraron en la presente nota.

Como resumen de los resultados, encontramos que dos de las variables que son importantes para explicar la probabilidad de fallecer por COVID-19 en México lo son también en comparativos internacionales. Así, una mayor proporción de la población mayor a 65 años y un mayor porcentaje de población en condiciones de obesidad están asociados con una mayor fatalidad acumulada. Adicionalmente, mayor población en pobreza o en condiciones de vulnerabilidad laboral están relacionadas con mayor fatalidad, probablemente porque para personas en esas condiciones es más difícil mantener el distanciamiento social y que además tengan peor acceso a servicios de salud. Países que padecieron del primer brote de SARS en 2002-2003, parecen haber estado mejor preparados para responder a la pandemia de COVID-19. Finalmente, encontramos dos relaciones contrarias a lo esperado: un mayor número de doctores por habitante está vinculado con mayor fatalidad - quizás porque es un sistema de salud mejor equipado donde se hacen más pruebas y se identifica un mayor número de fallecimiento con COVID-19 -, y restricciones más fuertes a la movilidad también están asociadas a mayor fatalidad - en este caso la causalidad podría ser la inversa: países donde la epidemia tuvo mayores efectos intentaron contener su impacto a través de restricciones más fuertes.

En lo que sigue se presenta el análisis detallado.

Correlación entre los fallecimientos acumulados y variables de salud y sociales

Como punto de partida del análisis, estuvo escoger la muestra de países que se empleó. La OMS y la Universidad de John Hopkins reportan datos de fatalidades acumuladas para 236 países. Sin embargo, los números parecen muy volátiles para países de pequeño tamaño, y son muy bajos para países de bajos niveles de ingresos, probablemente porque no cuentan con recursos para hacer pruebas y por tanto las fatalidades confirmadas con COVID se ven como muy bajas. Por tanto, la muestra se restringió a que fueran países con más de 5 millones de habitantes (reduce la muestra a 123 países), y con más de \$8,103 dólares de ingresos per cápita ajustados por poder adquisitivo (redujo la muestra a 68 países).² Por último, al momento de realizar las regresiones, la muestra se redujo a 62 países, siendo aquellos para los cuales estaba disponible la información completa.

La variable de enfoque para el análisis es el número de fallecimientos acumulados confirmados con covid-19 por cien mil habitantes³, de forma que controlamos por el tamaño de cada país. Las variables adicionales incluidas en el análisis son de *salud pública, económicas y sociales*.

Por el lado de *salud pública*, se incluyeron:

- I. Variables que buscan controlar por la frecuencia en la población de factores personales que sabemos aumentan la probabilidad de fallecer por COVID-19. Estos incluyen: el porcentaje de población mayor a los 65 años en 2019 para todos los países analizados⁴ y el porcentaje de personas con edades entre 15 y 64 años⁵ (se ha encontrado que COVID-19 tiende a ser más letal para personas de edad avanzada); comorbilidades que aumentan el riesgo de fallecer por COVID-19 como son el número de muertes por problemas

² La restricción precisa fue que el logaritmo natural del PIB per cápita tenía que ser igual o mayor a 9.

³ World Health Organization < <https://covid19.who.int/WHO-COVID-19-global-table-data.csv> >

⁴ World Bank < <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.65UP.TO.ZS?end=2019&start=1960&view=chart> >

⁵ World Bank < <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.1564.TO.ZS?end=2019&start=1960&view=chart> >

cardiovasculares por 100,000 habitantes (dato del 2017)⁶, el porcentaje de personas con diabetes en cada país (% de personas con edades entre 20 y 79 años en 2017)⁷, y el porcentaje de población con obesidad (ese porcentaje se determina a partir de la proporción de personas con un Índice de Masa Corporal mayor a 30)⁸.

- II. Un conjunto de variables que miden la infraestructura hospitalaria y disponibilidad de personal médico, lo cual pensaríamos reduciría la fatalidad al poder darse mejor atención a los contagiados: número de camas de hospital por cada 1,000 habitantes (dato generado a partir de la información disponible de cada país de 2010 a la fecha)⁹, número de doctores por 10,000 habitantes¹⁰, número de enfermeros por 10,000 habitantes¹¹ y el gasto en salud como porcentaje del PIB¹².
- III. Dos variables que miden posibles respuestas de políticas de salud: una dummy que es igual a 1 para los países que tuvieron más de 50 casos por el brote de SARS-Cov-1 que ocurrió durante 2002-2004, con la idea de que podrían haber ajustado sus políticas de salud después de ese episodio y estar mejor preparados¹³; y el Índice de Restricción de la Universidad de Oxford como medida de las restricciones a la movilidad y a actividades establecidas por las autoridades nacionales,¹⁴ lo cual pudo haber contenido o reducido el número de muertes en cada país.

