



## ESTRUCTURA DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DEL REGISTRO ECUATORIANO DE VACUNACIÓN DE PRIMERA Y SEGUNDA DOSIS, COVID-19

Structure of correlation between variables of the ecuadorian registry of vaccination of first and second doses, covid-19

iD	<sup>1</sup> Michael Fabrizio Ulcuango Abalco *
iD	<sup>1</sup> Héctor Salomón Mullo Guaminga
iD	<sup>2</sup> Jessica Alexandra Marcatoma Tixi
iD	<sup>1</sup> María Belén Ortega Chavarrea

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera de Estadística, Riobamba, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Chimborazo, Ingeniería, Tecnología, Riobamba, Ecuador.

\* michael.ulcuango@esPOCH.edu.ec

### RESUMEN

El objetivo del estudio es determinar la estructura de correlación entre las variables del registro ecuatoriano de vacunación de primera y segunda dosis COVID-19. Se utilizó los registros que emite el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, el cual cuenta con un total de 4'368.997 individuos vacunados entre la primera y segunda dosis. Se realizó un análisis de correspondencia simple entre las variables de vacunas, provincias y grupos de edades. Se encontró que las variables no son independientes y la distribución de las vacunas se lo hizo de una forma diferencial de acuerdo con los factores sociodemográficos como los grupos de edades y provincias, debido a los niveles de incidencia de COVID-19 priorizando la vacunación en provincias con un alto nivel ocurrencia de la enfermedad y de igual manera los grupos de edades considerados como vulnerables que podrían enfermar de gravedad por el virus.

**Palabras claves:** COVID-19, Correspondencia, vacunación, dosis aplicadas, grupos de edad, Ecuador.

### ABSTRACT

The objective of the study is to determine the correlation structure between the variables of the Ecuadorian first and second dose vaccination registry COVID-19. The records issued by the Ministry of Public Health of Ecuador were used, which has a total of 4,368,997 individuals vaccinated between the first and second doses. A simple correspondence analysis was performed between the variables of vaccines, provinces and age groups. It was found that the variables are not independent and the distribution of the vaccines was done in a differential way according to sociodemographic factors such as age groups and provinces, due to COVID-19 incidence levels prioritizing vaccination in provinces with a high level of occurrence of the disease and also the age groups considered vulnerable that could become seriously ill from the virus.

**Keywords:** COVID-19, Correspondence, vaccination, doses applied, age groups, Ecuador.

## I. INTRODUCCIÓN

Los coronavirus son patógenos que se caracterizan por atacar principalmente al sistema respiratorio humano. A fines de diciembre de 2019, se reportaron los primeros casos de neumonía viral de etiología desconocida en Wuhan de China, un nuevo coronavirus surgía, se trataba del SARS-CoV-2, responsable de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) (1).

El primer caso fue descrito el 8 de diciembre 2019, el 7 de enero 2020 el Ministerio de sanidad de China identifica un nuevo coronavirus (nCoV) como posible etiología (2). El 24 enero se reporta 835 casos (534 en Hubei) y al pasar las semanas se extendió a otras ciudades en China (3).

El 11 de marzo de 2020 el número de casos de COVID-19 fuera de China se ha multiplicado por 13, y el número de países afectados se triplicó, existía más de 118 000 casos en 114 países, es así como se convertía en una emergencia de salud siendo catalogada como una pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (4). La aparición de COVID-19 se atribuye a la venta de mariscos y animales salvajes vivos en el mercado de Wuhan, China; que, debido a las condiciones imperantes en el sitio, provocó un evento zoonótico (5).

