

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas**

Análisis de los factores socioeconómicos que delinearón la propagación  
del COVID-19.

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Economista**

Presentado por:

Guzmán Cando Ricardo Alex

Pincay Solís Melissa Tatiana

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2020

# **DEDICATORIA**

A las personas que han sufrido eventos desfavorables a causa de la pandemia del COVID-19.

## AGRADECIMIENTOS

“Agradezco a mis padres, María Elena y Ricardo, quienes me han acompañado en cada instante de mi vida. En segundo lugar, Argumentum, Club de Debate y Oratoria de la ESPOL. Además, quiero reconocer el apoyo de María Esther, Mariela y Donald, tutores que colaboraron en la elaboración de este trabajo.”

-Ricardo.

Doy gracias a Dios por su infinito amor y permitirme hacer esto posible, a mis padres y hermana quienes son mi motor y mayor inspiración, sin duda su apoyo incondicional me impulsaron a llegar a este punto de mi carrera.

Melissa Pincay

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Guzmán Cando Ricardo* y *Pincay Solís Melissa* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

  
Guzmán Cando Ricardo

  
Pincay Solís Melissa

# EVALUADORES

---

**Mariela Pérez Moncayo, MSc.**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**Donald Zhangallimbay**

**Zhangallimbay, MSc**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El COVID-19 resaltó la vulnerabilidad de los Estados en cuanto a la preparación frente a catástrofes pandémicos, debido a esto, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo encontrar cuáles son los factores más significativos que permitieron que el COVID-19 se proliferara más en unos países que otros para poder considerar sobre qué aspectos priorizar en la toma de decisiones de políticas públicas. Para ello, se recopiló datos del Banco Mundial, Universidad de Oxford y de la Organización Mundial de la Salud. Mediante el análisis de componentes principales se obtuvieron cuatro grupos de indicadores: la tasa de mortalidad por causas no naturales, el índice de inmunidad, control de corrupción y recursos médicos, los cuales forman parte del modelo de regresión lineal múltiple; además, se resalta la inclusión de controles asociados al desempeño económico y estructura demográfica. Los principales resultados dictan una relación negativa entre la tasa de contagios y los recursos médicos, inmunidad de la población y control de corrupción; así mismo para la tasa de mortalidad por coronavirus. Finalmente, se puede concluir que es necesario reforzar medidas preventivas ante posibles pandemias o sucesos similares, es recomendable destinar un considerable rubro a la adquisición de recursos médicos, formación de capital humano en el sector salud y mejorar la legitimidad de las instituciones públicas frente a percepciones de terceros en cuanto a corrupción.

**Palabras Clave:** COVID-19, Factores, Propagación, Análisis de Componentes Principales.

## **ABSTRACT**

*COVID-19 highlighted the vulnerability of States in terms of preparing for pandemic catastrophes, due to this, the present research work aims to find results that are the most significant factors that allowed COVID-19 to proliferate more in some countries than others in order to consider the aspects that should be prioritized in making public policy decisions. For this, data from the World Bank, Oxford University and the World Health Organization were collected. Through the analysis of principal components, four groups of indicators were obtained: the death rate from unnatural causes, immunity index, corruption control index, index of medical resources, which are part of the multiple linear regression model; Furthermore, the inclusion of controls associated with economic performance and demographic structure is highlighted. The main results dictate a negative relationship between infected rate and medical resources, population immunity and corruption control; likewise for the mortality rate of the coronavirus. Finally, it can be concluded that it is necessary to reinforce preventive measures against possible pandemics or similar events; it is advisable to allocate a considerable amount to the acquisition of medical resources, training of human capital in the health sector and improve the legitimacy of public institutions in the face of perceptions of third parties regarding corruption.*

**Keywords:** COVID-19, Factors, Propagation, Principal Component Analysis.

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES .....	2
RESUMEN .....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
CAPÍTULO 1 .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema .....	2
1.2. Justificación del problema.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo General .....	4
1.3.2. Objetivos Específicos .....	4
1.4. Marco Teórico.....	4
1.4.1. Infraestructura sanitaria.....	5
1.4.2. Estadísticas nacionales de salud.....	5
1.4.3. Desempeño económico.....	6
1.4.4. Estructura demográfica .....	7
CAPÍTULO 2.....	9
2. METODOLOGÍA.....	9
2.1. Fuentes y estructura de la data .....	10
2.2. Estrategia econométrica.....	11
2.2.1. Métodos y procedimientos .....	12
2.2.2. Modelo econométrico.....	13
2.2.2.1. Variables dependientes.....	14

2.2.2.2. Variables independientes .....	14
CAPÍTULO 3 .....	16
3.1. Resultados.....	16
CAPÍTULO 4 .....	22
4.1. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	22
4.1.1. Discusión.....	22
4.1.2. Conclusiones.....	24
4.1.3. Recomendaciones.....	26
BIBLIOGRAFÍA .....	28
APÉNDICES .....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Relación entre la tasa de contagios por COVID-19 y la población adulta mayor .....	18
Figura 3.2 Relación entre la tasa de contagios por COVID-19 y la población rural .....	18
Figura 3.4 Relación entre la tasa de mortalidad por COVID-19 y la población adulta mayor....	21
Figura 3.5 Relación entre la tasa de mortalidad por COVID-19 y la población rural .....	21
Figura 3.6 Relación entre la tasa de mortalidad por COVID-19 y los recursos médicos .....	21

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Resultados con respecto a la tasa de contagios por COVID-19.....	16
Tabla 3.2. Resultados con respecto a la tasa de mortalidad por COVID-19 .....	19

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Existe un precedente histórico sobre el impacto negativo en los sistemas económicos provocados por grandes esparcimientos de enfermedades, tales como la gripe española, el sarampión y la peste negra los cuales son claros ejemplos de lo letal que puede llegar a ser una pandemia o similares.

Los primeros casos detectados de coronavirus (COVID-19) se reportaron a mediados de diciembre de 2019 en Wuhan, China, siendo este el epicentro del desarrollo del virus. Como consecuencia inmediata pudo evidenciarse la escasez de protocolos de seguridad sanitaria, colapsos de hospitales con millares de infectados y muertos; así como también una incontable cantidad de paro en el mercado laboral y baja de negocios.

La desinformación de la ciudadanía y la falta de preparación de los gobiernos sin duda provocaron un esparcimiento exponencial de esta enfermedad, es así que rápidamente Japón, Singapur, Tailandia, Francia y Estados Unidos empezaron a reportar casos de contagios y muertes confirmadas. Por tal motivo, los gobiernos han tenido que tomar un gran número de medidas que permitan precautelar la seguridad y salud de los ciudadanos mientras compensan la forma en la que las empresas y emprendimientos sobreviven prolongados periodos de poca o nula actividad. A raíz de estos sucesos, se ha desarrollado un amplio debate con respecto a cuáles son los factores que delinear el comportamiento del COVID-19, muchos de estos relacionados a aspectos sociales, culturales, económicos, ambientales y sanitarios; así como también se busca identificar cuáles podrían ser las políticas públicas más efectivas en sus respectivos ámbitos.

## **1.1. Descripción del problema**

El 11 de marzo de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró oficialmente una emergencia sanitaria mundial producto de la propagación exponencial del COVID-19 lo que implicó inicialmente severos problemas de neumonía en la población de Wuhan. Se conoce que hasta finales de junio esta enfermedad ha infectado a más de 10 millones de personas a nivel mundial y la cifra de fallecidos supera los 503 mil (World Health Organization, 2020).

Este virus ha generado un reto sin precedentes, pues la mayoría de las economías no se encontraban preparadas para afrontar esta situación; principalmente, ha generado un gran desafío en los sistemas de salud y mucho más para los países en vías de desarrollo.

De acuerdo con una investigación realizada por la Universidad de Columbia, Japón es el que mayor inversión ha destinado al sistema de salud para enfrentar la pandemia con un 21 % del Producto Interno Bruto (PIB), seguido por Luxemburgo con el 20 %, comparados con países en vías de desarrollo que registran apenas un 9 % de inversión en relación con el PIB como es el caso de Perú. Cabe mencionar que Ecuador registra menos del 1 % de inversión. Sin embargo, este no puede ser el único factor considerado para valorar la capacidad de un país para hacer frente a una pandemia (Elgin, 2020).

Mediante el estudio se asegura que existen otras determinantes, como el nivel de recursos que la economía posea; es así que países ricos se encuentran en una mejor situación para financiar gastos adicionales. Elgin (2020) menciona que países con menor cantidad de camas hospitalarias han recurrido a mayores desembolsos y, en general, aspectos de infraestructura sanitaria, dado que cuentan con recursos insuficientes presentando condiciones de mayor dificultad ante la crisis.

Por otra parte, estudios revelan que las variables ambientales, económicas y demográficas inciden potencialmente en la propagación del virus (Stojkoski et al., 2020). De hecho, advierten que existe gran asociación entre la contaminación ambiental y la aceleración de la dinámica de transmisión del COVID-19 (Coccia, 2020).