Por el lado de variables *económicas y sociales*, se incluyeron: el PIB per cápita ajustado por la paridad de poder de compra (PIBpc PPA)¹⁵, el porcentaje de población rural que tiene cada país¹⁶, el porcentaje de población que vive en situación de pobreza¹⁷, el porcentaje de empleo vulnerable estimado que incluye a los trabajadores independientes y no remunerados con respecto a la población total¹⁸ y, por último, el Índice de Desarrollo Humano de cada país utilizando información de las Naciones Unidas¹⁹. La hipótesis sería que poblaciones más ricas habrían sido menos vulnerables, siempre y cuando los fallecimientos estuviesen bien medidos. Una posible excepción sería la ubicación rural, dada la posibilidad de que los contagios fueran menores en contextos rurales.

⁶ Global Burden of Disease Collaborative Network, Global Burden of Disease Study 2017 Results < Coronavirus (COVID-19) Testing - Statistics and Research - Our World in Data >

⁷ World Bank World Development Indicators, sourced from International Diabetes Federation, Diabetes Atlas < [Coronavirus \(COVID-19\) Testing - Statistics and Research - Our World in Data](#) >

⁸ World Health Organization < [Prevalence of obesity among adults, BMI >= 30 \(crude estimate\) \(%\) \(who.int\)](#) >

⁹ OECD, Eurostat, World Bank, national government records and other sources < Coronavirus (COVID-19) Testing - Statistics and Research - Our World in Data >

¹⁰ World Health Organization < [Medical doctors \(per 10 000 population\) \(who.int\)](#) >

¹¹ World Health Organization < Nursing and midwifery personnel (per 10 000 population) (who.int) >

¹² World Health Organization < [Current health expenditure \(CHE\) as percentage of gross domestic product \(GDP\) \(%\) \(who.int\)](#) >

¹³ Los países que tuvieron más de 50 casos fueron China, Hong Kong, Taiwán, Canadá, Singapur y Vietnam.

¹⁴ El índice va de 0 a 100, con 100 representando la máxima restricción. Oxford COVID-19 Government Response Tracker (OxCGRT) < <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/covid-19-government-response-tracker> >

¹⁵ World Bank < <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD?end=2019&start=2019&view=bar> >

¹⁶ World Bank < <https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS?end=2019&start=2019&view=bar> >

¹⁷ En el porcentaje se incluyen a porcentaje de la población que está por debajo de la línea de \$3.20 PPA World Bank < <https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.LMIC?end=2019&start=1960&view=chart> >

¹⁸ Organización Internacional del Trabajo. World Bank < [Vulnerable employment, total \(% of total employment\) \(modeled ILO estimate\) | Data \(worldbank.org\)](#) >

¹⁹ Our World in Data < Coronavirus (COVID-19) Testing - Statistics and Research - Our World in Data >

Para el análisis, se llevó a cabo una regresión de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \ln(\text{muertes}) = & \beta_0 + \beta_1 POB_{65} + \beta_2 POB_{15-65} + \beta_3 POB_{rural} + \beta_4 POB_{pobr} + \beta_5 \ln(PIB_{PPA}) \\ & + \beta_6 \ln(Cardio) + \beta_7 Diab + \beta_8 Obe + \beta_9 \ln(doc) + \beta_{10} \ln(enferm) \\ & + \beta_{11} \ln(camas) + \beta_{12} Gas_{Sal} + \beta_{13} Emp_{Vul} + \beta_{14} \ln(IDH) + \beta_{15} SARS \\ & + \beta_{16} \ln(In_{res}) \quad (1) \end{aligned}$$

donde $\ln(\text{muertes})$: logaritmo natural del número de **muertes acumuladas por 100 mil habitantes**; POB_{65} : porcentaje de **población mayor a 65 años**; POB_{15-65} : porcentaje de **población entre 15 y 65 años**; POB_{rural} : porcentaje de **población rural**; POB_{pobr} : porcentaje de **población en situación de pobreza**; $\ln(PIB_{PPA})$: logaritmo natural del **PIB per cápita** ajustado por **paridad de poder de compra**; $\ln(Cardio)$: logaritmo natural del número de **muertes por problemas cardiovasculares por cada 100,000 habitantes**; $Diab$: **porcentaje de personas entre 20 y 79 años con diabetes**; Obe : **porcentaje de personas con obesidad**; $\ln(camas)$: logaritmo natural del **número de camas de hospital por 1,000 habitantes**; $\ln(doc)$: logaritmo natural del **número de doctores por 10,000 habitantes**; $\ln(enferm)$: logaritmo natural del **número de enfermeros por cada 10,000 habitantes**; Gas_{Sal} : **porcentaje del PIB que cada país invierte en salud**; Emp_{Vul} : **porcentaje estimado de empleo vulnerable** por país; $\ln(IDH)$: logaritmo natural del **Índice de Desarrollo Humano por país**; SARS: variable indicadora que es **1 si el país tuvo más de 50 casos de SARS-CoV-1** y 0 en cualquier otro caso; $\ln(In_{res})$: el logaritmo natural del **índice de restricción a la movilidad** calculado por la Universidad de Oxford.

