

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

### **EL PODER DETRÁS DE LA COMPRA DE LAS VACUNAS CONTRA LA COVID-19**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ANGIE PATRICIA LOZANO ONTANEDA**

angie.lozano@epn.edu.ec

**TATIANA MICAELA RAMOS TRÁVEZ**

tatiana.ramos@epn.edu.ec

**DIRECTOR: YASMÍN SALAZAR MÉNDEZ, Ph.D**

yasmin.salazar@epn.edu.ec

**QUITO, JUNIO 2022**

## Declaración

Nosotras, Angie Patricia Lozano Ontaneda y Tatiana Micaela Ramos Trávez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de la Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Angie Patricia Lozano Ontaneda

---

Tatiana Micaela Ramos Trávez

## Certificación

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Angie Patricia Lozano Ontaneda y Tatiana Micaela Ramos Trávez, bajo mi supervisión.

---

PhD.Yasmín Salazar Méndez

## Agradecimientos

A mis padres, Silvia y Patricio, por acompañarme de la mano durante toda la vida y ser pilares fundamentales de mi formación personal y profesional. No me alcanzan las palabras para agradecerles por su amor incondicional y por todo el esfuerzo que hicieron para ayudarme a alcanzar esta meta.

A mis hermanos, Erick y Camila, gracias por alentarme a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

A mis abuelitos, Noemí y Adalberto, quienes desde el cielo iluminan cada paso que doy, y a mis abuelitos, América y Bolívar, por brindarme su apoyo.

A mis familiares, por todo su cariño, especialmente a mi tía Leny, quien siempre ha estado al pendiente de mi.

A Tatiana, con quien comparto este trabajo, gracias por ser mi amiga y acompañarme durante toda esta etapa universitaria.

A mi directora de tesis, PhD. Yasmín Salazar, le agradezco por su paciencia, sus palabras de aliento, los conocimientos impartidos y por su guía en el desarrollo de esta investigación.

A mis profesores, gracias por sus consejos y enseñanzas. Sin duda, son una parte importante de la persona en que me he convertido.

A mis amigas, Sheyla, Denisse y Karlita, quienes han estado conmigo en los buenos y malos momentos, y se volvieron mi segunda familia.

A Andy, por creer en mi y apoyarme durante todo este tiempo. Gracias por motivarme a ser mejor.

## Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios por guiar mis pasos cada día.

A mi madre, Elva, quien me ha acompañado durante toda mi vida y ha luchado por mí, me ha apoyado en cada paso, mi principal motivadora y pilar fundamental de vida.

A mi familia, especialmente a mi abuelo Segundo, quien con sus aventuras, me ha motivado a seguir adelante, dándome consejos y apoyándome incondicionalmente. A mi abuela, Clara, que desde el cielo me acompaña cada día y me da fuerza para seguir adelante.

A mi amiga, Angie, quien más allá de ser una compañera de clase ha estado presente absoluta e incondicionalmente en cada momento de esta etapa de mi vida y hoy compartimos el fin de este objetivo.

A Raúl Tapia, quien ha sido como un padre desde que llegó a mi vida, me apoyó y motivó en cada fase de mi vida universitaria.

A Denisse, Shey y Karlita por su apoyo y cariño desde el día en que las conocí.

A mis maestros quienes han sido parte de mi formación, tanto personal como profesional.

A mi directora de tesis, PhD. Yasmín Salazar, quien hizo posible este trabajo. Con sus consejos nos inspiró a aprender; nos mostró que la aventura de aprender cada día es emocionante y nos ayuda a crecer como seres humanos.

Por último, al Rvdo. Luis Alomoto, quien ha sido un excelente maestro de vida y me ha ayudado a crecer como persona desde mi infancia.

*Dedicatoria*

*A mis padres, Silvia Ontaneda y Patricio Lozano*

*Dedicatoria*

*A mi madre, Elva Trávez*

# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>2</b>
<b>Preámbulo</b>	<b>3</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>6</b>
1.1. Planteamiento del problema . . . . .	6
1.2. Motivación . . . . .	10
1.3. Objetivo general . . . . .	11
1.4. Objetivos específicos . . . . .	11
<b>2. Revisión de la literatura</b>	<b>12</b>
2.1. La compra de vacunas . . . . .	12
2.2. Evidencia empírica . . . . .	16
2.2.1. Factores económicos . . . . .	16
2.2.2. Factores políticos . . . . .	18
2.2.3. Factores sociales . . . . .	19



2.2.4. Factores epidemiológicos . . . . .	21
<b>3. Datos y Metodología</b>	<b>23</b>
3.1. Datos . . . . .	23
3.2. Metodología . . . . .	24
3.3. Pruebas de post estimación . . . . .	27
3.3.1. Prueba de Wald . . . . .	27
3.3.2. Sobredispersión . . . . .	28
3.3.3. Criterio de información Akaike (AIC) . . . . .	29
3.3.4. Análisis de los residuos . . . . .	29
3.3.5. Errores robustos . . . . .	29
3.4. Variables . . . . .	30
<b>4. Resultados</b>	<b>44</b>
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>48</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>50</b>
Referencias . . . . .	50
<b>Anexos</b>	<b>59</b>

# Índice de tablas

4.1. Resultados del modelo . . . . .	44
5.1. Países de la muestra . . . . .	59
5.2. Prueba de Wald . . . . .	60
5.3. Coeficiente de Pearson y Criterio de Información Akaike . . . . .	60
5.4. Estimaciones de los modelos GLM . . . . .	64

# Índice de figuras

3.1. Proporción de vacunas adquiridas por los países para sus habitantes al 31 de marzo de 2021 . . . . .	31
3.2. Ranking de los 10 países con mayor número de vacunas para su población, al 31 de marzo de 2021 . . . . .	31
3.3. Distribución de los países de la muestra de acuerdo a su ingreso . . . . .	32
3.4. PIB según la proporción de vacunas compradas . . . . .	33
3.5. PIB per cápita según la proporción de vacunas compradas . . . . .	34
3.6. Balanza Comercial según la proporción de vacunas compradas . . . . .	35
3.7. Índice de Democracia de los países de la muestra . . . . .	37
3.8. Índice de Democracia según la proporción de vacunas compradas . . . . .	38
3.9. Esperanza de vida según la proporción de vacunas compradas . . . . .	39
3.10. Pobreza extrema según la proporción de vacunas compradas . . . . .	40
3.11. Distribución geográfica de la tasa de reproducción del virus, al 31 de marzo de 2021 . . . . .	41
3.12. Tasa de reproducción del virus según la proporción de vacunas compradas	42
3.13. Regiones . . . . .	43

3.14. Proporción de vacunas compradas - Población vacunada, al 31 de marzo de 2021 . . . . .	43
5.1. Análisis de residuos . . . . .	62
5.2. Residuos parciales . . . . .	63

# Resumen

La búsqueda de una solución eficiente para prevenir el contagio de la enfermedad infecciosa denominada COVID-19 resultó en la creación de vacunas contra el virus en tiempo récord, lo cual suponía una esperanza para la humanidad. Sin embargo, la distribución internacional de las vacunas fue inequitativa y gran parte de las dosis se concentraron en unos pocos países. Así, las diferencias en el acceso a la inmunización representan un obstáculo para evitar la propagación y mutación del virus. Con base en lo expuesto, el objetivo de esta investigación es determinar los factores que influyen en el poder de compra de las vacunas contra la COVID-19 a nivel mundial. Para esto, se recolecta de distintas fuentes información de 109 países que corresponden a variables de carácter económico, social, político y epidemiológico. Con estos datos, se estima un Modelo Lineal Generalizado (GLM). Los resultados revelan que los países con los mejores indicadores económicos y sociales, con regímenes democráticos y que controlaron la tasa reproductiva del virus tienen más acceso a las vacunas contra la COVID-19.

**Palabras clave:** eficiente, enfermedad, COVID-19, vacunas, distribución inequitativa.

# Abstract

The search for an efficient solution to prevent the spread of the infectious disease COVID-19 resulted in the creation of vaccines against the virus in record time. However, the international vaccines distribution was inequitable and much of the doses were concentrated in a few countries. Thus, differences in access to immunization represent an obstacle to preventing the spread and mutation of the virus. Based on the above, the objective of this research is to determine the factors that influence the purchasing power for COVID-19 vaccines worldwide. For this purpose, information from 109 countries is collected from different sources, corresponding to economic, social, political and epidemiological variables. With these data, a Generalized Linear Model (GLM) is estimated. The results reveal that countries with the best economic and social indicators, with democratic regimes and which had measures to control the reproductive rate of the virus have more access to COVID-19 vaccines.

**Keywords:** efficient, disease, COVID-19, vaccines, vaccines distribution.

# Preámbulo

Las enfermedades infecciosas representan una amenaza latente para la salud pública. Tradicionalmente, enfermedades, como: la rabia, la poliomielitis o la neumocócica, diezmaban las poblaciones tanto de niños como adultos (Millas, 2020). Sin embargo, los avances en la investigación y el desarrollo de tecnologías han permitido prevenir y controlar muchas de estas afecciones.

A finales del siglo XVIII, el médico inglés Edward Jenner observó que las mujeres que trabajaban con ganado vacuno contagiado con viruela, eran menos propensas a la infección de la viruela transmitida por los humanos (Tuells, 2007). Con base en sus observaciones, Jenner realizó experimentos aplicando anticuerpos de viruela de ganado vacuno en seres humanos, siendo este experimento la base de los futuros estudios que permitieron obtener las vacunas que existen en la actualidad (González y Condes, s.f.).

Años más tarde, en el siglo XIX, el científico francés Louis Pasteur realizó investigaciones en animales y seres humanos con el objetivo de buscar métodos de prevención contra enfermedades infecciosas. En sus investigaciones, Pasteur determinó que se puede inocular a un organismo exponiéndolo a patógenos debilitados, lo cual evita que contraiga la enfermedad, a pesar de estar en contacto con el virus. Esto se debe a que el organismo crea las defensas necesarias para combatir a los microorganismos en etapa temprana (Houssay, 1945; Baguena, s.f.). En otras palabras, se genera inmunidad sin causar daño al ser humano.

En la actualidad, las vacunas se consideran un elemento clave para garantizar la

salud pública. De hecho, en 2019, la Organización Panamericana de la Salud (s.f.) señaló que, gracias a la inmunización, es posible evitar el brote de enfermedades infecciosas, así como prevenir entre dos y tres millones de muertes cada año; esta cifra podría ascender en 1,5 millones en caso de mejorar la cobertura mundial. Pese a la importancia de la inmunización, la escasez de vacunas es un problema común. La Organización Mundial del Comercio (2020) reporta que, en 2018, 69 países informaron que se habían agotado las existencias de vacunas.

La investigación y el desarrollo de una nueva vacuna es un proceso complejo y costoso, que va desde la creación del fármaco hasta su aprobación y distribución (Mesa, Jaimes, Correa, Ribón, y Ruiz, 2021). En este sentido, los gobiernos cumplen un rol fundamental, puesto que son intermediarios entre el público y las farmacéuticas para facilitar el acceso a los fármacos a precios módicos y en ciertos casos gratis (Riaz et.al., 2021).

Glassman, Kenny y Yang (2022) mencionan que la mayoría de programas de vacunación se enfocan en reducir el número de infecciones endémicas, sin embargo, para contrarrestar una pandemia emergente, como la de COVID-19, es vital que la inmunización se implemente de forma rápida y generalizada, hasta conseguir que la nueva enfermedad se convierta en endémica. Según los autores, es indispensable alcanzar la cobertura de vacunación a nivel mundial para evitar la mutación del virus, puesto que las nuevas variantes implicarían la posible necesidad de aplicar dosis de refuerzo y esto incrementaría la carga económica global sobre la infraestructura de vacunación. Por ejemplo, en 1885, el descubrimiento de la vacuna contra la rabia permitió que la enfermedad se considere como endémica después de realizar campañas de vacunación (Millas, 2020).

En el caso del virus de la COVID-19, la búsqueda de una vacuna segura y viable se aceleró para afrontar la pandemia, obteniendo resultados en un tiempo récord de 11 meses (Reh y Ronte, 2020). Sin duda, un verdadero hito en la historia de la vacunación. Una vez cumplido el objetivo de producir las vacunas, el nuevo desafío es alcanzar la cobertura de vacunación global.



En principio, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021a) expuso que es indispensable una distribución de vacunas equitativa entre los países con la finalidad de detener la fase aguda de la pandemia. Para esto, recomendó que la asignación de vacunas fuera de la siguiente manera: una asignación proporcional inicial de dosis a los países hasta que todos alcancen cantidades suficientes para cubrir el 20 % de su población. Después, se realizaría una fase de seguimiento para ampliar la cobertura a otras poblaciones. En caso de existir limitaciones de suministros, se adoptaría un enfoque de asignación ponderada, teniendo en cuenta la amenaza y la vulnerabilidad al COVID-19 del país. Asimismo, la Unión Europea solicitó a los líderes del Grupo de los veinte (G20) que se comprometían en garantizar un acceso asequible y equitativo a las vacunas (Consejo de Europa, 2020). Pese a las recomendaciones, la realidad fue distinta a la hora de distribuir las vacunas. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2021a), el 75 % de las vacunas disponibles fueron acaparadas por apenas 10 países desarrollados.

Si los países con poder económico continúan acumulando vacunas, la brecha entre países de ingresos altos y bajos se incrementaría y, con el transcurso del tiempo, los países de menor ingreso tendrían que enfrentar más dificultades para inmunizar a su población y conseguir su recuperación económica. En consecuencia, en la presente investigación se busca determinar los factores que intensificaron el poder de los países para comprar vacunas contra la COVID-19.

El estudio se compone de cinco capítulos organizados de la siguiente manera. En el Capítulo 1 se expone la motivación para realizar el estudio y los objetivos de la investigación. El Capítulo 2 contiene los fundamentos teóricos y la evidencia empírica de los factores que se asocian a la compra de vacunas. En el Capítulo 3 se describen los datos y la metodología utilizada. Posteriormente, en el Capítulo 4 se presentan los resultados del modelo estimado. Finalmente, el Capítulo 5 abarca las conclusiones y recomendaciones planteadas a partir de los resultados obtenidos.

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Planteamiento del problema

La enfermedad por coronavirus (COVID-19) es una enfermedad infecciosa provocada por el virus SARS-CoV-2 que se originó a finales de 2019, en Wuhan, China. Debido a su rápida y alarmante propagación a nivel mundial, se declaró la pandemia el 11 de marzo de 2020 (OMS, 2021). Esta emergencia sanitaria provocó más de 130 millones de contagios y 2,9 millones de muertes a nivel mundial hasta marzo de 2021 (OMS, s.f.).

La ONU (2021a) considera que la COVID-19 es una crisis de carácter sanitario que repercutió en todos los niveles de la sociedad y dejó al descubierto los problemas sociales, económicos y políticos de los países. Así, la pandemia puso en evidencia las diferencias entre países de ingresos altos y bajos, afectando en mayor magnitud a los países que dependen en gran medida del comercio internacional, el turismo, las exportaciones de productos básicos y el financiamiento externo, características generalmente asociadas a países de ingresos medianos y bajos (Banco Mundial, 2020b).