El virus SARS-CoV-2 es muy contagioso y se transmite rápidamente de persona a persona a través de la tos o secreciones respiratorias, y por contactos cercanos seguido del contacto con la mucosa de la boca, nariz u ojos, debido a la falta de aislamiento social en muchos países la enfermedad se espaciará rápidamente (6). Por lo cual promovió investigaciones en muchos laboratorios y liberó financiamiento para detenerla lo antes posible. Esto derivó en resultados en tiempo récord, como la secuenciación de su genoma en solo 11 días por parte del Centro Nacional de Datos Genómicos de China (7).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda la vacunación contra la COVID-19 como una herramienta de prevención primaria fundamental para limitar los efectos sanitarios y económicos de la pandemia. El 16 de marzo de 2020 comenzó el primer estudio clínico de una vacuna dirigida a la proteína espiga (en este caso, una vacuna de ARNm), diseñado por el Centro de Investigación de Vacunas de los Institutos Nacionales de Salud de EE. en Seattle, poco más de 2 meses después de la secuenciación genómica del SARS-CoV-2. (8)

El propósito de vacunar contra la COVID-19 es cuidar a la población, disminuyendo la morbimortalidad causada por la enfermedad y evitar el colapso de los sistemas sanitarios logrando mantener su capacidad para dar respuesta a las necesidades de salud de la población (9). Con la finalidad de precautelar la salud de las personas, se ha demostrado que las medidas de distanciamiento social y confinamiento afectan negativamente los mercados laborales, salud mental y el bienestar (10).

El plan de vacunación en el Ecuador toma como referencia al “Manual de Normas Técnicas Administrativas, Métodos y Procedimientos de Vacunación y Vigilancia Epidemiológica del Programa Ampliado de Inmunizaciones”, se establece que la aplicación debe ser entre 0 – 28 días y se considera a los adultos mayores, dicho plan no fue cumplido hasta el término del gobierno Moreno, por tal razón, entre en vigencia otro mandato a cargo de Guillermo Lasso, se priorizó a toda la población por medio de rangos de edad, desde los más altos a los menores, para lo cual, se adquirió vacunas por medio de compras y acuerdos, esto con la finalidad de reactivar la economía del país (11).

Ecuador comenzó su campaña de vacunación masiva el 21 de enero del 2021, en primer lugar, con 3 vacunas; Pfizer, Sinovac y AstraZeneca, con intervalos de aplicación de la segunda dosis de 28 días para Pfizer y Sinovac, por otro lado, 84 días para AstraZeneca (12). En el periodo de inmunización se recolectaron variables importantes como provincia de vacunación, grupo de edad, tipo de vacuna y etapa de vacunación de las personas. Estos datos se almacenaron en el registro ecuatoriano de vacunación COVID-19.

Se han realizado varios trabajos interesantes sobre la distribución equitativa de la vacuna según factores demográficos y socioeconómicos, mediante el estudio de la correlación entre estos factores (13, 14, 15). Este tipo de estudios son importantes, debido a que permiten evaluar la política pública de distribución de vacunas COVID-19 en la población ante un probable contagio. En Ecuador de nuestro conocimiento, no se ha realizado estudios de este tipo. Por lo tanto, esta investigación pretende llenar este vacío y se propone, determinar la estructura de correlación entre las variables del registro ecuatoriano de vacunación COVID-19 en la primera y segunda dosis para evaluar la distribución de las vacunas según factores demográficos importantes.



## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en base al registro de vacunación COVID-19 del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, los datos fueron recolectados entre enero y junio del 2021. Se tuvo un total de 4 368 997 dosis aplicadas entre primera y segunda, con 7 variables que se listan a continuación: 1) fecha de vacunación, 2) zona, 3) provincia, 4) sexo, 5) grupos de edad, 6) tipo de vacuna, 7) número de dosis.

En primer lugar, se realizó un estudio de dependencia (mediante una prueba de hipótesis Chi-cuadrada) entre todas las variables y el tipo de vacunación. De aquellos pares de variables donde resultó una dependencia significativa se procedió con un análisis de correspondencia simple. Específicamente, se estudió la estructura de correlación entre las características de las variables edad y tipo de vacuna; provincia y tipo de vacuna. Esto, se realizó por un lado para los vacunados COVID-19 con primera dosis y, por otro lado, para los vacunados con segunda dosis.