Los resultados de la regresión se presentan en la Tabla 1. En la columna (1) de la tabla se reportan los resultados incluyendo todas las variables, en la columna (2) sólo se incluyen las variables que tuvieron una relación estadísticamente significativa.

Hay cinco variables donde se encontró una relación como la esperada. El porcentaje de la población mayor a 65 años, la prevalencia de obesidad, la proporción de la población en pobreza y la prevalencia de empleo vulnerable están relacionadas con un mayor nivel de fatalidad. En sentido contrario, el haber padecido de SARS en 2002-2003 parece estar relacionado con una menor fatalidad en esta ocasión, quizás porque la mayoría de esos países fortalecieron la capacidad de respuesta de sus sistemas de salud ante epidemias. En el Anexo, se presentan gráficas de la tasa de fatalidad contra cada una de estas variables, así como con las dos que se discuten a continuación.

Hay una primera variable que tiene una relación contraria a lo esperado, y es el número de doctores por 10,000 habitantes, los cuales aparecen asociados a una mayor tasa de fatalidad. Este resultado amerita mayor estudio, siendo probable que estemos observando un problema de medición: el que en países con sistemas de salud más robustos y con más médicos, se realizaran más pruebas y se identificaran un mayor número de casos, no sería que un mayor número de doctores ocasionara más fallecimientos sino que llevara a que se registraran más fallecimientos.

Finalmente, el índice de restricciones a la movilidad y la actividad también tiene una relación positiva con los fallecimientos por COVID-19. Es probable que esté dominando un fenómeno de causalidad inversa: los países con mayor contagio por COVID-19 son países donde se establecieron mayores restricciones buscando evitar el contagio y los fallecimientos. Ese parece haber sido el caso en países europeos y varios del continente americano. También es posible que deban de emplearse especificaciones más refinadas para capturar correctamente el efecto de estas variables.