Acemoglu y Robinson (2012) explican que los países de bajo ingreso llegan a depender de la investigación y desarrollo de los países industrializados debido a su estructura

económica, social y política. Además, los autores mencionan que los productos con valor agregado de los países industrializados alcanzan precios desproporcionalmente más altos que los insumos con los que se fabrican y, gracias al intercambio de información y relaciones internacionales, se han vuelto indispensables para la vida de las personas. Por esta razón, los tratados y acuerdos comerciales que buscan afianzar los lazos entre países no siempre son justos, puesto que los países de ingreso bajo son generalmente proveedores de materia prima y los ricos los encargados de darles valor agregado (Minondo, 2009). Como consecuencia, la demanda por productos industrializados y la falta de tecnología de los países de bajo ingreso generan dependencia de los países pobres hacia los países ricos. En el marco de la pandemia, la dependencia entre países se acentuó cuando las principales potencias económicas: Estados Unidos, Reino Unido, China y Rusia, iniciaron la producción de sus primeras vacunas (Pfizer, AstraZeneca, Sinovac y Sputnik V), mientras los países de menores ingresos quedaron a la expectativa.

Cabe mencionar, que un país con altos ingresos e industrializado, no necesariamente es un país desarrollado. Según Soubbotina (2004), el desarrollo de un país va más allá del crecimiento económico y, abarca aspectos, como: el estado de salud de la población, el nivel de la educación, la desigualdad en la distribución de los recursos, entre otros factores relacionados con el bienestar de las personas.

Dado que la demanda de vacunas supera a su oferta, Morillas (2021) considera que las vacunas son un bien escaso. El autor argumenta que esta condición de escasez conlleva a que las vacunas representen un instrumento para la influencia y el ejercicio del poder a nivel internacional, mediante estrategias políticas de exportación, donaciones o producción de vacunas en otros países. Sin embargo, el poder de las potencias se manifestó incluso antes de que se obtengan las primeras vacunas.

Amnistía Internacional (2021) informa que los países de altos ingresos firmaron acuerdos de compra bilaterales para garantizar su acceso inmediato a las vacunas incluso antes que su producción comenzara. Por el contrario, los países de bajo ingreso tuvieron que esperar el inicio de distribución de las dosis para comprarlas o recibirlas por medio de

donaciones (Saiz, 2021). Así, hasta el 31 de marzo de 2021, los países de ingreso alto registraron 27,2% dosis administradas; los países de ingreso mediano alto, 7,8%; los países de ingreso mediano bajo, aproximadamente, 3,01%; y, los países de bajos ingresos, 0,12% dosis (Our World in Data, s.f.). Esta distribución evidencia la concentración de las vacunas en los países de mejores ingresos.

Dentro del proceso de compra de las vacunas, Hein y Paschke (2020) clasifican a los grupos que intervienen, de acuerdo a sus intereses, de la siguiente manera: i) los países que prefieren ser los primeros en abastecerse del fármaco para acelerar su propia reactivación económica; ii) la industria farmacéutica que busca conservar la exclusividad de sus derechos de propiedad intelectual a través de las patentes; y, iii) las organizaciones con intereses humanitarios, políticos y económicos que buscan el acceso universal y gratuito a los productos de salud.

Fidler (2020) define al acaparamiento de vacunas, por parte de las potencias, como un tipo de política nacionalista e ineficaz, puesto que interfiere en la cooperación mundial para alcanzar un acceso equitativo y global a los medicamentos. El autor menciona como ejemplos de nacionalismo a lo ocurrido con las vacunas para la viruela y la poliomielitis, y los medicamentos para el VIH/SIDA. En estos casos, el acceso internacional a los productos mencionados ocurrió después de que los países desarrollados consiguieron el medicamento.

Con respecto a la propiedad intelectual de las vacunas, el incentivo a la innovación es lograr una patente de un producto nuevo (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), s.f.). No obstante, Stiglitz y Spence (2021) mencionan que, al enfrentar la pandemia de la COVID-19, es cuestionable conservar las patentes de las vacunas. Para los autores, el monopolio que ejercen las farmacéuticas en la producción de medicamentos, gracias a las patentes, es el principal factor que limita la elaboración y el suministro de vacunas.

Desde otro punto de vista, las farmacéuticas argumentan que la liberación de las

patentes no acelerará la fabricación de vacunas, debido a la escasez de la materia prima y la insuficiente industrialización en ciertos países (Nature, 2021). En medio de este debate se encuentran los países productores, los cuales han sido cuestionados por la falta de políticas para incentivar el aumento en la producción y de medidas que permitan a los países de menor ingreso acceder a las vacunas contra el virus SARS-CoV-2 (Evenett, Hoekman, Rocha, y Ruta, 2021).

Con el objetivo de proporcionar un acceso equitativo a los diagnósticos y tratamientos médicos contra la COVID-19, la Coalición para las Innovaciones en Preparación para Epidemias (CEPI), la OMS y la Alianza para la Vacunación coordinaron la creación de la iniciativa COVAX: Colaboración para un Acceso Equitativo Mundial a las Vacunas contra la COVID-19. Para alcanzar su propósito, COVAX se propuso tener 2 mil millones de dosis disponibles para proteger a las personas vulnerables y de alto riesgo, así como a los trabajadores de la salud de primera línea para fines de 2021 y 1800 millones de dosis a 92 economías de ingreso bajo para principios de 2022 (Berkley, 2020; OMS, s.f.-a). Sin embargo, hasta el 31 de marzo de 2021, los datos de la vacunación muestran que, la gran mayoría de las dosis, han sido adquiridas y administradas por los países más ricos; el 80 % de la población contaba con aproximadamente el 5 % del total de vacunas en el mundo, mientras el 20 % concentraba alrededor del 95 % (Tatar, Shoorekchali, Reza, y Wilson, 2021).

Asimismo, la inequidad en el acceso a las vacunas podría provocar que el ritmo de recuperación económica de los países sea desigual. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) pronostica que, por cada millón de personas vacunadas en los países de alto ingreso, habrá un aumento de aproximadamente US \$ 7,93 mil millones en su PIB global. Por el contrario, en los países de bajos ingresos y con tasas de vacunación casi nulas, la recuperación es incierta (Data Futures Platform, s.f.-a).

En este contexto, en esta investigación se busca conocer los factores que influyen en el poder detrás de la compra de vacunas contra la COVID-19. Para esto, se estimará un modelo lineal generalizado para variable de respuesta continua en un intervalo  $[0,1]$  usando

como enlace una función logística. Los datos utilizados en la investigación provienen de fuentes como el Banco Mundial, The Economist Intelligence Unit y Our World In Data.

A partir de los resultados, se podrá comprender las implicaciones del poder económico en la resolución de la crisis sanitaria e identificar cuáles son los factores que influyen en la distribución inequitativa de las vacunas contra la COVID-19 y, de esta manera, generar evidencia empírica sobre cómo la desigualdad también estuvo presente en esta pandemia.

## 1.2. Motivación

Jones (2020) explica que el poder económico de un país se refiere a la capacidad que este tiene para controlar su producción, generar crecimiento económico y tener una sociedad funcional, acorde a las normas y políticas establecidas por su gobierno. El autor menciona que el poder económico se evidencia cuando un país tiene otras opciones para progresar, mientras enfrenta una situación que restringe su desarrollo. Desde este punto de vista, el poder económico es lo que ha permitido a los países mitigar los daños causados por la pandemia.

Las diferencias en el poder económico de los países de ingresos altos y bajos se acentuaron con la aparición de la COVID-19, debido a que los países de renta alta estuvieron mejor preparados para enfrentar la pandemia, o al menos lograron suavizar sus efectos en los habitantes, a diferencia de los países en desarrollo y de bajos ingresos que, debido a su poca inversión en salud, sufrieron más estragos (Banco Mundial, 2020a).

El poder de los países de ingresos altos se volvió más evidente cuando estos consiguieron ser los primeros en asegurar las dosis requeridas para inmunizar a su población, a pesar de las recomendaciones de los organismos internacionales, como el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial. Estas organizaciones enfatizaron la necesidad de una distribución equitativa de las vacunas para un mejor control de la pandemia (Banco Mundial, 2021). Asimismo, Cem et. al. (2021) argumentan que, debido a la interdepen-

dencia económica a nivel mundial, sin una coordinación multilateral que garantice el acceso equitativo a las vacunas no será posible mitigar las pérdidas económicas causadas por la pandemia. Los autores estiman que la economía mundial podría perder hasta 9,2 billones de dólares en caso de no garantizar la disponibilidad de dosis para los países en vías de desarrollo. Esto sugiere que la distribución justa y equitativa de las vacunas es fundamental para la recuperación social y económica a nivel mundial.

Aunque la literatura es limitada y no hay suficiente evidencia empírica que señale los factores específicos que favorecen el poder de compra de vacunas contra el virus SARS-CoV-2, la desigualdad en el acceso a las vacunas está marcada por temas políticos, económicos, sociales, diplomáticos y de salud (Data Futures Platform, s.f.-d).

Los hallazgos de este estudio permitirán establecer un marco analítico detallado sobre los factores que favorecieron a ciertos países en la compra de vacunas contra la COVID-19, y de esta manera, facilitar un nuevo enfoque para el diseño y la implementación de políticas orientadas a mejorar el acceso y la distribución de medicamentos en situaciones de emergencia a nivel mundial.

### **1.3. Objetivo general**

Determinar los factores que influyen en el poder de compra de las vacunas contra la COVID-19 a nivel mundial.

### **1.4. Objetivos específicos**

1. Analizar los factores que inciden en el poder económico de los países del mundo.
2. Identificar los factores, a nivel país, que inciden en el poder de compra de las vacunas contra la COVID-19.

# Capítulo 2

## Revisión de la literatura

Garantizar un acceso justo y equitativo en las vacunas es clave para un control efectivo de la propagación de la enfermedad infecciosa causada por la COVID-19 (Abbas, 2020). Sin embargo, las cifras reportadas por Our World in Data, sobre la compra de vacunas, evidencian la acumulación de dosis por parte de los países de altos ingresos. En este capítulo se presenta una revisión de la literatura relacionada con el poder de compra de las vacunas contra la COVID-19 a nivel mundial.

### 2.1. La compra de vacunas

Históricamente, uno de los principales objetivos de salud pública ha sido alcanzar la distribución equitativa y universal de la salud para fomentar la igualdad de oportunidades que promuevan el desarrollo de un país; de manera que, para cualquier país, es fundamental garantizar la accesibilidad y disponibilidad de medicamentos para su población (Puyol, 2012; Bhardwaj, Raju, Padmavati y Gandhi, 2013).

Con respecto al consumo de suministros médicos, Milstien y Widdus (2003) resaltan la importancia de diferenciar en el análisis de los mercados farmacéuticos a los medicamentos y las vacunas, puesto que, en el caso de las vacunas, generalmente, se trata de bienes



proporcionados por los gobiernos nacionales de forma gratuita o a bajo costo.

Para los gobiernos, la inmunización es una medida de salud pública que promueve el bienestar social (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2019). Según Torreele (2020), la vacunación ha demostrado ser beneficiosa tanto a nivel individual como colectivo y se considera una intervención altamente rentable cuando la vacuna cumple con los siguientes criterios: ser segura y efectiva; estar ampliamente disponible para las poblaciones que más pueden beneficiarse de ella, y que se implemente a través de una estrategia de vacunación adecuada.

Las vacunas tienen un proceso de producción largo y complicado, que además necesita de amplios recursos para lograr ser un medicamento efectivo. De igual manera, se requieren tiempo y recursos financieros para abastecer la cadena de producción que le permita a la vacuna conservar sus propiedades y, de este modo, evitar nuevas propagaciones y mutaciones de los virus, lo cual solo se garantiza con una inmunización global inmediata (Van Doornum y Sankaran, 2018).

Los avances en el desarrollo de medicamentos han evidenciado las brechas entre la disponibilidad de vacunas en los países en desarrollo frente a los desarrollados (Milstien y Widdus, 2003). Esta desigualdad es aún mayor cuando el mundo atraviesa emergencias sanitarias como una pandemia. En 2009, para enfrentar la propagación de la influenza H1N1, los países desarrollados compraron de manera anticipada todas las vacunas afectando de esta manera a la cantidad de vacunas disponibles para los países en desarrollo (Fidler, 2010). Este tipo de comportamiento se repitió durante la pandemia de COVID-19 y se denomina *nacionalismo de las vacunas*.

Riaz et. al. (2021) definen al nacionalismo de las vacunas como una estrategia económica que consiste en comprar y acumular vacunas para aumentar la oferta en su propio país y vacunar a su población lo antes posible, sin considerar la capacidad limitada del fabricante para suministrar las dosis a nivel mundial. En este sentido, los gobiernos de los países desarrollados se comportan de manera similar a un consumidor acaparador

que adquiere rápidamente cantidades anormales de un producto, inclusive cuando podría venderlo para obtener ganancias económicas (Mckinnon, Smith, y Hunt, 1985).

Para Xenos (2020), las empresas que no tienen capacidad de innovación no pueden competir dentro de un mercado donde la innovación requiere inversiones considerablemente altas. Por esta razón, las industrias farmacéuticas no están dispuestas a involucrarse hasta tener seguridad en los compromisos de precios (Lerner y Tirole, 2015).

De acuerdo con el análisis de la Alianza Popular para la Vacunación, Moderna acordó vender el 93,5% de sus dosis a países de alto ingreso; Johnson & Johnson el 87%; Pfizer/BioNTech el 67%, y AstraZeneca el 32,5% (Malpani y Maitland, 2021). Cabe mencionar que las vacunas acaparadas por los países de altos ingresos son producidas en farmacéuticas de Occidente y, aunque son financiadas con dinero público, no son públicas; esto se debe a que, los gobiernos de Occidente permitieron que las compañías farmacéuticas tomen el control, dándoles la libertad de elegir a sus compradores y las cantidades que les ofrecerán (Criado y Catalán, 2021; Safi, 2021).

Adicionalmente, Malpani y Maitland (2021) consideran que los precios de las vacunas contra la COVID-19 difieren de acuerdo con el comprador. Los autores mencionan que algunos gobiernos de países de altos ingresos, pertenecientes al G7 y a la Unión Europea, han reservado y acumulado más dosis de las necesarias, pagando voluntariamente precios superiores a los reales, lo cual contribuye a la escasez extrema de vacunas en los países de ingresos bajos y medianos.

Por otro lado, las vacunas desarrolladas por el Centro Nacional de Investigación de Epidemiología y Microbiología Gamaleya en Rusia y las biofarmacéuticas Sinovac Biotech y Sinopharm en China, se posicionaron principalmente en los mercados de América Latina, Oriente Medio, África y Asia-Pacífico, mismas que, en general, se caracterizan por ser economías de medianos y bajos ingresos (El Orden Mundial (EOM), 2020). Si bien esto podría deberse a una postura diplomática en favor del bienestar global, también podría tratarse de una medida para incrementar su poder político y económico.