Por ende, es de gran relevancia identificar y analizar aquellos factores que repercuten directamente a la propagación del COVID-19, partiendo de evidencia histórica de variables sociales, culturales y económicas utilizando un promedio de datos dentro del periodo 2009-2018. Así como también analizar las medidas que han sido adoptadas por parte de los gobernantes tanto de las grandes potencias como de países en vías de desarrollo.

## **1.2. Justificación del problema**

Al presenciar los sucesos que ha generado el coronavirus en término de muertes, contagios e inestabilidad económica, las autoridades han adoptado diversas políticas para tratar de contrarrestar los efectos negativos, pero no todas han logrado ser efectivas.

Los escenarios de incertidumbre que se suscitan a raíz de la pandemia se incrementan, por ello, los autores de esta investigación pretenden determinar aquellos factores que han influido en gran medida la acelerada disipación del virus que actualmente genera miles de muertes alrededor del mundo. Este tipo de análisis es necesario, porque aporta evidencia empírica y, a su vez, permite conocer los indicadores macroeconómicos que tienen mayor relación con el nivel de propagación del virus. Esta información ayuda a diseñar y establecer medidas eficientes para la optimización de recursos, lo cual resulta relevante, más aún en contextos de economías en desarrollo, por ejemplo, Ecuador.

Finalmente, se espera brindar recomendaciones sobre el diseño de políticas públicas que permitan aminorar los problemas generados por el COVID-19.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Analizar los factores socioeconómicos con mayor influencia en el esparcimiento del COVID-19 en términos de contagios y número de fallecidos confirmados.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Estimar la relación entre factores sociales, culturales, económicos, y el número de contagiados confirmados por COVID-19 mediante análisis de regresión que permita la identificación de sus principales determinantes.
- Estimar la relación entre factores sociales, culturales, económicos, y el número de fallecidos por COVID-19 mediante análisis de regresión que permita la identificación de sus principales determinantes.
- Recomendar políticas públicas que refuercen y optimicen el sistema sanitario frente a la pandemia, mediante literatura relevante para que puedan considerarse como referencia en la toma de decisiones.

### **1.4. Marco Teórico**

Existe un amplio abanico de literatura que afirma la relación entre la salud y un sinnúmero de factores pertenecientes a diferentes ramas como la economía, el sistema sanitario, el entorno demográfico, entre otros. En base en esto, es pertinente analizar la relación literaria que autores precedentes establecen entre *outputs* de salud con respecto a cinco grupos específicos de variables de nuestro interés: infraestructura sanitaria, estadísticas nacionales, desempeño económico, estructura demográfica y características sociales de la población.

### **1.4.1. Infraestructura sanitaria.**

Se puede intuir que una infraestructura sanitaria suficientemente rigurosa estará más preparada para el caso en el que pueda llegar a existir un shock externo como una epidemia o pandemia. Es plausible considerar factores como el número de camas por hospital, personal médico, la cobertura universal de salud y el gasto general de salud.

En primera instancia, Anand y Bärnighausen (2004) en un estudio explican que existe una relación negativa entre un agregado de recursos médicos y tres variables dependientes: el ratio de mortalidad en infantes, niños menores a cinco años y por maternidad. El agregado de recursos médicos compuesto por doctores, enfermeras y parteras disminuye considerablemente la mortalidad para los casos previamente descritos, debido a la mayor capacidad de respuesta de la inversión de recursos humanos disponibles para atender la demanda de servicio en el sector salud.

Por otro lado, Maruthappu et al. (2016) y Moreno et al. (2012) señalan la existencia de una relación positiva entre la cobertura universal de salud (UHC) y la mejora sustancial de la salud en la población, aún más en la población más pobre que no siempre puede resolver su demanda en el sistema. Así mismo, en este estudio indican cómo el acceso al UHC genera una disminución de los problemas relacionados al cáncer puesto que la población tiene mayor facilidad para hacerse chequeos continuos sobre su condición médica.

### **1.4.2. Estadísticas nacionales de salud.**

La introducción de regresores asociados a las estadísticas nacionales de salud permite conocer la situación previa a la propagación del COVID-19, o de otra manera observar en qué forma influye el statu quo al momento de desarrollarse la pandemia (Roser et al., 2020).

La agenda pública está constantemente dirigida a mejorar las estadísticas nacionales de salud con el objeto de obtener mejores estándares de bienestar, debido a esto existe una constante preocupación en el gasto del gobierno en el sector de la salud con el fin de reducir el ratio bruto de muertes y alargar la expectativa de vida de las mismas personas. De esta forma, Jaba et al. (2014) explican que una población con mejores indicadores de expectativa de vida y con menor ratio bruto de muertes, en promedio se encuentra mejor preparada para aplacar impactos negativos sobre su salud.

Un amplio número de estudios relacionan directamente a enfermedades preexistentes y el deceso de pacientes contagiados por MERS-CoV y SARS-Cov, por ejemplo: para el caso de diabetes (Assiri et al., 2013), cáncer (Maruthappu et al., 2016) enfermedades cardiovasculares (Guo et al., 2019), enfermedades respiratorias crónicas (Fouchier, 2004) y aquellas asociadas al estado prenatal y de maternidad (Anand y Bärnighausen, 2004).

Por otro lado, Kapadia et al. (2005) y Tseng et al. (2012) sugieren que la preparación inmunitaria que ofrece la vacuna para la prevención de la hepatitis HepB3 atenúa el impacto del SARS-CoV. Adicionalmente, Bbaale (2013) explica cómo dentro de los factores que más influyen en la inmunización de los niños se encuentran la vacuna DPT contra la difteria, bordetella pertussis (la tos ferina/tos convulsa) y el tétanos, y la vacuna contra la varicela, asociando de esta forma la inmunidad de las personas a su capacidad de respuesta frente a agentes epidemiológicos.

### **1.4.3. Desempeño económico**

Existe un amplio campo de estudio que relaciona a indicadores de desempeño económico con la salud, los efectos y formas de dirigir políticas públicas con el afán de mejorar la calidad de vida de la población. Entre los regresores más citados se encuentran: Producto Interno Bruto (PIB) per cápita a precio paridad de compra, el índice de Gini, la tasa de población empleada y el comercio internacional.

De acuerdo con Or (2000) y James et al. (2012), el PIB per cápita puede servir como un factor para modelar resultados sobre la salud y mortalidad, además, permite tener una mejor comprensión sobre las finanzas relacionadas a la salud e infraestructura sanitaria. Skaftun et al. (2018) argumenta que el índice de Gini puede servir como una medida para monitorear los cambios de desigualdad y establecer una relación en cuanto al acceso a un sistema de salud más sólido a lo largo del tiempo, concluyendo que a menor desigualdad, existe mayor posibilidad de acceso a los servicios de salud.

Extensa literatura respalda el hecho de que el empleo está estrechamente relacionado con la salud. Ross y Mirowsky (1995) explican que el trabajo a tiempo completo ofrece ciertos beneficios exclusivos como incrementos en la renta, seguridad social y disminución de problemas de salud desde el primer año de empleo<sup>1</sup>.

Con respecto a la apertura al comercio internacional Herzer (2017) confirma la existencia de una relación positiva sobre la salud de la población a largo plazo. De esta misma forma, la evidencia señala que una población saludable permite mejorar su situación comercial de forma cíclica.

Además, se puede encontrar que países como Japón o Luxemburgo quienes más destinan porcentaje de su PIB al sistema de salud registran mejores estándares de vida, de hecho, Jaba et al. (2014) mencionan que el gasto público y privado de salud mejoran considerablemente el estándar de salud expresado en la expectativa de vida y longevidad de las personas.

#### **1.4.4. Estructura demográfica**

Se puede interpretar que la estructura demográfica comprende la forma en la que una población se distribuye en porciones o clases. Distintos autores señalan la relevancia de la estructura demográfica en el estudio de propagación de enfermedades en el que destacan variables como la población total, población de adultos mayores a 65 años, población de infantes de 0 a 14 años, población rural y densidad poblacional.

---

<sup>1</sup> Para una comprensión más extensa del tema se recomienda leer: Muller et al., 2017; Reichard et al., 2019.

Trabajos de investigación de información cruzada de países, como el de Assiri et al. (2013) y Müller et al. (2015) explican que el MERS-CoV afecta en mayor medida a las personas mayores a 56 años y a quienes poseen enfermedades preexistentes como la diabetes y enfermedades renales crónicas, considerándolos un grupo más vulnerable.

Además, Dare et al. (2007) argumentan que no existe una relación fuerte en la disipación del coronavirus humano y el número de contagios en zonas rurales, confirmando resultados no conclusivos, es decir, a pesar de los esfuerzos por encontrar relaciones en la distribución geográfica de la población y la afectación de esta a causa de epidemias, aún no existe una respuesta clara.