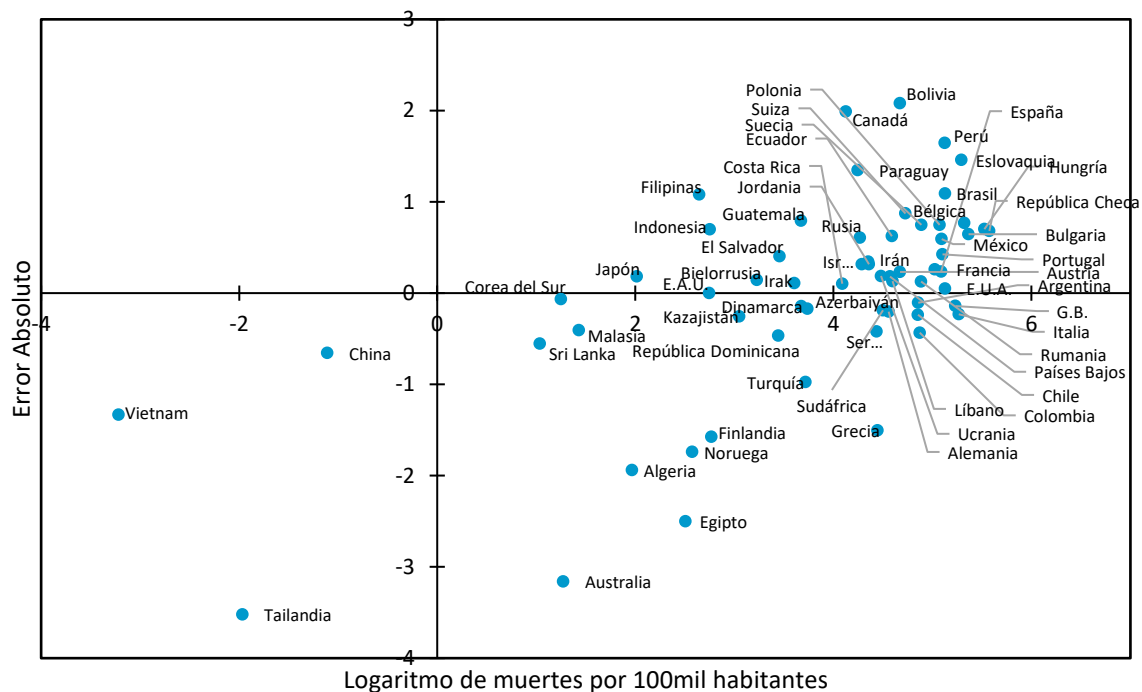
Tabla 1. Resultados de regresiones

	<i>Variable dependiente:</i>	
	Logaritmo natural de muertes por 100 mil habitantes	
	(1)	(2)
Constante	-11.7143 (12.218)	-7.8804*** (2.553)
Población mayor a 65 años	0.0971* (0.055)	0.0795** (0.036)
Población entre 15 y 64 años	0.0052 (0.053)	
Población Rural	-0.0146 (0.016)	
Población en pobreza	0.0664 (0.034)	0.0740*** (0.028)
Ln (PIB pc PPA)	-0.0018 (1.015)	
Ln (Muertes cardiovasculares)	0.2454 (0.486)	
Prevalencia de Diabetes	-0.0352 (0.070)	
Prevalencia de Obesidad	0.1064*** (0.031)	0.1219*** (0.025)
Ln (número de doctores)	0.7826* (0.412)	0.7672** (0.376)
Ln (número de enfermeros)	0.4195 (0.302)	
Ln (número de camas)	-0.2644 (0.383)	
Gasto en Salud	0.0638 (0.097)	
Empleo Vulnerable	0.0232 (0.020)	0.0251* (0.014)
Ln (IDH)	-4.9526 (6.674)	
Dummy SARS	-2.8165*** (0.763)	-2.8064*** (0.709)
Ln (índice de restricción)	1.1747** (0.575)	1.1043** (0.539)
Observaciones	62	62
R ²	0.684	0.641
R ² ajustada	0.572	0.595
Estadístico F	6.091***	13.80***

Nota: * $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

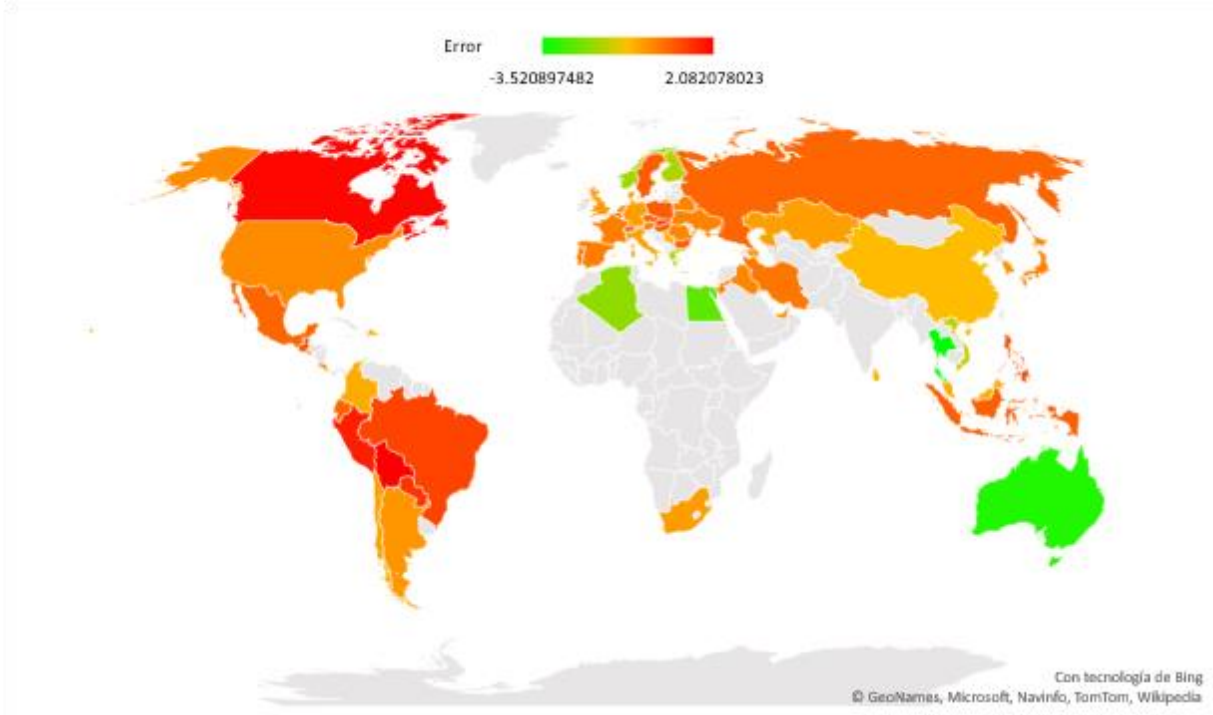
Los resultados son favorables en tanto que las correlaciones identificadas parecen poder explicar cerca del 60% de la variación en la serie de fatalidad. Para revisar si es que había algún tipo de sesgo en los resultados de la regresión, se graficaron los residuales de la regresión contra el logaritmo de muertes acumuladas de cada país. El mismo error de regresión se presenta en el mapa 2, para identificar si es que hay patrones regionales claros. La gráfica 1 muestra que la regresión tuvo problemas principalmente para explicar algunos casos de fatalidades muy bajas que se observaron en algunos países asiáticos y en Australia, los cuales lograron articular respuestas de contención muy efectivas.