En el caso de Rusia, la vacunación masiva dentro del país inició en enero de 2021 y hasta el 27 de abril del mismo año, solo el 8,3% de la población total había recibido al menos la primera dosis (Novruzov, 2021; Statista Research Department, 2022). Según Mikule et. al. (2021), inicialmente, Rusia prefirió comercializar y donar vacunas que inmunizar a su población, por lo que consideran que, probablemente, se trate de una estrategia geopolítica para aumentar su influencia en los países de medianos y bajos ingresos; sin embargo, los autores especifican que muchos países solo recibieron una parte de las dosis acordadas en las negociaciones realizadas hasta el 29 de julio de 2021.

En cuanto a China, hasta marzo de 2021, se estableció como el mayor fabricante de vacunas a nivel mundial, produciendo el 33% del total de vacunas en el mundo, de las cuales exportó, aproximadamente, el 62% (Lawler, 2021). En palabras de Karásková y Blablová (2021), en China el tema de las vacunas va más allá de la perspectiva empresarial, puesto que sus acciones reflejan el interés de este país en ampliar y reforzar sus relaciones diplomáticas y comerciales.

A pesar de que se consolidaron acuerdos comerciales con fabricantes provenientes de China y Rusia, las negociaciones se dieron en su mayoría con países en desarrollo y ocurrieron después del acaparamiento de vacunas por parte los países de alto ingreso. Como resultado, para septiembre de 2021, los países de ingreso alto registraron el 61,51% de personas vacunadas, con al menos la primera dosis, mientras que los países de ingreso bajo vacunaron al 3,31% de su población (Data Futures Platform, s.f.-b). Estos datos reflejan el desafío que enfrentan las economías con menor poder económico.

Aunque la continua inversión en investigación ha sido fundamental para la rápida obtención de las vacunas contra la COVID-19, la pandemia es un problema global, y el nacionalismo de las vacunas obstaculiza la adquisición de insumos y tecnología médica a países de ingresos medios y bajos. Esta situación conduce a un bloqueo en las cadenas de distribución de las vacunas, lo cual alarga el tiempo de duración de la pandemia e impide la recuperación social, política y económica a nivel mundial (Comisión Interamericana de Derechos Humanos [CIDH], 2016; Cumbre de Salud Global, 2021).

## 2.2. Evidencia empírica

A continuación, se explican los factores económicos, políticos, sociales y epidemiológicos que se relacionan con la desigualdad en la compra de las vacunas contra la COVID-19.

### 2.2.1. Factores económicos

- **Crecimiento económico**

Los países de ingresos altos suelen manejar emergencias de manera eficiente, debido a que cuentan con la infraestructura adecuada, el personal capacitado y la disponibilidad de recursos necesarios para que sus sistemas de salud requieran de una inversión menor en caso de enfrentar situaciones imprevistas (Wilches, 1993). Para cumplir con el objetivo de vacunar contra la COVID-19 al 70 % de la población, los países de ingresos altos deberían incrementar el gasto en salud en 0,8 %, a diferencia de los países de ingresos bajos, cuyo gasto médico tendría que aumentar en 56,6 % (Data Futures Platform, s.f.-c).

La brecha en el acceso a las vacunas es un tema habitual. La OMS, UNICEF y el Banco Mundial (2010) señalaron en un reporte sobre inmunización que, mientras los países industrializados cuentan con un sistema regulador de vacunas fiable y que funciona correctamente, solo el 25 % de los países en desarrollo cumplen con estas condiciones. No obstante, plantearon que, en 2020, los países en desarrollo deberán tener la capacidad de fabricar sus propias vacunas adaptadas a sus necesidades específicas y, que además, su contribución al suministro mundial de vacunas podría ser más equitativa en comparación a la de los países industrializados.

En la compra de las vacunas contra la COVID-19, se evidencia que los países de ingresos bajos se encuentran en desventaja ante la negociación de contratos y la posterior adquisición de las futuras vacunas, puesto que las naciones de ingreso alto son los proveedores de tecnología y el equipo necesario para la cadena de suministros de las Vacunas

(Ekström et.al., 2021). El comportamiento acaparador de los países desarrollados que intentan abastecerse de suministros médicos ha estado presente en emergencias sanitarias anteriores. Velásquez (2022) menciona que, durante la pandemia de influenza H1N1 de 2009, el poder adquisitivo fue un factor determinante para que los países de alto ingreso sean los primeros en asegurar el acceso a las vacunas y los tratamientos médicos a sus poblaciones.

El reporte presentado por la Alianza Popular de Vacunas señala que el 49% de las vacunas vendidas por AstraZeneca, Pfizer/BioNTech, Moderna y Johnson & Johnson se entregó a países de alto ingreso, pese a que estos países solo comprenden el 16% de la población mundial (Malpani y Maitland, 2021); lo cual sugiere una relación entre el nivel económico del país y su capacidad para comprar vacunas. En efecto, Duan et al. (2021) concluyen que el nivel de ingreso de un país se asocia significativamente con su cobertura de vacunación.

#### ■ **Apertura comercial**

En el último siglo, el comercio internacional adquirió un carácter global, lo que ha permitido conectar a países geográficamente lejanos, de manera que, la integración económica ha hecho posible que los recursos nacionales se vuelvan internacionales, mientras las economías nacionales son cada vez más interdependientes (Consejo de Europa, 2014; OECD, 2005).

Ghosh y Ramakrishnan (2006) mencionan que la apertura comercial hace referencia al grado de participación de un país en el mercado mundial, esta apertura dependerá de su necesidad de importar y del enfoque de su política exterior. Para los autores, una mayor apertura comercial no es necesariamente un indicador económico positivo, puesto que los déficits comerciales pueden reflejar tendencias económicas beneficiosas para un país en un momento determinado. Adicionalmente, Andrián y Garay (2017) afirman que considerar a la apertura comercial como un factor que contribuye al crecimiento económico sostenible podría dar resultados sesgados, por lo tanto es necesario que se tome en cuenta

la composición de los flujos comerciales; en otras palabras, los países podrían tener un alto nivel de internacionalización y, al mismo tiempo, ser exportadores de materias primas y presentar un crecimiento económico volátil en el largo plazo.

En lo que respecta a la apertura comercial y al mercado de fármacos e insumos médicos, los países que no tienen la capacidad de producir este tipo de bienes deben comprarlos y, para estas economías, sería contraproducente cerrarse al comercio internacional. Desde este punto de vista, las diferencias tecnológicas favorecen a los países industrializados y acentúan las brechas en el acceso a la salud (Torres, 2010). De igual manera, 'T Hoen (1999) argumenta que el acceso a medicamentos esenciales está condicionado a aspectos relacionados con el costo, el nivel de producción y la investigación y desarrollo para elaborar nuevos productos. Es así como, en el 2010, los países desarrollados importaban, aproximadamente, el 70 % de los productos relacionados con la salud y exportaban, alrededor del 80 %. Esta diferencia podría deberse a su elevado gasto en salud, y a su mayor integración en las cadenas verticales de suministros médicos. Por otro lado, el resto de los países compraba más de lo que podían vender en suministros médicos y fármacos (OMS and OMPI and OMC, s.f.).

## **2.2.2. Factores políticos**

### **■ Democracia**

En la actualidad, la democracia se ha establecido en la mayoría de los países del mundo, apoyando la instauración de los derechos humanos, el desarrollo, la paz y la seguridad de las naciones (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2016).

La democracia es un indicador complejo; por tanto, su análisis y cuantificación son difíciles. No obstante, la evidencia sugiera que la democracia tiene un impacto indirecto significativo y positivo en el crecimiento económico, al fomentar la inversión, la educación, la estabilidad política y la libertad económica; de manera que, mientras más democrático

es el gobierno de un país, mayor será el nivel de crecimiento económico, se incrementará el bienestar de la población y se garantizará un desarrollo económico sostenible en el tiempo (Helliwelln, 1994; Doucouliagos y Ulubaşođlu, 2008; Levy, 2008). Dicho de otra manera, la autonomía democrática ha permitido a los países crecer y desarrollarse satisfaciendo sus necesidades y tomando en cuenta la evolución de la sociedad (Swart, 2013).

Aunque la vacuna contra la COVID-19 es considerada como un derecho universal (ONU, 2020), en la práctica, no todos los países tuvieron la misma apertura a la adquisición del fármaco. Por el contrario, el nacionalismo de las vacunas fue evidente en aquellos países que tienen un alto nivel de libertad social, democrática y económica (CEPAL, 2020).

### **2.2.3. Factores sociales**

#### **■ Esperanza de vida**

La esperanza de vida es considerada como un sinónimo del nivel de desarrollo de una nación, puesto que permite determinar la calidad de vida de los habitantes a través de la construcción del Índice de Desarrollo Humano (IDH) (Peláez, 2012).

En el último siglo, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, la edad esperada de vida aumentó gracias a los avances en la medicina, al incremento de los ingresos y a las nuevas políticas enfocadas en el bienestar de los pobladores (OMS, 2016). Específicamente, los países con mejor desarrollo económico y social poseen un gran porcentaje de población mayor a sesenta años (Canales MAPFRE, 2017).

La evidencia en los meses de pandemia muestra que el virus SARS-CoV-2 tiene consecuencias fatales en la vida de las poblaciones más adultas (Organización Panamericana de la Salud, 2020). Así, los gobiernos con mayor porcentaje de población envejecida y, por ende, vulnerables al virus, han procurado asegurar la mayor cantidad de vacunas para sus países. Adicionalmente, esto también constituye una estrategia para el largo plazo, debido

a que cada ciudadano que contrae la enfermedad podría tener secuelas permanentes y, de esta manera, se incrementa la población vulnerable de un territorio (CEPAL, 2020).

Por este motivo, los gobiernos harían todos los esfuerzos para garantizar que el acceso a las vacunas y medicamentos para tratar la COVID-19 estén disponibles en su territorio, y así salvaguardar la integridad de sus pobladores (Hein y Paschke, 2020).

#### ■ **Pobreza extrema**

La pobreza extrema conlleva desnutrición, inseguridad alimentaria, hacinamiento, bloqueo de la educación y deterioro de la salud, entre otros males (ONU, 2019). Estos factores conducen al deterioro en la calidad de vida de la población. En relación con la pandemia de la COVID-19, los gobernantes no solo deben solucionar los problemas que, comúnmente, afectan a sus pobladores, pues también tienen que mitigar las consecuencias de la pandemia y, al mismo tiempo, destinar recursos para la compra de vacunas (Hein y Paschke, 2020).

De Boeck et al. (2020) señalan que el acceso a la inmunización varía a nivel mundial y que su distribución inequitativa afecta principalmente a las personas de menor ingreso de los países en desarrollo. En este aspecto, como lo mencionaron Malpani y Maitland (2021), el poder económico de ciertos países les permitió enfrentar la pandemia de una mejor manera y asegurar su excedente de dosis. Milstien y Widdus (2003) sostienen que las cadenas de distribución de las vacunas se estancan en países de ingresos medianos y bajos, lo cual contribuye a que los países con mayores niveles de pobreza deban esperar más tiempo para acceder a una vacuna.

La OMC (2020) señala que para alcanzar la distribución internacional de las vacunas, se deben resolver los problemas estructurales relacionados con las condiciones de transporte y almacenamiento en cada país; esto se puede conseguir mediante la implementación de avances tecnológicos e intervenciones de políticas. Sin embargo, los países con mayores niveles de pobreza no están en condiciones de asumir este tipo de medidas, no solamente por el costo económico que implica, sino porque necesitarían tiempo y



personal capacitado para conseguirlo. En este sentido, el Duke Global Health Innovation Center (2020) afirma que la mayoría de los países de bajos ingresos quedaron fuera del proceso de negociación de compra de vacunas por no tener la capacidad para fabricar medicamentos y, probablemente, deban esperar hasta 2022 para cubrir la inmunización de sus poblaciones más vulnerables al virus SARS-CoV-2.

#### **2.2.4. Factores epidemiológicos**

- **Tasa de reproducción del virus**

Según Bandt (2020), la tasa de reproducción de un virus es la valoración de la eficiencia con la que se está mitigando las consecuencias de la aparición de la enfermedad. El autor menciona que, en caso de no aplicarse medidas estrictas, la tasa de crecimiento de contagios no se detendrá, complicando su control. Yadav y Yadav (2020) argumentan que, ante la ausencia de disposiciones, cada persona que contrae el virus puede infectar entre dos a tres personas, y hay un 3% de probabilidad de muerte. Por tanto, cada país debería implementar medidas para detener el contagio masivo conforme a su realidad, sin embargo, no todas las naciones tienen los recursos y la capacidad para realizar las pruebas respectivas que les permita conocer el estado de la pandemia en su territorio (Vila, Agustí, y Agustí, 2021).

La pandemia se propagó con menor rapidez y severidad en los países menos desarrollados, en comparación con los países desarrollados y esto se podría explicar por los factores demográficos de cada país y la limitación en el acceso a las cifras en países de menores ingresos. Además, en algunos países menos desarrollados, las tasas de infección fueron relativamente altas, lo cual refleja la heterogeneidad de la situación; de igual manera, se prevé que los patrones de mortalidad continúen convergiendo y los países en desarrollo experimenten etapas más agudas de la pandemia (Committee for Development Policy, 2021).

Adicionalmente, Oshinubi et al. (2021) y Breitling (2021) sugieren que, indicadores, como, el producto interno bruto per cápita, la mediana de la edad y la esperanza de vida, tienen una influencia positiva en el control de la enfermedad. Por el contrario, la desigualdad económica y la pobreza extrema podrían interferir en el manejo del contagio. Asimismo, los investigadores argumentan que en los países con mayores gastos de salud y más médicos por población la tasa de reproducción del virus fue menor, debido a que después de ser los más afectados en la primera ola de contagio, los países que invirtieron más en infraestructura de salud mejoraron al enfrentar la pandemia durante las siguientes olas.

# Capítulo 3

## Datos y Metodología

En este capítulo se describen la base de datos, la metodología y las variables empleadas en la presente investigación.

### 3.1. Datos

Los datos que se utilizaron para analizar el poder económico detrás de las vacunas contra la COVID-19, provienen de las siguientes fuentes: Banco Mundial, Our World in Data y The Economist Intelligence Unit (EIU).

El Banco Mundial es un organismo multinacional que ofrece acceso libre a datos sectoriales, macroeconómicos y financieros de países y regiones del mundo (Banco Mundial, s.f.-b). De este organismo se obtuvieron las siguientes variables: PIB a precios constantes de 2010, saldo en cuenta corriente como porcentaje del PIB, pobreza extrema y esperanza de vida.