## III. RESULTADOS

### Análisis de dependencia

Dentro del estudio de dependencia se encontró que, entre el tipo de vacuna y provincias, existe una dependencia altamente significativa, esto mismo ocurrió al estudiar la dependencia entre tipo de vacuna y edad a juzgar por los valores de p aproximadamente de 0 (ver Tabla 1.). Esto ocurrió para el caso de primera y segunda dosis de vacunas COVID-19. Por lo tanto, es adecuado realizar un análisis de correspondencia entre estos pares de variables.

Número de dosis	Variable 1	Variable 2	p-valor
Primera	Provincia	Tipo de vacuna	2.2e-16
Primera	Grupo de edad	Tipo de vacuna	2.2e-16
Segunda	Provincia	Tipo de vacuna	2.2e-16
Segunda	Grupo de edad	Tipo de vacuna	2.2e-16

Tabla 1. Prueba Chi-cuadrado de Pearson

### Análisis de correspondencia entre Provincia y Tipo de vacuna

Tipo de vacuna	Primera dosis	Segunda dosis
AstraZeneca	0.34	0.17
Pfizer	0.27	0.48
Sinovac	0.39	0.35

Tabla 2. Perfil fila: Provincias y Tipo vacuna

En el perfil fila, la más influyente en la primera dosis fue la vacuna Sinovac seguida por AstraZeneca y Pfizer.

En contraste en la segunda dosis la más influyente en orden fueron Pfizer, Sinovac y AstraZeneca.

### Perfil columna

Provincia	Primera dosis	Segunda dosis
Azuay	0.06	0.07
Bolívar	0.02	0.02
Cañar	0.01	0.02
Carchi	0.01	0.01
Chimborazo	0.03	0.03
Cotopaxi	0.03	0.03
El Oro	0.04	0.04
Esmeraldas	0.03	0.02
Galápagos	0.01	0.01
Guayas	0.21	0.21
Imbabura	0.03	0.03
Loja	0.04	0.05
Los Ríos	0.04	0.04
Manabí	0.09	0.07
Morona Santiago	0.01	0.01
Napo	0.01	0.01
Orellana	0.01	0.01
Pastaza	0.01	0.01
Pichincha	0.23	0.23
Santa Elena	0.02	0.02
Santo Domingo de los Tsáchilas	0.02	0.02
Sucumbios	0.01	0.01
Tungurahua	0.03	0.03
Zamora Chinchipe	0.01	0.01

Tabla 3. Perfil columna: Provincia y Tipo vacuna.

En el perfil columna, las características más influyentes fueron las provincias de Pichincha y Guayas en este orden, para la primera y segunda dosis.

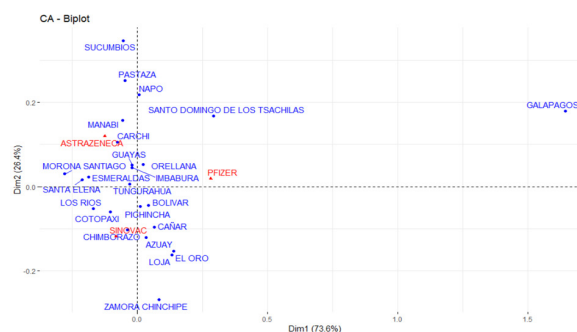


Figura 1. Diagrama de dispersión: Provincias y Tipo de vacuna, primera dosis.