Gráfica 1. Logaritmo de muertes por 100 mil habitantes contra error de regresión (regresión 2)



En cuanto a la distribución regional de los errores, los países que tendieron a tener un desempeño mejor a lo esperado por la regresión son Australia, Tailandia y Vietnam en Asia Pacífico y Oceanía; Argelia y Egipto en el norte de África; y Finlandia y Noruega en Escandinavia. Por el otro lado, los países con un desempeño mucho peor a lo esperado por la regresión están Canadá (probablemente porque fue un país afectado por SARS y que quizás no se ajustó igual que los asiáticos); Brasil, Bolivia, Ecuador, México, Paraguay y Perú en América Latina; Filipinas e Indonesia en Asia; Polonia, Rusia y Suecia en Europa (y otros países europeos de menor tamaño).

Mapa 2. Error de regresión (regresión 2)

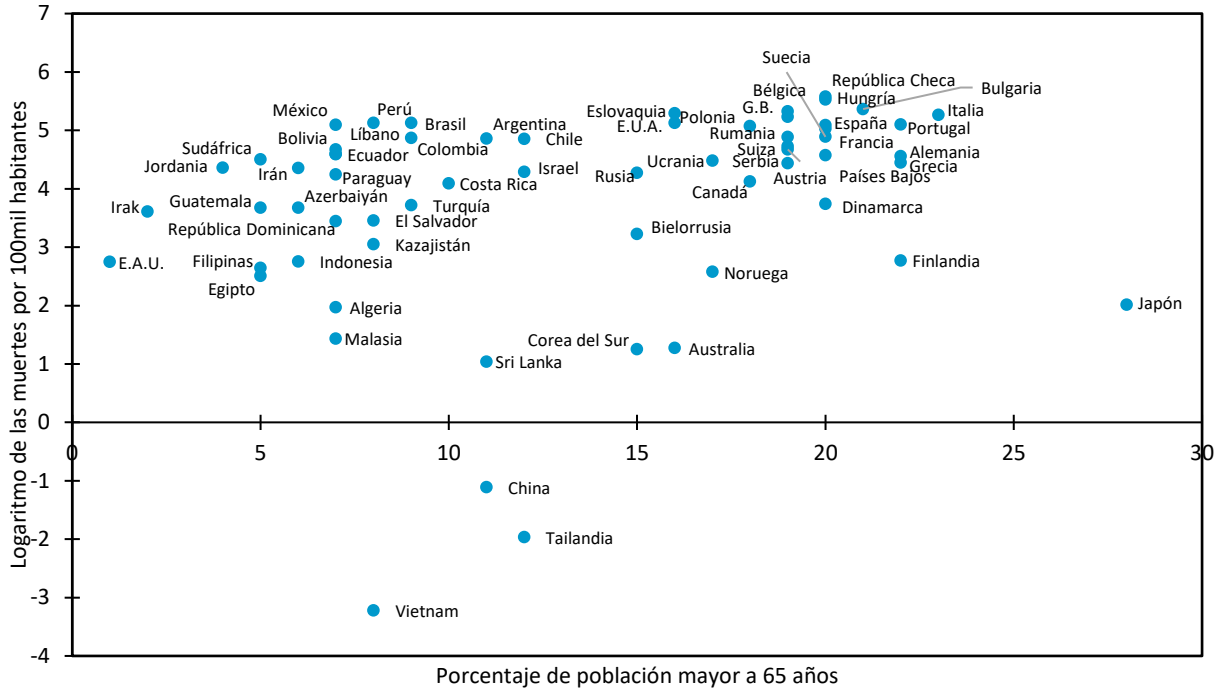


Anexo 1. Gráficas de fatalidad contra variables seleccionadas

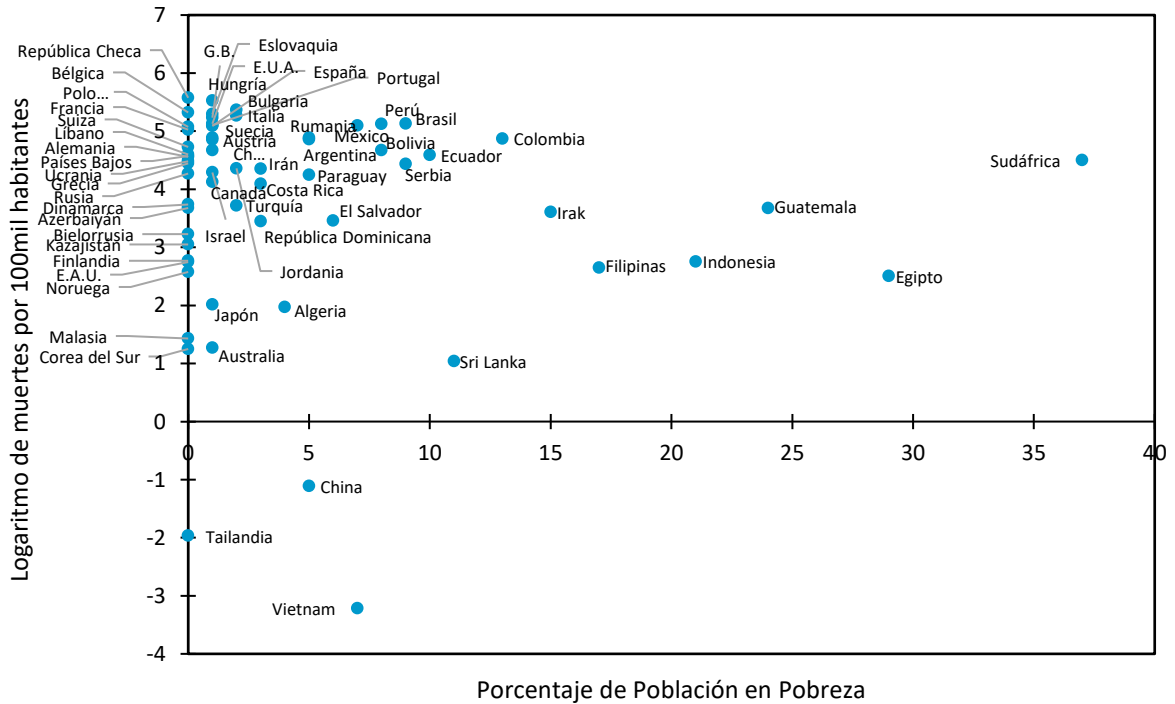
A continuación se muestran gráficas de corte transversal del nivel de fatalidad contra las variables que mostraron tener una relación estadísticamente significativa en la regresión reportada en la tabla 1.

Variables con la relación esperada en la regresión

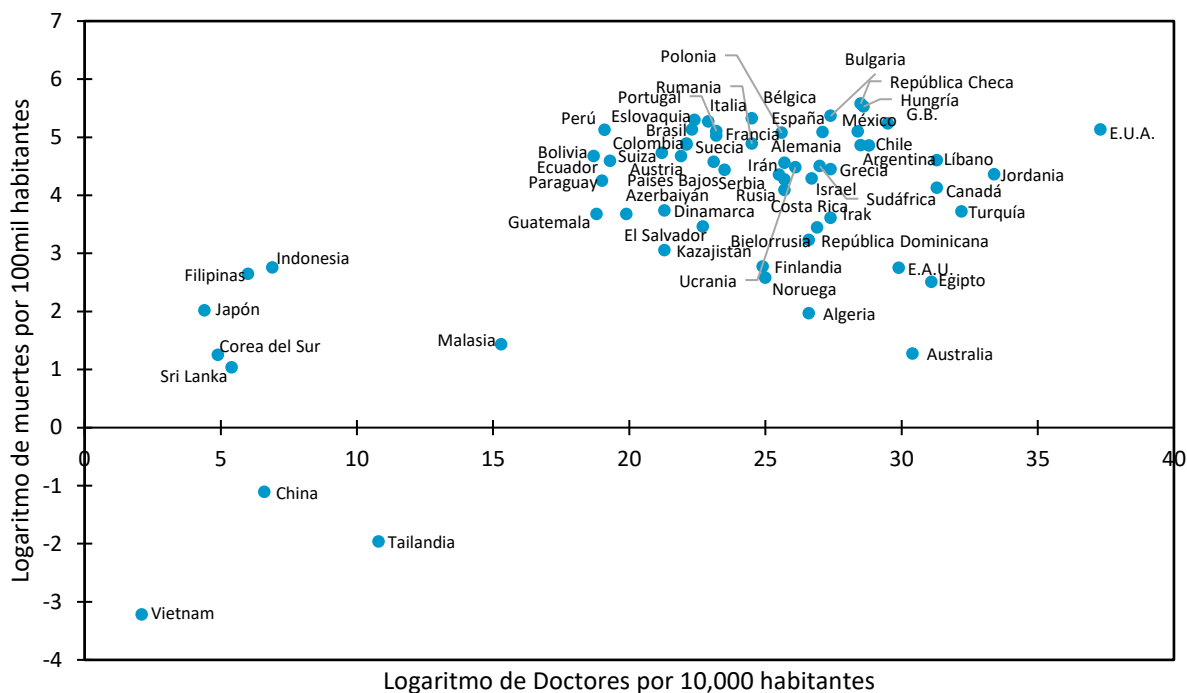
Gráfica A1. Logaritmo de muertes por 100 mil habitantes y porcentaje de población mayor a 65 años



Gráfica A2. Logaritmo de muertes por 100 mil habitantes y porcentaje de población en pobreza