Por último, Breban et al. (2013) señala la relación positiva entre el índice de contagios y la densidad poblacional, es decir, a mayor concentración de personas por kilómetro cuadrado existe una mayor disipación del virus.

#### **1.4.5. Características sociales**

Las características sociales revelan la forma en la que las personas tienen sus interacciones con otros a través de medios presenciales o no presenciales, creencias, capital humano, comunicación, confianza y credibilidad en sus autoridades.

De esta forma, d'Hombres (2010) indica que existe una relación positiva entre la salud de las personas y el nivel de confianza que estas poseen hacia su gobierno, mientras que al mismo tiempo existe una correlación negativa entre la misma variable de salud y el nivel de libertad política.

Por otro lado, se puede considerar que existe una correlación negativa entre el acceso de infraestructura tecnológica en comunicaciones y número de contagios por COVID-19, debido a la facilidad de comunicación de llamados preventivos, métodos de enseñanza sobre el comportamiento del virus, entre otros (Ienca y Vayena, 2020).

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Para responder al objetivo de investigación, la metodología frecuentemente aplicada en trabajos previamente citados responde a un análisis econométrico de corte transversal a nivel país o región. Así como también, se aplica una estrategia econométrica con un modelo de regresión lineal múltiple dado que representa una extensión de la regresión lineal simple con la particularidad de introducir más de un regresor a la vez y facilitar el proceso de interpretación de las estimaciones a diferencia de otros modelos.

Además, se evidencia que en estudios existentes normalmente establecen relaciones de variables correspondientes a un mismo entorno literario sobre una única variable dependiente; por ejemplo, el estudio realizado por Anand y Bärnighausen (2004) quienes consideran como variables independientes a aquellas relacionadas a los recursos médicos, o Assiri et al. (2013) con regresores concernientes a características demográficas. Sin embargo, son pocos los que incorporan variables explicativas que abarquen diversos tópicos macroeconómicos sin caer en problemas de multicolinealidad, siendo este el aporte metodológico para la presente investigación.

Por lo tanto, en este capítulo se explica la forma en la que se han recopilado los datos y empleado la información en la estrategia econométrica a través de distintos procedimientos como el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), el análisis de componentes principales (ACP) y la inclusión de controles.

## **2.1. Fuentes y estructura de la data**

En primer lugar, para las variables independientes se utilizó información de 217 países que se encuentran en la base de datos del Banco Mundial sobre los Indicadores de Desarrollo Mundial, Estadísticas de Salud, Nutrición y Población, e Indicadores de Gobernanza Mundial. Sin embargo, se excluyó del conjunto de observaciones a los países que no presentan suficiente información sobre las variables de estudio y aquellos que cuentan con una población menor a un millón de habitantes. Cabe recalcar, que la mayoría de los países que han sido omitidos corresponden a valores atípicos de la muestra, esta depuración reduce el número de observaciones a 111 países; el detalle se encuentra en el Apéndice A.

Además, las variables independientes que se incorporan en el modelo tienen una periodicidad anual en un horizonte temporal de 10 años desde el 2009 hasta el 2018 y siguen la tendencia que se explica en el marco teórico, es decir, abarcan características de: infraestructura sanitaria, estadísticas nacionales, desempeño económico, estructura demográfica y características sociales. La lista de variables se detalla en el Apéndice B.

Mientras que, para las variables dependientes se utilizó la información disponible en el Rastreador de Respuestas Gubernamentales Oxford COVID-19 (OxCGRT) de la Escuela de Gobierno Blavatnik, Universidad de Oxford. El OxCGRT cuenta con información diaria acumulada de 181 países sobre el desarrollo de la pandemia en términos de número de contagios y muertes confirmadas por COVID-19. El horizonte temporal seleccionado para términos del estudio comprende desde enero 1 hasta junio 30, finalmente con el objeto de balancear los datos, se excluyó a 70 países.

## 2.2. Estrategia econométrica

Para poder suavizar la volatilidad de los datos, se aplicará un modelo de tipo logarítmico-lineal que permite observar relaciones de semielasticidad directas (o indirectas), de forma que se podría interpretar que a medida que aumente el coeficiente de una de las variables independientes, puede incrementar (o disminuir) el porcentaje de la variable dependiente. Para efectos prácticos se establece un modelo base:

$$\ln(y_i) = \alpha + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki} + u_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.1)$$

De acuerdo a la ecuación 2.1,  $y_i$  representa el número de personas contagiadas (o número de muertes confirmadas por COVID-19), para  $i$  observaciones que simboliza el número de países de la muestra;  $\alpha$  corresponde a la constante del modelo;  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  son aquellos coeficientes asociados a los regresores del modelo  $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$ ; y  $u_i$  comprende las perturbaciones aleatorias que se debe a errores de medida en  $y$  y a errores de especificación entre la variable  $y$  y las variables  $x$ .

El método de estimación que se llevará a cabo para poder determinar el valor de la constante y los coeficientes asociados a cada uno de los regresores será el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) dado que a través de este se obtienen estimadores lineales insesgados óptimos (ELIO), es decir, se podrá demostrar que  $\alpha$  y  $\beta$  son los mejores estimadores al poseer varianza mínima y ser insesgados.

Se conoce que, a mayor cantidad de variables independientes introducidas en el modelo de regresión lineal múltiple en comparación con el número de observaciones se obtiene un  $R^2$  alto, lo cual a priori se podría expresar como un modelo que explica de mejor forma los resultados obtenidos, no obstante, se cometería un error ya que se estaría generando un problema de endogeneidad y multicolinealidad. Frisch (1934) define a la multicolinealidad como la existencia de relaciones lineales entre dos o más regresores en un modelo, impidiendo desligar sus efectos por sobre la variable dependiente. Sobre todo si estas variables están estrechamente relacionadas, como lo podría ser la asociación entre el PIB per cápita y el porcentaje de personas empleadas; la inmunidad a tres tipos de enfermedades, la expectativa de vida y el ratio bruto de muertes, entre otras. Ante estas posibles dificultades que pueden surgir se procede a realizar ciertos tratamientos y procedimientos que permita alcanzar los objetivos planteados.

### 2.2.1. Métodos y procedimientos

El análisis de componentes principales (ACP) es un método estadístico que permite atenuar el problema de multicolinealidad que puede presentar un modelo y a su vez simplificar múltiples variables en pocos componentes conservando su información. Estas características lo convierten en una herramienta de gran utilidad previa a utilizar regresiones. Para el presente estudio se cuenta con 36 variables explicativas las cuales atienden a los cinco grupos antes descritos. A través del ACP se reducirá el número de regresores mediante la agrupación de las mismas.

La interpretación de los componentes no se establece a priori, sino más bien se deduce de la relación que presentan los factores con respecto a las variables iniciales. Para conocer si es pertinente utilizar ACP es necesario considerar el Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) conocido como medida de adecuación muestral: si el KMO es próximo a 1 el análisis de componentes es relevante.

De acuerdo con el criterio de Kaiser (1974), se debe elegir el número de factores donde el valor propio es mayor a 1. Sin embargo, en la práctica se considera un valor propio por debajo de lo indicado con la finalidad de mantener bajo control la posible presencia de multicolinealidad.

Por otro lado, el scree plot es una herramienta importante a la hora de determinar el número de componentes, el cual consiste en examinar el gráfico generado e identificar “codos” o puntos de inflexión donde el número de valores propios tenga una aproximación de convergencia es decir, donde la curva tiende a aplanarse. El número óptimo de indicadores será igual al punto que se encuentre por encima de dicho codo con el propósito de aumentar la varianza acumula lo cual permite encontrar una buena estimación. La combinación de la literatura, el criterio de Kaiser y el análisis de la gráfica serán claves para obtener componentes relevantes (Costello, AB & Osborne, Jason,2005)

En base a lo descrito, se encontró cinco indicadores relevantes para el presente estudio los cuales son: recursos médicos, mortalidad por causas no naturales, inmunidad, digitalización y corrupción. Posterior a ello se realizó un proceso iterativo de selección de variables junto con ciertos controles, este método es conocido como *stepwise*.

Finalmente, para identificar la existencia de multicolinealidad en las regresiones se realizó el test VIF (*Variance inflation factors*), según este criterio un valor menor a 10 indica que las variables no están muy correlacionadas, caso contrario, estas por lo general se catalogan como endógenas.

