



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA ESTADÍSTICA**

**“ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL REGISTRO ECUATORIANO DE  
VACUNACIÓN COVID-19 DEL AÑO 2021”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA**

**AUTOR: MICHAEL FABRIZIO ULCUANGO ABALCO**

**DIRECTOR: ING. HÉCTOR SALOMÓN MULLO GUAMINGA PhD.**

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Michael Fabrizio Ulcuango Abalco

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, MICHAEL FABRIZIO ULCUANGO ABALCO, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 24 de marzo de 2022



**Michael Fabrizio Ulcuango Abalco**  
**2200383780**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA ESTADÍSTICA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación, certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación: “ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL REGISTRO ECUATORIANO DE VACUNACIÓN COVID-19 DEL AÑO 2021”, realizado por el señor: **MICHAEL FABRIZIO ULCUANGO ABALCO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación. El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Jhoana Enith Aguilar Reyes Mgs. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-03-24
Ing. Héctor Salomón Mullo Guaminga PhD. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2022-03-24
Ing. Marlene Jacqueline García Veloz MSc. <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>		2022-03-24

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedicó en primer lugar a Dios, por la darme la fuerza y conocimiento los cuales han sido necesarios durante toda la carrera. A mis padres, Luis y María, quienes siempre me ha estado apoyado incondicionalmente en este arduo camino, por su amor, consejos y valores impartidos, especialmente a mi madre quien a pesar de los altos y bajos siempre he contado con su apoyo para continuar. A mis hermanos e igualmente a Belén de quien siempre conté con su apoyo incondicional para concluir con este trabajo.

*Michael*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer en primer lugar en general a toda mi familia por siempre estar presentes y apoyándome para cumplir mis metas y objetivos. A todos los docentes que me han impartido de sus conocimientos y experiencias. Un agradecimiento especial a mi tutor Ing. Héctor Mullo y miembro Ing. Marlene García, quienes, gracias a su apoyo, conocimiento me han guiado de la mejor manera en el desarrollo de este trabajo.

*Michael*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN .....	xiii
SUMMARY .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Bases conceptuales.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.1. Medidas de tendencia central y dispersión.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.1.1. Medidas de tendencia central.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.1.2. Medidas de dispersión.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.2. Análisis de regresión .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.3. Regresión lineal.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.4. Redes neuronales artificiales .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.5. Medidas de adecuación .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.6. Mapas de coropletas .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.7. Prueba de hipótesis.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.7.1. Tipos de hipótesis .....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.8. Análisis de independencia .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2. Bases teóricas .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.3. Características de las vacunas.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.4. ¿Qué es la COVID-19?.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.5. Denominación de las variantes del SARS-Cov-2 .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.6. Variantes preocupantes .....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.7. Transmisión de SARS-CoV-2.....</b>	<b>23</b>
<b>1.2.8. Pruebas diagnósticas de detección de COVID-19.....</b>	<b>23</b>
<b>1.2.9. COVID-19 en distintos grupos de personas .....</b>	<b>24</b>
<b>1.2.10. Tipos de vacunas aplicadas en Ecuador .....</b>	<b>25</b>

1.2.11.	<i>Disponibilidad de camas para pacientes COVID en Ecuador</i> .....	27
1.2.12.	<i>Unidad de cuidados intensivos</i> .....	28
1.2.13.	<i>Medidas para mantenerse y mantener a los demás a salvo de la COVID-19</i> .....	28
1.2.14.	<i>Población social vulnerable</i> .....	29
1.2.15.	<i>Niveles administrativos de planificación</i> .....	29
1.2.16.	<i>Provincias del Ecuador</i> .....	31

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	32
2.1.	<b>Tipo de investigación</b> .....	32
2.2.	<b>Diseño de la investigación no experimental</b> .....	32
2.2.1.	<i>Localización de estudio</i> .....	32
2.2.2.	<i>Población de estudio</i> .....	33
2.2.3.	<i>Método de muestreo</i> .....	33
2.2.4.	<i>Tamaño de la muestra</i> .....	33
2.2.5.	<i>Técnica de recolección de datos</i> .....	33
2.2.6.	<i>Identificación de variables</i> .....	34
2.2.7.	<i>Modelo estadístico</i> .....	34
2.3.	<b>Variables en estudio</b> .....	34
2.3.1.	<i>Operacionalización de variables</i> .....	34

## CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	37
3.1.	<b>Análisis descriptivo</b> .....	37
3.2.	<b>Análisis de independencia</b> .....	54
3.2.1.	<i>Hipótesis</i> .....	55
3.2.2.	<i>Prueba de Chi-cuadrado de Pearson</i> .....	57
3.3.	<b>Mapa de coropletas</b> .....	57
3.4.	<b>Impacto de la vacunación en las hospitalizaciones</b> .....	59
3.5.	<b>Análisis y discusión de resultados</b> .....	76



<b>CONCLUSIONES</b> .....	77
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	80
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Principales características y propiedades de las escalas de medición .....	9
<b>Tabla 2-1:</b>	Tabla de errores tipo I y II .....	18
<b>Tabla 3-1:</b>	Tabla de contingencia .....	19
<b>Tabla 4-1:</b>	Variantes preocupantes actualmente designadas .....	22
<b>Tabla 5-1:</b>	Zonas administrativas de planificación del Ecuador .....	29
<b>Tabla 1-2:</b>	Operacionalización de variables.....	34
<b>Tabla 1-3:</b>	Población total vacunada según dosis .....	37
<b>Tabla 2-3:</b>	Estadísticos descriptivos de las variables meses y primera dosis .....	38
<b>Tabla 3-3:</b>	Estadísticos descriptivos de las variables meses y segunda dosis .....	38
<b>Tabla 4-3:</b>	Estadísticos descriptivos de las variables zonas y primera dosis .....	39
<b>Tabla 5-3:</b>	Estadísticos descriptivos de las variables zonas y segunda dosis .....	40
<b>Tabla 6-3:</b>	Estadísticos descriptivos de las variables provincias y primera dosis .....	41
<b>Tabla 7-3:</b>	Estadísticos descriptivos de las variables provincias y segunda dosis.....	42
<b>Tabla 8-3:</b>	Estadísticos descriptivos de las variables .....	44
<b>Tabla 9-3:</b>	Estadísticos descriptivos de las variables .....	44
<b>Tabla 10-3:</b>	Estadísticos descriptivos de los grupos de edad y primera dosis .....	45
<b>Tabla 11-3:</b>	Estadísticos descriptivos de los grupos de edad y segunda dosis .....	46
<b>Tabla 12-3:</b>	Estadísticos descriptivos del nombre de la vacuna y primera dosis.....	47
<b>Tabla 13-3:</b>	Estadísticos descriptivos del nombre de la vacuna y segunda dosis .....	48
<b>Tabla 14-3:</b>	Total de población vacunada según nombre de la vacuna y dosis.....	48
<b>Tabla 15-3:</b>	Población vacunada según grupos de edades y provincias .....	49
<b>Tabla 16-3:</b>	Población vacunada según las provincias del Ecuador.....	51
<b>Tabla 17-3:</b>	Población vacunada según zonas y nombre de la vacuna.....	53
<b>Tabla 18-3:</b>	Población vacunada según grupos de edades y nombre .....	55
<b>Tabla 19-3:</b>	Población vacunada según grupos de edad y nombre de la vacuna.....	56
<b>Tabla 20-3:</b>	Prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	57
<b>Tabla 21-3:</b>	Población vacunada por zonas administrativas .....	57
<b>Tabla 22-3:</b>	Población hospitalizada según su pronóstico en enero-junio 2021.....	59
<b>Tabla 23-3:</b>	Población hospitalizada según el mes y dosis aplicadas.....	61
<b>Tabla 24-3:</b>	Población total según hospitalizaciones y dosis aplicadas .....	62
<b>Tabla 25-3:</b>	Prueba de Chi-cuadrado de Pearson.....	63
<b>Tabla 26-3:</b>	Valor p para los supuestos del modelo 1 .....	67
<b>Tabla 27-3:</b>	Valor p para los supuestos del modelo de regresión 2.....	70

<b>Tabla 28-3:</b>	Valor p para los supuestos del modelo 3 .....	73
<b>Tabla 29-3:</b>	Modelo de redes neuronales.....	74
<b>Tabla 30-3:</b>	Pronósticos generados a partir del mejor modelo de regresión .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Red neuronal feedforward .....	14
<b>Figura 2-1:</b>	Porcentaje de desempleo de la población activa en los países bajos, 1980 .....	17
<b>Figura 3-1:</b>	Desarrollo de vacunas contra el COVID-19 en comparación con las vacunas convencionales.....	21
<b>Figura 4-1:</b>	Cronología de nuestro viaje a la “velocidad de la luz” para lograr la primera aprobación de la vacuna contra el coronavirus 2019 (COVID-19) .....	26
<b>Figura 5-1:</b>	Disponibilidad de camas con fecha de corte 21 de agosto de 2021 .....	28
<b>Figura 6-1:</b>	Zonas de planificación.....	30
<b>Figura 1-2:</b>	Mapa del Ecuador.....	33
<b>Figura 1-3:</b>	Resultados del análisis de correlación .....	64
<b>Figura 2-3:</b>	Resultados del análisis de regresión modelo 1.....	65
<b>Figura 3-3:</b>	Resultados del análisis de regresión modelo 2.....	68
<b>Figura 4-3:</b>	Resultados del análisis de regresión modelo 2.....	71

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-1:</b>	Clasificación de las variables desde el punto de vista de la Estadística.....	8
<b>Gráfico 1-3:</b>	Población total vacunada según dosis .....	37
<b>Gráfico 2-3:</b>	Población vacunada según los meses de enero-junio 2021 .....	39
<b>Gráfico 3-3:</b>	Población vacuna según las zonas de planificación del Ecuador.....	41
<b>Gráfico 4-3:</b>	Población vacuna según las provincias del Ecuador .....	43
<b>Gráfico 5-3:</b>	Población vacunada según el sexo .....	45
<b>Gráfico 6-3:</b>	Población vacunada según grupos de edad .....	47
<b>Gráfico 7-3:</b>	Población vacunada según el nombre de la vacuna.....	49
<b>Gráfico 8-3:</b>	Población vacunada según provincias del Ecuador y grupos de edad .....	51
<b>Gráfico 9-3:</b>	Población vacunada según provincias del Ecuador .....	52
<b>Gráfico 10-3:</b>	Dosis aplicadas según nombre de la vacuna y zonas de planificación .....	54
<b>Gráfico 11-3:</b>	Población vacunada según grupos de edad y nombre de la vacuna.....	55
<b>Gráfico 12-3:</b>	Mapa de coropletas del número de vacunados por zonas.....	59
<b>Gráfico 13-3:</b>	Población hospitalizada según su pronóstico en enero-junio 2021.....	60
<b>Gráfico 14-3:</b>	Población total hospitalizada según su pronóstico y mes .....	61
<b>Gráfico 15-3:</b>	Población vacunada y hospitalizaciones .....	62
<b>Gráfico 16-3:</b>	Total de dosis aplicadas y hospitalizaciones según el mes .....	63
<b>Gráfico 17-3:</b>	Representación de las dosis vs hospitalizaciones .....	64
<b>Gráfico 18-3:</b>	Ajuste de regresión modelo 1.....	65
<b>Gráfico 19-3:</b>	Supuesto de normalidad modelo 1 .....	66
<b>Gráfico 20-3:</b>	Supuesto de homocedasticidad modelo 1.....	66
<b>Gráfico 21-3:</b>	Supuesto de homocedasticidad modelo 1.....	67
<b>Gráfico 22-3:</b>	Ajuste de regresión modelo 2.....	68
<b>Gráfico 23-3:</b>	Supuesto de normalidad modelo 2 .....	69
<b>Gráfico 24-3:</b>	Supuesto de homocedasticidad modelo 2.....	69
<b>Gráfico 25-3:</b>	Supuesto de independencia modelo 2 .....	70
<b>Gráfico 26-3:</b>	Supuesto de normalidad modelo 2 .....	71
<b>Gráfico 27-3:</b>	Supuesto de normalidad modelo 3 .....	72
<b>Gráfico 28-3:</b>	Supuesto de homocedasticidad modelo 3.....	72
<b>Gráfico 29-3:</b>	Supuesto de independencia modelo 3 .....	73
<b>Gráfico 30-3:</b>	Modelo de redes neuronales.....	74
<b>Gráfico 31-3:</b>	Pronósticos de julio a diciembre del 2021.....	75

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación (1-1):</b>	Media aritmética.....	10
<b>Ecuación (2-1):</b>	Mediana n impar.....	10
<b>Ecuación (3-1):</b>	Mediana n par.....	10
<b>Ecuación (4-1):</b>	Varianza .....	10
<b>Ecuación (5-1):</b>	Varianza poblacional .....	11
<b>Ecuación (6-1):</b>	Varianza muestral.....	11
<b>Ecuación (7-1):</b>	Desviación típica .....	11
<b>Ecuación (8-1)</b>	Coefficiente de variación.....	11
<b>Ecuación (9-1):</b>	Modelo de Regresión Lineal.....	12
<b>Ecuación (10-1):</b>	Modelo de regresión logarítmica .....	13
<b>Ecuación (11-1):</b>	Método de mínimos cuadrados .....	13
<b>Ecuación (12-1):</b>	Prueba de Shapiro-Wilk.....	13
<b>Ecuación (13-1):</b>	Prueba Goldfeld-Quandt.....	13
<b>Ecuación (14-1):</b>	Prueba de Durbin-Watson.....	14
<b>Ecuación (15-1):</b>	Error absoluto medio .....	16
<b>Ecuación (16-1):</b>	Error de porcentaje absoluto medio .....	16
<b>Ecuación (17-1):</b>	Error cuadrático medio .....	16
<b>Ecuación (18-1):</b>	Estadístico Chi-Cuadrado de Pearson .....	19
<b>Ecuación (19-1):</b>	Región crítica para el contraste de independencia .....	19
<b>Ecuación (20-1):</b>	Región crítica para un nivel de significación .....	20

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** DATOS ABIERTOS DE LA PLATAFORMA GUBERNAMENTAL DE DESARROLLO SOCIAL DEL MSP

**ANEXO B:** ARCHIVO DE DATOS DE VACUNACIÓN EN ECUADOR

**ANEXO C:** BASE DE DATOS DEL REGISTRO DE LA VACUNACIÓN NACIONAL DE ENERO A JUNIO 2021 DEL MSP

**ANEXO D:** CÓDIGO USADO EN EL SOFTWARE R

**ANEXO E:** CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

## RESUMEN

El análisis estadístico del registro ecuatoriano de vacunación COVID-19 del año 2021, tiene como objetivo identificar el impacto del porcentaje de la vacunación en las zonas administrativas de planificación del Ecuador en la disponibilidad de camas UCI para pacientes COVID-19. El estudio se realizó en el software estadístico R, en su entorno de desarrollo integrado R Studio mediante técnicas estadísticas, como gráficos estadísticos, medidas descriptivas y pruebas de independencia de chi-cuadrado de Pearson. El registro es de 4'368.997 individuos de los cuales el 67% cuentan con la primera dosis y el 33% con el esquema completo de vacunación, el 44,6% de toda la población vacunada pertenecen a las provincias de Pichincha y Guayas. En cuanto a las vacunas, el 48% de la población que cuenta con las dos dosis fue vacunada con Pfizer, Sinovac con el 35% y 17% para AstraZeneca. De acuerdo con el mapa de coropletas, la zona administrativa de planificación 9 cuenta con el porcentaje más alto de personas vacunas 20,27%, mientras tanto la zona 2 representa el menor porcentaje de población vacunada, 4,22%; en la aplicación de la prueba chi-cuadrado de independencia se identificó que las variables grupos de edades y vacunas no eran independientes entre sí, a su vez las variables dosis aplicadas y hospitalizaciones mediante evidencia estadística se mostró que no eran independientes entre sí. Según el análisis de regresión los pronósticos realizados muestran que las hospitalizaciones irán en aumento a diferencia de los datos reales. Se concluye la existencia de un impacto positivo de la inmunización masiva en la disponibilidad de camas UCI. Se recomienda aplicar nuevas técnicas y aumentar en lo posible la cantidad de datos en próximos estudios para mejorar los resultados.

**Palabras clave:** <ESTADÍSTICA>, <ANÁLISIS DE INDEPENDENCIA>, <MAPA DE COROPLETAS>, <SARS-CoV-2>, <DOSIS APLICADAS>, <HOSPITALIZACIONES>, <ECUADOR (PAÍS)>.