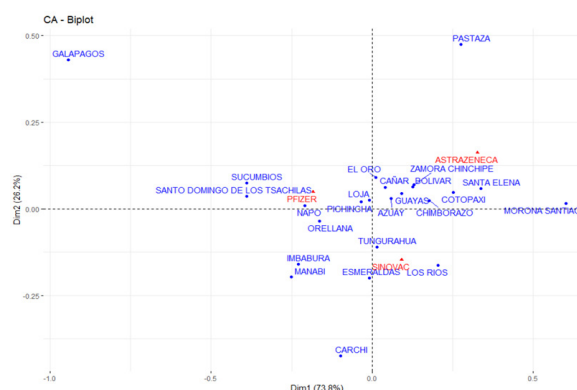


Figura 2. Diagrama de dispersión: Provincias y Tipo de vacuna, segunda dosis.

En la Figura 1. y 2. se muestran los resultados del análisis de correspondencia entre las variables Provincia y Tipo de vacuna de la primera y segunda dosis. Considerando las provincias más cercanas a los tipos de vacuna, se observa para las gráficas de primera y segunda dosis, que las provincias de Pastaza, Guayas, Morona Santiago y Santa Elena están cerca de la vacuna AstraZeneca. En el mismo sentido, las provincias de Napo, Santo Domingo de los Tsáchilas y Galápagos están cerca de la vacuna Pfizer y la provincia de Los Ríos está cerca de la vacuna Sinovac. Las demás provincias están cerca de diferentes tipos de vacunas en la primera y segunda dosis, es decir, no muestra un patrón.

Esto quiere decir que la vacuna AstraZeneca, fue más importante en las provincias de Pastaza, Guayas, Morona Santiago y Santa Elena. La vacuna Pfizer por su lado tuvo mayor importancia en las provincias de Napo, Santo Domingo de los Tsáchilas y Galápagos. Sinovac tuvo importancia en la provincia de Los Ríos.

**Análisis de correspondencia entre Grupo de edad y Tipo de vacuna**

Grupo de edad	Primera dosis	Segunda dosis
12 a 17	0,00	0,00
18 a 24	0,03	0,03
25 a 49	0,29	0,27
50 a 59	0,18	0,10
60 a 69	0,25	0,22
70 a 79	0,16	0,25
80 años y más	0,08	0,14

Tabla 4. Perfil fila: Grupo de edad y Tipo vacuna.

En el perfil fila, la característica más influyente en la primera y segunda dosis fue el grupo de edad de 25 a 49 años seguida por 60 a 69 años. En el perfil columna, correspondiente a la variable Tipo de vacuna los resultados son los mismos presentados en la Tabla 2.

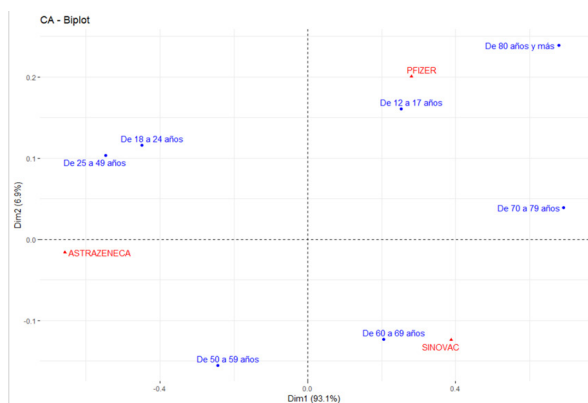


Figura 3. Diagrama de dispersión, Grupo de edad y Tipo de vacuna, primera dosis

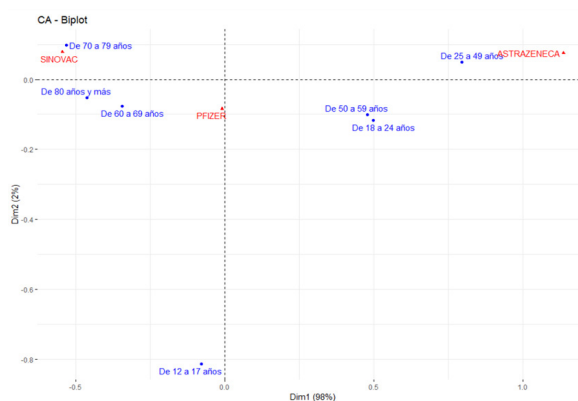


Figura 4. Diagrama de dispersión, Grupo de edad y Tipo de vacuna, segunda dosis.