Por su parte, Our World in Data es un proyecto de la Universidad de Oxford que recopila información relacionada con el crecimiento y desarrollo a nivel global. Cuenta con una base de datos sobre la COVID-19 que se actualiza diariamente con las cifras oficiales

que los Gobiernos y ministerios de salud de los distintos países del mundo proporcionan (Our World in Data, 2021). La base consta de datos reportados desde el 1 de enero de 2020. Las variables provenientes de esta base que se utilizaron en este estudio son: el número total de vacunas adquiridas, la población del país y la tasa de reproducción del virus.

Finalmente, The Economist Intelligence Unit (EIU) es una división de la empresa The Economist Group que se enfoca en la investigación y el análisis político y económico (EIU, s.f.). La organización EIU analiza el nivel de democracia de 167 países mediante la construcción de un índice, el cual es utilizado en el modelo.

Después de consolidar la información recopilada de las distintas fuentes, se procedió a depurar la base. El número total de observaciones es 109 y se encuentran detalladas en la Tabla 5.1 del Anexo A. Los países que no están incluidos en el análisis corresponden a pequeños estados soberanos, territorios dependientes de la administración de otros países, países que no cumplen con la definición de país soberano. Tampoco fueron incluidos aquellos países que no presentan cifras sobre alguna de las variables consideradas en el modelo.

## 3.2. Metodología

Para analizar el poder económico detrás de la compra de vacunas contra la COVID-19, se estableció como variable dependiente,  $Y_i$ , del modelo econométrico, el ratio de vacunas compradas con respecto a la población del país  $i$ . Así, la variable dependiente del modelo a estimar es una proporción; por tanto, la metodología adecuada es un Modelo Lineal Generalizado (GLM) con función de enlace logística (Papke y Wooldridge, 1996).

Se sugiere aplicar este tipo de modelos, debido a que, los datos de la variable de respuesta se encuentran en el intervalo  $[0,1]$ , de modo que, los errores del modelo no siguen una distribución normal. De acuerdo con McCullagh y Nelder (1989), Papke y

Wooldridge (1996) y Verzani (2005), cuando la variable de respuesta es una proporción, esta puede tomar una distribución de la familia exponencial, ya sea asintótica o sesgada. Sin embargo, según los autores, la distribución de la variable de respuesta queda en segundo plano, puesto que plantean el método de quasi-verosimilitud para estimar el modelo, el cual se caracteriza por no imponer un supuesto para la distribución de la variable dependiente.

Por otro lado, se debe incluir la función de unión tipo logística para garantizar que la variable de respuesta no tenga una restricción de salida igual a la combinación lineal de los coeficientes  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ . De manera que, para estimar un modelo GLM con función de enlace logística, se considera que la parte sistemática del modelo, inicialmente, se expresa de la siguiente manera:

$$\eta_i = \sum_{j=1}^p \beta_j X_j \quad \text{con} \quad \infty^- < \eta_i < \infty^+ \quad (1)$$

Donde:

- $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (observaciones)
- $j = 1, 2, 3, \dots, p$  (variables independientes)
- $\eta_i$ : Predictor lineal
- $\beta_j$ : Coeficientes a estimar
- $X_j$ : Variables independientes.

Esta función de respuesta es contraria a las leyes de la probabilidad, debido a que no existen probabilidades negativas ni mayores que 1, por esta razón, es necesario realizar una transformación. Para el presente modelo, la función de enlace logística,  $g(\pi)$ , permite que la variable de respuesta se mantenga en el intervalo  $[0,1]$  (McCullagh y Nelder, 1989).

De manera que se obtiene la siguiente expresión:

$$g(\pi_i) = \log\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right) = \eta_i \quad (2)$$

Donde:

$$E[Y_i] = \pi_i = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p)} \quad (3)$$

A continuación, se procede a especificar la expresión lineal del modelo a partir de la ecuación (3):

$$\begin{aligned} 1 - \pi_i &= 1 - \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p)} \\ &= \frac{1}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p)} \\ \frac{\pi_i}{1 - \pi_i} &= \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p) \end{aligned} \quad (4)$$

Finalmente, se obtiene la siguiente expresión:

$$\log\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p \quad (5)$$

Por lo tanto, al aplicar la transformación logística, la especificación del modelo empleado para estudiar el poder económico detrás de la compra de las vacunas contra la COVID-19 es la siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \beta_7 X_{7i} + \varepsilon_i \quad (6)$$

Donde:

- $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (países)
- $Y_i$ : Proporción de vacunas compradas por número de habitantes.
- $\beta_0$ : Constante
- $\beta_j$ : Coeficientes estimados de las variables independientes.
- $X_1$ : Producto Interno Bruto (PIB) real.
- $X_2$ : Balanza comercial.
- $X_3$ : Índice de Democracia.
- $X_4$ : Esperanza de vida.
- $X_5$ : Pobreza extrema.
- $X_6$ : Tasa de reproducción del virus.
- $X_7$ : Región.
- $\varepsilon_i$ : Término de error.

### 3.3. Pruebas de post estimación

Para el análisis del modelo GLM con distribución binomial, que determina los factores detrás de la adquisición de vacunas contra la COVID-19, se realizaron las pruebas estadísticas detalladas a continuación:

#### 3.3.1. Prueba de Wald

Wooldridge (2009) propone analizar el estadístico de Wald para hipótesis múltiples, en este caso, se busca conocer si los coeficientes son distintos a cero, así:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Si se rechaza la hipótesis nula, los coeficientes del modelo son distintos a cero, lo cual indica que la variable independiente correspondiente tiene relación con la variable endógena.

### 3.3.2. Sobredispersión

La sobredispersión es un problema que afecta a los modelos de respuesta discreta y ocurre cuando la varianza es mayor de la que se espera obtener. Esto puede deberse a que no se cumplen los supuestos de distribución del modelo, puesto que existe una correlación excesiva entre los datos o por un exceso de variación entre las probabilidades de la variable de respuesta. Como consecuencia de la sobredispersión, una variable podría parecer un predictor significativo, aunque no lo sea, por tanto, un modelo sobredisperso no está bien ajustado, independientemente de la significancia de los parámetros estimados (Hardin y Hilbe, 2018; Hilbe, 2008).

Para detectar la sobredispersión, Hilbe (2009) propone analizar el estadístico de Pearson, el cual se define como:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{u})^2}{V(\hat{u}_i)} \quad (4)$$

Donde el término del numerador es la suma de los residuos al cuadrado y el denominador es la varianza. Para analizar el ajuste del modelo, se observa si el estadístico de Pearson es cercano a 1, lo cual indica que el modelo no está disperso; es decir, está bien especificado. Sin embargo, cuando se trata de datos que son proporciones, no hay una razón teórica a priori que indique que el estadístico deba estar cerca de 1. Por otro lado, si el estadístico de dispersión es superior a 2, es posible que se requiera un ajuste de los errores estándar (Hardin, 2018).



### **3.3.3. Criterio de información Akaike (AIC)**

La prueba de Akaike (AIC) es considerada una medida de bondad de ajuste adecuada para comparar modelos GLM de la misma familia. Al tratarse de una medida de la información perdida, es preferible el modelo con el valor de AIC más bajo (Hardin y Hilbe, 2018).

### **3.3.4. Análisis de los residuos**

Hardin y Hilbe (2018) muestran la conveniencia de analizar los residuos estandarizados de Pearson en los modelos GLM con varianza no constante, para explicar si el modelo se ajusta a los datos observados e identificar los datos atípicos.

Por otro lado, para corroborar la linealidad de las variables utilizadas, recomiendan al análisis de residuos parciales del modelo. Los autores explican que, a partir de estos gráficos se puede visualizar la forma del predictor estimado.

### **3.3.5. Errores robustos**

Cameron y Trivedi (2005) establecen que, para modelos lineales generalizados la normalidad y homocedasticidad de los residuos no son condiciones necesarias debido a la naturaleza de los datos. Para Gujarati (2009), si el modelo presenta una ligera heterocedasticidad, es posible realizar la regresión con errores estándar robustos para controlar los problemas en la significancia de los estimadores.

Asimismo, Papke y Wooldridge (1996) recomiendan aplicar la metodología de errores robustos para corregir los problemas de sobredispersión que no se puedan eliminar en modelos GLM con variables dependientes expresadas como proporciones. En el presente modelo se aplicó esta metodología para contrarrestar los efectos de la desigualdad entre las cifras de vacunas compradas por cada país.

## 3.4. Variables

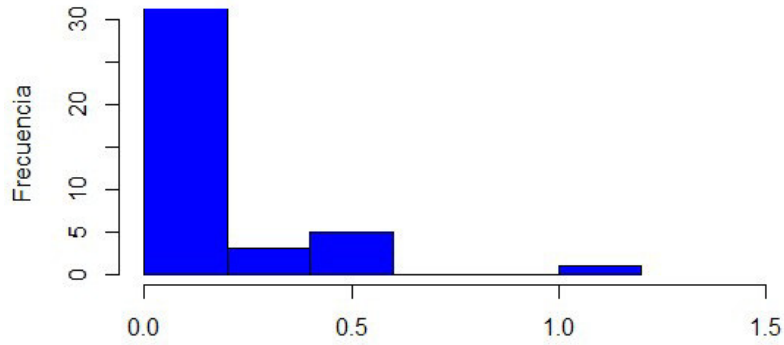
En esta sección se presenta la descripción de las variables (dependiente e independientes) consideradas para la estimación del modelo.

### Variable dependiente

**Proporción de vacunas compradas por habitantes del país:** La variable corresponde al número total de vacunas compradas por habitante, hasta el 31 de marzo de 2021. Es importante aclarar que, el número total de vacunas compradas no es necesariamente igual al total de personas vacunadas, debido a que una misma persona puede requerir más de una dosis dependiendo de la vacuna empleada. A la fecha de corte, el porcentaje de vacunas adquiridas a nivel mundial es de alrededor del 8%, mientras que, el porcentaje de vacunados es, aproximadamente, 5,34%.

A continuación, en la Figura 3.1 se presenta la distribución de la proporción de vacunas compradas por los países de la muestra. Al examinar el comportamiento de la variable, se evidencia que la mayoría de los países tienen una concentración de vacunas que no excede el 25% de dosis por habitantes. Por otro lado, se observa que existe un país que cuenta con una cantidad de vacunas que supera a su población, puesto que acumula una proporción de dosis de, aproximadamente 116%; esta cifra corresponde a Israel.

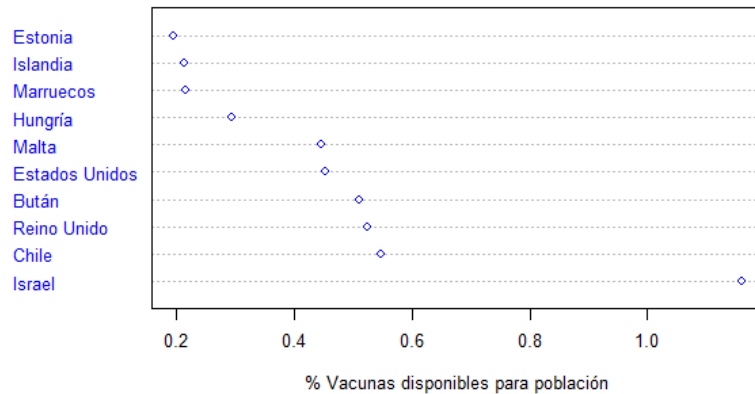
Figura 3.1: Proporción de vacunas adquiridas por los países para sus habitantes al 31 de marzo de 2021



Fuente: Our World in Data  
Elaboración: Autoras

En la Figura 3.2 se muestran los países que registran la mayor proporción de vacunas compradas con respecto a su población: Israel, Chile, Reino Unido, Bután, Estados Unidos, Malta y Hungría. En el otro extremo, los países que presentan menores cantidades de vacunas corresponden en su mayoría a los continentes africano y asiático.

Figura 3.2: Ranking de los 10 países con mayor número de vacunas para su población, al 31 de marzo de 2021



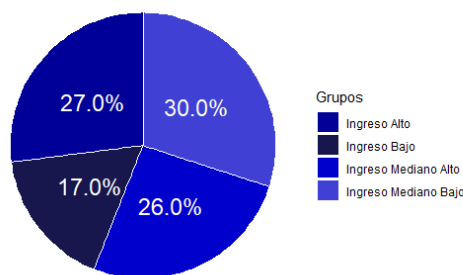
Fuente: Our World in Data  
Elaboración: Autoras

## VARIABLES INDEPENDIENTES

**Crecimiento económico:** Corresponde al PIB real de cada país y tiene como objetivo la medición de la producción de bienes y servicios. La variable corresponde al año 2019 y está expresada en dólares de los Estados Unidos a precios constantes de 2010 (Banco Mundial, s.f.-a).

El Banco Mundial clasifica a los países por su nivel de ingreso en: alto, mediano alto, mediano bajo y bajo. En la Figura 3.5 se observa que el 30% de países de la muestra son de ingresos medianos bajos, el 28% pertenecen al grupo de ingresos altos, el 26% son países de ingresos medianos altos y el 17% de ingresos bajos. Dentro de la muestra analizada, los países con mayor PIB son: Estados Unidos, China, India, Reino Unido y Brasil.

Figura 3.3: Distribución de los países de la muestra de acuerdo a su ingreso

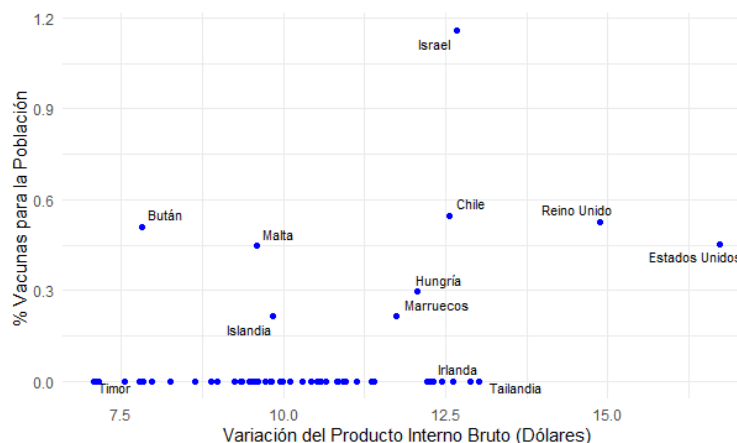


Fuente: Banco Mundial (2019)

Elaboración: Autoras

La Figura 3.5 muestra la distribución de vacunas de acuerdo con el PIB del país. Los países con mayor proporción de vacunas son: Israel, Chile, Estados Unidos y Reino Unido; todos pertenecientes a la categoría de países de ingreso alto. Los casos de Israel y Chile resultan peculiares, puesto que lideran el ranking de países con mayor proporción de vacunas, a pesar de no ser potencias económicas como Reino Unido y Estados Unidos.

Figura 3.4: PIB según la proporción de vacunas compradas



Fuente: Banco Mundial - Our World in Data  
Elaboración: Autoras

Por un lado, Israel realizó la firma de contratos con la farmacéutica Pfizer, cuando la vacuna contra el SARS-CoV-2 estaba aún en la fase III, estipulando en los acuerdos que informaría a Pfizer los datos epidemiológicos del país (número de contagios, efectos secundarios y eficacia de la vacuna, entre otros), lo que se puede acercar a un ensayo clínico, permitiéndole así, tener acceso a vacunas de emergencia desde el inicio de la producción (Kamin-Friedman, 2021).