### 2.2.2. Modelo econométrico

Una vez realizado el tratamiento de las variables, nuestra propuesta se trata en analizar dos regresiones de tipo lineal múltiple para una muestra de 111 países:

$$\ln(y_i) = b_0 + b_1pc_{1i} + b_2pc_{2i} + b_3pc_{3i} + b_4pc_{4i} + \text{controles} \quad ; i = 1, 2, 111. \quad (2.2)$$

En donde la variable dependiente viene representada por:

Regresión 1: logaritmo natural del número de contagiados confirmados por cada 100 mil habitantes

Regresión 2: logaritmo natural del número de fallecidos confirmados por cada 100 mil habitantes

$b_0$  el intercepto en el eje de las ordenadas;  $b_1, b_2, b_3$  y  $b_4$  los coeficientes estimados a través de mínimos cuadrados ordinarios de las variables independientes  $pc_1, pc_2, pc_3$  y  $pc_4$  obtenidos mediante el análisis de componentes principales, es decir, el índice de mortalidad por causas no naturales (enfermedades preexistentes), índice de inmunidad, índice de control de corrupción y el índice de recursos médicos; además, se ha introducido un set de controles que permite regular la estimación por regiones, número de días transcurridos desde el primer contagio y por factores como el gasto público en el sector salud, la población rural, la población mayor a 65 años y el PIB per cápita.

### 2.2.2.1. Variables dependientes

Para las variables dependientes se consideró el total acumulado de contagios y muertes confirmadas por COVID-19 al 31 de marzo, 30 de abril, 31 de mayo y 30 de junio para cada uno de los 111 países en análisis, con la finalidad de conocer cómo cada uno de los países estaban preparados para afrontar la crisis sanitaria en los diferentes escenarios temporales. Es relevante mencionar que la información que se ha recopilado de OxCGRT atiende a un comportamiento creciente exponencial para la mayoría de las observaciones, debido a esto, se procedió a realizar un suavizamiento aplicando el logaritmo natural a estos datos.

### 2.2.2.2. Variables independientes

De acuerdo con la literatura revisada en la sección anterior existen diversos factores que delinear el comportamiento del COVID-19 a nivel país, los cuales se asocian a cuatro grupos: Causa por muertes no naturales, inmunidad, corrupción e infraestructura sanitaria.

Previo a introducir cada una de las variables en el modelo se realizó un promedio de sí mismas para el horizonte temporal de diez años, con el objeto de cumplir con la simetría temporal de información en el análisis de corte transversal. Posterior a esto se tiene:

1. Índice de mortalidad por causas no naturales,  $pc_1$ , el cual fue obtenido mediante ACP. Se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$pc_1 = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \quad (2.3)$$

Las variables que conforman este componente son:

- Causa de muerte por enfermedades transmisibles y condiciones maternas, prenatales y nutricionales (porcentaje de la población total).
- Tasa de mortalidad atribuida a la contaminación del aire del hogar y del ambiente, por 100 000 habitantes.

- Tasa de mortalidad atribuida a agua insegura, saneamiento inseguro y falta de higiene, por 100000 habitantes.

2. Índice de inmunidad,  $pc_2$ , cuya ecuación se representa como:

$$pc_2 = a_4x_4 + a_5x_5 \quad (2.4)$$

- Inmunización por DPT, porcentaje de niños de 12 a 23 meses de edad.
- Inmunización por Hepatitis B, porcentaje de niños de un año.

3. Índice de control de corrupción,  $pc_3$ , cuya ecuación se representa como:

$$pc_3 = a_6x_6 \quad (2.5)$$

- El índice de control de corrupción de la Organización Internacional de Transparencia.

4. Índice de recursos médicos,  $pc_4$ , representado por

$$pc_4 = a_7x_7 + a_8x_8 \quad (2.6)$$

y conformado por:

- Camas de hospital por cada 1000 personas.
- Médicos por cada 1000 personas.

Adicionalmente, se incorporaron variables de control que nos permita reducir posibles problemas de sesgo. Entre estas se encuentran: PIB per cápita, gasto público en el sector salud, la población mayor a 65 años, la población rural y principalmente: la región a la que pertenece cada país en estudio y el número de días transcurridos desde el primer caso reportado. Ver apéndice A y B, para encontrar el detalle de cada una de las variables independientes.

# CAPÍTULO 3

## 3.1. Resultados

**Tabla 3.1. Resultados con respecto a la tasa de contagios por COVID-19**

Variables	Tasa de contagios	Tasa de contagios	Tasa de contagios	Tasa de contagios
	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Enfermedades preexistentes	-2.3085 (1.40)	-0.5767 (1.86)	-0.6917 (1.43)	-1.2611 (1.13)
Índice de inmunidad	0.8055 (1.08)	-0.4893 (1.13)	-0.7201 (0.99)	-1.5170 (0.94)
Índice de control de corrupción	-0.0754 (1.31)	-1.2168 (1.31)	-2.3264* (1.17)	-2.5777** (1.22)
Índice de recursos medicos	-1.1531 (0.70)	-0.6761 (0.62)	-0.2209 (0.56)	-0.1703 (0.55)
Gasto público en el sector salud	0.1196 (0.10)	-0.0334 (0.10)	-0.0414 (0.09)	0.0273 (0.09)
Población rural	-0.0172* (0.01)	-0.0275** (0.01)	-0.0298** (0.01)	-0.0293** (0.01)
Porcentaje de adultos mayores	0.1034** (0.05)	0.0437 (0.06)	-0.0350 (0.05)	-0.0879* (0.05)
PIB per capita	0.0000** (0.00)	0.0001** (0.00)	0.0001*** (0.00)	0.0001** (0.00)
Otros controles	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
R-cuadrado	0.8246	0.7626	0.7605	0.7405
Observaciones	100	103	104	104

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

Nota: Las variables dependientes son el logaritmo natural del número de contagiados confirmados por 100 mil habitantes. Otros controles incluyen: regiones, días desde el primer contagio para cada corte

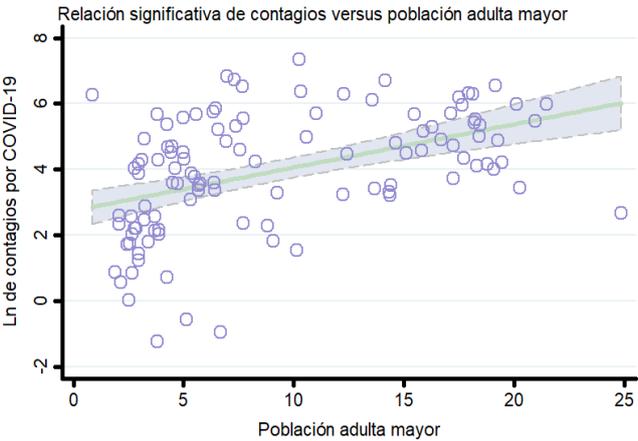
La tabla 3.1 muestra la correlación de diversos factores socioeconómicos con la tasa de casos confirmados por COVID-19 por cada 100 mil habitantes. Adicionalmente cada columna representa un periodo de tiempo distinto; para la columna 1 los casos registrados hasta el mes de marzo, de forma análoga la columna 2, 3 y 4 corresponden a abril, mayo y junio respectivamente.

Con respecto a la población adulta inicialmente el coeficiente resulta positivo y estadísticamente significativo, pero con el transcurso del tiempo el signo tiende a cambiar, es decir en meses posteriores la relación entre las variables se vuelve inversa. Si bien es cierto, al inicio de la pandemia estos grupos eran considerados como la población más vulnerable, pero, precisamente en la actualidad son a los que más cuidado se les otorga, lo cual conlleva a que presenten menos riesgo de contagio. En cuanto al índice de control de corrupción, tanto para el tercer y cuarto mes los resultados muestran que es un factor estadísticamente significativo y se relaciona de manera negativa con la tasa de contagios. Es decir, países en donde gozan de un sistema de gobernanza “más justo” o “menos corrupto” tienden a encontrarse con menos casos confirmados por COVID-19. Esto puede darse debido a que en países con menos grado de corrupción los recursos destinados a las medidas para fortalecer el sistema de salud suelen ser más eficientes. En la Figura 3.1 se puede observar la relación positiva entre la tasa de contagios y la población adulta mayor a inicios de la pandemia.

Por otro lado, el indicador que incluye características como el porcentaje de población que en su niñez recibió dosis de vacunas para prevenir hepatitis, difteria, tos ferina y tétanos, no es un factor estadísticamente significativo para explicar la tasa de contagios. Esto definitivamente puede darse debido a que no se ha comprobado que ciertas medicinas o grado de inmunidad alcanzado por el individuo determinen la posibilidad de contagiarse, se debe recordar que el COVID-19 actúa principalmente a través de la carga viral existente. De forma similar, el índice de recursos médicos comprendido por el número de doctores y camas que determinado país posea no son relevantes para el análisis, el mismo comportamiento pudo encontrarse para el índice de enfermedades preexistentes (mortales) y la variable del gasto sanitario por parte del gobierno con respecto al PIB.