LEONARDO FABIO  
MEDINA NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=EC, o=BANCO CENTRAL DEL  
Ecuador, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION-  
ECIBCE, i=QUITO, serialNumber=0000621485, cn=LEONARDO  
FABIO MEDINA NUSTE  
Fecha: 2022.03.28 12:58:07 -05'00'



0542-DBRA-UTP-2022



## SUMMARY

The statistical analysis of the Ecuadorian vaccination registry COVID-19 of the year 2021, aims to identify the impact of the percentage of vaccination in the administrative areas of planning of Ecuador in the availability of ICU beds for COVID-19 patients. The study was carried out in the statistical software R, in its integrated development environment R Studio using statistical techniques, such as statistical graphs, descriptive measures, and Pearson Chi-square test of independence. The registry is of 4,368,997 individuals of which 67% have the first dose and 33% have the complete vaccination schedule, 44.6% of the entire vaccinated population belong to the provinces of Pichincha and Guayas. Related to the vaccines, 48% of the population that has both doses was vaccinated with Pfizer, Sinovac with 35% and 17% for AstraZeneca. According to the choropleth map, the administrative area of planning 9 possesses the highest percentage of vaccinated people 20.27%, meanwhile zone 2 represents the lowest percentage of the vaccinated population, 4.22%; in the application of Chi-square test of independence it was identified that the variables age groups and vaccines were not independent of each other, in turn the variables applied dose and hospitalizations through statistical evidence showed that they were not independent of each other. According to regression analysis the forecasts made show that hospitalizations will increase, unlike the real data. It is concluded that there is a positive impact of mass immunization on the availability of ICU beds. It is recommended to apply new techniques and increase as far as possible the amount of data in future studies to improve the results.

**Keywords:** <STATISTICS>, <ANALYSIS OF INDEPENDENCE>, <MAP OF CHOROPLETHS>, <SARS-CoV-2>, <APPLIED DOSE>, <HOSPITALIZATIONS>, <ECUADOR (COUNTRY)>.



EDGAR MESIAS  
JARAMILLO  
MOYANO

## INTRODUCCIÓN

El 31 de diciembre del año 2019 se descubrió una cadena de neumonías provocada por un nuevo coronavirus en Wuhan, la capital de la provincia china de Hubei, conocida como SARS-Cov2 y cuyo síndrome fue identificado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como COVID-19; misma que para el día 11 de marzo lo manifestó como enfermedad pandémica mundial. Al igual que con otros coronavirus, la fuente de infección por SARS-Cov2 es de origen zoonótico, ya que su fuente principal probable era un murciélago de un mercado de mariscos, pescados y animales vivos en la ciudad de Wuhan (Vega Rivero et al., 2020, p.728).

Los coronavirus son una familia de virus que por lo general han afectado a los animales, teniendo en cuenta que también es posible la transmisión de animales a humanos, en el 2019 se detectó un nuevo coronavirus SARS-CoV-2 el cual afecta a los humanos y presentan síntomas respiratorios, si estos son leves no requiere hospitalización para su recuperación caso contrario si se desarrolla una enfermedad grave en la que puede requerir de oxígeno y cuidado intensivos, el virus se lo conoce como SARS-CoV-2 y a la enfermedad que causa como COVID-19, al ser un nuevo descubrimiento y contar con poco conocimiento sobre estos virus ha ocasionado que la salud pública de la mayoría del planeta se vea gravemente afectada.

Dentro de los esfuerzos a nivel mundial para contar con pruebas de diagnóstico molecular, la detección del sars-CoV-2 por reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa en tiempo real (RT-PCR) se ha convertido en una herramienta imprescindible para el diagnóstico clínico del covid-19 (Gorbea Portal y Piña Pozas, 2021, p.4).

Ahora mismo, vale la pena pensar sobre en quien es más propenso a una pandemia. Tomando en cuenta que el COVID-19 tiene la capacidad de afectar a toda la sociedad en general, no obstante, este va a ser más prominente en la población vulnerable personas mayores y que padecen afecciones médicas ya existentes: hipertensión arterial, obesidad, diabetes, o patología cardiovascular y cerebrovascular desarrollan casos graves de la enfermedad con más frecuencia que otras (Aquino-Canchari et al., 2020, pp. 1-7).

Ecuador tiene en total de población 17.511.000 personas, está en la posición 67 de 196 países en la tabla de población, presenta una moderada densidad de población, 68 habitantes por Km<sup>2</sup> (Alldatanow, 2022, párr.1), el primer caso de COVID-19 se confirmó el 29 de febrero de 2020, la paciente cero era una mujer de 71 años que arribó a Ecuador el 14 de febrero proveniente de España. El inicio de la vacunación en el territorio ecuatoriano se llevó a cabo el jueves 21 de enero de 2021 en las ciudades de Quito y Guayaquil; las vacunas fueron destinadas en la primera etapa para los miembros del personal médico que labora en el Hospital General Guasmo Sur, en Guayaquil, en el Hospital Pablo Arturo Suárez y en el Hospital de Especialidades de las Fuerzas Armadas, en Quito. Posteriormente y con el cambio de mandatario el Gobierno de Guillermo

Lasso, el 31 de mayo de 2021, presentó un nuevo plan de vacunación, denominado 9/100, el cual significa 9 millones de vacunados en 100 días. Dicho plan impulsado por el Gobierno del Encuentro y coordinado por el Ministerio de Salud Pública (MSP), el sábado 31 de julio de 2021 ha alcanzado una cifra importante en el proceso de inmunización a escala nacional. Llegando a los 9'062.160 de primeras dosis aplicadas en el territorio ecuatoriano, lo que contribuye al cumplimiento de la meta de vacunación prevista.

En vista de lo antes mencionado este presente proyecto de investigación tiene como finalidad identificar el impacto del porcentaje de vacunación en las zonas administrativas de planificación del Ecuador en la disponibilidad de camas UCI para pacientes COVID-19.

## ANTECEDENTES

La vacunación es considerada como uno de los más importantes logros de la medicina moderna. En los pasados cincuenta años salvó millones de vidas en todo el mundo, más que cualquier otro procedimiento médico. La vacunación es una de las formas más efectivas de prevenir enfermedades porque ayuda al sistema inmunitario a reconocer y combatir los microorganismos patógenos (virus, bacterias, hongos, parásitos, etc.) Por ello, se protege al ser humano contra más de 25 enfermedades que debilitan o amenazan la vida. Algunas de estas enfermedades son: sarampión, poliomielitis, tétanos, difteria, meningitis, influenza, cáncer cervical, entre otras. Las vacunas usan pequeñísimas cantidades de algunos de los componentes de microorganismos (denominados antígenos) para estimular el sistema inmunitario a reconocer y aprender a luchar contra serias enfermedades (Negrete, 2020, pp.29-30).

Se determinan las estrategias de vacunación frente al COVID-19 en Europa y España, teniendo en cuenta la paulatina disponibilidad de dosis, es necesario priorizar según principios éticos y criterios de riesgo. En una primera fase, priorizando una mayor protección de los más vulnerables y con mayor riesgo de exposición: residentes y personal de centros de mayor edad, personal sanitario y sociosanitario y grandes dependientes no institucionalizados (Casas y Mena, 2021, pp.1).

Los casos en niños han incrementado en las estadísticas de USA, y los datos a 31 de marzo de 2021, encontramos de un total de casos en todas las edades de 25.446.361, un número de casos en niños de 3.405.638, lo que supone un 13,4% del total de casos (4.524,8 casos por 100.000 niños). A estos datos debemos sumar que muchas de las infecciones en niños son silentes (Picazo, 2020, pp.2).

Algunos aspectos de la infección por COVID-19 no se comprenden bien. Su impacto desmesurado en los adultos mayores se ha atribuido al fenómeno de la inmunosenescencia, que sugiere que las respuestas inmunitarias se vuelven menos efectivas con la edad, lo que afecta a las células T productoras del timo. Se ha señalado también que la infección por Citomegalovirus, más frecuente en el anciano, en el que encontramos una seroprevalencia del 80%, podría conducir a un incremento de la respuesta frente al CMV produciendo una todavía menor respuesta inmune a nuevas infecciones virales, proporcionando una mayor susceptibilidad a lo que se ha denominado “tormenta de citoquinas” (Picazo, 2020, pp.2).

De la OMS y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ampliaron la lista oficial de vacunas candidatas a principios de abril de 2020, llegando a 186 vacunas candidatas al 26 de febrero de 2021. En aquel primer informe se daba cuenta de los tres primeros ejemplares – mRNA-12732, Ad5-nCoV3 y ChAdOx1, luego conocida como Oxford AstraZeneca4 –, que para entonces se encontraban en ensayo clínico de fase 1. Posteriormente, se dieron a conocer las vacunas BNT162b25 y Sputnik V. A partir de marzo de 2021, hay alrededor de siete vacunas en

circulación a nivel mundial:I) BNT162b2 de Pfizer; dos versiones de la vacuna (II) AstraZeneca/Oxford fabricada por AstraZeneca-SKBio (en la República de Corea) y (III) el Serum Institute de la India (cuyo nombre comercial se identifica con Covishield); (IV) JNJ-78436735 elaborada por Janssen Pharmaceuticals Companies of Johnson & Johnson; (V) mRNA-1273 generada por ModernaTX; Inc.; (VI) Sputnik V y (VII) Sinopharm producida por el Grupo Corporativo Farmacéutico de la República Popular (Vidal, 2021, pp.2-3).

Luego de más de un año de pandemia, se han desarrollado más de 200 vacunas contra la COVID-19, que se encuentran en diferentes etapas de investigación. Actualmente, siete vacunas están aprobadas para su uso en diferentes partes del mundo. Esto permite introducir nuevas medidas preventivas en la política sanitaria. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda la vacunación contra la COVID-19 como una herramienta esencial de prevención primaria para limitar el impacto sanitario y económico de la pandemia. La finalidad de vacunar contra el COVID-19 es cuidar a la población reduciendo la morbimortalidad provocada por la enfermedad, evitando el colapso del sistema de salud, manteniendo su capacidad de respuesta a las necesidades de salud de la población (Luzuriaga et al., 2021, p.4).

El programa provincial de vacunación COVID-19 público, gratuito y opcional en la provincia de Buenos Aires se enmarca en el “Plan Estratégico de Vacunación COVID-19 de Argentina” para vacunar a toda la población adulta. Esta es una estrategia escalonada. La estrategia, basada en las recomendaciones de la OMS, prioriza grupos de mayor riesgo y/o expuestos al virus en la primera fase. Así es como la primera fase de la campaña de vacunación del 29 de diciembre de 2020 convoca al personal de salud (PS) para iniciar el proceso de inmunización. A la fecha de análisis (27/03) según la información registrada en Vacunate PBA se cuenta con 1.408.614 dosis de vacunas contra SARS-COV2 aplicadas de las cuales 1.147.752 corresponden a primera dosis y 260.862 a segundas dosis. De este total 486.062 corresponde a PS (1ra dosis: 302.497 y 2da dosis:183.565). Las vacunas administradas en PS en la provincia de Buenos Aires corresponden a Sputnik V (81%-43% 1 dosis, 38% 2 dosis), Covishield (10.3% todas correspondientes a 1 dosis) y a BBIBP-CorV (8,7% todas correspondientes a 1 dosis). El porcentaje de vacunas del PS corresponde al 100% del total registrado para la provincia de Buenos Aires a la fecha (Luzuriaga et al., 2021, p.5).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **Enunciado del problema**

La presente enfermedad pandémica de la COVID-19 ha perjudicado de forma desproporcionada a la población mundial. Los cambios demográficos y epidemiológicos recientes en la región obligan a cambiar la manera en que se trata y se responde a las necesidades del adulto mayor, en especial ahora en situación de emergencia. Gracias a los planes gubernamentales enfocados a la vacunación e inmunización de la población ecuatoriana se observan cambios significativos en las zonas administrativas de planificación. Es por esto por lo que la presente investigación busca identificar el impacto del porcentaje de vacunación en las zonas administrativas de planificación en la disponibilidad de camas UCI para pacientes COVID-19.

### **Formulación (Incógnita)**

¿Cuál es el impacto del porcentaje de la vacunación masiva en las zonas administrativas de planificación en la disponibilidad de camas UCI para pacientes COVID-19?

## **JUSTIFICACIÓN**

### **Justificación técnica**

La investigación está justificada en la parte técnica a través de la revisión de documentación emitida por parte de organismos reconocidos a nivel mundial, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y local el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP) con respecto a la COVID-19, generando pautas para el conocimiento previo y desarrollo de la temática de investigación propuesta.

### **Justificación científica**

La presente investigación en la parte científica se justifica por medio de la revisión bibliográfica de fuentes científicas de relevancia que hacen uso de técnicas estadísticas y la investigación realizada también hace uso de la evidencia estadística para mostrar resultados con respecto al impacto de la vacunación masiva en Ecuador.

## **OBJETIVOS**

### ***Objetivo General***

Realizar un análisis estadístico del registro ecuatoriano de vacunación COVID-19 del año 2021, para identificar el impacto del porcentaje de vacunación en las zonas administrativas de planificación del Ecuador en la disponibilidad de camas UCI para pacientes COVID-19.

### ***Objetivos Específicos***

- Determinar y aplicar un análisis descriptivo adecuado a las variables de la base de datos del registro ecuatoriano de vacunación COVID-19 en el período enero a junio 2021, según el tipo de variable.
- Identificar si existe relación entre el nombre de la vacuna contra la COVID-19 y las edades de las personas vacunadas, mediante inferencia estadística.
- Crear mapas de coropletas a partir de georreferenciación del número de vacunados por zonas administrativas de planificación del Ecuador.
- Identificar el impacto de la vacunación masiva en la disponibilidad de camas UCI para pacientes COVID-19 según zonas de planificación del Ecuador.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Bases conceptuales

##### **Estadística**

La estadística estudia el comportamiento de los fenómenos llamados colectivos. Se caracteriza por la información sobre un colectivo o universo, que constituye su fin material; un método de razonamiento propio, el método estadístico, que constituye su objeto formal y la predicción del futuro, que implica un entorno incierto, que constituye su objetivo o causa final (Cabria, 1994).

Es la rama de las matemáticas que se ocupa de reunir, organizar y analizar datos numéricos con el propósito de sacar conclusiones y tomar decisiones con relación a dicho análisis (Martinez, 2020, p.16). Se divide en dos grandes ramas: Descriptiva e inferencial.

Estadística Descriptiva: Se encarga de reunir, presentar y organizar datos.

Estadística inferencia: Se ocupa de analizar los datos de una muestra con el propósito de extraer conclusiones de una población de estudio (Martinez, 2020, p.17).

##### **Análisis Univariado**

Incluye el análisis de cada variable estudiada por separado, es decir, el análisis se basa en una sola variable. Las técnicas de análisis univariado más utilizadas son el análisis de distribuciones de frecuencia de tablas univariadas y las medidas de tendencia central de las variables. Se utiliza sólo para aquellas variables medidas a nivel de intervalo o razón. La distribución de frecuencias de una variable depende de cómo se distribuyen las categorías de la variable, lo que se puede expresar en términos de número de casos o en términos porcentuales (Ávila, 2006, p.100).

##### **Tipos de datos**

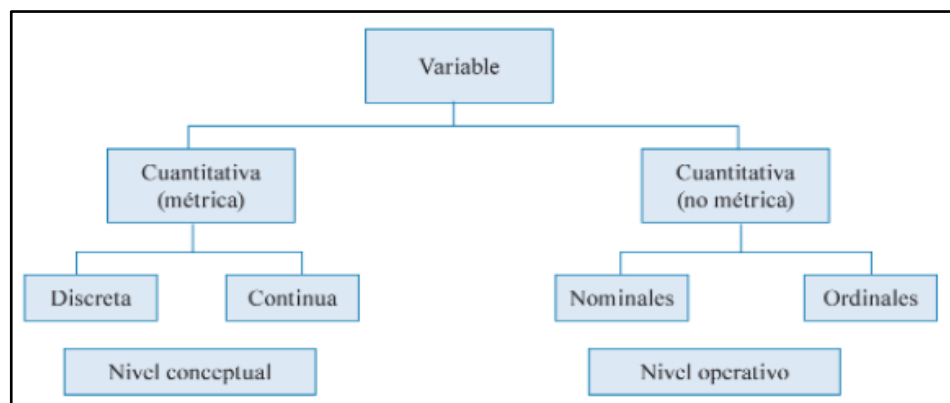
En el análisis de datos podemos distinguir dos tipos de datos:

- **Datos cualitativos:** representan categorías diversas en los que se puede clasificar una población de personas o cosas, por ejemplo, nacionalidad, religión, sexo, color, forma.
- **Datos cuantitativos:** dan información numérica, como cuántos son, cuánto miden, cuánto pesan, fecha de nacimiento, cuánto durará, temperatura, profundidad, etcétera. Cuando se trata de datos cuantitativos diferenciamos a su vez dos tipos:



- *Datos discretos*, que son datos que se obtienen al contabilizando los miembros de una población. Los números naturales o enteros se utilizan a menudo para tratar con datos discretos.
- *Datos continuos*, obtenidos a través del proceso de medición. Los números reales se utilizan a menudo para tratar con datos continuos.