Por otra parte, hasta marzo de 2021, Chile se destacó por ser el primer país Latinoamericano, y el segundo a nivel mundial, en contar con la mayor cantidad de vacunas para su población, después de iniciar su plan de inmunización en diciembre de 2020 mediante la compra dosis de Pfizer y Sinovac (Wu y Gelineau, 2021).

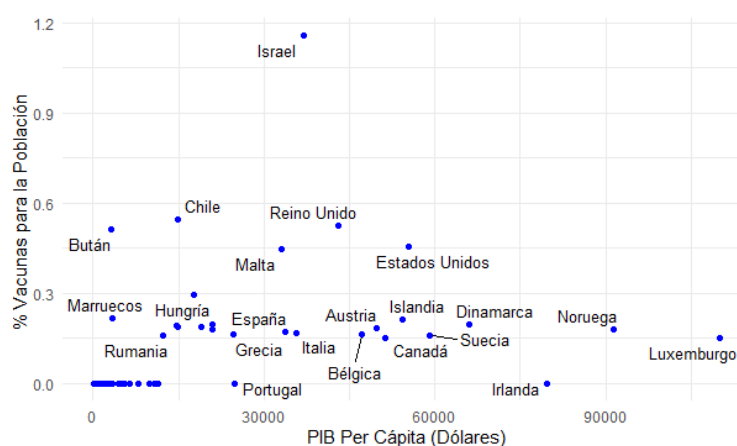
El éxito del caso de Chile puede ser explicado por la coordinación entre las estrategias de vacunación y las capacidades propias del país; por ejemplo, después de la pandemia de gripe H1N1, se creó una Red Nacional de Depósitos de Vacunas e Inmunoglobulinas, lo cual permitió solucionar problemas de logística durante la vacunación contra la COVID-19. Otro aspecto importante, es que el Gobierno se aseguró de negociar vacunas con todos los proveedores posibles, independientemente del país de origen de la vacuna y, además,

se ofreció para realizar ensayos clínicos en el país en alianza con universidades, de modo que, Sinovac realizó un convenio con la Universidad Católica, AstraZeneca y Janssen con la Universidad de Chile, y CanSino-Laval con la Universidad de la Frontera (Castillo, Villalobos Dintrans, y Maddaleno, 2021).

Asimismo, es necesario mencionar el caso de Bután, dado que por su Producto Interno Bruto no entra en los países de alto ingreso. Las relaciones comerciales apropiadas, un buen manejo político, medidas adecuadas para la contención del virus y la ayuda internacional, le permitieron a Bután ser receptor de vacunas contra el virus SARS-CoV-2 (ONU, 2021).

Por otro lado, al analizar el PIB per cápita, en la Figura 3.5 se observa que países como Luxemburgo, Noruega, Irlanda y Dinamarca, que sobrepasan los 60 mil USD en promedio anuales de PIB per cápita, no superan la cobertura de vacunas ni del 30% de sus habitantes. Una posible causa yace en que, hasta la primera semana de marzo de 2021, se dieron a conocer efectos secundarios graves como trombos a causa de la vacuna AstraZeneca, la cual estaba habilitada en la Unión Europea, y países del bloque suspendieron la compra e inoculaciones (El País, 2021).

Figura 3.5: PIB per cápita según la proporción de vacunas compradas

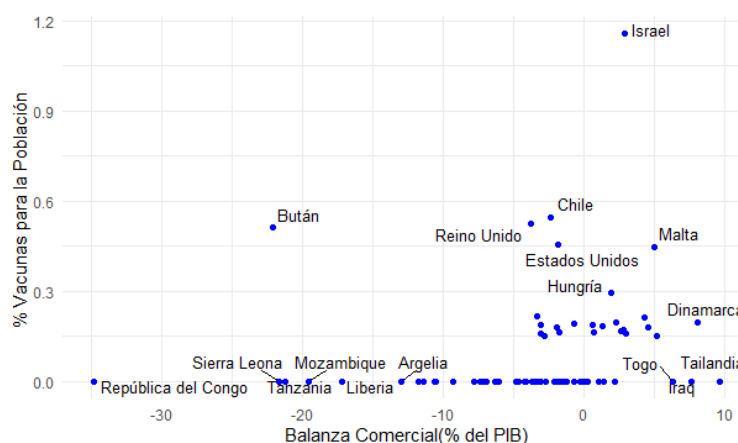


Fuente: Banco Mundial - Our World in Data  
Elaboración: Autoras

**Apertura comercial:** Para analizar el nivel de apertura comercial de los países, se toma como proxy el saldo en cuenta corriente (suma de las exportaciones netas de bienes, servicios, ingresos netos y transferencias corrientes netas) como porcentaje del PIB del año 2017. A partir de este variable, es posible analizar el grado de internacionalización de la economía de un país, mientras más grande sea el valor, el país tendrá mayor dependencia al comercio exterior (Durán y Alvarez, 2008).

En la Figura 3.6 se observa que Estados Unidos, Chile y Reino Unido presentan una apertura comercial negativa, cercana a cero; mientras que, los indicadores de Israel, Malta y Hungría no superan el 5%; lo cual, sugiere que en estos países las proporciones de consumo, gasto público e inversión son más elevada. Esto sucede, generalmente, en economías grandes, puesto que, se ha observado que los indicadores de apertura comercial suelen tener una correlación negativa con el tamaño del país (Durán y Alvarez, 2008; De Lombaerde y Iapadre, 2012).

Figura 3.6: Balanza Comercial según la proporción de vacunas compradas



Fuente: Banco Mundial - Our World in Data  
Elaboración: Autoras

Bután es un caso especial. Este país muestra ser menos dependiente al comercio internacional, puesto que su saldo en cuenta corriente es negativo, 22,05%. Sin embargo, su situación geográfica, el país está situado entre India y China, le facilitó el comercio

con la India, donde se fabricaba la vacuna Covishield (Oxford-AstraZeneca), por lo que tuvo acceso a más de 550 000 dosis el 27 de marzo de 2021. Debido al repunte de casos en India, Bután decidió buscar ayuda en países como Estados Unidos, Dinamarca, China, entre otros, lo que le permitió cubrir casi la totalidad de vacunas necesarias para los habitantes elegibles a vacunas (Tsheten et.al., 2022).

**Democracia:** La variable se define como un índice que determina el nivel de democracia de un país en un rango entre 0 y 10, donde 0 es el valor correspondiente a los países con gobiernos autoritarios y 10 a los países más democráticos.

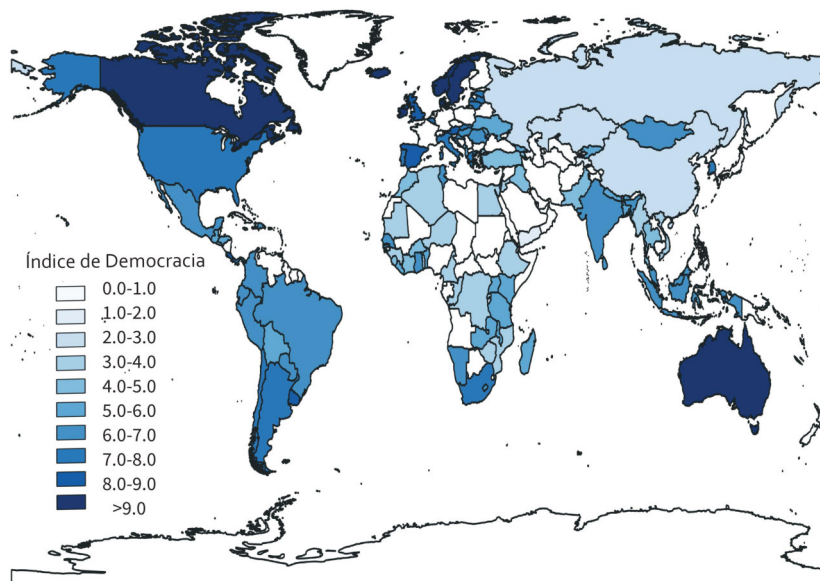
Para establecer el nivel de democracia de cada país, la EIU (2020) se basa en los siguientes cinco criterios: proceso electoral y pluralismo, participación política, cultura política, libertades civiles y derechos humanos básicos, y la calidad del funcionamiento del Gobierno. De acuerdo con la puntuación que el país obtiene, los sistemas de gobierno se clasifican en una de las siguientes categorías:

- 8 – 10: Democracia plena
- 6 – 7.99: Democracia imperfecta
- 4 – 5.99: Régimen híbrido
- 0 – 3.99: Régimen autoritario

La Figura 3.7 representa el Índice de Democracia de los países a nivel mundial de 2019. Se observa que los países más democráticos tienden a ubicarse en Europa, América del Norte, Oceanía y América Latina. Dentro de los 10 países con mejor calificación, ocho pertenecen a Europa y los dos restantes son Canadá y Australia.



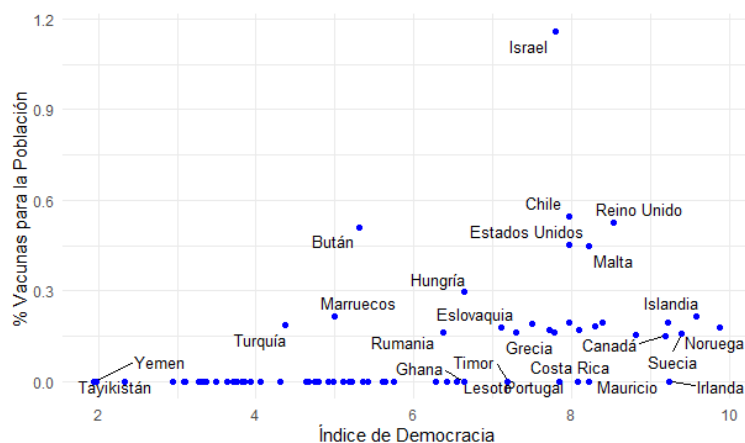
Figura 3.7: Índice de Democracia de los países de la muestra



Fuente: EIU (2019)  
Elaboración: Autoras

En la Figura 3.8 se observa que los países con mayor cantidad de vacunas son aquellos que tienen un Índice de Democracia mayor a 6, es decir, países con un régimen democrático pleno, como Reino Unido y Chile, y con democracias imperfectas, como: Estados Unidos, Malta, Israel, Hungría y Bután. Esto indica que, mientras más democrático es el país, su proporción de vacunas compradas se incrementa.

Figura 3.8: Índice de Democracia según la proporción de vacunas compradas



Fuente: EIU - Our World in Data  
Elaboración: Autoras

Es importante mencionar que, en enero de 2021, Hungría fue el primer país de la Unión Europea en aprobar el uso de las vacunas de AstraZeneca y Sputnik V y, para febrero del mismo año, realizó acuerdos de compra para dosis de la vacuna Sinopharm. La decisión del Gobierno de este país se basa en que la Unión Europea no estaba garantizando una rápida distribución de las vacunas Pfizer/BioNTech y Moderna (France 24, 2021; Than y Komuves, 2021).

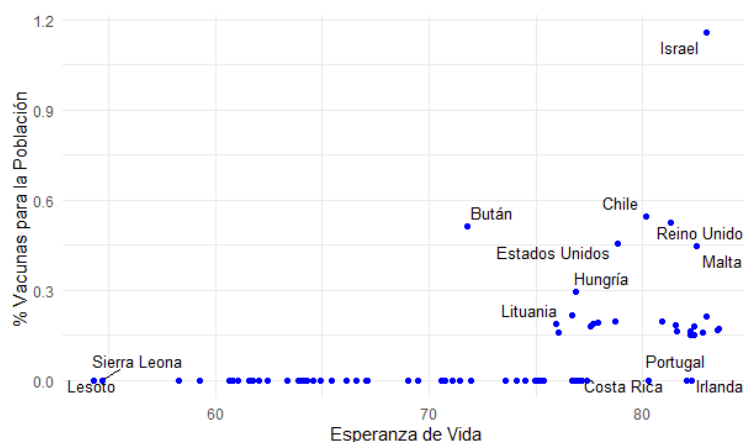
**Esperanza de vida:** Indica la cantidad de años que vivirá un recién nacido si los patrones de mortalidad vigentes al momento de su nacimiento no cambian a lo largo de la vida del infante (CEPAL, s.f.).

A nivel de regiones, Europa es el continente con mayor esperanza de vida, en promedio 79 años, mientras que, en África, la esperanza de vida es inferior, teniendo como media 64 años. Dentro de la muestra analizada, el país con mayor esperanza de vida es España, con aproximadamente 83 años. En último lugar se encuentra Lesoto con 54 años de vida.

La Figura 3.9 representa la distribución de vacunas en comparación con la esperanza de vida. En este aspecto, los países con menor porcentaje de vacunas son aquellos que

tienen una esperanza de vida menor a los 75 años.

Figura 3.9: Esperanza de vida según la proporción de vacunas compradas



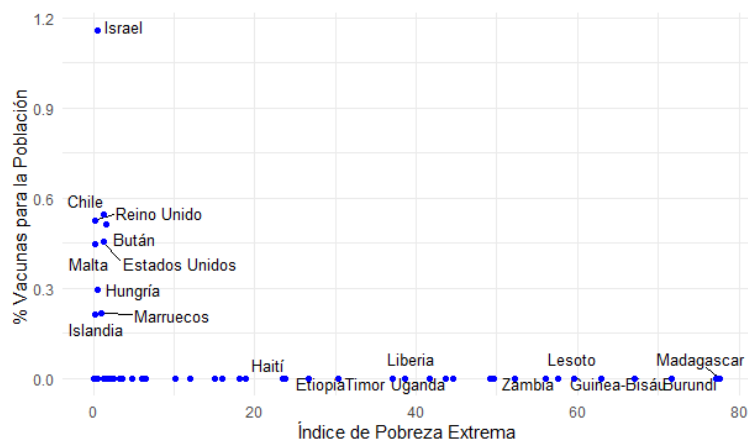
Fuente: Banco Mundial - Our World in Data  
Elaboración: Autoras

**Pobreza extrema:** La pobreza extrema mide el porcentaje de personas que viven con menos de USD 1,90 por día (Banco Mundial, s.f.-c).

Mientras que, el PIB per cápita se considera un indicador de calidad de vida, la pobreza extrema evidencia las carencias de los ciudadanos de una nación. El continente que registra mayor pobreza extrema es África, aproximadamente, el 35,23 % de su población, mientras Europa se ubica en último lugar con 0,76 %.

En la Figura 3.10 se observa que la República del Congo y Madagascar, países con más del 70 % de la población en situación de extrema pobreza, tienen un porcentaje de vacunas cercano a cero. Se puede constatar en la Figura 3.1 que la situación es similar en varios países africanos, puesto que, a nivel de región, África presenta disponibilidad de vacunas para menos del 1 % de sus habitantes.