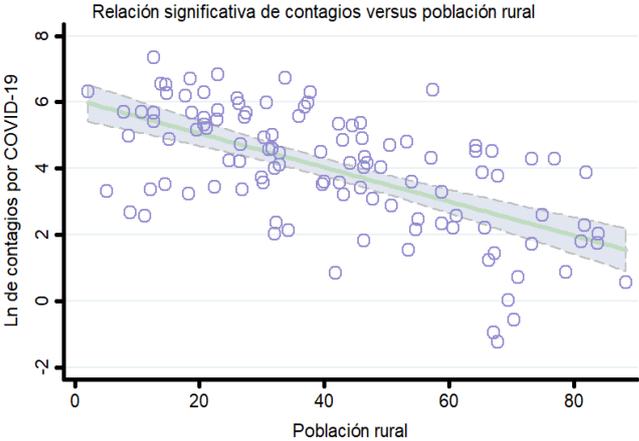
Finalmente, entre los factores que resultaron ser más consistentes (significancia en todos los periodos de tiempo evaluados) se encuentran: el PIB per cápita y el porcentaje de población rural de cada país. Esta última variable nos indica que aquellos países con gran proporción de población en condiciones de ruralidad tienden a menores posibilidades de contagio, una de las razones puede ser la accesibilidad que posee a zonas aisladas lo que les permite reducir su movilidad y a su vez evitar contagiarse. Si bien es cierto ningún lugar puede garantizar la invulnerabilidad al contagio de esta nueva pandemia, por ello se considera a este grupo de habitantes como un foco de atención ya que existe la posibilidad que el número de casos reportados se encuentre subestimado por temas de accesos a poder realizarse pruebas de forma oportuna. En la Figura 3.2 puede observarse la relación negativa de la variable en mención y la tasa de contagios.

Además, cuando incluimos los controles fijos por región se encontró que a partir del segundo periodo de evaluación los países que conforman Europa consistentemente muestran mayores niveles de contagio durante los tres periodos posteriores. Otra variable de control utilizada es los días transcurridos desde el primer contagio el cual se encuentra positivamente correlacionado en el tercer y cuarto periodo de análisis.



Data: Banco Mundial; OMS.

**Figura 3.1** Relación entre la tasa de contagios por COVID-19 y la población adulta mayor



Data: Banco Mundial; OMS.

**Figura 3.2** Relación entre la tasa de contagios por COVID-19 y la población rural

**Tabla 3.2 Resultados con respecto a la tasa de mortalidad por COVID-19**

Variables	Tasa de mortalidad	Tasa de mortalidad	Tasa de mortalidad	Tasa de mortalidad
	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Enfermedades preexistentes	0.1186 (2.54)	-0.0616 (2.08)	0.6613 (2.28)	-0.1850 (1.90)
Índice de inmunidad	0.0172 (1.34)	-0.4140 (0.93)	-1.0621 (1.02)	-2.1267* (1.11)
Índice de control de corrupción	-3.6585* (1.87)	-3.2432** (1.36)	-3.3166** (1.46)	-3.2263** (1.59)
Índice de recursos médicos	-3.6495*** (1.22)	-3.0682*** (0.76)	-2.2281*** (0.76)	-1.8582** (0.72)
Gasto público en el sector salud	0.1689 (0.14)	0.1643 (0.11)	0.1321 (0.11)	0.0917 (0.12)
Población rural	-0.0177 (0.01)	-0.0235** (0.01)	-0.0303** (0.01)	-0.0273** (0.01)
Porcentaje de adultos mayores	0.2407*** (0.08)	0.1277** (0.06)	0.0652 (0.07)	0.0128 (0.06)
PIB per capita	0.0001** (0.00)	0.0001*** (0.00)	0.0001*** (0.00)	0.0001** (0.00)
Otros controles	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
R-cuadrado	0.6833	0.7784	0.7344	0.6980
Observaciones	77	94	98	98

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ .

Nota: Las variables dependientes son el logaritmo natural del número de fallecidos por 100 mil habitantes a causa del COVID-19. Otros controles incluyen: regiones, días desde el primer contagio para cada corte

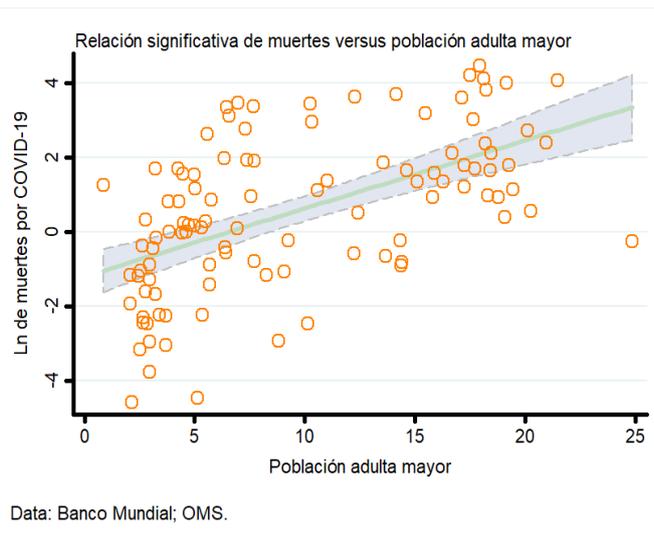
De forma adicional, en la tabla 3.2 se encuentran los resultados con respecto a la tasa de muertes por cada 100 mil habitantes a causa del COVID-19, en base a esta nueva variable dependiente no se detectaron relaciones significativas con: el grado de inversión que un país realiza en el área de salud, así como también, el indicador relacionado a las enfermedades preexistentes siendo estas: enfermedades infecciosas y parasitarias, y las que se derivan de la contaminación del aire y el agua.

Por otro lado, se encontró que en el último periodo de análisis el grado de inmunidad que un individuo logre obtener a lo largo de su vida se encuentra inversamente relacionado con la tasa de mortalidad por coronavirus. A raíz de ello, se puede intuir que la dosis de vacunas recibidas para prevenir hepatitis, difteria, tos ferina y tétanos en algún momento dado de la vida del individuo conlleva a que los ciudadanos posean un sistema inmunológico más sólido. En cuanto a la población mayor a 65 años, en los primeros dos periodos resultó ser significativa presentando una relación directa con respecto a la tasa de muertes, es decir inicialmente esta proporción de población presentaba mayor grado de vulnerabilidad a morir por COVID-19, pese a ello en el transcurso del tiempo la variable va perdiendo validez en el modelo. La figura 3.3 muestra la gráfica de dispersión de las variables en mención.

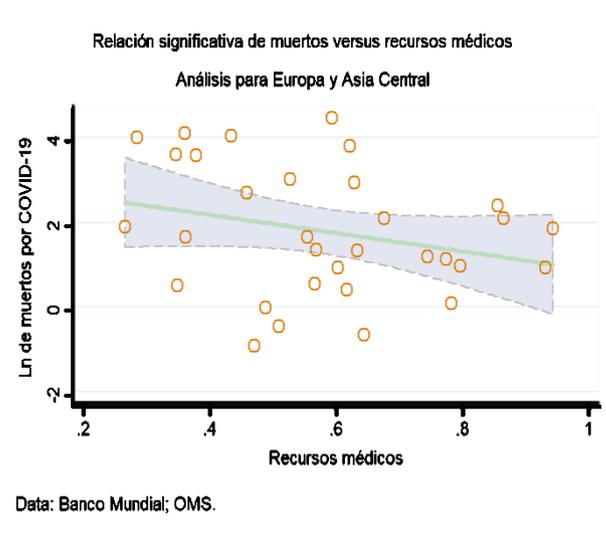
Entre los factores socioeconómicos que se relacionan inversamente con la tasa de muertes confirmadas por covid-19 se encontraron los siguientes: el índice de control de corrupción, índice de recursos médicos y la población rural. Todos ellos resultaron ser consistentes y significativos. Con respecto a la primera variable de este grupo, de forma explícita se puede comprender que por cada punto que aumente el componente principal del control de corrupción, la tasa de mortalidad de los países decae en aproximadamente 3.22 % para el escenario más grave donde se acumula mayor cantidad de muertes reportadas esto es, el mes de junio. Una de las hipótesis que se puede generar es que los países que poseen un sistema de gobierno “menos corrupto” puede generar los mecanismos propicios para aliviar el efecto de letalidad provocado por este virus. Adicional a ello, se puede considerar la idea de que los países con mayor cantidad de médicos y camas pueden aplacar con mayor efectividad este volumen de muertes, ver figura 3.4 Además, se pudo notar que existe algo especial con la población rural, ya que la misma resulta estar correlacionada negativamente tanto para contagios y muertes por COVID-19, resultando ser la población con menor grado de afectación. En la figura 3.5 se puede ver de forma gráfica esta relación.

Por otro lado, la variable PIB per cápita es significativa en todos los periodos de tiempo estimados y se encuentra directamente relacionada con el número de fallecimientos.