En la Figura 3. y 4. se muestran los resultados del análisis de correspondencia entre las variables Grupo de edad y Tipo de vacuna de la primera y segunda dosis. Se consideran los grupos de edad cercanos a los diferentes tipos de vacuna, de esto resulta que los grupos de edad de 18 a 24, 25 a 49 y 50 a 59 años están relacionados con la vacuna AstraZeneca. Los grupos de edad de 12 a 17 y 80 años o más están relacionados con la vacuna Pfizer. Los demás grupos de edad no muestran un patrón en la primera y segunda aplicación de la vacuna COVID-19. Esto indica que, en el Ecuador, la vacuna AstraZeneca se aplicó mayoritariamente a personas de 18 a 59 años y la vacuna Pfizer a personas de 12 a 17 años y aquellos que tuvieron 80 o más años. En contraste, la vacuna Sinovac tuvo una aplicación indistinta a todos los grupos de edad.

**IV. DISCUSIÓN**

En el presente trabajo se estudia la estructura de correlación entre las variables del registro ecuatoriano de vacunación COVID-19 en la primera y segunda dosis para evaluar la distribución de las vacunas según factores demográficos importantes.

Los resultados obtenidos reflejan que las variables Grupo de edad y Provincia no son independientes con respecto a la variable tipo de vacuna. Por lo tanto, se considera adecuado realizar un análisis de correspondencia. Con respecto a las provincias y tipos de vacunas para la primera y segunda dosis, las provincias de Pastaza, Guayas, Morona Santiago y Santa Elena están mayormente relacionadas con la vacuna de AstraZeneca indicando mayor importancia de esta vacuna en esas provincias, mientras tanto, para los grupos de edad y el tipo de vacunas, se evidencio que





para la primera y segunda dosis, los grupos de edad de entre los 18 a 24, 25 a 49 y 50 a 59 años están relacionados con la vacuna de AstraZeneca, es decir, las personas conformadas por esos grupos de edad fueron mayormente vacunados con esta vacuna, esto debido a que fue una de las primeras en llegar a Ecuador, el estudio (16); muestra que las personas conformadas de entre 25 a 54 años, 55 a 64 y mayores a 65 tenían más probabilidad de aceptar vacunarse, resultados similares de las personas que mayormente se vacunaron en Ecuador, por medio el estudio (15), se conforman grupos de edades de acuerdo a su vulnerabilidad, y los adultos mayores están asociados a enfermedades como la diabetes, hipertensión y sobrepeso considerándose grupos con mayor vulnerabilidad que podrían desarrollar una enfermedad más grave por COVID-19, tomándose como uno de los grupos prioritarios en la vacunación, resultados similares se prestan en (17), donde las personas de 63 a más años son mayormente los que ingresaron a hospitalización por COVID-19, esto se muestra también en los resultados obtenidos, las personas conformadas de entre los 60 a 69, 70 a 79 siendo estos adultos mayores tiene una mayor relación con la vacuna Sinovac de las primeras en llegar al país.

Los grupos prioritarios por recomendaciones de la OMS (18), en la primera etapa de vacunación fueron personas adultos mayores, con enfermedades preexistentes debido a que podrían enfermar de gravedad y por consiguiente la muerte, esto también se muestra en (14), en donde se muestra que la población de mayor edad presenta un riesgo sustancial mayor de muerte, lo mismo en los países con una mediana de edad más alta tienen mayor fracción de residentes mayores, en (19) se concluye que luego de recibir la segunda dosis de la vacuna BNT162b2, la respuesta humoral disminuye, en hombre de entre 65 a más años con esto se considera la aplicación de una tercera dosis, de igual manera en (5,6) se encuentra evidencia que los principales factores de riesgos graves para pacientes por COVID-19 es la edad avanzada, hipertensión preexistente, diabetes, obesidad entre otras mismos que se determina en el mismo estudio para personas prioritarias en la vacunación. En Ecuador, se muestra por medio de los resultados obtenidos que la distribución de las vacunas se realizó de forma diferencial de acuerdo con factores sociodemográficas como los son grupos de edades y provincias