En el caso de datos continuos, siempre es conveniente utilizar tablas de frecuencias agrupando a los elementos en clases. En el caso de datos discretos, cuando son pocos datos podemos no agruparlos y utilizarlos agrupamientos cuando el número de valores que pueden tomar es grande (Oteyza de Oteyza y Hernandez Garciadiego, 2015, p.174).



**Gráfico 1-1:** Clasificación de las variables desde el punto de vista de la Estadística

Fuente: (Rodríguez Franco y Pierdant Rodríguez, 2015).

## Escalas de medición

Una escala es un continuo ordenado de diferentes elementos, pero del mismo tipo. Un nivel de medición o escala de medición se define mediante cuatro tipos generales de escalas: escalas nominal, ordinal, de intervalo y de razón (Rodríguez Franco y Pierdant Rodríguez, 2015, p.14).

Las propiedades del sistema numérico asociadas con las escalas de medición son la identidad, magnitud, igual intervalo y cero absoluto: 1-Identidad: cada número tiene un significado particular. 2-Mgnitud: los números tienen un orden inherente ascendente o descendente. 3-Intervalos iguales: las diferencias entre números en cualquier punto de la escala son las mismas. 4-Cero absoluto: un cero en una escala de medición indica la ausencia de la propiedad que se mide.

- **Escala nominal.** En esta escala las unidades observacionales (UO) se agrupan categorías basadas en propiedades específicas, con lo que se define una partición sobre el conjunto de tales unidades. Los números se usan como identificadores o nombres.
- **Escala ordinal.** Nace a partir de la operación de ordenamiento; en la escala se habla de primero, segundo, tercero, etc. La escala representa categorías o grupos de pertenencia, con

cierto orden asociado, pero no una cantidad mensurable. Identidad y magnitud son las propiedades de la escala ordinal.

- **Escala de intervalos.** La escala representa magnitud, con propiedades iguales de distancia entre puntos de escala de la misma magnitud. El valor cero de la escala no es absoluto, sino un cero arbitrario: no refleja la ausencia de la amplitud medida, por lo que las operaciones aritméticas de multiplicación y división son inapropiadas. Satisface las propiedades de identidad, tamaño e isometría
- **Escala de razón.** Corresponde al nivel de medición más completo. Tiene las mismas propiedades que la escala de intervalo y es absolutamente cero. El valor cero aquí no es arbitrario, ya que representa una amplitud que no se mide en absoluto. Usando esta relación puedes realizar cualquier operación lógica y aritmética (Orlandoni, 2010, p.246).

**Tabla 1-1:** Principales características y propiedades de las escalas de medición

Principales Características y Propiedades de las Escalas de Medición				
Escalas de Medición	Propiedad Sistema Numérico	Operación Matemática	Operación Estadística	Ejemplos
Nominal	Identidad	Contar	Frecuencias Moda	Sexo Nivel Educativo
Ordinal	Magnitud	Ordenar	Mediana Rango	Dureza Minerales
Intervalo	Distancia	Suma Resta	Media Varianza	Temperatura Notas
Razón	Cero Absoluto	Multiplicación División	Coficiente Variación	Peso, Longitud, Ingreso, Precio

Fuente: (Orlandoni, 2010).

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

### 1.1.1. Medidas de tendencia central y dispersión

#### 1.1.1.1. Medidas de tendencia central

##### Media aritmética

Se define como la suma de todos los valores dividida entre el número de valores. Es decir, dado un conjunto de datos  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , la media aritmética de estos es:

(1-1)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

### Mediana

Dado un conjunto de  $n$  valores  $x_1, x_2, \dots, x_n$  de la variable característica  $X$ , se define como la *mediana* como aquel valor que no es superado ni supera a más de la mitad de las observaciones del conjunto (Guerra Bustillo, 2003, p.33).

(2-1)

$$n \text{ impar: Mediana} = \frac{x_{(n+1)/2}}$$

(3-1)

$$n \text{ par: Mediana} = \frac{x_{(n/2)} + x_{((n+2)/2)}}{2}$$

### Moda

La moda de un conjunto de  $n$  valores  $x_1, x_2, \dots, x_n$  de la variable  $X$ , se define como el valor mas frecuente, o sea, el valor que tiene la propiedad de poseer una frecuencia mayor (absoluta o relativa) (Guerra Bustillo, 2003, p.36).

### Los cuartiles, deciles y centiles

Dividen al campo de variación en cuatro, diez, y cien partes iguales (Supo Condori y Cavero, 2014, p.370).

#### 1.1.1.2. Medidas de dispersión

### Varianza

La varianza de un conjunto  $x_1, x_2, \dots, x_n$  de valores de una variable  $X$  se define como:

(4-1)

$$V[x] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - M[x])^2$$

*Poblacional*

(5-1)

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N}$$

*Muestral*

(6-1)

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Mientras mayor sea la varianza más dispersos estarán los valores alrededor de la media, y mientras más pequeña sea ella, menos dispersión habrá (Guerra Bustillo, 2003, p.45).

### **Desviación típica**

La desviación típica de un conjunto de valores  $x_1, x_2, \dots, x_n$  se define como la raíz cuadrada positiva de la varianza (Guerra Bustillo, 2003, p.50).

(7-1)

$$D[x] = +\sqrt{V[x]}$$
$$s = \sqrt{s^2}$$

### **Coefficiente de variación**

Es una medida de la dispersión relativa de los datos. Se define como la desviación estándar de la muestra expresada como porcentaje de la media muestral (Quevedo, 2011, p.3).

(8-1)

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

### **Rango**

Rango es la magnitud en la cual varían todos los datos. Magnitud que expresa la diferencia entre los valores más alto y bajo.

### **1.1.2. Análisis de regresión**

El análisis de regresión, o el denominado modelo lineal de la regresión, es un método estadístico basado en el estudio de la relación entre variables medidas con una escala cuantitativa. La relación que se establece es de dependencia, por un lado, tenemos las llamadas variables criterio, dependientes o explicadas, y las variables predictivas, independientes o explicativas.

En el análisis de regresión, el objetivo es utilizar los datos para trazar una línea que represente mejor la relación entre las dos variables. El principio de mínimos cuadrados determina una ecuación de regresión al minimizar la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre los valores reales de Y y los valores pronosticados de Y (Lind et al., 2014, pp.476-477).

### **1.1.3. Regresión lineal**

El concepto de análisis de regresión se refiere a encontrar la relación óptima entre Y y X mediante la cuantificación de la fuerza de la relación y el uso de métodos que permitan predecir el valor de la respuesta dado el valor del regresor x. Analizar la relación entre X e Y requiere métodos que utilicen modelos estadísticos. El modelo debe contener al conjunto  $\{(x_i, y_i); i = 1, 2, \dots, n\}$  de datos que involucre n pares de valores (x, y). No podemos olvidar que el valor de  $y_i$  depende de  $x_i$  a través de una estructura lineal que contiene componentes aleatorios (Walpole y Myers, 2012, pp. 389-391).

#### **Regresión lineal simple**

El objetivo principal es determinar la contribución de la variable independiente en la explicación de la variable dependiente por medio del método de mínimos cuadrados, con el siguiente modelo:

**(9-1)**

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

Donde:  $\beta_0$  es el valor de la ordenada que se intercepta con el eje y,  $\beta_1$  es el coeficiente de regresión o pendiente de la línea recta y  $\varepsilon$  es el error aleatorio.

#### **Regresión simple logarítmica**

Alternativa de un modelo de regresión lineal, cuando este permite obtener un coeficiente de determinación apropiado, o también se utiliza cuando se observa gráficamente a través de un gráfico de dispersión un comportamiento potencial o logarítmico.

(10-1)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \ln(X)$$

Utilizado en general para modelar en situaciones de crecimiento o decrecimiento acelerado al principio para luego ralentizarse.

### Método de mínimos cuadrados

Este método consiste en minimizar la suma de los cuadrados de los errores:

(11-1)

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

La suma de los cuadrados de las diferencias entre los valores reales u observados  $y_i$  y los valores estimados o predichos  $\hat{y}_i$ .

### Supuestos modelo de regresión

#### Normalidad

Para el supuesto de normalidad se recurre a la prueba de Shapiro-Wilk, considerado el test más potente para contrastar normalidad, su estadístico se define como:

(12-1)

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

#### Homocedasticidad

La prueba Goldfeld-Quandt compara las varianzas de dos submodelos divididos por un punto de corte específico y los rechaza si las varianzas difieren. Bajo  $H_0$ , el estadístico de prueba de la prueba Goldfeld-Quandt sigue una distribución F con los grados de libertad dados en el parámetro.

(13-1)

$$G - Q = F = \frac{SCE_1/n - p - 1}{SCE_2/n - p - 1}$$

## Independencia

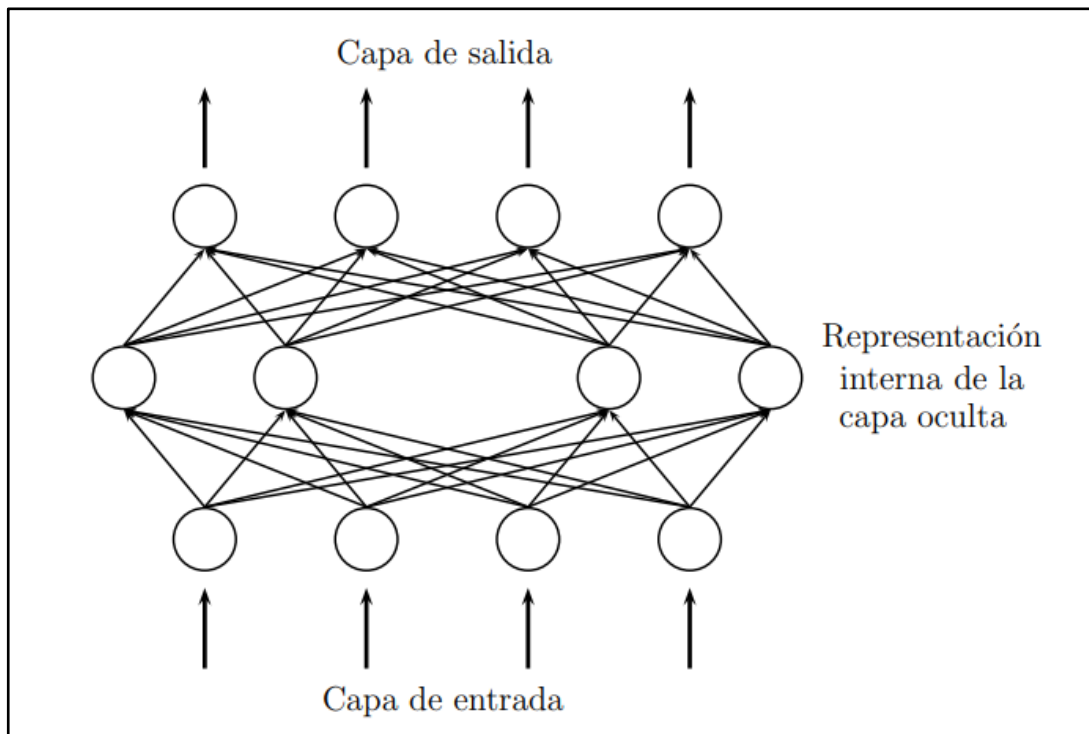
Para determinar si los residuos están autocorrelados se recurre a la prueba de Durbin-Watson, utilizada para detectar la autocorrelación en los residuos de un modelo de regresión, con hipótesis nula que los residuos no están autocorrelados e hipótesis alternativa los residuos están autocorrelados.

(14-1)

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

### 1.1.4. Redes neuronales artificiales

La arquitectura de red neuronal más utilizada es la denominada perceptrón multicapas, que se caracteriza por tener las neuronas agrupadas en capas. Cada una de estas capas consta de un conjunto de neuronas. Hay tres tipos diferentes de capas: capa de entrada, capa oculta y capa de salida (Santana, 2006, p.79).



**Figura 1-1:** Red neuronal feedforward

Fuente: (Santana, 2006).

Las neuronas de la capa de entrada solo se encargan de recibir señales o patrones del exterior y propagar estas señales a todas las neuronas de la siguiente capa. La última capa actúa como salida

de la red, proporcionando la respuesta de la red al exterior para cada patrón de entrada. Las neuronas de la capa oculta realizan un procesamiento no lineal de los patrones recibidos. Como se muestra en la Figura 1, la conexión del perceptrón multicapas están siempre dirigidas hacia delante, i. e., las neuronas de una capa se conectan con las neuronas de la capa siguiente; por tal motivo reciben el nombre de redes alimentadas hacia delante o redes feedforward. Las conexiones se asocian con números reales denominados pesos de conexión y se asocian con los umbrales de neuronas de la red, que en el caso de los perceptrón multicapas se trata como conexiones adicionales a la neurona (Santana, 2006, p.80).

Las redes neuronales RN se basan en la estructura de las neuronas que transmiten información a través de enlaces a otras neuronas, las cuales pasan los resultados a través de funciones matemáticas. Los RN aprenden de la información histórica a través del entrenamiento, un proceso en el que los parámetros de la red se ajustan para proporcionar la respuesta deseada, y así obtienen la capacidad de predecir las respuestas al mismo fenómeno. El comportamiento de la red depende entonces de los pesos de los enlaces, dependiendo de la función de activación especificada para la neurona, que puede ser tres categorías: lineal, de umbral (o escalón) y sigmoidea, y de la forma en que propagan el error (Ovando et al., 2005, párr.4).

### **Algoritmo de Resilient Backpropagation**

El algoritmo Resilient Backpropagation e considera uno de los algoritmos más robustos para estimar parámetros (o pesos) de redes neuronales. En este proceso, el objetivo es encontrar los valores de los parámetros de la red neuronal de manera que se minimice la diferencia entre el valor esperado y el valor calculado por la red (Mercado Polo et al., 2015, p.91).

El algoritmo de Resilient Backpropagation toma el signo de la derivada del error con respecto al peso de la neurona para determinar la dirección de la actualización del peso. El tamaño de la derivada no tiene efecto en la actualización de los pesos. Los cambios en los pesos están determinados por factores crecientes o decrecientes. Si la derivada del error con respecto al peso tiene el mismo signo en dos iteraciones consecutivas, el valor de la actualización del peso se incrementa en un factor de  $\Delta_{inc}$ . De lo contrario, si la derivada del error con respecto al peso cambia de signo con respecto al valor de la iteración anterior, el cambio de peso disminuirá en un factor  $\Delta_{dec}$ . Si la derivada es cero, el valor de los pesos de actualización será el mismo. Si el peso se balancea, el cambio de peso disminuirá. Si la actualización del peso se repite varias veces en la misma dirección, la magnitud del cambio de peso aumenta (Ramírez Alonso y Chacón Murguía, 2005, p.22).



### 1.1.5. *Medidas de adecuación*

Son medidas para estimar el rendimiento y evaluar el ajuste de un modelo de regresión, implica calcular un valor de error que resuma la capacidad predictiva de un modelo.

#### **MAE (Error absoluto medio)**

En MAE, el error se calcula como el promedio de las diferencias absolutas entre el objetivo y los valores predichos. MAE es una puntuación lineal, lo que significa que todas las diferencias individuales tienen el mismo peso en la media.

(15-1)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\hat{y}_i - y_i|$$

#### **MAPE (Error de porcentaje absoluto medio)**

Es un indicador del desempeño de los pronósticos, mide el tamaño del error absoluto en términos de porcentajes.