Figura 3.10: Pobreza extrema según la proporción de vacunas compradas



Fuente: Banco Mundial - Our World in Data  
Elaboración: Autoras

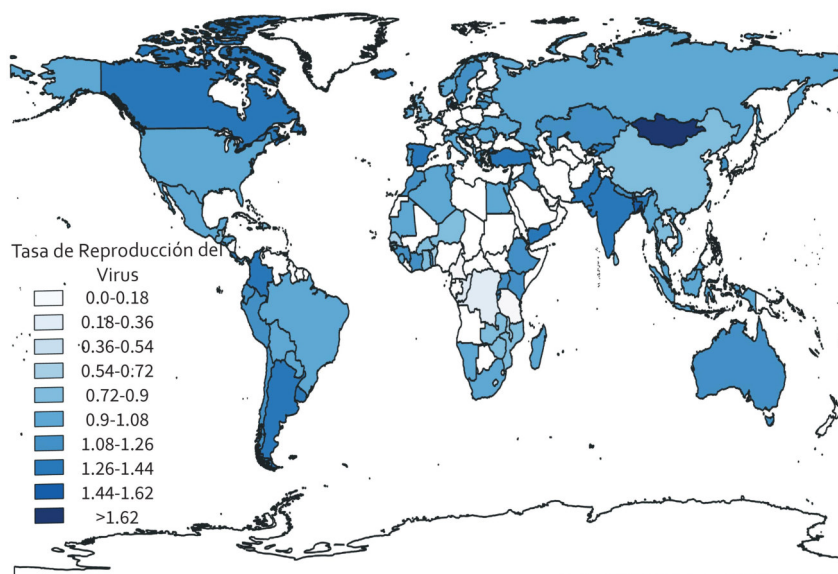
Cabe mencionar el caso de Marruecos, este territorio se destaca por ser el país africano con mayor proporción de vacunas. Su estrategia para la compra de vacunas inició en agosto de 2020, cuando comenzó a negociar con varios laboratorios y para abril de 2021 logró obtener 7 millones de dosis de AstraZeneca y 1,5 millones de Sinopharm. Adicionalmente, se prevé que la farmacéutica Sinopharm, junto con el sector privado marroquí, establezcan una instalación de producción de vacunas en Marruecos, puesto que, se considere que el país cuenta con el potencial para incursionar en la fabricación de vacunas (New African, 2021).

Por otro lado, Israel, Chile, Reino Unido y Estados Unidos, países con un nivel de pobreza extrema inferior a 10 %, tienen disponibilidad de vacunas para más del 40 % de su población. Mientras que, Uruguay, el país con menor pobreza extrema de la muestra, alrededor de 0,1 %, cuenta una proporción de vacunas del 18 %, respecto a su población.

**Tasa de reproducción:** Mide el número promedio de infecciones secundarias generadas por cada nuevo caso de infección. Si la tasa de reproducción es mayor que 1, significa que el número de casos puede aumentar exponencialmente (Knoema, 2020).

En la Figura 3.11 se observa la distribución geográfica de la tasa de reproducción del virus, al 31 de marzo de 2021. El país con la tasa de reproducción del virus más alta es Timor, con 166 %, y en último lugar se ubica Nicaragua, con 9 %.

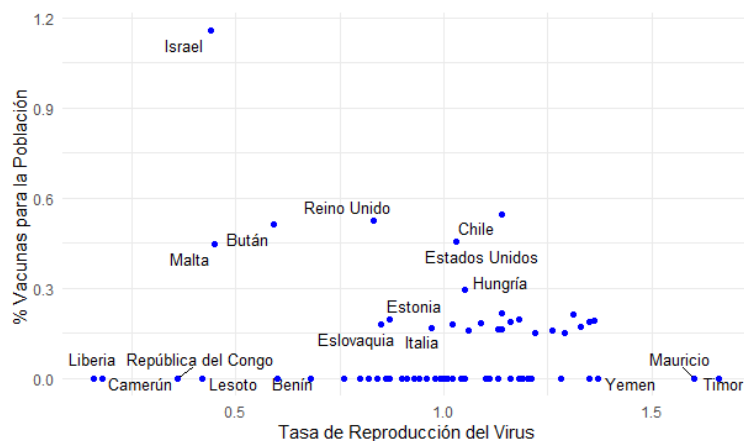
Figura 3.11: Distribución geográfica de la tasa de reproducción del virus, al 31 de marzo de 2021



Fuente: Our World in Data  
Elaboración: Autoras

Como se observa en la Figura 3.12, los países que registran tasas de reproducción del virus bajas, como Camerún, Liberia y la República del Congo, tienen una menor proporción de vacunas disponibles. Sin embargo, en otros países, como Timor, Islas Mauricio y Bangladesh, los cuales tienen las tasas de reproducción del virus altas, más de 150 %, la disponibilidad de dosis para sus poblaciones es prácticamente nula.

Figura 3.12: Tasa de reproducción del virus según la proporción de vacunas compradas



Fuente: Our World in Data  
Elaboración: Autoras

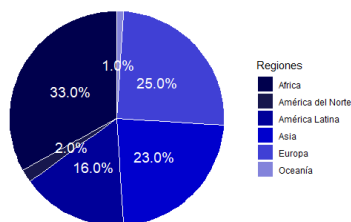
Al analizar la situación de los países con mayores proporciones de vacunas, se observa que Bután y Malta, países que cuentan con una proporción de vacunas que oscila entre el 45 % y 60 % de su población, presentan una tasa de reproducción del virus que fluctúa en el mismo rango.

Mientras tanto, en Israel se registra una tasa de reproducción del virus similar a la de Bután y Malta, pero su cantidad de vacunas compradas sobrepasa a su población en 16 %. Como se mencionó con anterioridad, esto se debe a que Israel realizó la firma de contratos con la farmacéutica Pfizer, cuando la vacuna contra el SARS-CoV-2 estaba aún en la fase III. Por otro lado, Estados Unidos y Chile, a pesar de mantener una tasa de reproducción del virus relativamente alta, de 103 % y 114 %, respectivamente, cuentan con, aproximadamente, el 55 % de vacunas disponibles en relación con su población.

**Región:** Es una variable categórica que indica el continente al que pertenece el país. En el caso del continente americano, se crean dos categorías: una para los países de América Latina y el Caribe, y otra para los países de América del Norte (Canadá y Estados Unidos).

Como se observa en la Figura 3.13, África es el continente con mayor cantidad de países, aproximadamente 32 % de la muestra. Por otro lado, Oceanía representa el 0,92 %.

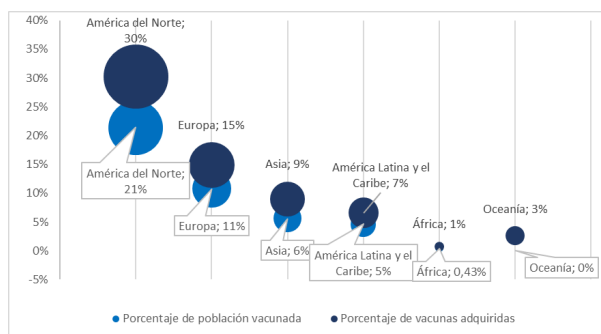
Figura 3.13: Regiones



Elaboración: Autoras

En la Figura 3.14 se evidencia que el porcentaje de vacunas compradas es superior al porcentaje de personas vacunadas en cada continente. En ambos casos, América del Norte ocupa el primer lugar, al contar con 30 % de vacunas adquiridas y el 21 % de su población vacunada. En contraste, África es el continente con menos vacunas por cada 100 habitantes, aproximadamente el 1 %; al observar la población vacunada, Oceanía ocupa el último lugar, puesto que, a la fecha de corte, no existía el registro de personas vacunadas en los países de la región.

Figura 3.14: Proporción de vacunas compradas - Población vacunada, al 31 de marzo de 2021



Fuente: Our World in Data

Elaboración: Autoras

# Capítulo 4

## Resultados

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos en la estimación del modelo propuesto para determinar el poder detrás de la compra de las vacunas contra la COVID-19 a nivel mundial.

Tabla 4.1: Resultados del modelo

Proporción de vacunas	Coefficiente	P> z
Crecimiento Económico	1.37	0.000***
Pobreza Extrema	-0.08	0.009***
Democracia	0.48	0.001***
Apertura Comercial	-0.07	0.011**
Esperanza de vida	0.11	0.062*
Tasa de reproducción	-1.86	0.005***
Región		
América Latina	0.08	0.093*
América del Norte	-0.94	0.377
Asia	0.72	0.488
Europa	-0.02	0.098*
Oceanía	-2.90	0.012**
Constante	-12.40	0.004

*Nota :*

\*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.001

Elaboración: Autoras



Como se menciona en la sección 3.3.5 para la estimación del modelo se obtuvieron estimadores con errores robustos con la finalidad de corregir la sobredispersión. En consecuencia, en la Tabla 4.1 se presentan los resultados de la estimación de modelo lineal generalizado con errores robustos y, en los Anexos B, C y D se observan los resultados del análisis de post estimación.

A pesar de que la adquisición de vacunas difiere, dependiendo de la región a la que el país pertenece, el análisis e interpretación de resultados para cada variable se realizará de manera simultánea. Al revisar los estimadores se encuentra que son estadísticamente significativos y su dirección es la esperada.

La estimación obtenida para la variable económica PIB muestra que existe una relación directa entre el nivel económico de un país y la proporción de dosis compradas, esto quiere decir que, mientras mayor sea el crecimiento económico del país, su proporción de vacunas se incrementa. El resultado sugiere que la situación económica del país es relevante en el momento de concretar acuerdos de compra de vacunas contra el SARS-CoV-2, lo cual es consistente con lo planteado por Velásquez (2022), Malpani y Maitland (2021) y Duan et al. (2021).

La variable económica Balanza Comercial presenta un efecto negativo, esto indica que, en un país que se registren más exportaciones que importaciones, la proporción de vacunas disminuye. Si bien este resultado parece confuso, la realidad es que los países con superávit comercial no necesariamente son economías industrializadas y que puedan considerarse estables. Cabe destacar que, el análisis estadístico del Capítulo 4 sugiere que solo 3 de los 10 países con más dosis presentan un superávit relativamente alto en su balanza comercial. De esta manera, se observa que no basta con ser un país industrializado, puesto que, el tener políticas comerciales controladas ayuda a que se incremente la proporción de vacunas para su población. Como lo mencionaron Ghosh y Ramakrishnan (2006) y Andrián y Garay (2017), un alto grado de apertura al comercio no necesariamente es una buena señal de desarrollo y se debe analizar la estructura del flujo comercial, así como considerar otros factores económicos.

Desde otra perspectiva, Li (2006) plantea que el actual sistema de recopilación y compilación de datos de la balanza comercial no refleja los cambios en la economía mundial, por lo que la estructura actual de la balanza comercial podría exagerar las exportaciones de los países en desarrollo y subestimar sus importaciones.

Con respecto al Índice de Democracia, los resultados evidencian que la democracia afecta positivamente a la compra de vacunas contra la COVID-19. Esto significa que un país que cumple con los parámetros de democracia propuestos por la EIU (2020) tiene mayor poder para acceder a las dosis requeridas por su población.

Con base en el análisis realizado por Swart (2013) y Levy (2008), es posible referirse al Índice de Democracia como un factor de desarrollo, que prioriza el bienestar de los ciudadanos y se relaciona con la realidad económica del país. De esta manera, los gobiernos de países con democracias saludables tienden a priorizar el derecho al acceso a las vacunas para su población.

En relación con los factores de carácter social, el coeficiente estimado de la esperanza de vida presenta una influencia positiva sobre la proporción de vacunas compradas. Por el contrario, el porcentaje de pobreza extrema del país se asocia negativamente con la variable endógena. Este hallazgo sugiere que el acceso a las vacunas depende del desarrollo social del país y no solo de factores económicos y políticos.

Considerando que el virus perjudica especialmente a las poblaciones de mayor edad, las cuales se concentran, generalmente, en los países con mejores índices de desarrollo (OMS, 2016; OPS, 2020), resulta congruente que los países con mayor esperanza de vida hayan sido los primeros en acceder a la inmunización.

Es preciso recordar que, según Milstien y Widdus (2003), la pobreza extrema en los países de menor ingreso dificulta las cadenas de distribución de las vacunas y, en el contexto específico de las vacunas contra la COVID-19, para los países con mayores índices de pobreza es un desafío cumplir con los requerimientos de transporte y almacenaje necesarios para conservar las vacunas (OMC, 2020).

En cuanto a la variable epidemiológica, la estimación realizada indica que la tasa de reproducción del virus afecta negativamente a la proporción de vacunas compradas por los países de la muestra, por consiguiente, en los países con mayor rapidez de contagio, la proporción de vacunas para la población disminuye.

El resultado podría parecer contradictorio a lo especificado por el Committee for Development Policy (2021), donde se mencionaba que los países menos desarrollados registraban menores contagios en comparación a los países de ingreso alto. Sin embargo, este hallazgo se justifica, por el hecho de que, la tasa de reproducción del virus de un país suele ser diferente en cada nueva ola de transmisión y, meses después del brote de la COVID-19, se observó que el virus fue menos controlado en países con indicadores de desarrollo socioeconómicos deficientes, tal como lo explicaron Oshinubi et al. (2021) y Breitling (2021).

Para analizar los resultados de la variable región se estableció a África como la categoría base. Se observa que las regiones de América del Norte y Asia no son estadísticamente significativas, aunque sus signos son los esperados. Las categorías significativas estadísticamente son: América Latina, Oceanía y Europa, de igual manera sus signos son acordes a la realidad.

Con respecto a los signos de los estimadores, la región de América Latina tiene un signo positivo, mientras que los coeficientes de Europa y Oceanía tienen signo negativo. Este hallazgo indica que la situación de los países latinoamericanos y africanos es similar, es decir, los países de ambas regiones tienen menor proporción de vacunas compradas para su población. Por el contrario, los países que pertenecer a Europa y Oceanía, incrementan sus posibilidades de adquirir vacunas contra la COVID-19.

## Capítulo 5

# Conclusiones y Recomendaciones

La emergencia sanitaria intensificó las diferencias transnacionales en la elaboración y distribución de fármacos, puesto que los países fabricantes de las vacunas y suministros médicos, generalmente, se ubican en los países de ingresos altos y medianos, mismos que cuentan con el nivel de desarrollo tecnológico adecuado para producir medicamentos.

Este estudio sobre la compra de vacunas, parte de un panorama general en el que se consideraba que los países pudieron acumular vacunas, solo por el hecho de ser economías de altos ingresos y demuestra que el tema es más complejo y existen aspectos sociales, políticos y geográficos, propios de cada país, que afectan su poder de negociación para acceder a las vacunas.