con respecto a las vacunas, esto se debe al nivel de incidencia de COVID-19, esto lo muestran la Figura 1. y Figura 2., las provincias que menos se relacionan con las vacunas en la primera dosis son Sucumbíos, Pastaza, Napo, Santo Domingo de los Tsáchilas y Zamora Chinchipe mismas que cuentan con grupos étnicos que se rigen por la medicina ancestral y también son provincias de baja incidencia de COVID-19 siendo consideradas estas en una tercera fase de vacunación, de acuerdo con (13) los grupos étnicos también tenían riesgos relativos más altos, mientras tanto, las provincias como Guayas, Manabí y Pichincha presentan una mayor incidencia por COVID-19 consideradas en una primera etapa de vacunación (22), esto se muestra también en (7,8), realizado en EE.UU. y en la India, los cuales muestran que los condados con una demografía más diversa tienen mayor riesgo de infección por COVID-19 y una relación positiva entre la infección por COVID-19 y la mortalidad se relacionan con la densidad de la población, respectivamente; lo cual puede ser ocasionado también por niveles de contaminación de las regiones mostrándose en (25) que esta correlacionado positivamente con la letalidad con el COVID-19. Dentro de las limitantes del estudio, la principal fue la falta de variables sociodemográficas y económicas que permitan un mejor estudio de la distribución de las vacunas COVID-19.

## V. CONCLUSIONES

Existe una clara relación entre los pares de variables estudiados, para las provincias y vacunas; Pfizer y Sinovac tienen una mayor relación con las provincias mayormente pobladas de Ecuador en las cuales comenzó la etapa de inmunización específicamente en Guayas y Pichincha dos de las provincias con mayor población, mientras tanto, en base a los resultados obtenidos para los grupos de edades y tipo de vacunas, la más influyente en la primera dosis fue la vacuna Sinovac seguida por AstraZeneca y Pfizer, mientras que en la segunda dosis la más influyente en orden fueron Pfizer, Sinovac y AstraZeneca y a su vez las personas de entre los 60 a más años tienen una mayor relación con las vacunas de Sinovac y Pfizer, esto se debe a que dada la limitación y al ser las primeras en llegar a Ecuador, se destinaron estas a las personas conformadas en ese rango de edades, consideradas como grupos vulnerables por lo que se priorizaron en la primera etapa

de inmunización. Con respecto a las variables provincias y tipo de vacuna las características más influyentes fueron las provincias de Pichincha y Guayas en este orden, para la primera y segunda dosis. La vacuna AstraZeneca, fue más importante en las provincias de Pastaza, Guayas, Morona Santiago y Santa Elena. La vacuna Pfizer por su lado tuvo mayor importancia en las provincias de Napo, Santo Domingo de los Tsáchilas y Galápagos.

Sinovac tuvo importancia en la provincia de Los Ríos. La aplicación de las vacunas en grupos de edad se desarrolló de la siguiente manera, la vacuna AstraZeneca se aplicó mayoritariamente a personas de 18 a 59 años y la vacuna Pfizer a personas de 12 a 17 años y aquellos que tuvieron 80 o más años. En contraste, la vacuna Sinovac tuvo una aplicación indistinta a todos los grupos de edad.