(16-1)

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\hat{y}_i - y_i}{y_i} \right|$$

#### **RMSE (Error cuadrático medio)**

RMSE es la raíz cuadrada de MSE, mide el error cuadrático medio de las predicciones. Para cada punto, calcula la diferencia al cuadrado entre los valores predichos y objetivo, luego se promedian los valores

(17-1)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}$$

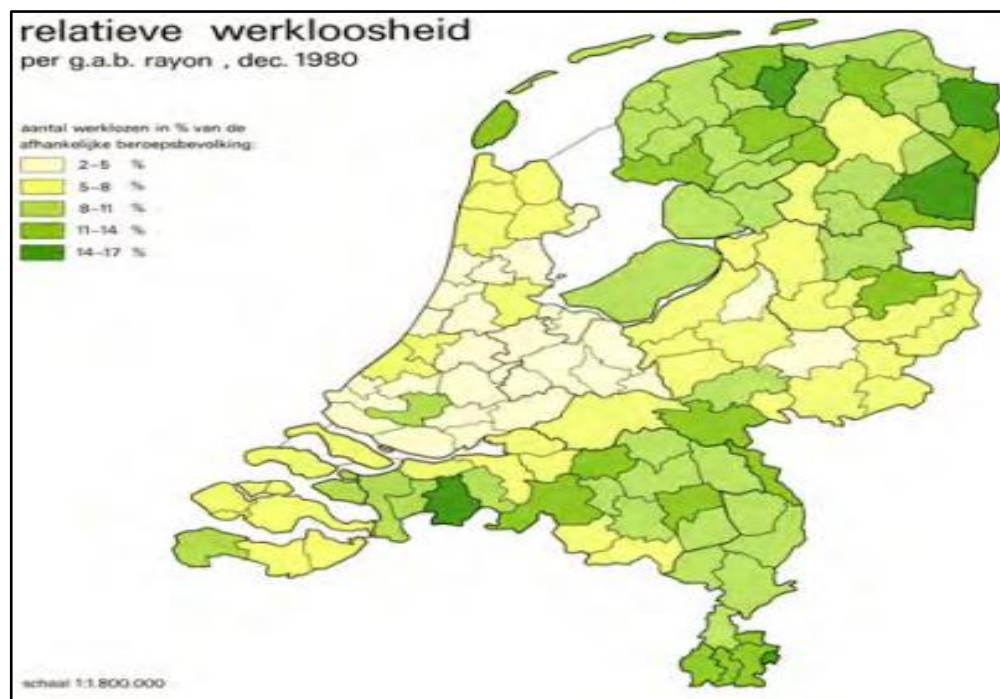
### 1.1.6. *Mapas de coropletas*

Se distinguen diferentes tipos de mapas, en función de las variables gráficas utilizadas, que ilustran cada arena espacial o región sombreada en proporción a un atributo o variable estadística,

en consecuencia, de las relaciones geográficas que facilitan la visualización a los usuarios del mapa, como el mapa de coropletas, que muestra la diferencia de cantidad con respecto a la diferencia de intensidad o matiz.

Los mapas de coropletas se utilizan sobre todo para representar fenómenos socioeconómicos. Muestran datos cuantitativos relativos, tales como ratios o densidades, también muestran diferencias en cantidades relativas con diferencias de intensidad o matiz (Asociación Cartográfica Internacional, 2015, p.41).

Un propósito esencial de los mapas de coropletas es la percepción visual de patrones espaciales (como la detección de puntos calientes o valores extremos). Esto requiere una comparación efectiva y lo más intuitiva posible de los valores de color entre diferentes regiones (Schiewe, 2019, p.217).



**Figura 2-1:** Porcentaje de desempleo de la población activa en los países bajos, 1980

**Fuente:** (Asociación Cartográfica Internacional, 2015).

### ***1.1.7. Prueba de hipótesis***

El objeto de la prueba de significación es evaluar proposiciones o afirmaciones acerca de los valores de los parámetros de la población.

### 1.1.7.1. Tipos de hipótesis

La **hipótesis nula**,  $H_0$  es un enunciado que expresa que el parámetro de la población es como se especificó (i, e que la proporción es verdadera).

La **hipótesis alterna**  $H_0$ , es un enunciado que ofrece una alternativa a la proposición. El *nivel de significación* de una prueba es la probabilidad de rechazar una hipótesis nula sea verdadera (Matus, 2010, p.65).

**Tabla 2-1:** Tabla de errores tipo I y II

		Si $H_0$ es:	
		Verdadera	Falsa
Y se toma esta acción:	$H_0$ es aceptada	Decisión correcta	Error tipo II $\beta$
	$H_0$ es rechazada	Error tipo I $\alpha$	Decisión correcta

Fuente: (Matus, 2010).

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

### 1.1.8. Análisis de independencia

Analizar la distribución de una variable con respecto a otra u otras variables es una tarea común en salud pública y, en la mayoría de los casos, implica buscar patrones que indiquen una relación (o falta de ella) entre las variables en estudio. Este es un proceso crítico para identificar las posibles causas de los problemas de salud y para identificar los factores que, aunque en última instancia no puedan considerarse causales, están asociados con estas deficiencias y constituyen factores prácticos importantes en la identificación de grupos de problemas de salud. tienen un mayor riesgo de lesiones (Bejar, 1958, p.3).

Las tablas de contingencia también llamadas como tablas de doble entrada son una herramienta importante para este tipo de análisis. Constan de filas (horizontales) para información sobre una variable y columnas (verticales) para información sobre otra variable. Estas filas y columnas separan celdas donde se vuelca la frecuencia de cada combinación de variables de análisis. Las columnas y filas delimitan celdas donde se muestran las frecuencias de cada combinación de las variables analizadas. En su expresión más elemental, las tablas tienen solo 2 filas y 2 columnas (Bejar, 1958, p.3).

**Tabla 3-1:** Tabla de contingencia

$X \setminus Y$	$y_1$	$y_2$	...	$y_j$	...	$y_m$	
$X_1$	$n_{11}$ ( $e_{11}$ )	$n_{12}$ ( $e_{12}$ )	...	$n_{1j}$ ( $e_{1j}$ )	...	$n_{1m}$ ( $e_{1m}$ )	$N_{1\cdot}$
$X_2$	$n_{21}$ ( $e_{21}$ )	$n_{22}$ ( $e_{22}$ )	...	$n_{2j}$ ( $e_{2j}$ )	...	$n_{2m}$ ( $e_{2m}$ )	$N_{2\cdot}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$X_i$	$n_{i1}$ ( $e_{i1}$ )	$n_{i2}$ ( $e_{i2}$ )	...	$n_{ij}$ ( $e_{ij}$ )	...	$n_{im}$ ( $e_{im}$ )	$N_{i\cdot}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
$X_k$	$n_{k1}$ ( $e_{k1}$ )	$n_{k2}$ ( $e_{k2}$ )	...	$n_{kj}$ ( $e_{kj}$ )	...	$n_{km}$ ( $e_{km}$ )	$N_{k\cdot}$
	$N_{\cdot 1}$	$N_{\cdot 2}$		$N_{\cdot j}$		$N_{\cdot m}$	$N$

Fuente: (De la Fuente Fernández, 2011).

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

- Se analizan dos variables (que admiten distintas modalidades) mediante una tabla de contingencia, en donde una ocupa las filas y otra las columnas.
- Se contrasta la hipótesis nula que presume la independencia entre ambas variables, mediante el estadístico  $\chi^2$  de Pearson

$$\begin{cases} H_0 : \text{Ambas variables son independientes} \\ H_1 : \text{Existe una relación de dependencia} \end{cases}$$

Se define el estadístico observado:

(18-1)

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m \frac{(n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} = \chi_{(k-1)(m-1)}^2$$

que sigue asintóticamente una distribución  $\chi^2$  con  $(k - 1) * (m - 1)$  grados de libertad si es cierta la hipótesis nula  $H_0$ , con  $e_{ij} > 5$ ,  $1 \leq i \leq k$ ,  $1 \leq j \leq m$  (en caso contrario, es necesario agrupar filas o columnas contiguas).

La región crítica para el contraste de independencia se determina:

(19-1)

$$P[\chi_{(k-1)(m-1)}^2 \geq k/H_0] = \alpha$$

Así, pues, para un nivel de significación  $\alpha$ :

(20-1)

$$\begin{cases} \chi^2_{(k-1)(m-1)} < \chi^2_{\alpha;(k-1)(m-1)} \rightarrow \text{Se acepta } H_0 \text{ (no existe diferencia significativa a nivel } \alpha) \\ \chi^2_{(k-1)(m-1)} \geq \chi^2_{\alpha;(k-1)(m-1)} \rightarrow \text{Se rechaza } H_0 \text{ (existe diferencia significativa a nivel } \alpha) \end{cases}$$

(De la Fuente Fernández, 2011, p.3).

## 1.2. Bases teóricas

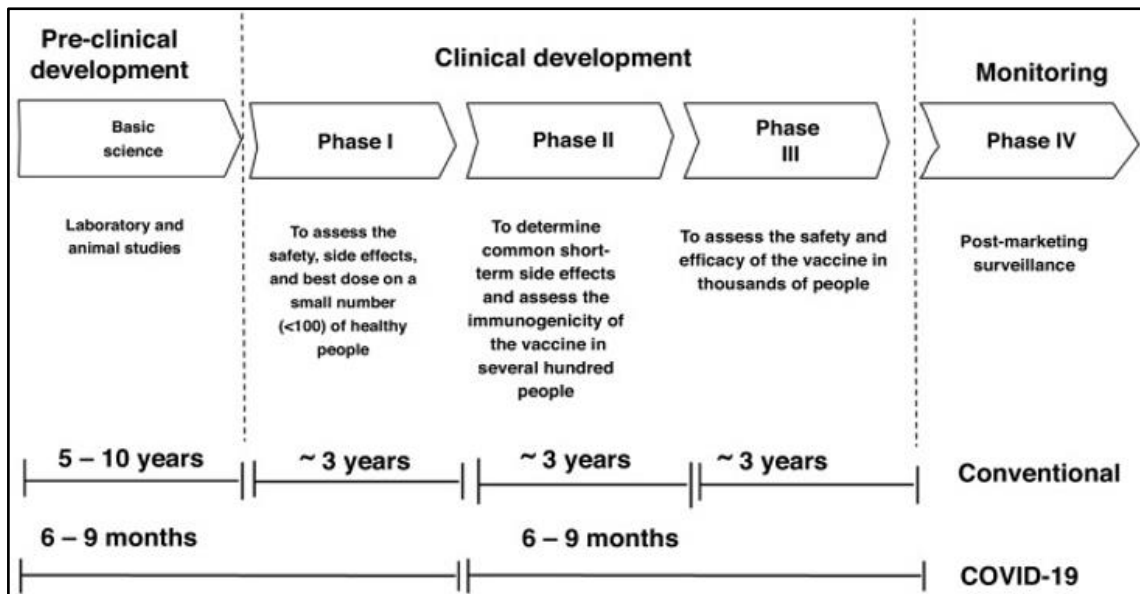
### 1.2.1. Ministerio de salud pública

Dirigir, regular, planificar, coordinar, controlar y gestionar la salud pública en el Ecuador a través de la gobernanza y vigilancia y control de la salud, y salvaguardar el derecho a la salud a través de la prestación de servicios de cuidado personal, prevención de enfermedades, promoción y equidad de la salud, gobernanza en salud, investigación y control. Desarrollo de la ciencia y la tecnología; articulando a los actores del sistema para salvaguardar el derecho a la salud (MSP, 2021b, párr.1).

### 1.2.2. ¿Qué es la vacunación?

La vacunación es una de las maneras más efectivas para prevenir las enfermedades, pues ayuda al sistema inmunitario a reconocer y luchar contra los microorganismos patógenos (virus, bacterias, hongos, parásitos, etc.) Por ello, se protege al ser humano contra más de 25 enfermedades que debilitan o amenazan la vida. Algunas de estas enfermedades son: sarampión, poliomielitis, tétanos, difteria, meningitis, influenza, cáncer cervical, entre otras (Negrete, 2020, p.30).

Las vacunas son uno de los métodos más efectivos de protección contra enfermedades en poblaciones susceptibles. El uso de vacunas debe someterse a ensayos clínicos y demostrar que es seguro y eficaz antes de que se aplique a poblaciones a gran escala. Los ensayos clínicos de fase III aleatorizados, controlados y doble ciego evaluaron la seguridad y la eficacia de la vacuna comparando la incidencia de eventos adversos entre los grupos vacunados y placebo. El rápido desarrollo de la COVID-19 global ha ejercido una presión considerable sobre los requisitos para el desarrollo y la seguridad de las vacunas.



**Figura 3-1:** Desarrollo de vacunas contra el COVID-19 en comparación con las vacunas convencionales

Fuente: (Ndwandwe y Wiysonge, 2021).

### 1.2.3. Características de las vacunas

- Las vacunas deben pasar una serie rigurosa de pruebas antes de que puedan administrarse a las personas.
- Los niños pueden recibir varias vacunas a la vez, es un procedimiento muy seguro.
- Las vacunas no solo protegen a los vacunados, sino a las personas que están a su alrededor (Negrete, 2020, p.30).

### 1.2.4. ¿Qué es la COVID-19?

El SARS-CoV-2, causante de la COVID-19, es un virus ARN monocatenario, perteneciente al orden Nidovirales, de la familia **Coronaviridae** y de la subfamilia **Orthocoronavirinae**, y convirtiéndose en el séptimo coronavirus en infectar a los humanos. El SARS-CoV-2 presenta una tasa de mortalidad entre 3% y 4% (Aquino-Canchari et al., 2020, p.4).

### 1.2.5. Denominación de las variantes del SARS-CoV-2

El sistema de nomenclatura establecido por GISAID, Nextstrain y Pango para nombrar y rastrear el linaje genético del SARS-CoV-2 continúa siendo utilizado en la comunidad científica y en la investigación científica, la OMS convocó a algunos científicos del Grupo Consultivo Técnico sobre la Evolución de los Virus y de la Red de Laboratorios de Referencia de la OMS para

la COVID-19, representantes de GISAID, Nextstrain y Pango, y otros expertos en virología y nomenclatura microbiológica y comunicación de varios países e instituciones, el grupo de expertos recomienda el uso de letras griegas alfabéticas, es decir, Alpha, Beta, Gamma, que es más fácil de usar y más práctico para discusiones del público no científico.

### 1.2.6. Variantes preocupantes

Una variante del SARS-CoV-2 que está asociada a uno o más de los siguientes cambios en un grado que resulte significativo para la salud pública mundial, cumple con los criterios para ser definida como una VOI, los criterios son:

- Mayor transmisibilidad o cambios dañinos en la epidemiología de la COVID-19; o
- Aumento de la virulencia o cambios clínicos en la enfermedad; o
- Disminución de la eficacia de las medidas sociales y de salud pública o de los medios de los diagnósticos, vacunas y tratamientos disponibles.

#### Variantes preocupantes actualmente designadas:

**Tabla 4-1:** Variantes preocupantes actualmente designadas

Denominación de la OMS	Linaje Pango*	Clado/linaje GISAID	Clado Nextstrain	Otros cambios en aminoácidos que se están examinando <sup>o</sup>	Primeras muestras documentadas samples	Fecha de designación
<b>Alpha</b>	B.1.1.7	GRY	20I (V1)	+S:484K +S:452R	Reino Unido, septiembre 2020	18-dic-20
<b>Beta</b>	B.1.351	GH/501Y.V2	20H (V2)	+S:L18F	Sudáfrica, may-20	18-dic-20
<b>Gamma</b>	P.1	GR/501Y.V3	20J (V3)	+S:681H	Brasil, noviembre 2020	11-ene-21
<b>Delta</b>	B.1.617.2	GK	21A, 21I, 21J	+S:417N	India, octubre 2020	VOI: 4 abril 2021 VOC: 11 mayo 2020
<b>Ómicron*</b>	B.1.1.529	GRA	21K, 21L 21M	+S:R346K	Varios países noviembre 2021	VUM: 24-nov-2021 VOC: 26-nov-2021
<b>Lambda</b>	C.37	GR/452Q.V1	21G			14-jun-2021

Perú, diciembre  
2020

---

<b>Mu</b>	B.1.621	GH	21H	Colombia, enero 2021	30-ago-21
-----------	---------	----	-----	-------------------------	-----------

---

**Fuente:** (OMS, 2021).

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

### ***1.2.7. Transmisión de SARS-CoV-2***

La transmisión ocurre principalmente a través de gotículas respiratorias y fomites. Hasta la fecha no se ha descrito la transmisión transplacentaria. Sin embargo, se ha descrito la enfermedad neonatal debido a la transmisión posparto. La fiebre, tos y la dificultad para respirar son los síntomas más comunes predominantes, según informes el 83%, 82% y 31% de los pacientes, respectivamente (Aquino-Canchari et al., 2020, p.4).

### ***1.2.8. Pruebas diagnósticas de detección de COVID-19***

Existen diversos métodos de laboratorio disponibles para establecer el diagnóstico de infección por SARS-CoV-2 los cuales se encuentran en pleno desarrollo e implementación, con resultados variables, por lo que es importante tener ciertas consideraciones al momento de solicitarlos e interpretarlos. De manera general, las pruebas disponibles actualmente consisten en la detección de ácidos nucleicos (RT-PCR), serologías y detección de antígenos virales (Rivera Villegas et al., 2020, p.15).

Hay dos tipos principales de pruebas de diagnóstico para el SARS-CoV-2: las que informan la presencia de una infección actual y las que confirman una infección previa. Junto a ellos, otras pruebas diagnósticas, como algunas pruebas de imagen y determinados marcadores bioquímicos, pueden ayudar a complementar el diagnóstico de la enfermedad provocada por el SARS-CoV-2 (COVID-19) (Vila Muntadas et al., 2021, p.185).