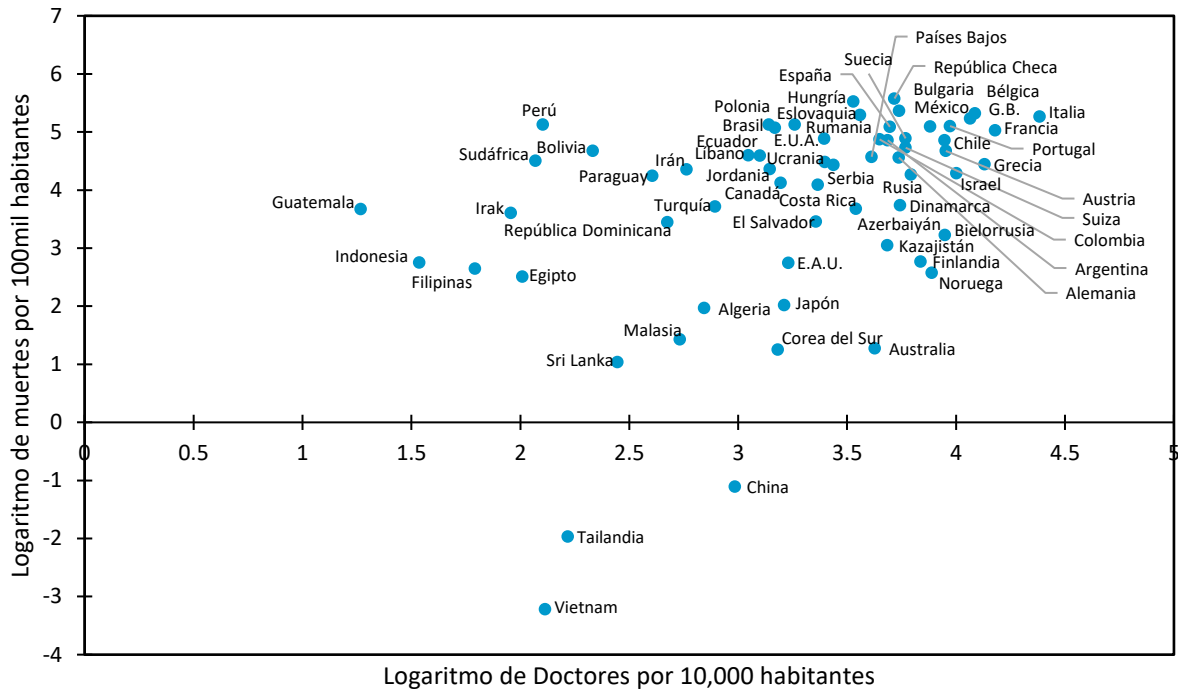


Gráfica A3. Logaritmo de muertes por 100 mil habitantes y prevalencia de obesidad

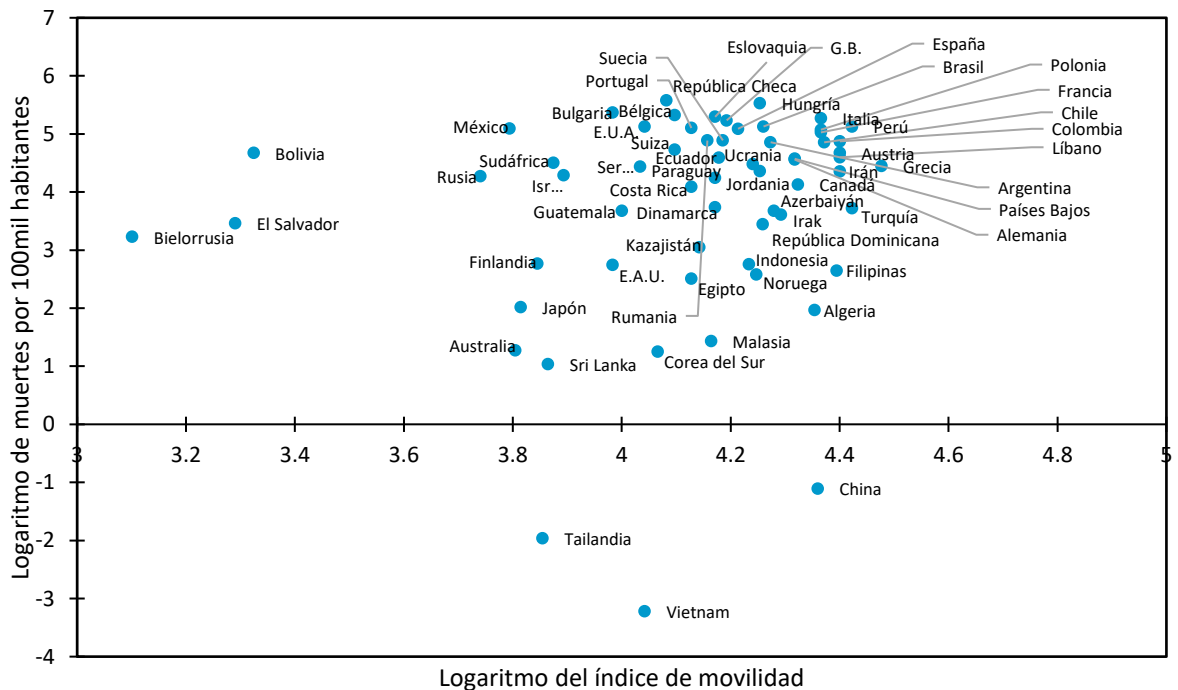


Variables con relación contraria a la esperada en la regresión

Gráfica A5. Logaritmo de muertes por 100 mil habitantes y logaritmo de doctores por 10 mil hab.