## V. REFERENCIAS

1. Aquino-Canchari CR, Quispe-Arrieta R del C, Huaman Castillon KM. COVID-19 y su relación con poblaciones vulnerables. *Rev habanera cienc méd.* 2020;19:1–18.
2. Ministerio de Sanidad del Gobierno de España. Actualización n°13. Neumonía por nuevo coronavirus (2019-nCov) en Wuhan, provincia de Hubei, (China). *Cent Coord Alertas y Emergencias Sanit* [Internet]. 2020;1–6. Disponible en: [https://www.mschs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov-China/documentos/Actualizacion\\_12\\_2019-nCoV\\_China.pdf](https://www.mschs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov-China/documentos/Actualizacion_12_2019-nCoV_China.pdf)
3. OMS. CONSIDERACIONES DE LA ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD CON RESPECTO A LA PROPAGACIÓN DEL NUEVO CORONAVIRUS EMERGENTE. Organización Mundial de la Salud (OMS) [Internet]. 2020 [citado 5 abril 2022]; Disponible en: [https://www.paho.org/bol/dmdocuments/REVISADA%20Consideraciones%20de%20la%20OPS%20nCoV%20China\\_FINAL.pdf](https://www.paho.org/bol/dmdocuments/REVISADA%20Consideraciones%20de%20la%20OPS%20nCoV%20China_FINAL.pdf)
4. OMS. Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020. Organización Mundial de la Salud (OMS) [Internet]. 2020 [citado 7 abril 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
5. Santos Sánchez N, Salas-Coronado R. Origin, structural characteristics, prevention measures, diagnosis and potential drugs to prevent and COVID-19. *Medwave.* 2020;20:e8037.
6. Maguiña Vargas C, Gastelo Acosta R, Tequen Bernilla A, Maguiña Vargas C, Gastelo Acosta R, Tequen Bernilla A. El nuevo Coronavirus y la pandemia del Covid-19. *Rev Medica Hered* [Internet]. 2020 [citado 7 abril 2022];31(2):125–131. Disponible en: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/RMH/article/view/3776>
7. Ortiz-Núñez R. Análisis métrico de la producción científica sobre COVID-19 en SCOPUS. *Revista Cubana de Informacion en Ciencias de la Salud* [Internet]. 2020 [citado 9 abril 2022];31(3):1–20. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2307-21132020000300002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132020000300002)
8. Carvalho T, Krammer F, Iwasaki A. The first 12 months of COVID-19: a timeline of immunological insights. *Nat Rev Immunol* [Internet]. 2021 [citado 12 abril 2022];21(4):245–256. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41577-021-00522-1>
9. Luzuriaga JP, Marsico F, Garcia E, González V, Kreplak N, González S, et al. Impacto de la aplicación de vacunas contra COVID-19 sobre la incidencia de nuevas infecciones por SARS-COV-2 en PS de la Provincia de Buenos Aires. *Scielo* [Internet]. 2021 [citado 12 abril 2022];1:1–13. Disponible en: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/2068/3406>
10. Brodeur A, Gray D, Islam A, Bhuiyan S. A literature review of the economics of COVID-19. *J Econ Surv* [Internet]. 2021 [citado 15 abril 2022];35(4):1007–1044. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/joes.12423>
11. Jaramillo-Fuertes JE, Montoya-Chacón SP. Políticas públicas de vacunación contra el COVID-19 en el Ecuador en el periodo enero-agosto 2021. *CIENCIAMATRIA* [Internet]. 2021 [citado 15 abril 2022];7(3):19–47. Disponible en: <https://www.cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/569>
12. Gaus D. COVID-19. *Práctica Fam Rural* [Internet]. 2021 [citado 20 marzo 2022];6(1). Disponible en: <https://practicafamrural.org/index.php/pfr/article/view/196>