#### **Detección de ácidos nucleicos**

Uno de los métodos directos más utilizados es aquellos basados en la tecnología de detección de ácidos nucleicos del SARS-CoV-2. Según lo recomendado por la OMS, la prueba de referencia o “gold standard” para diagnóstico de COVID-19 en muestras provenientes de pacientes con sintomatología compatible, es la reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa en tiempo real



(RT-qPCR), que detecta el ARN viral basado en la tecnología de amplificación de ácidos nucleicos (NAAT). Es la prueba más sensible y fiable de los métodos disponibles (D'Suze García et al., 2021, p.196).

### **Detección de anticuerpos**

La infección por COVID-19 también se puede identificar de forma indirecta midiendo la respuesta inmune del huésped ante la infección por el SARS-CoV-2. La evidencia serológica más temprana son los anticuerpos IgM contra el virus; estos suelen aparecer entre la tercer y cuarta semana del inicio de los síntomas, seguidos por la aparición de anticuerpos IgG específicos (Rivera Villegas et al., 2020, p.15).

Estas pruebas consisten en la identificación cualitativa y/o medición cuantitativa de diferentes clases de inmunoglobulinas, principalmente IgM, IgA e IgG contra proteínas del SARS-CoV-2, que permiten establecer, por una parte, si una persona ha estado en contacto con el virus y se encuentra en la fase aguda de la infección o si ha desarrollado inmunidad humoral de memoria por exposición previa al virus (D'Suze García et al., 2021, p.197).

### **Detección de antígenos virales**

Existen también pruebas basadas en inmunoensayos que detectan antígenos virales en secreciones de vías respiratorias, las cuales consisten en muestras nasales o salivales que contienen fragmentos virales del SARS-CoV-2. Su gran importancia radica en que la aplicación suele ser más sencilla, barata y con un resultado casi inmediato (quince minutos), por lo que permite un diagnóstico rápido y temprano de la infección, particularmente cuando la replicación viral se encuentra en su máximo nivel (Rivera Villegas et al., 2020, p.16).

#### ***1.2.9. COVID-19 en distintos grupos de personas***

Los grupos con mayor riesgo de desarrollar enfermedad grave por COVID son personas con:

- Mayor edad
- Enfermedades cardiovasculares e hipertensión arterial
- Diabetes
- Enfermedad pulmonar
- Cáncer
- Inmunodepresión
- Embarazo
- Otras enfermedades crónicas

Otras personas, las que fuman o padecimientos como la obesidad, parecen tener mayor riesgo de desarrollar una enfermedad grave. La enfermedad en los niños, adolescentes y personas con enfermedades mentales también tendrían más riesgo de enfermedad grave (Ministerio de sanidad igualdad y asuntos sociales, 2021, p.55).

#### ***1.2.10. Tipos de vacunas aplicadas en Ecuador***

Por un lado, dos vacunas de ARN mensajero (ARNm): la BNT162b2 (Comirnaty®, Pfizer/BioNTech), autorizada el 21 de diciembre de 2020, y la ARNm-1273 (COVID-19 Vaccine Moderna®), autorizada el 6 de enero de 2021. Por otro lado, dos vacunas de vectores virales: ChAdOx1-S (COVID-19 Vaccine AstraZeneca®), autorizada el 29 de enero de 2021, y COVID-19 Vaccine Janssen®, autorizada el 11 de marzo de 2021 (Gras-Valentí et al., 2021, p.2).

Actualmente las vacunas que se están aplicando en Ecuador son AstraZeneca, Pfizer, Sinovac y Cansino, pero al principio de la inmunización únicamente se aplicaban las tres primeras vacunas contra el COVID-19, de las cuales Sinovac y Pfizer llegaron primero al país y se priorizó vacunar al personal de salud y adultos mayores.

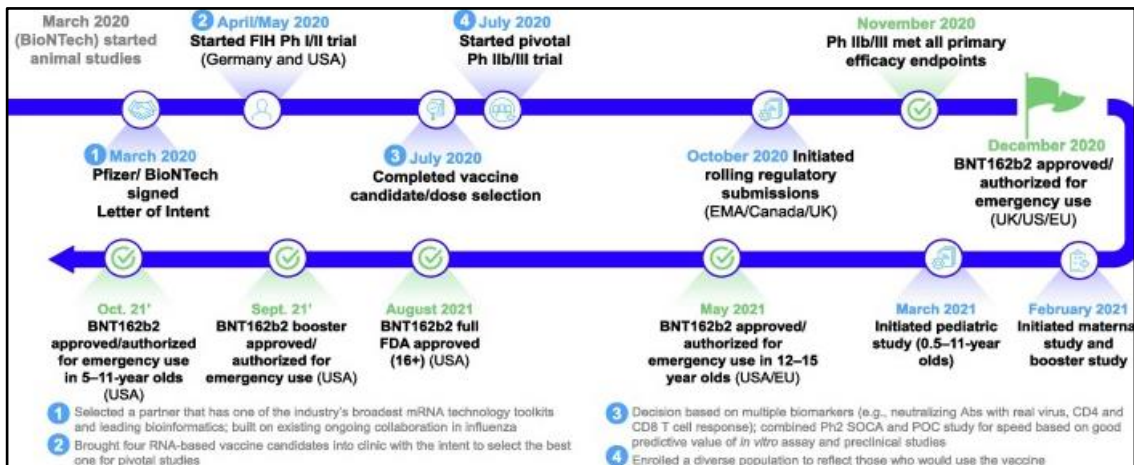
#### **BioNTech/Pfizer**

La estrategia de vacunación actual de BioNTech/Pfizer Comirnaty (BNT162b2) es un procedimiento de dos pasos de "preparación y refuerzo" en el que a la primera vacunación le sigue una segunda vacunación con la misma dosis al menos 21 días después. Los estudios sugieren que la efectividad de la vacuna es menor en las personas que recibieron solo la primera dosis en comparación con las personas que recibieron el régimen de vacunación completo (Müller et al., 2021, p.2066).

La aplicación de la vacuna de Pfizer (BNT162b2) es por vía intramuscular 0,3 ml, como se lo ha mencionado en dos dosis con intervalos de tiempo entre 28 y 82 días. Los efectos que se han llegado a reportar son diversos, tales como, dolor en la zona de punción, mareo, cefalea, fatiga, fiebre, escalofrío y mialgias. La vacunación tiene como objetivo principal reducir la mortalidad y enfermedad grave por COVID-19 evitando así las hospitalizaciones y por consiguiente el colapso de los centros de salud.

El 11 de diciembre de 2020, la Administración de Drogas y Alimentos de los EE. UU. (FDA) emitió una Autorización de uso de emergencia (EUA) para la vacuna contra la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) de Pfizer-BioNTech, administrada en 2 dosis separadas por 21 días (Shimabukuro y Nair, 2021, p.780); según datos de la fase 2/3 del ensayo global de la vacuna BNT162b2, con el tiempo, la incidencia acumulada de casos de COVID-19 entre los que recibieron el placebo y los que recibieron la vacuna BNT162b2 comenzó a diferir 12 días después

de la primera dosis. En este momento, la eficacia de la vacuna de 52 % para prevenir de la COVID-19; y los datos de eficacia a partir de las dos semanas después de la primera dosis hasta antes de la administración de la segunda dosis alcanzan el 92,6% (Gras-Valentí et al., 2021, p.8).



**Figura 4-1:** Cronología de nuestro viaje a la “velocidad de la luz” para lograr la primera aprobación de la vacuna contra el coronavirus 2019 (COVID-19)

Fuente: (Fernando et al., 2021).

### ChAdOx1-S (COVID-19 Vacuna AstraZeneca)

El adenovirus de chimpancé que codifica la glicoproteína del pico del SARS-CoV-2 (ChAdOx1-S) es la vacuna Oxford-AstraZeneca diseñada para prevenir la infección por COVID-19. Fue autorizado por la Agencia Europea de Medicamentos (EMA) para su uso en toda la Unión Europea (UE) tras la aprobación de la Comisión Europea el 29 de enero de 2021. La eficacia y la seguridad de la vacuna AstraZeneca se determinaron tras un análisis a corto plazo de los datos recopilados de los ensayos clínicos realizados en el Reino Unido, Brasil y Sudáfrica (Tobaiqy et al., 2021, p1).

Se basa en las instrucciones genéticas del virus SARS-CoV-2, ARNm temporal que contiene instrucciones para que las células generen, construyan la proteína espiga, la cual, coincide con las que se encuentra en la superficie del SARS-CoV-2, provocada por la COVID-19. Una vez las células presentan las proteínas espiga, el cuerpo las reconoce como extrañas y desarrolla una respuesta inmunitaria. La vacuna alcanzó un 84,4% de eficacia después de aplicada la segunda dosis, y el intervalo de aplicación fue de 12 semanas, mientras que, si el intervalo fue menor a 6 semanas, la eficacia descendió al 54,9%. El enfoque del Reino Unido de dejar un intervalo de tres meses entre las dosis de la vacuna Oxford AstraZeneca COVID-19 ha sido respaldado por nuevos datos, y los investigadores de la Universidad de Oxford también dijeron que la vacuna 'puede tener un impacto sustancial en la transmisión' (Wise, 2021, párr.1).

La Agencia Europea de Medicamentos autorizó el uso de la vacuna SARS-CoV-2 de AstraZeneca en todos los adultos mayores de 18 años el 29 de enero, pocos días después de que los periódicos alemanes sugirieran que la vacuna se limitaría a los adultos menores de 65 años debido a la poca eficacia en las personas mayores. El Comité de Medicamentos de Uso Humano de la EMA anunció que la vacuna de AstraZeneca y la Universidad de Oxford era segura y eficaz para prevenir la infección en personas mayores de 18 años, según los datos de cuatro ensayos clínicos realizados en el Reino Unido, Brasil y el Sur. África. Las dos dosis se pueden administrar con un intervalo de entre cuatro y 12 semanas (Torjesen, 2021, p.1).

### **CoronaVac/Sinovac**

La vacuna CoronaVac producida por la farmacéutica China Sinovac, pasó la verificación de uso de emergencia de la OMS el 1 de junio de 2021, se recomienda la aplicación de las dosis del mismo producto, las ampollas que contienen la vacuna deben mantenerse fuera del alcance de la luz y a temperaturas entre 2 y 8 °C.

De acuerdo con la OMS, se recomienda dos dosis de 0,5 ml de la vacuna por vía intramuscular (músculo deltoides), en intervalos de tiempo de 2 a 4 semanas, si se superan las 4 semanas después de la primera dosis, la segunda debe ser suministrada lo más antes posible. En estudios de fase III realizados por médicos brasileños mostró que la aplicación de dos dosis de la vacuna de Sinovac protegió al 50,7% de pacientes sintomáticos y al 100% de casos moderados y graves de hospitalizaciones. Según los datos disponibles, se recomienda la vacunación para personas con afecciones que aumentan el riesgo de síntomas graves de COVID-19. Esto sucede, por ejemplo, con la obesidad, las enfermedades cardiovasculares y las enfermedades pulmonares. La vacuna Inactivada COVID-19 (Vero Cell) CoronaVac® es una vacuna inactivada contra la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) que estimula el sistema inmunológico del cuerpo sin riesgo de causar enfermedad. Una vez que la vacuna inactivada se administra al sistema inmunitario del cuerpo, estimula la producción de anticuerpos, lo que prepara al cuerpo para responderá una infección por el SARS-CoV-2. Esta vacuna tiene un adyuvante (con hidróxido de aluminio) para estimular la respuesta del sistema inmunológico (Beijing Institute of Biological Products Co, 2021, p.1).

#### ***1.2.11. Disponibilidad de camas para pacientes COVID en Ecuador***

En la fecha 19 de marzo del 2020, Ecuador presenta duras cifras del sistema de salud ante el COVID-19, contando con un total de 1183 camas de cuidados intensivos. Existen 634 centros hospitalarios, de los cuales solo el 29% corresponden a hospitales públicos. Respecto la capacidad

de médicos, Ecuador tienen 22 por cada 10 000 habitantes, con lo cual el país está cerca de lo mínimo recomendado por la OMS, siendo esta de 23 médicos por cada 10 000 habitantes.

A nivel nacional cuenta con 7 161 camas operativas y funcionales para hospitalización, 81 camas de UCI para COVID-19 implementadas, 287 camas operativas y funcionales de UCI para pacientes COVID-19, 35 camas de terapia intensiva para COVID-19 implementadas, 20 camas UCI para pacientes COVID-19, 1870 y 403 camas de hospitalización y camas UCI para adultos COVID-19, respectivamente.

DISPONIBILIDAD DE CAMAS PARA COVID-19*					
	CAMAS PARA	% DE OCUPACIÓN	PERSONAS EN LISTA DE ESPERA	CAMAS ASIGNADAS	CAMAS OCUPADAS
MSP	HOSPITALIZACIÓN	19%	3	1308	251
	CUIDADOS INTERMEDIOS	23%	2	111	26
	UCI	61%	1	305	185
RPIS	HOSPITALIZACIÓN	40%	5	612	243
	CUIDADOS INTERMEDIOS	55%	0	29	16
	UCI	71%	10	218	155
RPC	HOSPITALIZACIÓN	26%	0	458	120
	CUIDADOS INTERMEDIOS	18%	0	17	3
	UCI	34%	3	160	54

RPC: Red Privada Complementaria  
 RPIS: Red Pública Integral de Salud (IESS - FF.AA - PP.NN)

**Figura 5-1:** Disponibilidad de camas con fecha de corte 21 de agosto de 2021

Fuente: (MSP, 2021a).

En su última publicación del 12 de octubre del 2021, el IESS reporta que en sus 24 hospitales de atención COVID-19 presentan, 425 camas COVID-19 de estas 97 están ocupadas y 328 están disponibles, de igual manera, de 79 camas UCI 39 están ocupadas y 40 están disponibles.

### 1.2.12. Unidad de cuidados intensivos

El paciente crítico es definido por la Sociedad Americana de Medicina Intensiva, como aquel que se encuentra fisiológicamente inestable, que requiere soporte vital avanzado y una evaluación clínica estrecha con ajustes continuos de terapia según evolución. Las unidades de cuidados intensivos UCI son, sin duda, lugares con mano de obra e infraestructura adecuada para cumplir con los requerimientos asistenciales antes mencionados.

### 1.2.13. Medidas para mantenerse y mantener a los demás a salvo de la COVID-19

- Mantenga una distancia de al menos 1 metro de las personas.

- Hacer que el uso de mascarillas sea una parte normal de sus interacciones con los demás es fundamental para un uso, almacenamiento, limpieza y eliminación adecuados.
- Lávese las manos antes de ponerse la mascarilla, antes y después de quitársela y cada vez que la toque.
- Asegúrese de que la mascarilla le cubra la nariz, la boca y el mentón.
- Al quitarse la mascarilla, guárdela en una pelota de plástico limpia; si es de tela, lávela a diario, y si es mascarilla médica, tírela a la basura.
- No use mascarillas con válvulas (OMS, 2020).

#### ***1.2.14. Población social vulnerable***

La evidencia disponible a nivel internacional y los brotes encontrados en España vinculados al contexto de precariedad laboral y habitacional sugieren que la pandemia de COVID-19 no afecta a todos los colectivos por igual, e ilustra la retroalimentación entre pandemia y vulnerabilidad social. La vulnerabilidad social está relacionada con los sentimientos de inseguridad e impotencia que experimentan algunas comunidades y familias en cuanto a sus condiciones de vida y su capacidad para gestionar recursos y movilizar estrategias de afrontamiento (Ministerio de sanidad igualdad y asuntos sociales 2021, p.68).

#### ***1.2.15. Niveles administrativos de planificación***

- **Zona:** Están conformadas por provincias, de acuerdo con una proximidad geográfica, cultural y económica. Tenemos 9 zonas administrativas de planificación. Cada zona administrativa de planificación está constituida por distritos y estos a su vez por circuitos.