Gráfica A6. Logaritmo de muertes por 100 mil habitantes y logaritmo del índice de movilidad



Anexo 2. Variables empleadas

Variable	Explicación
Muertes acumuladas por 100 mil habitantes	Son los montos actualizados al 15 de abril de 2021 de acuerdo con la información de la Organización Mundial de la Salud. covid19.who.int/table/
Porcentaje de Población mayor a 65 años y entre 15 y 65	Dicho porcentaje se obtuvo a partir de la información del Banco Mundial utilizando datos de 2019. https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.0014.TO.ZS?end=2019&start=1960&view=chart
Porcentaje de Población rural	Dicho porcentaje se obtuvo a partir de la información del Banco Mundial utilizando datos de 2019. https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS?end=2019&start=2019&view=bar
Porcentaje de Población urbana	Dicho porcentaje se obtuvo a partir de la información del Banco Mundial utilizando datos de 2019. https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?end=2019&start=1960&view=chart
Porcentaje de población en pobreza	En el indicador se incluyen a porcentaje de la población que está por debajo de la línea de \$3.20 PPA del Banco Mundial. https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.LMIC?end=2019&start=1960&view=chart
PIB per cápita PPA	Se refiere al valor de PIB per cápita ajustado por la paridad de compra. Banco mundial. https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD?end=2019&start=2019&view=bar
Muertes Cardiovasculares	Se refiere a las muertes cardiovasculares anuales por 100mil habitantes en 2017. Coronavirus (COVID-19) Testing - Statistics and Research - Our World in Data
Prevalencia de Diabetes	Se refiere al porcentaje de la población entre 20 y 79 años con diabetes en 2017. Coronavirus (COVID-19) Testing - Statistics and Research - Our World in Data
Índice de Desarrollo Humano	Es un índice que se centra en tres pilares del desarrollo humano: larga y saludable vida, conocimiento y un nivel de vida bueno. Utiliza variables como el PIBpc PPA, esperanza de vida, nivel de alfabetización, etc. Coronavirus (COVID-19) Testing - Statistics and Research - Our World in Data.
Camas de hospital	Se refiere a las camas de hospital por 1000 habitantes. La fecha es la más reciente encontrada desde 2010. Coronavirus (COVID-19) Testing - Statistics and Research - Our World in Data.
Doctores	Se refiere a la cantidad de doctores por 10mil habitantes. Nota: dependiendo del país puede incluir doctores activos o la lista de doctores registrados. Organización Mundial de la Salud. Medical doctors (per 10 000 population) (who.int)

Enfermeros	Se refiere a la cantidad de enfermeros por 10mil habitantes. Nota: dependiendo del país puede incluir enfermeros activos o la lista de enfermeros registrados. Organización Mundial de la Salud. Nursing and midwifery personnel (per 10 000 population) (who.int)
Prevalencia de obesidad	Se refiere al porcentaje de la población estimado con un índice de masa corporal mayor a 30. Organización Mundial de la Salud. Prevalence of obesity among adults, BMI >= 30 (crude estimate) (%) (who.int)
Gasto en Salud	Se refiere al porcentaje del PIB destinado a inversión en el sector salud. Organización Mundial de la Salud última actualización disponible. Current health expenditure (CHE) as percentage of gross domestic product (GDP) (%) (who.int)
Empleo Vulnerable	Se refiere a la población de autoempleados y familiares contribuyentes como porcentaje del empleo total. Banco Mundial. https://data.worldbank.org/indicator/SL.EMP.VULN.ZS
Dummy SARS	Se identificaron 5 países que tuvieron más de 50 casos de SARS 1 en 2002-2004. Se decidió incluir esta variable porque nos puede mostrar que estos países que tuvieron más casos tienen experiencia con el tipo de enfermedad y podrían reaccionar de manera más adecuada para reducir los contagios y defunciones del SARS-2 2002–2004 SARS outbreak - Wikipedia
Stringency Index	Es un índice que mide las restricciones de movilidad que se han utilizado en los países, donde 0 es la menor restricción y 100 la máxima restricción. Oxford COVID-19 Government Response Tracker (OxCGRT). https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/covid-19-government-response-tracker