13. Donadio G, Choudhary M, Lindemer E, Pawlowski C, Soundararajan V. Counties with lower insurance coverage and housing problems are associated with both slower vaccine rollout and higher covid-19 incidence. *Vaccines* [Internet]. 2021 [citado 8 abril 2022];9(9):973. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/vaccines9090973>
14. Klinger D, Blass I, Rappoport N, Linial M. Significantly improved COVID-19 outcomes in countries with higher bcg vaccination coverage: A multivariable analysis. *Vaccines* [Internet]. 2020 [citado 8 abril 2022];8(3):378. Disponible en : <https://doi.org/10.3390/vaccines8030378>
15. Gaona-Pineda EB, Mundo-Rosas V, Méndez-Gómez-Humarán I, Gómez-Acosta LM, Ávila-Arcos MA, Cuevas-Nasu L, et al. Vulnerabilidad, conocimiento sobre medidas de mitigación y exposición ante COVID-19 en adultos de México: Resultados de la ENSARS-CoV-2. *Salud Publica Mex* [Internet]. 2020 [citado 14 noviembre 2022];00:1–20. Disponible en: <https://doi.org/10.21149/11875>
16. Lazarus J V, Ratzan SC, Palayew A, Gostin LO, Larson HJ, Rabin K, et al. A global survey of potential acceptance of a COVID-19 vaccine. *Nat Med* [Internet]. 2021 [citado 11 noviembre 2022];27(2):225–228. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-1124-9>
17. Garcia-Beltran WF, Lam EC, Astudillo MG, Yang D, Miller TE, Feldman J, et al. COVID-19-neutralizing antibodies predict disease severity and survival. *Cell* [Internet]. 2021 [citado 11 noviembre 2022];184(2):476–488.e11. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867420316858>
18. OMS. Enfermedad por coronavirus (COVID-19): Accesibilidad y asignación de las vacunas. Organización Mundial de la Salud (OMS) [Internet]. 2021 [citado 17 abril 2022]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-\(covid-19\)-vaccine-access-and-allocation](https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-(covid-19)-vaccine-access-and-allocation)
19. Levin EG, Lustig Y, Cohen C, Fluss R, Indenbaum V, Amit S, et al. Waning Immune Humoral Response to BNT162b2 Covid-19 Vaccine over 6 Months. *N Engl J Med* [Internet]. 2021 [citado 12 noviembre 2022];385(24):e84. Disponible en: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2114583>
20. Gao Y, Ding M, Dong X, Zhang J, Kursat Azkur A, Azkur D, et al. Risk factors for severe and critically ill COVID-19 patients: A review. *Allergy* [Internet]. 2021 [citado 12 noviembre 2022];76(2):428–455. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/all.14657>
21. Legros V, Denolly S, Vogrig M, Boson B, Siret E, Rigail J, et al. A longitudinal study of SARS-CoV-2-infected patients reveals a high correlation between neutralizing antibodies and COVID-19 severity. *Cell Mol Immunol* [Internet]. 2021 [citado 10 noviembre 2022];18(2):318–327. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41423-020-00588-2>
22. Ministerio de Salud Pública. Plan Nacional de Vacunación e Inmunización contra el COVID-19. Plan Vacunarse [Internet]. Ecuador;2021. Disponible en: <https://www.planvacunarse.ec/>
23. Abedi V, Olulana O, Avula V, Chaudhary D, Khan A, Shahjouei S, et al. Racial, Economic, and Health Inequality and COVID-19 Infection in the United States. *J Racial Ethn Heal Disparities* [Internet]. 2021 [citado 11 noviembre 2022];8(3):732–742. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40615-020-00833-4>
24. Bhadra A, Mukherjee A, Sarkar K. Impact of population density on Covid-19 infected and mortality rate in India. *Model Earth Syst Environ* [Internet]. 2021 [citado 12 noviembre 2022];7(1):623–629. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00984-7>
25. Gupta A, Bherwani H, Gautam S, Anjum S, Musugu K, Kumar N, et al. Air pollution aggravating COVID-19 lethality? Exploration in Asian cities using statistical models. *Environ Dev Sustain* [Internet]. 2021 [citado 13 noviembre 2022];23(4):6408–6417. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00878-9>