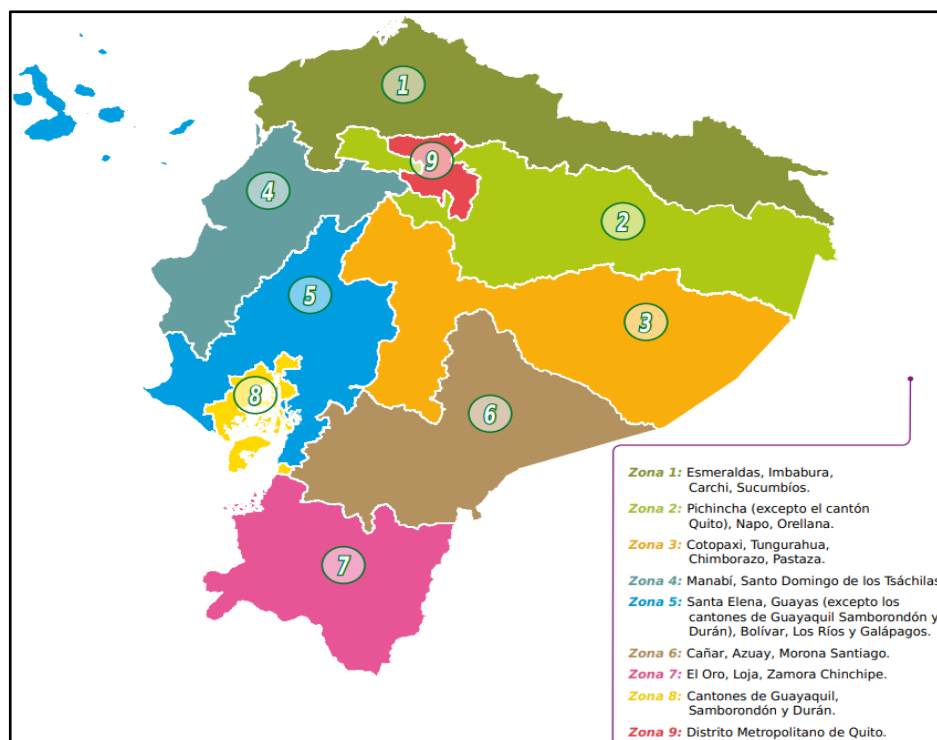
**Tabla 5-1:** Zonas administrativas de planificación del Ecuador

<b>Zonas administrativas de planificación del Ecuador</b>	
<b>Zona 1</b>	Esmeraldas, Imbabura, Carchi, Sucumbíos.
<b>Zona 2</b>	Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo, Orellana.
<b>Zona 3</b>	Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza.
<b>Zona 4</b>	Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas.

- Zona 5** Santa Elena, Guayas (excepto los cantones de Guayaquil Samborondón y Durán), Bolívar, Los Ríos y Galápagos.
- Zona 6** Cañar, Azuay, Morona Santiago.
- Zona 7** El Oro, Loja, Zamora Chinchipe.
- Zona 8** Cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán.
- Zona 9** Distrito Metropolitano de Quito.

Fuente: (SENPLADES, 2012).

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.



**Figura 6-1:** Zonas de planificación

Fuente: (SENPLADES, 2012).

- **Distrito:** Es la unidad básica de planificación y prestación de servicios públicos. Coincide con el cantón o unión de cantones. Se han conformado 140 distritos en el país. Cada distrito tiene un aproximado de 90 000 habitantes.
- **Circuito:** Es donde se brinda un conjunto de servicios públicos de a los ciudadanos y consiste en la presencia de múltiples agencias en un territorio dentro de un distrito (SENPLADES, 2012, p.6).

### ***1.2.16. Provincias del Ecuador***

Ecuador tiene 24 provincias conformadas en 4 regiones: insular, costa, sierra y oriente, estas son Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, El Oro, Esmeraldas, Galápagos, Guayas, Imbabura, Loja, Los Ríos, Manabí, Morona Santiago, Napo, Orellana, Pastaza, Pichincha, Santa Elena, Santo Domingo de los Tsáchilas, Sucumbíos, Tungurahua, Zamora Chinchipe.



## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Tipo de investigación

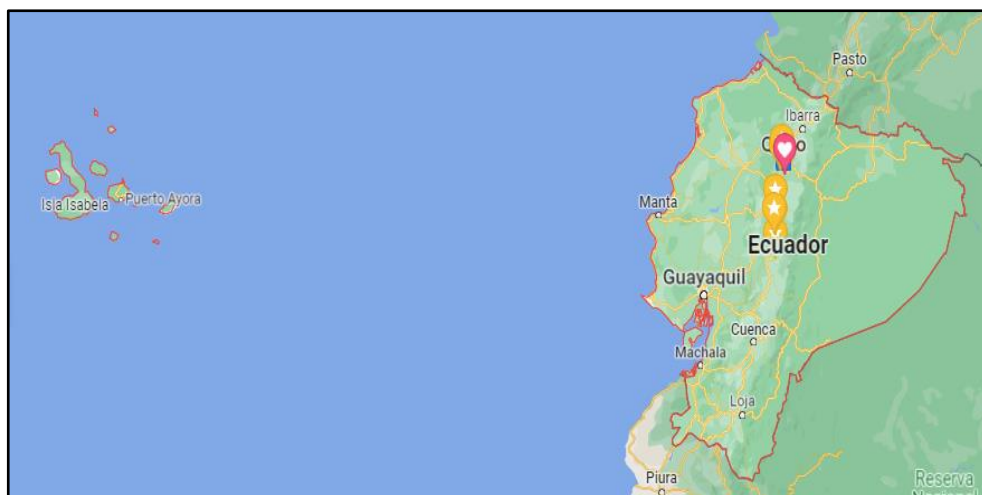
Por el método de investigación será mixta ya que las variables que se va a manipular son categóricas y numéricas, según el objetivo de estudio será aplicada ya que la presente investigación se centra en conocer las zonas administrativas de planificación con mayor número de habitantes vacunados con la primera y segunda dosis a través del uso de técnicas estadísticas, según el nivel de profundización en el objeto de estudio será descriptiva ya que se desea conocer las zonas administrativas de planificación que cuentan con mayor número de vacunados contra la COVID-19 en la primera y segunda dosis, según la manipulación de variables es no experimental porque ya se cuenta con una base de datos descargada de la página web oficial del Ministerio de Salud Pública, es decir la información es secundaria, según el tipo de inferencia será inductiva ya que se busca conocer las zonas administrativas de planificación que cuentan con mayor número de vacunados contra el COVID-19 en la primera y segunda dosis, según el periodo temporal es transversal ya que como se mencionó anteriormente la información procede de fuentes secundarias y no hubo un seguimiento de población vacunada el tiempo de estudio (Hernández Sampieri et al., 2014)(Patten y Newhart, 2018).

#### 2.2. Diseño de la investigación no experimental

La presente investigación utilizará un método de investigación mixto y según la manipulación de las variables es un diseño no experimental (Berger et al., 2018).

##### 2.2.1. Localización de estudio

Esta investigación se llevará a cabo a partir de la obtención de la base de datos del registro de vacunación contra la COVID-19 que abarca todo el territorio ecuatoriano, ubicada en la página web del Ministerio de Salud Pública en la Plataforma Gubernamental de Desarrollo Social.



**Figura 1-2:** Mapa del Ecuador

Fuente: (Google maps, n.d.).

### **2.2.2. Población de estudio**

Se realiza el análisis estadístico con personas vacunadas con la primera y segunda dosis contra la COVID-19, se registran un total de 4368997 dosis aplicadas a nivel nacional, fuente de esta el registro de la vacunación nacional de enero a junio 2021 del Ministerio de Salud Pública.

### **2.2.3. Método de muestreo**

No se cuenta con un método de muestreo ya que se trabaja con el total de la población.

### **2.2.4. Tamaño de la muestra**

No se cuenta con un tamaño de muestra ya que se trabaja con el total de la población.

### **2.2.5. Técnica de recolección de datos**

La recolección de los datos se obtuvo de los datos abiertos del Ministerio de Salud Pública en su publicación Vacunas COVID, con frecuencia semestral y el autor es la Dirección Nacional de Estadística y Análisis de Información de Salud. La DNEAIS creó un sistema denominado COVID-19-PCR diseñado para el registro y seguimiento de casos de COVID-19, los usuarios que disponen de acceso son administrador, epidemiólogo, profesional de la salud, laboratorio y reportador, en el cual tienen acceso a los registros individuales de prestación de servicios de salud RIPS y laboratorios particulares.

### 2.2.6. *Identificación de variables*

La base de datos del Ministerio de Salud Pública, el registro de la vacunación nacional de enero a junio 2021 cuenta con 233.764 datos, consta de 8 variables, que son: fecha, zona administrativa de planificación, provincia, sexo, grupo de edad, nombre de la vacuna, primera dosis y segunda dosis; mientras tanto de las infografías COVID-19 que emite el Ministerio de Salud Pública se han extraído las variables hospitalizaciones estables y hospitalizaciones pronóstico reservado, para la elaboración del mapa de coropletas de la población ecuatoriana vacunada dividida en zonas administrativas de planificación se usó la variable geometría, la cual se descargó las áreas geográficas de Ecuador en la web.

### 2.2.7. *Modelo estadístico*

En primer lugar, se realizará un análisis exploratorio de datos al registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador, posteriormente se hará un análisis descriptivo adecuada según el tipo a cada una de las variables de la base de datos con el objetivo de observar su comportamiento. A continuación, se efectuará una prueba de inferencia no paramétrica Chi-Cuadrado de las variables nombre de la vacuna y años, con el objetivo de identificar si existe relación entre dichas variables.

Además, se creará un mapa de coropletas a partir de georreferenciación de las variables número de vacunados por zonas administrativas de planificación del Ecuador con el fin de identificar las zonas administrativas de planificación con mayor porcentaje de vacunadas. Mas adelante se identificará si existe un impacto de la vacunación masiva en la disponibilidad de camas UCI para pacientes COVID-19, mediante una prueba de independencia entre las variables dosis aplicadas y hospitalizaciones dividida en pronóstico estable y reservado, por último, se planteará un modelo de regresión lineal con el objetivo de realizar pronósticos de las hospitalizaciones. Finalmente se presentarán los resultados obtenidos de técnicas efectuadas.

## 2.3. **VARIABLES EN ESTUDIO**

### 2.3.1. *Operacionalización de variables*

**Tabla 1-2:** Operacionalización de variables

Nombre de la variable	Descripción	Tipo de variable	Escala de medición	Categoría o intervalo
-----------------------	-------------	------------------	--------------------	-----------------------

Fecha	Fecha de la aplicación de la vacuna	Cualitativa	Ordinal	Del 21/1/2021 al 30/6/2021
Zona administrativa de planificación	Organización administrativa conformado por provincias	Cualitativa	Nominal	<p>Zona 1: Esmeraldas, Imbabura, Carchi, Sucumbíos.</p> <p>Zona 2: Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo, Orellana.</p> <p>Zona 3: Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza.</p> <p>Zona 4: Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas.</p> <p>Zona 5: Santa Elena, Guayas (excepto los cantones de Guayaquil Samborondón y Durán), Bolívar, Los Ríos y Galápagos.</p> <p>Zona 6: Cañar, Azuay, Morona Santiago.</p> <p>Zona 7: El Oro, Loja, Zamora Chinchipe.</p> <p>Zona 8: Cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán.</p> <p>Zona 9: Distrito Metropolitano de Quito.</p>
Provincia	División político-administrativa conformada por la unión de cantones	Cualitativa	Nominal	Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, El Oro, Esmeraldas, Galápagos, Guayas, Imbabura, Loja, Los Ríos, Manabí, Morona Santiago, Napo, Orellana, Pastaza, Pichincha, Santa Elena, Santo Domingo de los Tsáchilas, Sucumbíos, Tungurahua, Zamora Chinchipe.
Geometría	Multipoligonos que delimitan, modelizan de manera geográfica las zonas administrativas	Cuantitativa	Intervalo	$[0, +\infty[$

Sexo	Sexo de la persona vacunada	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Masculino Femenino
Grupo de edad	Grupo de edad de la persona vacunada	Cualitativa	Ordinal	12-17
				18-24
				25-49
				50-59
				60-69
				70-79
				80 y más
Nombre de la vacuna	Nombre de la vacuna aplicada	Cualitativa	Nominal	Pfizer AstraZeneca Sinovac
Primera dosis	Número de primeras dosis aplicada por tipo de vacuna	Cuantitativa	Razón	$]-\infty, +\infty[$
Segunda dosis	Número de segundas dosis aplicada por tipo de vacuna	Cuantitativa	Razón	$[0, +\infty[$
Hospitalizaciones estables	Número de pacientes hospitalizados estables por fecha	Cuantitativa	Razón	$[0, +\infty[$
Hospitalizaciones pronóstico reservado	Número de pacientes hospitalizados con pronóstico reservado por fecha	Cuantitativa	Razón	$[0, +\infty[$

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Análisis descriptivo

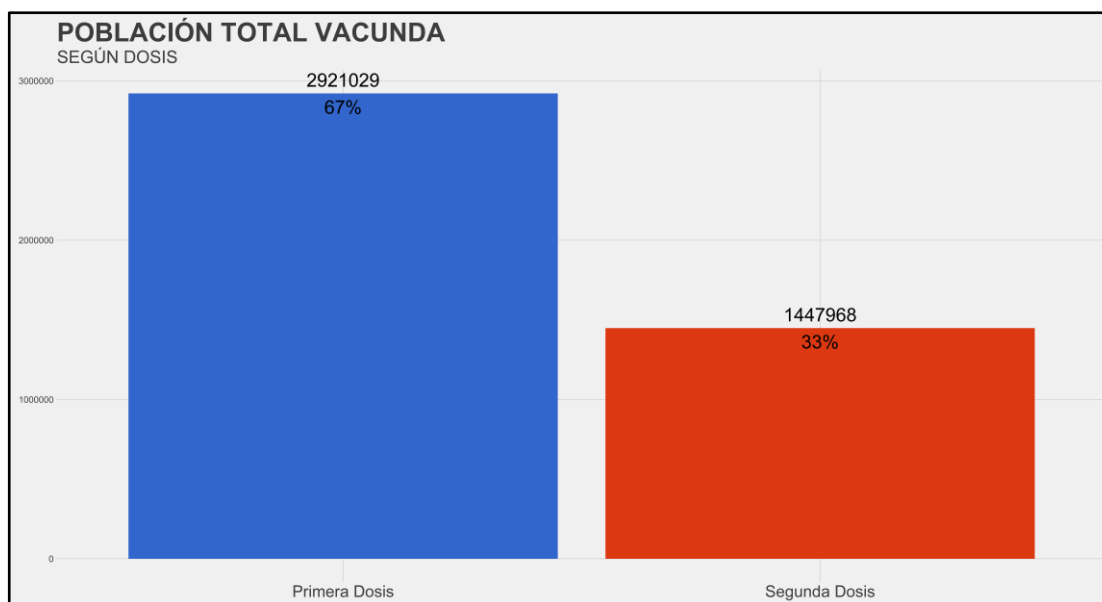
**Tabla 1-3:** Población total vacunada según dosis

Dosis	Vacunados	Porcentaje
Primera Dosis	2921029	67%
Segunda Dosis	1447968	33%

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 1-3 se muestra el total de población vacunada con la primera y segunda dosis. Se evidencia que del total de dosis aplicadas el 67% pertenece a la primera y el 33% para la segunda.



**Gráfico 1-3:** Población total vacunada según dosis

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 1-3 se visualiza la población total vacunada según dosis, de una totalidad de 4'368.997 personas vacunadas, el 67% esta vacunada con la primera dosis y el restantes 33% es la población que cuenta ya con las dos dosis aplicadas, se aprecia que existe mayor cantidad de vacunados con la primera dosis esto es porque depende de la vacuna a los cuantos días se puede aplicar la segunda dosis, para AstraZeneca a los 84 días, Sinovac y Pfizer a los 28 días.

**Tabla 2-3:** Estadísticos descriptivos de las variables meses y primera dosis

Estadístico	abril	enero	febrero	junio	marzo	mayo
<b>Mínimo</b>	0	1	0	0	0	0
<b>Cuartil Q1</b>	0	1	1	0	1	0
<b>Mediana</b>	2	2	2	1	2	2
<b>Cuartil Q3</b>	11	9	8	5	9	8
<b>Máximo</b>	2184	261	937	3273	1946	3461
<b>Media</b>	18,25	9,94	18,21	10,35	12,81	13,52
<b>Desviación E</b>	63,67	23,96	63,87	69,65	50,35	64,32
<b>Varianza</b>	4053,3	574,13	4079,79	4851,15	2535,39	4137,46
<b>Moda</b>	0	1	1	0	1	0
<b>Rango</b>	2184	260	937	3273	1946	3461
<b>Total</b>	<b>596232</b>	<b>3648</b>	<b>32246</b>	<b>1276320</b>	<b>169379</b>	<b>843204</b>

Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 2-3 se puede ver estadísticos descriptivos de las variables en los meses de enero a junio con respecto a la aplicación de la primera dosis de la vacuna contra la COVID-19. De estas se aprecia que en junio se han suministrado mayor cantidad de dosis, y en enero la menor cantidad, esto se debe a que en este mes comenzó la inmunización.