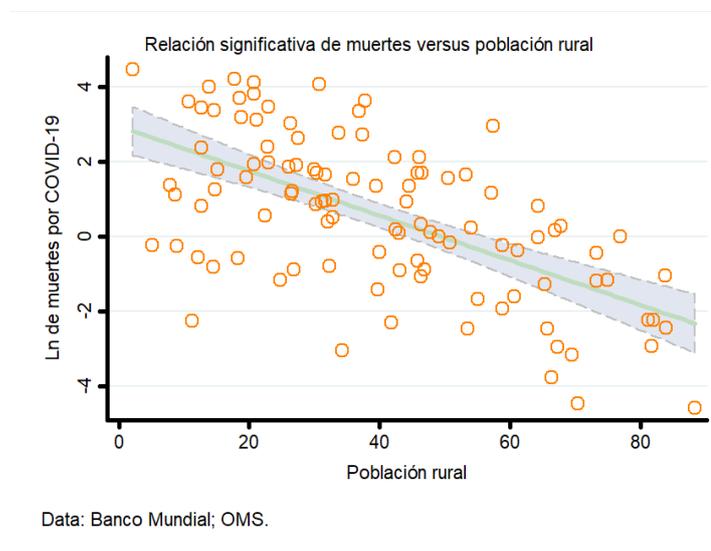
Finamente, en el modelo también se incluyeron los controles: número de días transcurridos desde el primer contagio y la región a la que pertenece cada país. De lo cual se destaca que los países ubicados en Europa para el mes de junio presentan cantidades de fallecidos 377 % más altas que aquellos que pertenecen a otras regiones



**Figura 3.3 Relación entre la tasa de mortalidad por COVID-19 y la población adulta mayor**



**Figura 3.4 Relación entre la tasa de mortalidad por COVID-19 y los recursos médicos**



**Figura 3.5 Relación entre la tasa de mortalidad por COVID-19 y la población rural**

# CAPÍTULO 4

## 4.1. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1.1. Discusión

Una vez que se han identificado los resultados, esto nos permite poder analizar ciertos aspectos relacionados a las políticas públicas para poder ofrecer propuestas al respecto.

Tomando en consideración los resultados obtenidos para recursos médicos, es importante resaltar la relevancia de estos para contrarrestar el número de muertes por la pandemia, es así como la adquisición oportuna de recursos médicos y la capacitación del personal del sector salud se vuelve fundamental para evitar un colapso en el sistema sanitario. Además de las implicaciones que comprenden los recursos médicos, estas deben ir de la mano con una acción rápida y eficiente de los ministerios de finanzas o instituciones públicas encargadas de ofrecer presupuestos para la dotación de insumos; la inyección de liquidez y pronta respuesta que estas pueden ofrecer hacia el sector salud permite que exista una solución rápida acorde a la gravedad de la crisis.

De forma prioritaria, la seguridad del personal médico es fundamental para poder responder a la demanda hospitalaria y así evitar que el personal de primera línea sufra contagios y la situación se complique. Así mismo, a medida que se asegure a estos, debe ser complementado con la constante capacitación y actualización del conocimiento del virus; todo esto con el fin de evitar aglomeración hospitalaria. De forma complementaria, se debe identificar la facilidad con la que el COVID-19 se esparce; es decir, la creación de cercos epidemiológicos debe ir acompañada de la adquisición de pruebas de detención y equipamiento de laboratorios para realizarlas, de modo que se pueda conocer en términos reales el comportamiento del coronavirus. Por último, la agenda pública debe ir de la mano con una difusión constante de los avances y descubrimientos que se obtienen, así como una desestimación de noticias falsas que generen caos.

Una de las recomendaciones sobre la agenda pública en escenarios de crisis, es el control sobre las instituciones del Estado. En primer lugar, la legitimación de los procesos de compras públicas, ruta de acción de los bienes comprados y empleo de estos, permite que no exista apropiación de bienes públicos y robo de insumos; de modo que facilitando la transparencia se puede observar la manera en la que se emplean los recursos del Estado, de forma que se disminuye la probabilidad de que exista sobreprecio en las adquisiciones. Adicionalmente los consejos de participación ciudadana y participación de opositores a mayorías legislativas sirven para llevar un control más exhaustivo sobre el accionar de las instituciones públicas. Asimismo, el control debe enfocarse en los términos de financiamiento a los que puede acceder un país, dado que puede ser un escenario para adquirir endeudamientos no respaldados. La transparencia y observación de los procesos burocráticos mejora el control de corrupción, por ende, la percepción de la ciudadanía sobre este.

Además, la agenda pública debe plantear la priorización de cuidado a aquellos quienes tienen más riesgos; de este modo la focalización de los sistemas preventivos debe dirigirse hacia los grupos más vulnerables, generalmente adultos mayores y personas con enfermedades catastróficas.

La prohibición de visitas a centros geriátricos, apertura de horarios de atención únicamente hacia adultos mayores para que se abastezcan de alimentos y campañas de concientización sobre el cuidado de ellos, componen los cursos más utilizados por los líderes de gobierno; además, campañas de prevención que mejoren el sistema inmunológico y anticuerpos es un gran complemento de ayuda.

Pese a que el esparcimiento de un virus sea más difícil en zonas rurales debido a la dificultad de acceso, es importante preponderar la necesidad de cuidado que necesita esta población dado que generalmente no se destinan los recursos necesarios debido a la poca población existente, a diferencia de zonas urbanas. El envío de pruebas de detección de coronavirus, así como campañas informativas sobre el conocimiento del comportamiento del virus ayuda a prevenir una masificación de contagios y fallecimiento en estos sectores.

En resumen, para evitar perjuicios hacia la población y grupos vulnerables, la agenda pública a tomarse en estos escenarios de crisis debe ser complementaria entre una respuesta rápida de acción de una preparación de la infraestructura sanitaria, control de corrupción del sistema público que cite a la estabilidad de la ciudadanía y difusión de información verás acreditada que permita conocer los últimos descubrimientos del coronavirus.

#### **4.1.2. Conclusiones**

El trabajo desarrollado permite identificar cuáles son los factores más relevantes que delinean el número de contagios y muertes por COVID-19; la finalidad primordial es brindar información necesaria para enfrentar escenarios similares a esta pandemia con mucha más preparación y evitar escatimar esfuerzos para evitar el colapso de los sistemas sanitarios y económicos.

Los resultados encontrados son de carácter confirmatorio al apoyar la mayoría de los hallazgos realizados por trabajos referenciales. La principal diferencia con respecto a estudios previos es la inclusión de variables de diferente índole evitando la restricción de relacionar una variable dependiente con un conjunto de variables del mismo tópico; además, el corte mensual de la tasa de contagios y muertes confirmadas por coronavirus permite observar la relación de los factores socioeconómicos en diferentes escenarios posibles.

Para la tasa de contagios, se puede comprender que la relación negativa y significativa que existe entre la variable dependiente y el componente de control de corrupción indican que a medida que los ciudadanos legitiman el accionar de las instituciones públicas, habrá mayor estabilidad para que la sociedad en su conjunto no se vea alterada y por ende exista una correcta comunicación jerárquica de los gobernantes a la población; al mismo tiempo, podría intuirse que para que los países tengan mejores sistemas de control de corrupción debe existir un fortalecimiento de la independencia judicial, transparencia y fiscalización en los procesos de compras públicas y condiciones en adquisición de financiamientos externos. Con respecto a la población rural se puede concluir que estos sectores demográficos son los menos afectados de acuerdo con la tasa de contagios ya que por su accesibilidad a zonas aisladas les permite controlar de mejor manera el distanciamiento social, por ende el COVID-19 tiende a disiparse con menor frecuencia a diferencia de áreas urbanas. Sin embargo, facilitar la comunicación y movilizar atención sanitaria hacia estos sitios rurales permite atenuar la escasez y dificultad para realizarse pruebas de detección de forma oportuna.

Además, para escenarios similares al inicio de la pandemia puede observarse que mientras más porcentaje de la población sea adulta mayor se halla una mayor tasa de esparcimiento del virus; sin embargo esta relación tiende a invertirse dado que con el paso del tiempo pudo identificarse que al ser un grupo vulnerable, estas personas necesitan más cuidado.

Con respecto a la tasa de muertes confirmadas por COVID-19, se evidenció que países con menor cantidad de camas y doctores por cada mil habitantes presentan mayor dificultad para socorrer alta demanda de infectados; es así que para evitar que el colapso de atención en los hospitales complique la salud de pacientes y a su vez genere un aumento en la tasa de mortalidad, es prioritario potenciar el grado de preparación del personal y propiciar un equipamiento apropiado en términos de insumos médicos. De igual manera, el control de corrupción resulta ser una variable relevante al mostrar coeficientes negativos y significativos para todos los periodos de estudio; esto complementa la explicación de necesidad en cuanto a la correcta administración de los recursos, más aún cuando estos insumos médicos son de vital importancia para aquellos quienes representan un grupo de riesgo. También, para el índice de inmunidad se halla una relación negativa, es decir, a medida que mayor población infantil que acceda a vacunas de inmunidad, existe menor tasa de mortalidad, esto puede interpretarse como un mayor control por parte de los sistemas de salud hacia la población.