La estimación realizada sugiere que los países de ingresos altos, cuyos regímenes son más democráticos, que tienen una mayor esperanza de vida, niveles de pobreza extrema bajos, un buen manejo de sus relaciones comerciales y que lograron controlar la tasa de reproducción del virus, acumularon mayores cantidades de dosis de vacunas. Asimismo, la posición geográfica en la que se encuentra el país también predispone su éxito o fracaso al concretar contratos de compra para las vacunas. De esta manera, las relaciones internacionales entre países vecinos y con Gobiernos con intereses en común, facilitaron las negociaciones y el envío de vacunas en etapa temprana. Por otro lado, desde la pers-

pectiva de los proveedores de las vacunas, los contratos se realizaron a la conveniencia comercial de los laboratorios farmacéuticos.

Al no promover las vacunas como un bien público y global, el virus se ha adaptado a la sociedad creando nuevas variantes que han resultado en síntomas agravantes de la salud, por tal motivo, si no se toma control sobre los intereses individuales de las naciones, el SARS-CoV-2 continuará mutando y cada nueva variante representa una inversión adicional para garantizar la eficacia de las vacunas. En este contexto, a pesar del incremento en la vacunación a nivel global, los países con economías fuertes continúan reforzando la inmunización en su población, mientras que países de bajos ingresos permanecen rezagados del sistema de vacunación mundial contra la COVID-19. En 2022, se registró la variante denominada B.1.1.529 (OMICRON), considerada de gran preocupación por su tasa alta de transmisión y la cual representa una amenaza para los avances en la vacunación.

Esta pandemia es un llamado de atención para que en los países se formulen medidas enfocadas en resolver los problemas estructurales que perjudican a sus sistemas de salud y empeoran las condiciones de vida de sus poblaciones y, además, se fomente la cooperación entre naciones con la finalidad de garantizar el bienestar global. Finalmente, se sugiere realizar estudios en los que se consideren datos más actualizados sobre la vacunación efectiva para analizar los avances en el acceso a las vacunas en las siguientes etapas de la pandemia.

# Bibliografía

- Abbas, M. Z. (2020). *Practical implications of “vaccine nationalism”: A short-sighted and risky approach in response to COVID-19.*
- Acemoglu, A., y Robinson, J. (2012). *The origins of power, prosperity, and poverty. Why nations fail.*
- Amnistía Internacional. (2021). *Dosis doble de desigualdad: las empresas farmacéuticas y la crisis de las vacunas contra la covid-19.*
- Andrián, L. G., y Garay, P. A. (2017, Dec). *Apertura comercial y crecimiento de la productividad total de los factores.*
- Baguena, M. J. (s.f.). *Louis pasteur y la vacunación antirrábica.*
- Banco Mundial. (s.f.-a). *Pib (umv) a precios constantes.* Banco Mundial.
- Banco Mundial. (s.f.-b). *Quiénes somos.*
- Banco Mundial. (s.f.-c). *Tasa de incidencia de la pobreza, sobre la base de \$1,90 por día (2011 ppa) (% de la población).* Banco Mundial.
- Banco Mundial. (2020a). *La covid-19 (coronavirus) hunde a la economía mundial en la peor recesión desde la Segunda Guerra Mundial.*
- Banco Mundial. (2020b). *A world bank group flagship report global economic prospects.* doi: 10.1596/978-1-4648-1553-9.
- Banco Mundial. (2021). *Pobreza: Panorama general.*

- Bandt, C. (2020, May). *A reproduction rate which perfectly fits COVID-19*.
- Berkley, S. (2020, Sep). COVAX explicado. *Gavi, la Alianza de Vacunas*.
- Bhardwaj, R., Raju, K. D., Padmavati, M., y Gandhi, R. (2013, May). The impact of patent linkage on marketing of generic drug. *Journal of Intellectual Property Rights*, 18, 316–322.
- Breitling, L. (2021, Dec). Global epidemiology and socio-economic development correlates of the reproductive ratio of COVID-19. *International Health*, 13(6), 514–519. doi: 10.1093/INTHEALTH/IHAB006
- Cameron, C., y Trivedi, P. (2005). *Microeconometrics: Methods and applications*. Cambridge University Press.
- Canales MAPFRE. (2017). *Países más envejecidos de europa*.
- Castillo, C., Villalobos, P., y Maddaleno, M. (2021, Dec). The successful COVID-19 vaccine rollout in Chile: Factors and challenges. *Vaccine: X*, 9, 100–114. doi: 10.1016/J.JVACX.2021.100114
- Cem, C., Selva, D., Sebnem, K.-O., Sevcan, Y., y Muhammed A., Y. (2021). *The economic case for global vaccinations: An epidemiological model with international production networks*.
- CEPAL. (s.f.). *Esperanza de vida al nacer*.
- CEPAL. (2020). Mortalidad por COVID-19 evidencias y escenarios. *OBSERVATORIO DEMOGRÁFICO América Latina y el Caribe*.
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2016). *Informe sobre seguridad ciudadana y derechos humanos*.
- Committee for Development Policy. (2021). *Comprehensive study on the impact of COVID-19 on the least developed country category*.
- Consejo de Europa. (2014). *La globalización*.
- Consejo de Europa. (2020). *Cumbre del G 20: Los líderes del G20 se unieron para abordar los principales desafíos económicos y de pandemia mundial*.
- Criado, M., y Catalán, N. (2021, Mar). Coronavirus: Las vacunas que vienen del este. *El*

*País.*

- Cumbre de Salud Global. (2021, May). *Declaración de roma.*
- Data Futures Platform. (s.f.-a). *Impact of vaccine inequity on economic recovery.*
- Data Futures Platform. (s.f.-b). *Vaccine access.*
- Data Futures Platform. (s.f.-c). *Vaccine affordability.*
- Data Futures Platform. (s.f.-d). *What is vaccine equity?*
- De Boeck, K., Decouttere, C., y Vandaele, N. (2020, Dec). Vaccine distribution chains in low- and middle-income countries: A literature review. *Omega (United Kingdom)*, 97. doi: 10.1016/j.omega.2019.08.004
- De Lombaerde, P., y Iapadre, P. L. (2012). Indicadores de la globalización. *Cuadernos de economía*, 31(SPE57), 1-20.
- Doucouliağos, H., y Ulubaşođlu, M. A. (2008, 1). Democracy and economic growth: A meta-analysis. *American Journal of Political Science*, 52, 61-83. doi: 10.1111/J.1540-5907.2007.00299.X
- Duan, Y., Shi, J., Wang, Z., Zhou, S., Jin, Y., y Zheng, Z.-J. (2021, Aug). Disparities in COVID-19 vaccination among low, middle, and high-income countries: The mediating role of vaccination policy. *Vacunas*, 9(8), 905. doi: 10.3390/VACCINES9080905
- Duke Global Health Innovation Center. (2020). *La carrera por la equidad mundial en vacunas contra el covid-19.*
- Durán, J. E., y Alvarez, M. (2008, 11). *Indicadores de comercio exterior y política comercial.* Cepal.
- EIU. (s.f.). *Acerca de EIU.*
- Ekström, A. M., Berggren, C., Tomson, G., Gostin, L. O., Friberg, P., y Ottersen, O. P. (2021, Mar). The battle for COVID-19 vaccines highlights the need for a new global governance mechanism. *Nature Medicine* 2021 27:5, 27(5), 739—740. doi: 10.1038/s41591-021-01288-8
- El Orden Mundial (EOM). (2020, Dec). Los grandes compradores de la vacuna de la



- COVID-19. *El Orden Mundial (EOM)*.
- El País. (2021, Mar). *Vacuna: Dinamarca, noruega e islandia suspenden temporalmente la vacunación con astrazeneca después de varios casos de trombos en la ue.*
- Evenett, S. J., Hoekman, B., Rocha, N., y Ruta, M. (2021). *The COVID-19 vaccine production club will value chains temper nationalism?*
- Fidler, D. P. (2010, May). Negotiating equitable access to influenza vaccines: Global health diplomacy and the controversies surrounding avian influenza H5N1 and pandemic influenza H1N1. *PLOS Medicine*, 7(5), e1000247. doi: 10.1371/JOURNAL.PMED.1000247
- Fidler, D. P. (2020, Aug). Vaccine nationalism's politics. *Science*, 369(6505), 749. doi: 10.1126/SCIENCE.ABE2275
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF]. (2019). *Immunización.*
- France 24. (2021, Feb). *Entre esperanza y miedo, hungría recibe vacuna china contra el coronavirus - france 24.*
- Ghosh, A., y Ramakrishnan, U. (2006, Dec). ¿importa el déficit en cuenta corriente? *Fondo Monetario Internacional*, 44–45.
- Glassman, A., Kenny, C., y Yang, G. (2022). *Desarrollo y lanzamiento de la vacuna COVID-19 en perspectiva histórica.*
- González, M. V., y Condes, V. E. T. (s.f.). Edward jenner. *ONVOCA*, 26.
- Gujarati, D., y Porter, D. (2010). *Econometría*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Hardin, J. M., James W. and Hilbe. (2018). *Generalized linear models and extensions* (4.<sup>a</sup> ed.). Stata Press.
- Hein, W., y Paschke, A. (2020). *Acceso a las vacunas y medicamentos covid-19: un bien público mundial.*
- Helliwell, J. (1994). Empirical linkages between democracy and economic growth. *British Journal of Political Science*, 24, 225-248. doi: 10.1017/S0007123400009790
- Hilbe, J. M. (2009). *Logistic regression models*. Taylor & Francis Group.
- Houssay, B. A. (1945). *Conferencia pronunciada en la academia nacional de medicina al*

*conmemorarse el cincuentenario de su fallecimiento.*

Jones, S. G. (2020). *Economic power*.

Kamin-Friedman, S. (2021). *Acceso a la vacuna COVID-19 en israel perspectivas globales sobre la vacunación por COVID-19 acceso a la vacuna COVID-19 en israel.*

Karásková, I., y Blablová, V. (2021, Mar). *La lógica de la diplomacia de las vacunas de china.*

Knoema. (2020, Nov). *COVID-19 reproduction rates signal further global spread.*

Lawler, D. (2021, Mar). *El próximo desafío de biden: diplomacia de las vacunas.*

Lerner, J., y Tirole, J. (2015, Jun). Standard-essential patents. *Journal of Political Economy*, 123(3), 547–586. doi: 10.1086/680995

Levy, P. I. (2008). *Economic integration and incipient democracy.*

Li, Y. (2006). Trade balance: Numbers can be deceiving. *China & World Economy*, 14(3), 54–70.

Malpani, R., y Maitland, A. (2021). Dose of reality: How rich countries and pharmaceutical corporations are breaking their vaccine promises. *The People's Vaccine Alliance.*

McCullagh, P., y Nelder, J. (1989). *Generalized linear models* (2da Edición ed.). Chapman & Hall.

Mckinnon, G., Smith, M. E., y Hunt, K. (1985). Hoarding behavior among consumers: Conceptualization and marketing implications. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 13, 340–351.

Mesa, A., Jaimes, D. M., Correa, C., Ribón, G., y Ruiz, J. (2021, 27 de Sept). *¿cuánto cuesta y cuánto tarda el desarrollo de un nuevo medicamento?* Instituto de Prospectiva e Innovación en Salud.

Mikule, E., Reissaar, T., Villers, J., Simplicio, A., Penka, T., Temerev, A., . . . de Courcelles, S. (2021, Aug). The fast approval and slow rollout of sputnik v: Why is russia's vaccine rollout slower than that of other nations? *Epidemiologia*, 2(3), 360–376. doi: 10.3390/EPIDEMIOLOGIA2030027

- Millas, J. (2020, Oct). *Pasteur y la vacuna antirrábica*.
- Milstien, J. B., y Widdus, R. (2003). *Facilitating access to vaccines an overview of legal and political issues* (Vol. 1) (n.º 2).
- Minondo, A. (2009). *Especialización productiva y crecimiento en los países de renta media* (Vol. 2009) (n.º 07). Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI).
- Morillas, P. (2021, Jul). *Multipolaridad sanitaria: el uso geopolítico de la vacuna* (Inf. Téc. n.º 7). Barcelona–España: Barcelona Center for International Affairs.
- Nature. (2021, May). A patent waiver on COVID vaccines is right and fair. *Nature*, 593, 478.
- New African. (2021, Apr). *Morocco's covid response .an example to emulate"*.
- Novruzov, R. (2021, Sep). Vacuna sputnik v COVIDa-19: ¿una nueva herramienta de política exterior para rusia? En F. Morady (Ed.), (Publicación IJOPEC ed., Vol. 1, cap. 18).
- OMS. (s.f.). *Panel de control de coronavirus (COVID-19) de la oms*.
- OMS. (2016). *La esperanza de vida ha aumentado en 5 años desde el año 2000, pero persisten las desigualdades sanitarias*.
- OMS. (2021, Apr). *COVID-19: cronología de la actuación de la oms*.
- OMS and OMPI and OMC. (s.f.). Tecnologías médicas: la dimensión relativa a la innovación. *OMC*.
- OMS, UNICEF y Banco Mundial. (2010). *Estado de las vacunas e inmunización en el mundo* (3.ª ed.; Inf. Téc.). Ginebra-Suiza: Organización Mundial de la Salud, UNICEF, Banco Mundial.
- ONU. (2019). *Envejecimiento*. United Nations.
- ONU. (2020). *COVID, hambre, pobreza y desigualdad: la combinación mortal que enfrenta América Latina | Noticias ONU*.
- ONU. (2021, Jun). *Bután, con un solo muerto por COVID-19 y toda la población vacunada, es un ejemplo de cómo evitar una pandemia | noticias onu*.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2021, Feb). *Diez países han acaparado*

*el 75 % de las vacunas COVID-19 administradas, denuncia guterres al consejo de seguridad /.*

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (s.f.). *Patentes.*

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021, Jan). *Acceso y distribución de vacunas: ¿cómo se logrará distribuir de manera justa y equitativa una cantidad limitada de existencias?*

Organización Mundial del Comercio (OMC). (2020, Dec). *Desarrollo y distribución de vacunas contra la COVID-19 en todo el mundo* (Inf. Téc.). N/A: Organización Mundial del Comercio.

Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Las personas mayores de 60 años han sido las más afectadas por la COVID-19 en las Américas.*

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (s.f.). *Cuáles son las 10 principales amenazas a la salud en 2019. Organización Panamericana de la Salud (OPS).*

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD). (2005). *Measuring globalisation: Oecd handbook on economic globalisation indicators 2005.*

Oshinubi, K., Rachdi, M., y Demongeot, J. (2021, Aug). *Análisis de las tasas de reproducción diarias de COVID-19 utilizando el gasto corriente en salud como porcentaje del producto interno bruto (che/pib) en todos los países. medRxiv. doi: 10.1101/2021.08.27.21262737*

Our World in Data. (s.f.). *Vacunas contra el coronavirus (covid-19).*

Our World in Data. (2021). *COVID-19 vaccine doses administered by country income.*

Papke, L., y Wooldridge, J. (1996). *Econometric methods for fractional response variables with an application to 401 (k) plan participation rates. Journal of Applied Econometrics, 11(6), 619–632.*

Peláez, O. (2012). *Análisis de los indicadores de desarrollo humano, marginación, rezago social y pobreza en los municipios de chiapas a partir de una perspectiva demográfica.*

Puyol, A. (2012, Mar). *Ética, equidad y determinantes sociales de la salud. Gaceta*

- Sanitaria*, 26(2), 178—181. doi: 10.1016/j.gaceta.2011.08.007
- Reh, G., y Ronte, H. (2020). *Asegurando la confianza en la cadena de suministro global de covid-19*.
- Riaz, M. M. A., Ahmad, U., Mohan, A., Dos Santos Costa, A. C., Khan, H., Babar, M. S., ... Zil-E-Ali, A. (2021, Dec). Global impact of vaccine nationalism during covid-19 pandemic. *Tropical Medicine and Health*, 49, 1-4. doi: 10.1186/S41182-021-00394-0
- Safi, M. (2021, Feb). *Diplomacia de las vacunas: Occidente se queda atrás en la carrera por la influenza* /.
- Saiz, F. N. (2021). *La vacunación contra la covid-19 en américa latina y el caribe*.
- Soubbotina, T. P. (2004). *Beyond economic growth: An introduction to sustainable development* (Segunda ed.). The World Bank.
- Statista Research Department. (2022, Jan). *Exportaciones de vacunas sputnik v de rusia por país*.
- Stiglitz, J., y Spence, M. (2021). *The pandemic and the economic crisis: A global agenda for urgent action*.
- Swart, R. (2013). *Clingendael institute indonesia's rise and democracy promotion in asia:: The bali democracy forum and beyond author(s): Michaël halans and danitsja nassy clingendael institute (2013)*.
- Tatar, M., Shoorekchali, J., Reza, M., y Wilson, F. (2021). International covid-19 vaccine inequality amid the pandemic: Perpetuating a global crisis? *Journal of Global Health (JoGH)*, 11.
- Than, K., y Komuves, A. (2021, Jan). *Hungría compra la vacuna rusa anti-covid, el primer país de la ue en hacerlo* /.
- The Economist Intelligence Unit. (2020). *Índice de democracia 2019*.
- Torrele, E. (2020, Nov). Business as usual will not deliver the COVID 19 vaccines we need. *Development*, 63(2), 191—199. doi: 10.1057/S41301-020-00261-1
- Torres, A. (2010). Medicamentos y transnacionales farmacéuticas: impacto en el acceso a los medicamentos para los países subdesarrollados. *Revista Cubana de Farmacia*,

44.

- Tsheten, T., Tenzin, P., Clements, A. C., Gray, D. J., Ugyel, L., y Wangdi, K. (2022). The covid-19 vaccination campaign in bhutan: strategy and enablers. *Infectious diseases of poverty*, 11(1), 1–4.
- Tuells, J. (2007). La decisiva contribución de edward jenner (1749-1823) a la defensa contra la viruela. *Vacunas*, 8(1), 53–60.
- Van Doornum, G., y Sankaran, N. (2018). *Chapter title: Virus vaccines and immunization programmes book title: Leeuwenhoek’s legatees and beijerinck’s beneficiaries book subtitle: A history of medical virology in the netherlands.*
- Velásquez, G. (2022, Jan). Vacunas contra la covid-19: entre la ética, la salud y la economía. En C. Springer (Ed.), *Vacunas, medicamentos y COVID-19* (p. 1–6). Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-030-89125-1\_1
- Verzani, J. (2005). *Using r for introductory statistics*. Chapman & Hall/ CRC Press. Descargado de <http://www.math.csi.cuny.edu/Statistics/R/simpleR>
- Vila, M. M., Agustí, S. I., y Agustí, G.-N. A. (2021, Aug). Covid -19 diagnostic tests: importance of the clinical context. *Medicina Clinica*, 157(4), 185–190. doi: 10.1016/j.medcli.2021.03.007
- Wilches, G. (1993). *La vulnerabilidad global*.
- Wooldridge, J. (2009). *Introducción a la econometría*. Cengage Learning.
- Wu, H., y Gelineau, K. (2021, Mar). *China envía millones de vacunas contra la COVID-19 a naciones pobres en el extranjero; niega la “diplomacia de las vacunas”.*
- Xenos, D. (2020, Mar). The impact of the european patent system on smes and national states. *Prometheus (United Kingdom)*, 36(1), 51–68. doi: 10.13169/prometheus.36.1.0051
- Yadav, S., y Yadav, P. K. (2020). Basic reproduction rate and case fatality rate of covid-19: Application of meta analysis. *medRxiv*. doi: 10.1101/2020.05.13.20100750
- ’T Hoen, E. (1999, Dec). Access to essential drugs and globalization. *Development*, 42(4), 87–91. doi: 10.1057/PALGRAVE.DEVELOPMENT.1110092

# Anexos

## ANEXO A: Países de la muestra

Tabla 5.1: Países de la muestra

Albania	Bolivia	China	Egipto	Grecia
Irlanda	Liberia	México	Pakistán	Rusia
Argelia	Bosnia y Herze- govina	Colombia	El Salvador	Guatemala
Islandia	Lituania	Moldavia	Panamá	Senegal
Túnez	Argentina	Brasil	Comoras	Eslovaquia
Guinea	Israel	Luxemburgo	Mongolia	Paraguay
Sierra Leona	Turquía	Armenia	Bulgaria	Togo
España	Guinea-Bisáu	Italia	Madagascar	Montenegro
Perú	Sri Lanka	Ucrania	Australia	Burkina Faso
Corea del Sur	Estados Unidos	Haití	Jordania	Malasia
Mozambique	Portugal	Sudáfrica	Uganda	Austria
Burundi	Costa de Marfil	Estonia	Honduras	Kazajistán
Malawi	Namibia	Reino Unido	Suecia	Uruguay
Bangladés	Bután	Costa Rica	Etiopía	Hungría
Kenia	Malta	Nepal	Rep. D. del Congo	Tailandia
Vietnam	Bélgica	Camerún	Croacia	Gambia
India	Kirguistán	Marruecos	Nicaragua	Mauritania
Rep. Dominica- na	Tanzania	Yemen	Benin	Canadá
Dinamarca	Georgia	Indonesia	Lesoto	Mauricio
Níger	Ruanda	Tayikistán	Zambia	Birmania
Chile	Ecuador	Ghana	Iraq	Letonia
Noruega	Rumania	Timor	Zimbabue	

Elaboración: Autoras

## ANEXO B: Prueba de Wald para coeficientes

En la Tabla 5.2 se presentan los resultados del estadístico de Wald con la cual se verifica que los coeficientes estimados del modelo son distintos de cero, lo que indica que existe una relación significativa de las variables exógenas con la endógena.

Tabla 5.2: Prueba de Wald

	chi2(10)	Prob > chi2
Modelo 1	277,76	0,0000
Modelo 2	209,85	0,0000

Elaboración: Autoras

## ANEXO C: Estadístico de Pearson y Criterio de Información Akaike (AIC)

Para identificar si el modelo está correctamente especificado, se utiliza el estadístico de Pearson presentado en la Tabla 5.3. Los resultados establecen que, con un valor de 0,1014 la sobredispersión del modelo seleccionado (Modelo 1) se corrigió y tiene un ajuste adecuado. Con respecto a la selección del modelo más parsimonioso, se encontró que la variable tasa de reproducción del virus puede ser omitida del modelo, de esta manera, el criterio AIC se reduce, sin embargo, no se la excluye, dado que contribuye al buen ajuste del modelo.

Tabla 5.3: Coeficiente de Pearson y Criterio de Información Akaike

	Pearson	AIC
Modelo 1	0,1014	0,5112
Modelo 2	0,1114	0,4969

Elaboración: Autoras



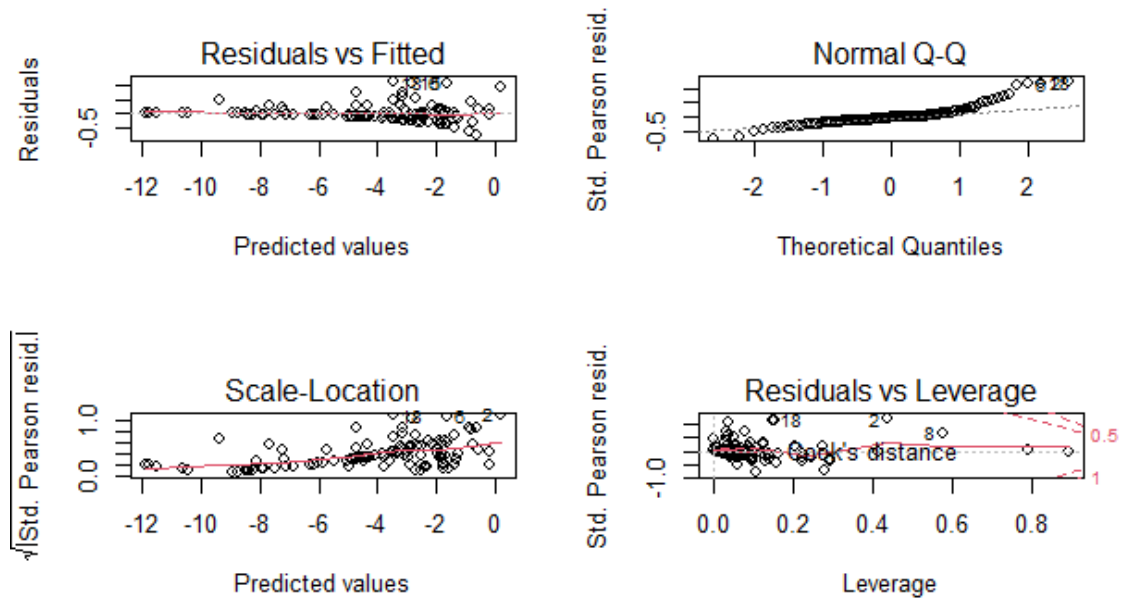
## ANEXO D: Análisis de residuos del modelo

En la Figura 5.1 se presentan los gráficos de diagnósticos para los residuos. Al analizar el comportamiento de los residuos frente a los valores pronosticados, se observa que los residuos presentan una tendencia a la media, lo que indica que existe independencia de los errores.

El gráfico de normalidad (Q-Q) permite determinar si los residuos del modelo se ajustan a una distribución normal. En el modelo estimado se observa que existen datos que se desvían en el extremo superior por lo que, probablemente, no siga una distribución normal. Adicionalmente, para comprobar el supuesto de homocedasticidad se examina el diagrama de ubicación de escala. En el presente modelo, es probable que este supuesto se cumpla.

A partir de este análisis, se concluye que la metodología GLM para variables con distribución binomial fue una respuesta acertada, dado que la homocedasticidad y la normalidad de los residuos no son requisitos indispensables que deban cumplirse en este tipo de modelos. Por otro lado, es posible tomar por válido el modelo 1, puesto que, a pesar de contar con datos atípicos, no existen observaciones influyentes que afecten la estimación del modelo.

Figura 5.1: Análisis de residuos

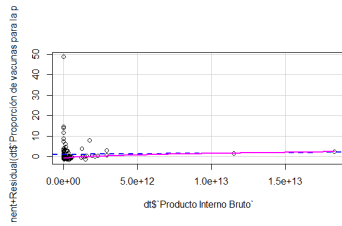


Elaboración: Autoras

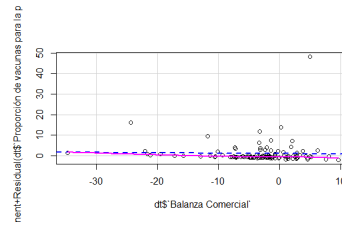
Los gráficos de residuales parciales permiten visualizar la linealidad de la relación entre la variable dependiente con cada variable independiente. Así, en la Figura 5.2 se observa que estas relaciones tienden a ser lineales, consistente con la forma original de las variables de la muestra.

De este modo, no se rechazó la linealidad de los coeficientes encontrados, por lo que se infiere una correcta especificación.

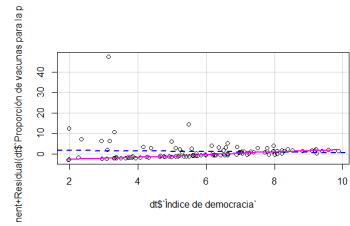
Figura 5.2: Residuos parciales



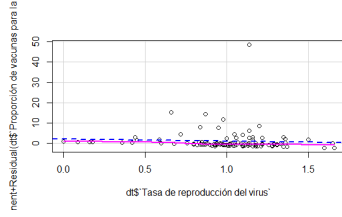
(a) Producto Interno Bruto



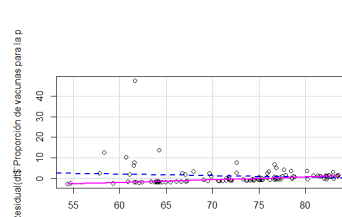
(b) Balanza Comercial



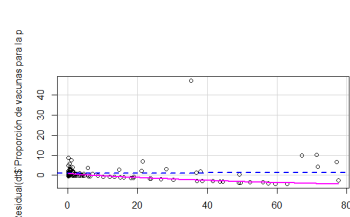
(c) Índice de Democracia



(d) Tasa de Reproducción del Virus



(e) Esperanza de Vida



(f) Pobreza Extrema

Elaboración: Autoras

## ANEXO E: Estimaciones de los modelos

En la Tabla 5.4 se muestran los coeficientes de los modelos estimados. Al considerar los resultados de las pruebas de post estimación, se plantea que el Modelo 1 es adecuado para determinar los factores que inciden en el poder detrás de la compra de las vacunas contra la COVID-19.

Tabla 5.4: Estimaciones de los modelos GLM

Variable	Modelo 1		Modelo 2	
	Coefficiente	Error std. Robusto	Coefficiente	Error std. Robusto
Crecimiento Económico	1,37 (0.000) ***	0.000	1,49 (0.000) ***	0.00
Pobreza Extrema	-0.08 (0.009) ***	0.03	-0.06 (0.022) **	0.03
Democracia	0.48 (0.001) ***	0.15	0.39 (0.002) ***	0.13
Apertura Comercial	-0.07 (0.011) **	0.03	-0.09 (0.031) **	0.04
Esperanza de vida	0.11 (0.062) **	0.06	0.15 (0.047) **	0.08
Tasa de reproducción	-1.86 (0.005) ***	0.67		
Región				
América Latina	0.72 (0.0938) *	1.04	1.19 (0.259)	1.06
América del Norte	-0.02 (0.377)	1.12	0.38 (0.728)	1.09
Asia	0.08 (0.488)	1.04	0.29 (0.774)	1.02
Europa	-0.94 (0.0983) *	1.06	-0.87 (0.406)	1.05
Oceanía	-2.90 (0.012) **	1.15	-2.99 (0.009) ***	1.15
Constante	-12.40 (0.004)	4.25	-17.47 (0.004) ***	6.04

*Nota :* \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.001

Elaboración: Autoras