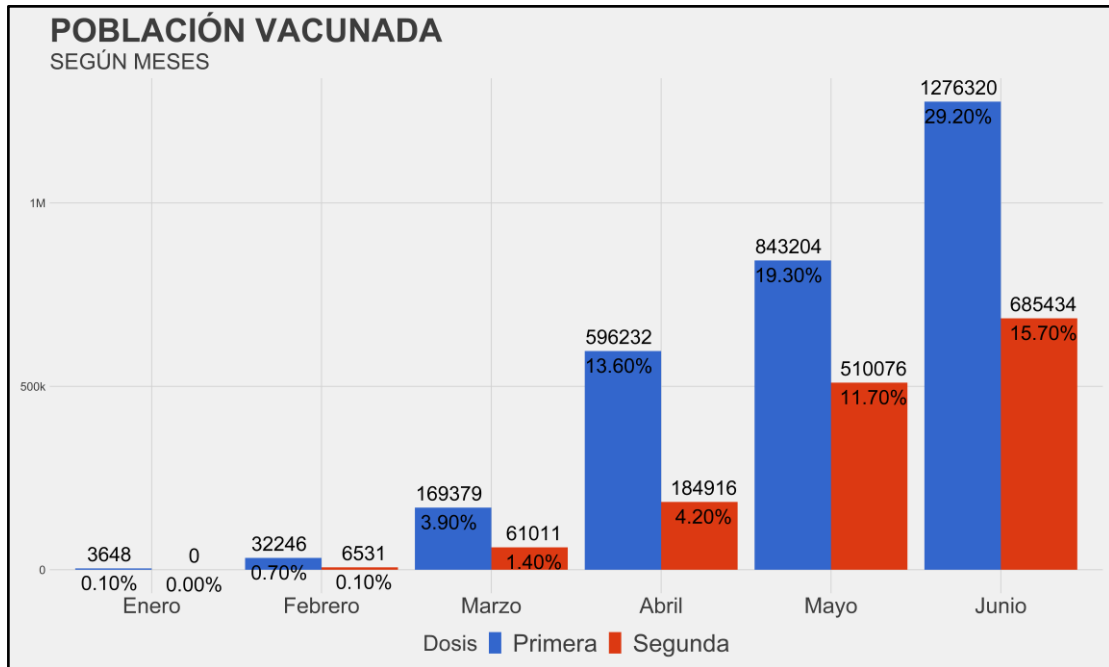
**Tabla 3-3:** Estadísticos descriptivos de las variables meses y segunda dosis

Estadístico	abril	enero	febrero	junio	marzo	mayo
<b>Mínimo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Cuartil Q1</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Mediana</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Cuartil Q3</b>	1	0	1	2	0	2
<b>Máximo</b>	1653	0	259	4322	2043	1948
<b>Media</b>	5,66	0	3,69	5,56	4,61	8,18
<b>Desviación E</b>	33,3	0	14,28	33,76	37,12	42,28
<b>Varianza</b>	1108,73	0	203,94	1139,67	1377,7	1787,43
<b>Moda</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Rango</b>	1653	0	259	4322	2043	1948
<b>Total</b>	<b>184916</b>	<b>0</b>	<b>6531</b>	<b>685434</b>	<b>61011</b>	<b>510076</b>

Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 3-3 se puede ver estadísticos descriptivos de las variables en los meses de enero a junio con respecto a la aplicación de la segunda dosis contra la COVID-19. Se aprecia que todos los estadísticos en enero son cero, esto se debe a que la aplicación de la segunda dosis corresponde a un intervalo de tiempo, de igual manera, junio presenta mayor cantidad de segundas dosis aplicadas.



**Gráfico 2-3:** Población vacunada según los meses de enero-junio 2021

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

El Gráfico 2-3 muestra la totalidad de población vacunada según los meses enero-junio 2021, en el cual se aprecia un incremento de dosis aplicadas sientio el 0,10% en el mes de enero de 2021 a un 29,20% en junio del mismo año esto con respecto a la primera dosis, mientras que en la segunda se muestra el 0,00% en enero y el 15,7% en el mes de junio de 2021, se evidencia un incremento progresivo en el tiempo tanto de la primera dosis como de la segunda.

**Tabla 4-3:** Estadísticos descriptivos de las variables zonas y primera dosis

Estadístico	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuartil Q1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Cuartil Q3	6	5	6	9	8	6	5	6	12
Máximo	1541	506	1427	625	414	1430	687	2563	3461
Media	8,82	8,21	9,38	10,82	8,51	11,33	6,58	32,8	57,2
Desviación	28,17	24,19	32,33	27,83	19,96	44,25	19,01	147,01	228,41



<b>Varianza</b>	793,68	585,38	1045,06	774,52	398,36	1958,23	361,3	21611,12	52169,94
<b>Moda</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Rango</b>	1541	506	1427	625	414	1430	687	2563	3461
<b>Total</b>	<b>247540</b>	<b>121001</b>	<b>285631</b>	<b>320979</b>	<b>410558</b>	<b>239379</b>	<b>243976</b>	<b>461679</b>	<b>590286</b>

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 4-3 se muestra los estadísticos descriptivos de las variables zonas administrativas de planificación con respecto a la aplicación de la primera dosis de la vacuna contra la COVID-19. En esta se aprecia que la zona administrativa 9, cuenta con mayor cantidad de primeras dosis aplicadas, mientras tanto, la zona 2 presenta una menor cantidad de dosis suministradas.

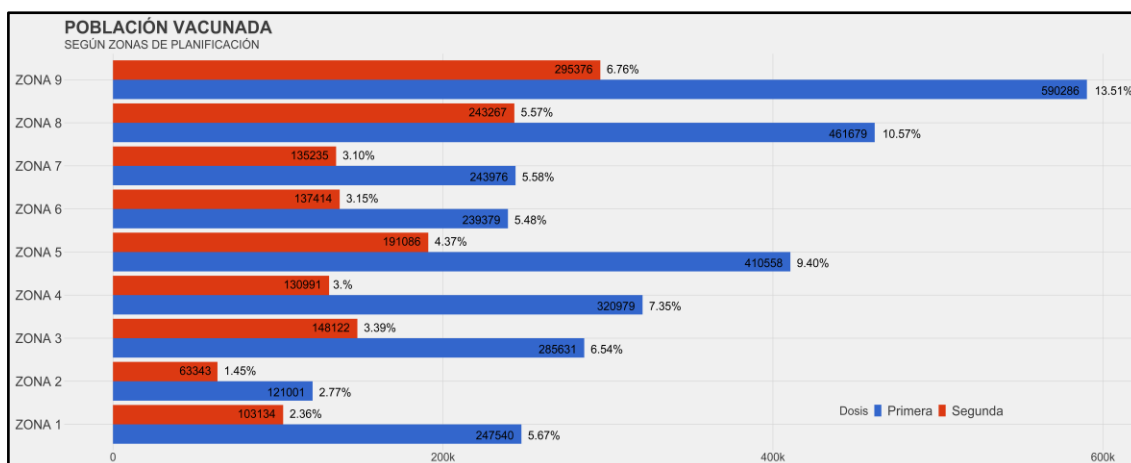
**Tabla 5-3:** Estadísticos descriptivos de las variables zonas y segunda dosis

<b>Estadístico</b>	<b>Zona 1</b>	<b>Zona 2</b>	<b>Zona 3</b>	<b>Zona 4</b>	<b>Zona 5</b>	<b>Zona 6</b>	<b>Zona 7</b>	<b>Zona 8</b>	<b>Zona 9</b>
<b>Mínimo</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cuartil Q1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Mediana</b>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>Cuartil Q3</b>	1	2	2	2	2	2	2	4	4
<b>Máximo</b>	373	383	1208	470	569	1480	757	1566	4322
<b>Media</b>	3,67	4,3	4,87	4,41	3,96	6,51	3,65	17,28	28,62
<b>Desviación</b>	13,97	17,17	22,77	16,16	14,43	33,46	13,52	75,39	118,8
<b>Varianza</b>	195,13	294,76	518,45	261,27	208,26	1119,8	182,77	5683,55	14114,47
<b>Moda</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Rango</b>	373	383	1208	470	569	1480	757	1566	4322
<b>Total</b>	<b>103134</b>	<b>63343</b>	<b>148122</b>	<b>130991</b>	<b>191086</b>	<b>137414</b>	<b>135235</b>	<b>243267</b>	<b>295376</b>

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 5-3 se muestra los estadísticos descriptivos de las variables zonas administrativas de planificación con respecto a la aplicación de la segunda dosis de la vacuna contra la COVID-19. En esta al igual que la primera dosis, la zona administrativa 9 cuenta con mayor cantidad de dosis aplicadas igualmente la zona 2 con menor la cantidad.



**Gráfico 3-3:** Población vacuna según las zonas de planificación del Ecuador

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 3-3 muestra la población vacunada según las zonas administrativas de planificación, en este se observa que en la zona de planificación 9 (conformada por Distrito Metropolitano de Quito) existe una mayor población vacunada tanto para la primera y segunda dosis con un 13,51% y 6,77%, respectivamente. Seguido por la zona de planificación 8 (conformada por Cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán), con un 10,57% para la primera dosis y un 5,57% para la segunda dosis, mientras que, la zona de planificación 2 (conformada por Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo, Orellana) presenta la menor población vacunada con un 2,77% y 1,45% en la primera y segunda dosis respectivamente.

**Tabla 6-3:** Estadísticos descriptivos de las variables provincias y primera dosis

Provincia	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	Media	Desv	Var	Mod	Ran	Total
Azuay	0	0	1	7	1430	14,2	55,1	3035,6	0	1430	176177
Bolívar	0	0	2	6	281	6,1	13,3	176,3	0	281	45464
Cañar	0	0	2	7	567	8,6	23,4	548	0	567	40065
Carchi	0	0	1	6	277	6,7	15,4	238,4	0	277	36693
Chimborazo	0	0	2	6	962	8,8	27,9	776,2	0	962	90457
Cotopaxi	0	0	2	7	803	9,4	26,3	693,7	0	803	78426
El Oro	0	0	1	6	350	7,2	18,1	327,8	0	350	109625
Esmeraldas	0	0	1	7	671	9,1	27	728,6	0	671	79632
Galápagos	0	0	1	7	414	11,7	34,2	1168,3	0	414	22929
Guayas	0	0	2	7	2563	18,4	96,6	9324,3	0	2563	622105
Imbabura	0	0	1	8	1541	12,3	39,2	1535,4	0	1541	96839
Loja	0	0	1	5	687	6,9	21,8	474,8	0	687	116697
Los Ríos	0	1	2	9	397	9,2	20,2	407,4	0	397	129183
Manabí	0	0	2	9	599	10,2	24,3	591,5	0	599	263701
Morona											
Santiago	0	0	1	5	222	5,7	14,9	223,4	0	222	23137

<b>Napo</b>	0	0	1	6	270	7,5	19,5	380,1	0	270	22990
<b>Orellana</b>	0	0	1	5	506	5,9	17,7	312,8	0	506	16385
<b>Pastaza</b>	0	0	1	4	217	4,7	10,7	113,8	0	217	14800
<b>Pichincha</b>	0	0	1	7	3461	35	170,2	28966,7	0	3461	671912
<b>Santa Elena</b>	0	0	1	8	319	10,5	26	674	0	319	52556
<b>Santo Domingo de los Tsáchilas</b>	0	0	1	9	625	15,2	44,8	2006,8	0	625	57278
<b>Sucumbíos</b>	0	0	1	4	558	5,7	19,8	393,3	1	558	34376
<b>Tungurahua</b>	0	0	1	6	1427	11,8	45,1	2031,7	0	1427	101948
<b>Zamora Chinchipe</b>	0	0	1	3	140	3,6	8	64,5	0	140	17654

Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 6-3 se puede ver estadísticos descriptivos de las provincias del Ecuador y la aplicación de la primera dosis de la vacuna contra la COVID-19, de las cuales Pichincha y Guayas son las que mayor cantidad de personas vacunadas poseen, por otro lado, las provincias de Orellana y Pastaza cuentan con la menor cantidad de primeras dosis aplicadas.

**Tabla 7-3:** Estadísticos descriptivos de las variables provincias y segunda dosis

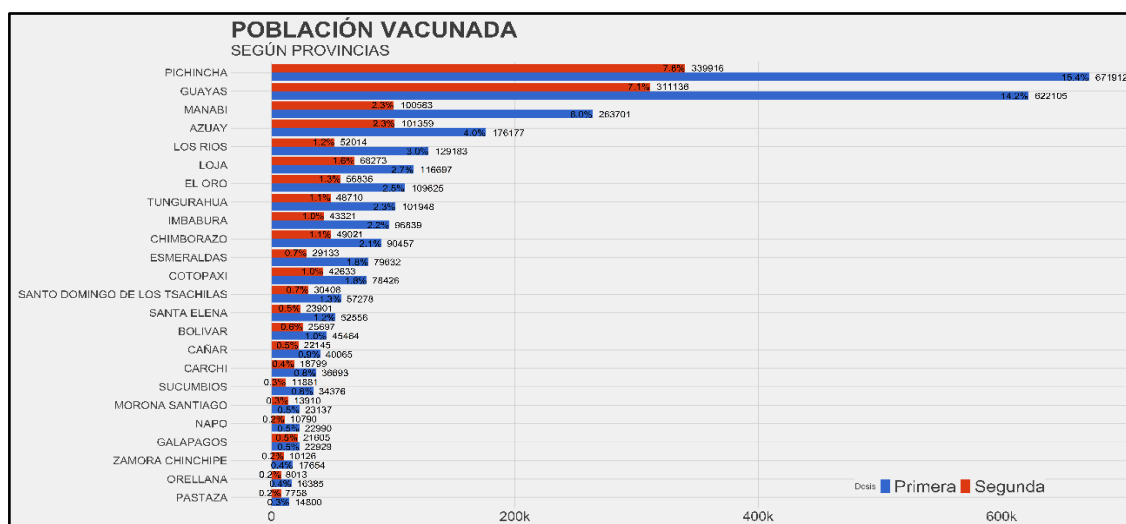
Provincia	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	Media	Desv	Var	Mod	Ran	Total
<b>Azuay</b>	0	0	0	2	1480	8,2	40,8	1668,3	0	1480	101359
<b>Bolívar</b>	0	0	0	2	257	3,5	11,2	124,9	0	257	25697
<b>Cañar</b>	0	0	0	1	609	4,8	21,6	466,2	0	609	22145
<b>Carchi</b>	0	0	0	1	188	3,4	11,8	138,3	0	188	18799
<b>Chimborazo</b>	0	0	0	2	368	4,8	18,9	356,1	0	368	49021
<b>Cotopaxi</b>	0	0	0	2	1128	5,1	23,9	570,7	0	1128	42633
<b>El Oro</b>	0	0	0	2	498	3,7	12,7	160,8	0	498	56836
<b>Esmeraldas</b>	0	0	0	1	312	3,3	12,2	148	0	312	29133
<b>Galápagos</b>	0	0	1	4	569	11	43	1850,7	0	569	21605
<b>Guayas</b>	0	0	0	2	1566	9,2	49,9	2492,9	0	1566	311136
<b>Imbabura</b>	0	0	0	2	373	5,5	19,8	393,8	0	373	43321
<b>Loja</b>	0	0	0	2	757	4,1	15,6	241,9	0	757	68273
<b>Los Ríos</b>	0	0	0	3	210	3,7	10,7	114,2	0	210	52014
<b>Manabí</b>	0	0	0	1	318	3,9	13,6	185,2	0	318	100583
<b>Morona Santiago</b>	0	0	0	1	217	3,4	13,2	175,4	0	217	13910
<b>Napo</b>	0	0	0	1	383	3,5	14,4	207	0	383	10790
<b>Orellana</b>	0	0	0	1	203	2,9	11	120,9	0	203	8013
<b>Pastaza</b>	0	0	0	1	159	2,5	8,7	75,5	0	159	7758
<b>Pichincha</b>	0	0	0	3	4322	17,7	88,9	7902,9	0	4322	339916

<b>Santa Elena</b>	0	0	1	3	239	4,8	14	195,2	0	239	23901
<b>Santo Domingo de los Tsáchilas</b>	0	0	0	3	470	8	27,7	767,6	0	470	30408
<b>Sucumbíos</b>	0	0	0	1	182	2	6,9	48,2	0	182	11881
<b>Tungurahua</b>	0	0	0	2	1208	5,6	28,6	819,8	0	1208	48710
<b>Zamora Chinchipe</b>	0	0	0	1	155	2,1	6,7	44,7	0	155	10126

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 7-3 se puede ver estadísticos descriptivos de las provincias del Ecuador y la aplicación de la segunda dosis de la vacuna contra la COVID-19. Al igual que en la primera dosis, Pichincha y Guayas cuentan con mayor cantidad vacunados, del mismo modo Orellana y Pastaza presentan menor cantidad de segundas dosis aplicadas.