Al igual que para la tasa de contagios, los resultados del PIB per cápita, población rural y población adulta mayor se mantienen significativos, siendo esta última variable aquella que demuestra que para escenarios iniciales a la pandemia el grupo de personas mayores a 65 años es quien presenta mayor grado de vulnerabilidad, resultado obtenido debido a la falta de preparación en cuanto a la protección que este sector de la población debió tener frente a la enfermedad. De esta forma se recomienda focalizar preventivamente la seguridad a través de atención exclusiva y campañas de concientización de la vulnerabilidad de ellos.

#### **4.1.3. Recomendaciones**

En resumen, este trabajo comprobó la correlación que guardan los factores socioeconómicos con respecto a la tasa de contagios y de mortalidad por COVID-19; de esta forma se encontraron las variables más relevantes lo cual permite determinar el grado de preparación de un país para afrontar la pandemia en diversos escenarios temporales.

Sin embargo, la principal limitante radica en el acceso a data actualizada y especialmente a la información capturada del desarrollo de la pandemia debido a que la investigación se realiza aún durante el curso de la disipación del virus, es así como, ampliar el horizonte temporal de las variables dependientes puede otorgar información útil para realizar análisis más exhaustivos.

Debido a la naturaleza de la información, la principal recomendación es realizar un estudio dinámico complementario que permita observar los factores que determinan el esparcimiento de la pandemia en tiempo real, por ejemplo, correlacionar las variables dependientes y el nivel de recursos médicos durante los meses de la crisis sanitaria; a diferencia de nuestro trabajo que recoge la información de recursos médicos antes de la pandemia. Además, se puede considerar en el modelo variables relacionadas a la reacción de los gobiernos en cuanto a políticas restrictivas, por ejemplo: el número de días transcurridos desde el primer contagio y el día en el que se aplicó la cuarentena, cancelación de transporte público, vuelos internacionales y eventos, así como otro tipo de respuestas.

Para finalizar, se recomienda realizar un estudio que proponga directamente políticas públicas a ejecutar en tiempo real de acuerdo con las necesidades específicas de los países más afectados; así mismo, evaluar las políticas que estén relacionadas con los determinantes más relevantes para aminorar o neutralizar impactos negativos del coronavirus o de pandemias similares.

# BIBLIOGRAFÍA

Anyanwu, J. C., & Erhijakpor, A. E. (2009). Health expenditures and health outcomes in Africa. *African Development Review*, 21(2), 400-433.

Anand, S., & Bärnighausen, T. (2004). Human resources and health outcomes: cross-country econometric study. *The Lancet*, 364(9445), 1603-1609.

Assiri, A., Al-Tawfiq, J. A., Al-Rabeeah, A. A., Al-Rabiah, F. A., Al-Hajjar, S., Al-Barrak, A., ... & Makhdoom, H. Q. (2013). Epidemiological, demographic, and clinical characteristics of 47 cases of Middle East respiratory syndrome coronavirus disease from Saudi Arabia: a descriptive study. *The Lancet infectious diseases*, 13(9), 752-761.

Bbaale, E. (2013). Factors influencing childhood immunization in Uganda. *Journal of health, population, and nutrition*, 31(1), 118.

Breban, R., Riou, J., & Fontanet, A. (2013). Interhuman transmissibility of Middle East respiratory syndrome coronavirus: estimation of pandemic risk. *The Lancet*, 382(9893), 694-699.

Coccia, M. (2020). Factors determining the diffusion of COVID-19 and suggested strategy to prevent future accelerated viral infectivity similar to COVID. *Science of the Total Environment*, 138474.

Costello, AB & Osborne, Jason. (2005). *Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most From Your Analysis*. *Practical Assessment, Research & Evaluation*. 10. 1-9.

Dare, R. K., Fry, A. M., Chittaganpitch, M., Sawanpanyalert, P., Olsen, S. J., & Erdman, D. D. (2007). Human coronavirus infections in rural Thailand: a comprehensive study using real-time reverse-transcription polymerase chain reaction assays. *The Journal of infectious diseases*, 196(9), 1321-1328.

d'Hombres, B., Rocco, L., Suhrcke, M., & McKee, M. (2010). Does social capital determine health? Evidence from eight transition countries. *Health economics*, 19(1), 56-74.

Elgin, C., Basbug, G., & Yalaman, A. (2020). Economic policy responses to a pandemic: Developing the COVID-19 economic stimulus index. *Covid Economics*, 1(3), 40-53.

Frisch, R. (1934). Statistical confluence analysis by means of complete regression systems (Vol. 5). Universitetets Økonomiske Institut.

Fouchier, R. A., Hartwig, N. G., Bestebroer, T. M., Niemeyer, B., De Jong, J. C., Simon, J. H., & Osterhaus, A. D. (2004). A previously undescribed coronavirus associated with respiratory disease in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(16), 6212-6216.

Guo, T., Fan, Y., Chen, M., Wu, X., Zhang, L., He, T., ... & Lu, Z. (2020). Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA cardiology*.

Herzer, D. (2017). The long-run relationship between trade and population health: Evidence from five decades. *The World Economy*, 40(2), 462-487.

Ilenca, M., & Vayena, E. (2020). On the responsible use of digital data to tackle the COVID-19 pandemic. *Nature medicine*, 26(4), 463-464.

Jaba, E., Balan, C. B., & Robu, I. B. (2014). The relationship between life expectancy at birth and health expenditures estimated by a cross-country and time-series analysis. *Procedia Economics and Finance*, 15, 108-114.

James, S. L., Gubbins, P., Murray, C. J., & Gakidou, E. (2012). Developing a comprehensive time series of GDP per capita for 210 countries from 1950 to 2015. *Population health metrics*, 10(1), 12.

Kaiser, H. F., & Rice, J. (1974). Little jiffy, mark IV. *Educational and psychological measurement*, 34(1), 111-117.

Kapadia, S. U., Rose, J. K., Lamirande, E., Vogel, L., Subbarao, K., & Roberts, A. (2005). Long-term protection from SARS coronavirus infection conferred by a single immunization with an attenuated VSV-based vaccine. *Virology*, 340(2), 174-182.

Maruthappu, M., Watkins, J., Noor, A. M., Williams, C., Ali, R., Sullivan, R., ... & Atun, R. (2016). Economic downturns, universal health coverage, and cancer mortality in high-income and middle-income countries, 1990–2010: a longitudinal analysis. *The Lancet*, 388(10045), 684-695.

Mohammed, A. J., & Ghebreyesus, T. A. (2018). Healthy living, well-being and the sustainable development goals. *Bulletin of the World Health Organization*, 96(9), 590.

Moreno-Serra, R., & Smith, P. C. (2012). Does progress towards universal health coverage improve population health?. *The Lancet*, 380(9845), 917-923.

Müller, M. A., Meyer, B., Corman, V. M., Al-Masri, M., Turkestani, A., Ritz, D., ... & Alhakeem, R. F. (2015). Presence of Middle East respiratory syndrome coronavirus antibodies in Saudi Arabia: a nationwide, cross-sectional, serological study. *The Lancet Infectious Diseases*, 15(5), 559-564.

Muller, V., Chiu, C. Y., Tang, X., Eagle, D., Peebles, M. C., Iwanaga, K., ... & Chan, F. (2017). Association of Employment and Health and Well-Being in People with Fibromyalgia. *Journal of Rehabilitation*, 83(3).

Or, Z. (2000). Determinants of health outcomes in industrialised countries: a pooled, cross-country, time-series analysis. *OECD Economic Studies*, 53-78.

Reichard, A., Stransky, M., Brucker, D., & Houtenville, A. (2019). The relationship between employment and health and health care among working-age adults with and without disabilities in the United States. *Disability and rehabilitation*, 41(19), 2299-2307.

Ross, C. E., & Mirowsky, J. (1995). Does employment affect health?. *Journal of Health and social Behavior*, 230-243.

Roser, M., Ritchie, H., Ortiz-Ospina, E., & Hasell, J. (2020). Coronavirus disease (COVID-19)—Statistics and research. *Our World in data*.

Russell, D. W. (2002). In search of underlying dimensions: The use (and abuse) of factor analysis in *Personality and Social Psychology Bulletin*. *Personality and social psychology bulletin*, 28(12), 1629-1646.

Skaftun, E. K., Verguet, S., Norheim, O. F., & Johansson, K. A. (2018). Geographic health inequalities in Norway: a Gini analysis of cross-county differences in mortality from 1980 to 2014. *International journal for equity in health*, 17(1), 64.

Stojkoski, V., Utkovski, Z., Jolakoski, P., Tevdovski, D., & Kocarev, L. (2020). The socio-economic determinants of the coronavirus disease (COVID-19) pandemic. *arXiv preprint arXiv:2004.07947*.

Tseng, C. T., Sbrana, E., Iwata-Yoshikawa, N., Newman, P. C., Garron, T., Atmar, R. L., ... & Couch, R. B. (2012). Immunization with SARS coronavirus vaccines leads to pulmonary immunopathology on challenge with the SARS virus. *PloS one*, 7(4), e35421.

World Health Organization. (2020). Coronavirus disease (COVID-19): weekly epidemiological update.

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

### 1.1. Regiones y países que se utilizaron en el trabajo de investigación.

Asia del Este y Pacífico	Australia, China, Indonesia, Japón, Rep. De Corea, Laos, Malasia, Mongolia, Myanmar, Filipinas, Tailandia, Timor-Leste, Vietnam.
América Latina y el Caribe	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay.
Norteamérica	Canadá, Estados Unidos.
Europa y Asia Central	Austria, Bélgica, Bosnia y Herzegovina, Croacia, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Georgia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Kazajstán, República Kirguisa, Letonia, Moldavia, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Federación de Rusia, Serbia, República Eslovaca, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Tayikistán, Turquía, Ucrania, Reino Unido.
Asia del Centro y Norte de África	Argelia, Egipto, República Árabe, Irán (República Islámica), Irak, Israel, Jordania, Líbano, Marruecos, Túnez, Emiratos Árabes Unidos.
Asia del Sur	Bangladesh, India, Nepal, Pakistan, Sri Lanka.
África Sub-sahariana	Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Eswatini, Etiopía, Gabón, Gambia Ghana, Guinea Kenia, Liberia, Madagascar, Malawi, Malí, Mauricio, Mozambique, Namibia, Níger, Sudáfrica, Tanzania, Togo, Uganda, Zambia, Zimbabwe.

Fuente: World Development Indicators (WDI) by World Bank.

## APÉNDICE B

### 2.1. Variables relacionadas a la infraestructura sanitaria.

Variable independiente	Definición
Índice de cobertura del servicio UHC (escala de 0 a 100)	Índice de cobertura para servicios de salud esenciales (basado en intervenciones trazadoras que incluyen salud reproductiva, materna, neonatal e infantil, enfermedades infecciosas, enfermedades no transmisibles y capacidad y acceso a servicios).
Médicos (por cada 1,000 personas)	La variable incluye médicos generalistas y especialistas.
Enfermeras y parteras (por cada 1.000 personas)	La variable enfermeras y parteras incluyen enfermeras profesionales, parteras profesionales, enfermeras auxiliares, parteras auxiliares, enfermeras inscritas, parteras inscritas y otro personal asociado.
Camas de hospital (por cada 1,000 personas)	Camillas disponibles en hospitales y centros de rehabilitación públicos, privados, generales y especializados.

Fuente: World Development Indicators (WDI) by World Bank; World Health Organization, Global Health Observatory Data Repository.

### 2.2. Variables relacionadas a las estadísticas nacionales.

Variable independiente	Definición
Tasa bruta de mortalidad (por cada 1.000 personas)	Indica el número de muertes ocurridas durante el año por cada 1000 habitantes, estimado a mediados de año.
Esperanza de vida al nacer (total en años)	Indica el número de años que un recién nacido viviría si los patrones de mortalidad prevalecientes en el momento de su nacimiento fueran los mismos durante toda su vida.
Tasa de mortalidad atribuida a la contaminación del aire del hogar y del ambiente, (por 100,000 habitantes)	<p style="text-align: center;">La estimaciones comprenden :</p> <p style="text-align: center;">Para todas las edades: Infecciones respiratorias agudas</p> <p>Más 25 años de edad: enfermedades cerebrovasculares; cardiopatías isquémicas; enfermedad pulmonar obstructiva crónica; y cáncer de pulmón.</p>

Causa de muerte por enfermedades transmisibles y condiciones maternas, prenatales y nutricionales (% del total)	Incluyen enfermedades infecciosas y parasitarias, infecciones respiratorias y deficiencias nutricionales como bajo peso y retraso en el crecimiento.
Mortalidad por ECV, cáncer, diabetes o ERC entre las edades de 30 y 70 (%)	Porcentaje de personas de 30 años que morirían antes de cumplir 70 años de alguna enfermedad cardiovascular, cáncer, diabetes o enfermedad respiratoria crónica.
Tasa de mortalidad atribuida al agua en condiciones de insalubridad, saneamiento insalubre y falta de higiene (por 100,000 habitantes)	Se centran en servicios WASH inadecuados por cada 100.000 habitantes.
Inmunización, sarampión (% de niños de 12 a 23 meses)	Mide el porcentaje de niños de 12 a 23 meses que recibieron la vacuna contra el sarampión antes de los 12 meses o en cualquier momento antes de la encuesta. Se considera que un niño se encuentra adecuadamente inmunizado después de recibir una dosis de la vacuna.
Inmunización, HepB3 (% de niños de un año)	Mide el porcentaje de niños de 12 a 23 meses que recibieron la vacuna contra la hepatitis B antes de los 12 meses o en cualquier momento antes de la encuesta. Se considera que un niño se encuentra adecuadamente inmunizado después de recibir la tercera dosis.
Inmunización, DPT (% de niños de 12 a 23 meses)	Mide el porcentaje de niños de 12 a 23 meses que recibieron la vacuna DPT antes de los 12 meses o en cualquier momento antes de la encuesta. Se considera que un niño se encuentra adecuadamente inmunizado contra la difteria, tos ferina y tétanos después de recibir la tercera dosis de la vacuna.

Fuente: World Development Indicators (WDI) by World Bank; World Health Organization, Global Health Observatory Data Repository.

### 2.3. Variables relacionadas al desempeño económico.

Variable independiente	Definición
Índice GINI (estimación del Banco Mundial)	Mide el grado en que la distribución del ingreso entre individuos u hogares dentro de una economía, siendo 0 igualdad perfecta y 100 desigualdad perfecta.
Balanza comercial (% of GDP)	Representa la suma de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios medidos como una parte del producto interno bruto.
PIB per cápita, PPA (\$ internacional actual)	Este indicador proporciona valores per cápita para el producto interno bruto (PIB) expresado en dólares internacionales actuales convertidos por el factor de conversión de paridad de poder adquisitivo (PPA).
Relación empleo / población, 15+, total (%) (estimación modelada de la OIT)	Proporción de la población de un país que está empleada.
Gasto sanitario del gobierno (% del PIB)	Gasto público en el sector salud como porcentaje del PIB

Fuente: World Development Indicators (WDI) by World Bank; International Labour Organization, ILOSTAT database.

### 2.4. Variables relacionadas a la estructura demográfica.

Variable independiente	Definición
Población de 0 a 14 años (% de la población total)	Población entre las edades de 0 a 14 como porcentaje de la población total.
Población de 65 años y más (% de la población total)	Población de 65 años o más como porcentaje de la población total.
Población total	Cuenta a todos los residentes independientemente de su estatus legal o ciudadanía.

Población rural (% de la población total)	Personas que viven en áreas rurales según lo definido por las oficinas nacionales de estadística. Es calculado mediante la diferencia entre la población total y urbana.
Stock de migrantes (% de la población)	Personas nacidas en un país distinto de aquel en el que viven. También incluye refugiados.
Densidad de población	Es una medida de distribución de la población con respecto a la superficie terrestre en kilómetros cuadrados.

Fuente: World Development Indicators (WDI) by World Bank; World Health Organization, Global Health Observatory Data Repository.

## 2.5. Variables relacionadas a las características sociales.

Variable independiente	Definición
Índice de capital humano (HCI) (escala 0-1)	El puntaje final del índice varía de cero a uno y mide la productividad como futuro trabajador de un niño nacido hoy en relación con el punto de referencia de salud y educación completa.
Individuos que usan Internet (% de la población)	Considera a personas que han usado Internet en los últimos 3 meses a través de una computadora, teléfono móvil, asistente digital personal, máquina de juegos, TV digital, etc.
Suscripciones fijas de banda ancha (por cada 100 personas)	Suscripciones fijas para acceso a Internet de alta velocidad (conexión TCP / IP), velocidades iguales o superiores a 256 kbit / s. Esto incluye módem de cable, DSL, fibra hasta el hogar / edificio y banda ancha satelital e inalámbrica terrestre fija.
Suscripciones telefónicas fijas (por cada 100 personas)	La variable considera a la suma del número activo de líneas telefónicas fijas, suscripciones de voz sobre IP (VoIP), suscripciones fijas de bucle local inalámbrico (WLL), equivalentes de canales de voz ISDN y teléfonos públicos fijos.
Suscripciones de telefonía móvil (por cada 100 personas)	Incluye el número de suscripciones postpago y cuentas prepago activas (que se han utilizado durante los últimos tres meses).

Fuente: World Development Indicators (WDI) by World Bank; World Health Organization, Global Health Observatory Data Repository.

Índice de Percepción de la Corrupción	El índice emplea una escala del 0 al 100, donde 0 indica corrupción elevada y 100 libre de corrupción.
--	---

Fuente: Transparency International