**Gráfico 4-3:** Población vacuna según las provincias del Ecuador

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 4-3 se visualizan los porcentajes de vacunación de la primera y segunda dosis en las provincias del Ecuador, Pastaza, Orellana, Zamora Chinchipe, Galápagos, Napo, Morona Santiago, Sucumbíos, Carchi y Cañar son las provincias que no alcanzan ni el 1% de población vacunada en la primera dosis, con respecto a la segunda dosis se unen las provincias de Bolívar, Santa Elena y Santo Domingo de los Tsáchilas. Pichincha, Guayas, Manabí, Azuay superan el 2% de población vacunada en la segunda dosis y las 2 provincias en superar el 14% de población vacunada con la primera dosis es Pichincha y Guayas y de igual manera estas mismas provincias superan el 7% de la población total vacunada con la segunda dosis.

**Tabla 8-3:** Estadísticos descriptivos de las variables  
sexo y primera dosis

<b>Estadístico</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
<b>Mínimo</b>	0	0
<b>Cuartil Q1</b>	0	0
<b>Mediana</b>	1	1
<b>Cuartil Q3</b>	7	7
<b>Máximo</b>	3457	3461
<b>Media</b>	11,8	13,2
<b>Desviación E</b>	62	70,6
<b>Varianza</b>	3849,2	4989,5
<b>Moda</b>	0	0
<b>Rango</b>	3457	3461
<b>Total</b>	<b>1400171</b>	<b>1520858</b>

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, Michael, 2021

La Tabla 8-3 muestra los estadísticos descriptivos de las variables sexo con las categorías hombre y mujer la aplicación de la primera dosis de la vacuna contra la COVID-19. En este se aprecia que el 52,1% son mujeres que cuentan con la primera dosis y el restante 47,9% para los hombres.

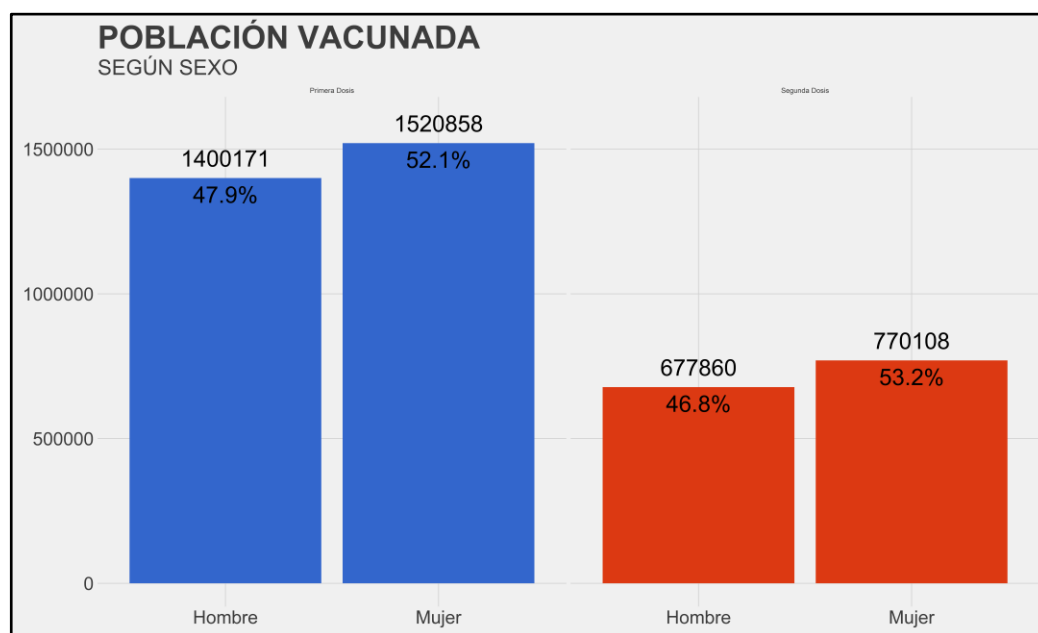
**Tabla 9-3:** Estadísticos descriptivos de las variables  
sexo y segunda dosis

<b>Estadístico</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
<b>Mínimo</b>	0	0
<b>Cuartil Q1</b>	0	0
<b>Mediana</b>	0	0
<b>Cuartil Q3</b>	2	2
<b>Máximo</b>	4322	2043
<b>Media</b>	5,7	6,7
<b>Desviación E</b>	33,7	38,7
<b>Varianza</b>	1135,8	1496,6
<b>Moda</b>	0	0
<b>Rango</b>	4322	2043
<b>Total</b>	<b>677860</b>	<b>770108</b>

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 9-3 se muestra los estadísticos descriptivos de las variables sexo con las categorías hombre y mujer y la aplicación de la segunda dosis de la vacuna contra la COVID-19. Al igual que la primera dosis, existe un mayor porcentaje de mujeres con la segunda dosis.



**Gráfico 5-3:** Población vacunada según el sexo

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

El Gráfico 5-3 presenta la población total vacunada con la primera y segunda dosis según el sexo, indicando que el 47,9% de personas vacunadas con la primera dosis son hombres y el 52,1% son mujeres, mientras que, el 53,2% de personas vacunadas con la segunda dosis son mujeres y el restante 46,8% son hombres, se observa una mayor cantidad de mujeres vacunadas tanto para la primera como la segunda dosis a comparación con los hombres.

**Tabla 10-3:** Estadísticos descriptivos de los grupos de edad y primera dosis

	De 12 a 17 años	De 18 a 24 años	De 25 a 49 años	De 50 a 59 años	De 60 a 69 años	De 70 a 79 años	De 80 años y más
<b>Mínimo</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cuartil Q1</b>	1	0	0	0	0	0	0
<b>Mediana</b>	1	1	2	2	2	1	1
<b>Cuartil Q3</b>	1	3	8	8	9	6	5
<b>Máximo</b>	123	755	3461	3219	3273	1463	1338
<b>Media</b>	1,9	4,8	17,4	12,6	14,5	11,9	7,7
<b>Desviación E</b>	5,8	18,6	82,8	66,4	85,1	51	32,1

<b>Varianza</b>	33,9	345,1	6852,7	4411,2	7241,8	2596,1	1027,6
<b>Moda</b>	1	0	0	0	0	0	0
<b>Rango</b>	123	755	3461	3219	3273	1463	1338
<b>Total</b>	<b>2837</b>	<b>98347</b>	<b>843388</b>	<b>532129</b>	<b>743563</b>	<b>460610</b>	<b>240155</b>

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 10-3 se puede ver estadísticos descriptivos de las variables grupos de edad 12-17; 18-24; 25-49; 50-59; 60-69; 70-79; 80 más años y la aplicación de la primera dosis de la vacuna contra la COVID-19. En este se aprecia que el grupo de edad de 25 a 49 años cuenta con la mayor cantidad de primeras dosis aplicadas el 19,3%, mientras tanto el grupo de 12 a 17 años presenta la menor cantidad el 0,06%.

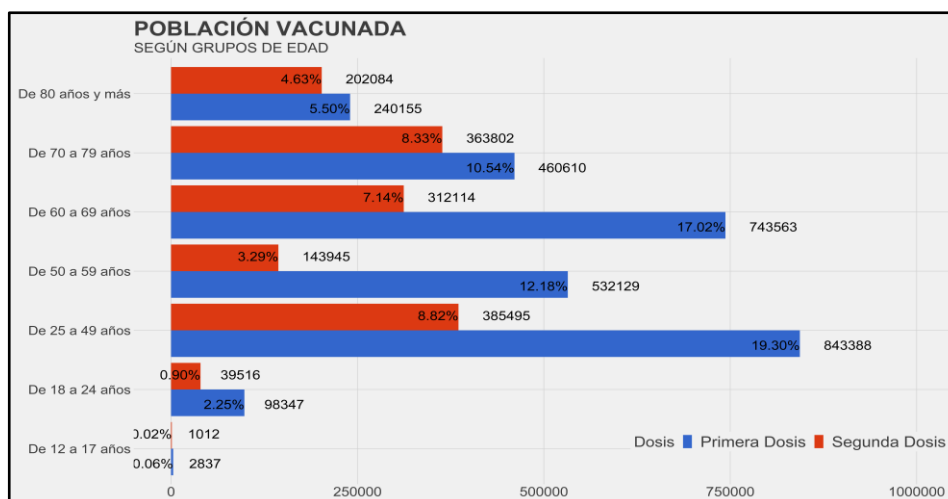
**Tabla 11-3:** Estadísticos descriptivos de los grupos de edad y segunda dosis

	<b>De 12 a 17 años</b>	<b>De 18 a 24 años</b>	<b>De 25 a 49 años</b>	<b>De 50 a 59 años</b>	<b>De 60 a 69 años</b>	<b>De 70 a 79 años</b>	<b>De 80 años y más</b>
<b>Estadístico</b>							
<b>Mínimo</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cuartil Q1</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Mediana</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cuartil Q3</b>	0	1	2	1	2	3	3
<b>Máximo</b>	86	1208	4322	1227	1291	1379	1217
<b>Media</b>	0,7	1,9	7,9	3,4	6,1	9,4	6,5
<b>Desviación E</b>	3,8	11,7	51,5	19	31,8	45,6	29,5
<b>Varianza</b>	14,5	137,7	2653,3	362,6	1011,7	2075,6	868,7
<b>Moda</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Rango</b>	86	1208	4322	1227	1291	1379	1217
<b>Total</b>	<b>1012</b>	<b>39516</b>	<b>385495</b>	<b>143945</b>	<b>312114</b>	<b>363802</b>	<b>202084</b>

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 11-3 se puede ver estadísticos descriptivos de las variables grupos de edad 12-17; 18-24; 25-49; 50-59; 60-69; 70-79; 80 más años y la aplicación de la segunda dosis de la vacuna contra la COVID-19. Igual a la aplicación de la primera dosis, en este se aprecia que el grupo de edad de 25 a 49 años cuenta con la mayor cantidad de segundas dosis aplicadas el 8,82%, mientras tanto el grupo de 12 a 17 años presenta la menor cantidad el 0,02%.



**Gráfico 6-3:** Población vacunada según grupos de edad

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

El Gráfico 6-3 indica el total de población vacunada con la primera y segunda dosis según los grupos de edad, el grupo que comprende de 25 a 49 años posee más población vacunada con la primera dosis con el 19,30% y el 8,82% con la segunda dosis, seguido del grupo de edades de 60 a 69 años con 17,02%, 7,14% en la primera y segunda dosis respectivamente, a su vez las personas adultas mayores de 80 a más años presentan el 5,50% en la primera dosis y el 4,63% de la segunda dosis y el grupo de personas de 12 a 17 años poseen tan solo el 0,06% en la primera dosis y 0,02% en la segunda dosis, siendo este grupo de edades la que presenta un mejor porcentaje de vacunados tanto para la primera como la segunda dosis.

**Tabla 12-3:** Estadísticos descriptivos del nombre de la vacuna y primera dosis

Estadístico	Pfizer	AstraZeneca	Sinovac
Mínimo	0	0	0
Cuartil Q1	0	1	1
Mediana	1	2	2
Cuartil Q3	4	11	7
Máximo	2108	3461	3273
Media	8,6	19,3	12,5
Desviación Estándar	39,8	95,1	67,5
Varianza	1584,3	9053	4552,3
Moda	0	1	1
Rango	2108	3461	3273
<b>Total</b>	<b>781026</b>	<b>1004265</b>	<b>1135738</b>

Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.



En la Tabla 12-3 se muestra los estadísticos descriptivos de las variables nombre de la Vacuna clasificada en Pfizer, Sinovac, AstraZeneca y la aplicación de la primera dosis de la vacuna contra la COVID-19. En este se aprecia que existe una mayor cantidad de primeras dosis aplicadas con Sinovac seguido por AstraZeneca.

**Tabla 13-3:** Estadísticos descriptivos del nombre de la vacuna y segunda dosis

<b>Estadístico</b>	<b>Pfizer</b>	<b>AstraZeneca</b>	<b>Sinovac</b>
<b>Mínimo</b>	0	0	0
<b>Cuartil Q1</b>	0	0	0
<b>Mediana</b>	1	0	0
<b>Cuartil Q3</b>	4	1	1
<b>Máximo</b>	2043	4322	1379
<b>Media</b>	7,6	4,8	5,6
<b>Desviación Estándar</b>	34,5	42,7	33,8
<b>Varianza</b>	1191,8	1823,4	1142,1
<b>Moda</b>	0	0	0
<b>Rango</b>	2043	4322	1379
<b>Total</b>	<b>696099</b>	<b>247237</b>	<b>504632</b>

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 13-3 se muestra los estadísticos descriptivos de las variables nombre de la Vacuna clasificada en Pfizer, Sinovac, AstraZeneca y la aplicación de la segunda dosis de la vacuna contra la COVID-19. Se evidencia una mayor cantidad de segundas dosis suministradas de Pfizer, seguida por Sinovac y AstraZeneca.

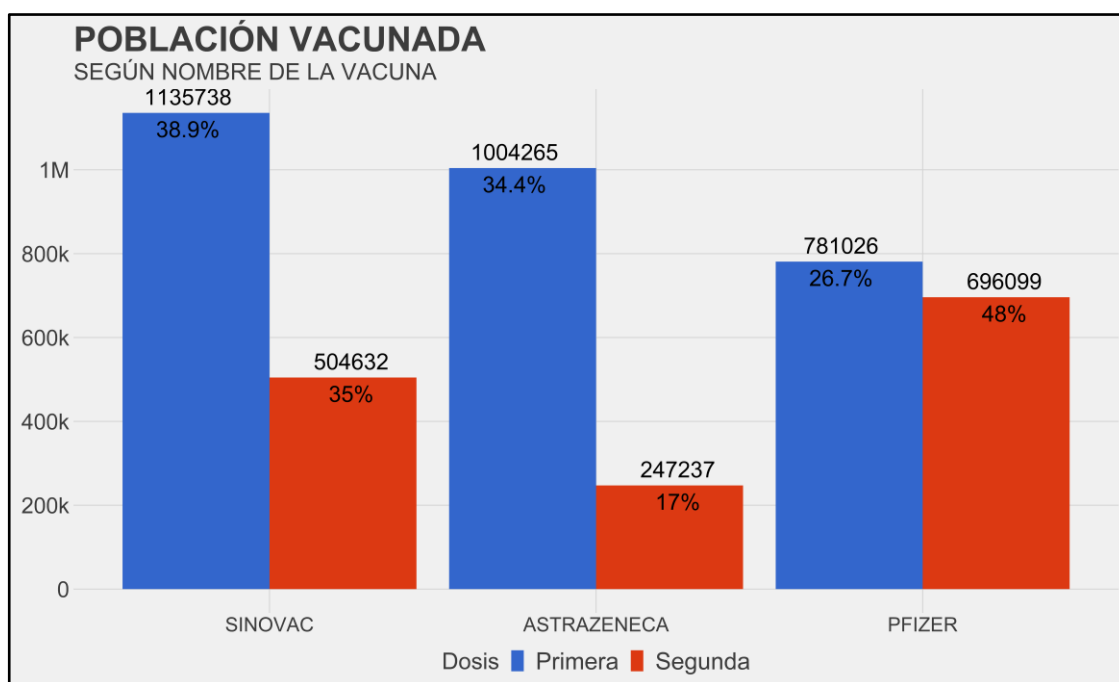
**Tabla 14-3:** Total de población vacunada según nombre de la vacuna y dosis

<b>Vacuna</b>	<b>Primera dosis</b>	<b>Segunda dosis</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Pfizer</b>	781026	696099	1477125	33.8%
<b>AstraZeneca</b>	1004265	247237	1251502	28.6%
<b>Sinovac</b>	1135738	504632	1640370	37.5%

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 14-3 se observa el total de la población vacunada según el nombre de las vacunas Pfizer, Sinovac y AstraZeneca y la primera, segunda dosis de la vacuna contra la COVID-19.



**Gráfico 7-3:** Población vacunada según el nombre de la vacuna

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 7-3 se puede observar la población vacunada según el nombre de las vacunas aplicadas en Ecuador, Sinovac con el 38,9% en la primera dosis y el 35% en la segunda dosis, Pfizer con el 34,4% y 17% en la primera y segunda dosis respectivamente, mientras tanto la vacuna denomina AstraZeneca cuenta con el 26,7% de personas vacunadas en la primera dosis y el 48% en la segunda dosis, se aprecia que existe una mayor cantidad de personas vacunadas con Sinovac, seguida por AstraZeneca y Pfizer en la primera dosis, mientras que, para la segunda dosis la vacuna que más se ha suministrado es Pfizer, seguida por Sinovac y AstraZeneca.

**Tabla 15-3:** Población vacunada según grupos de edades y provincias

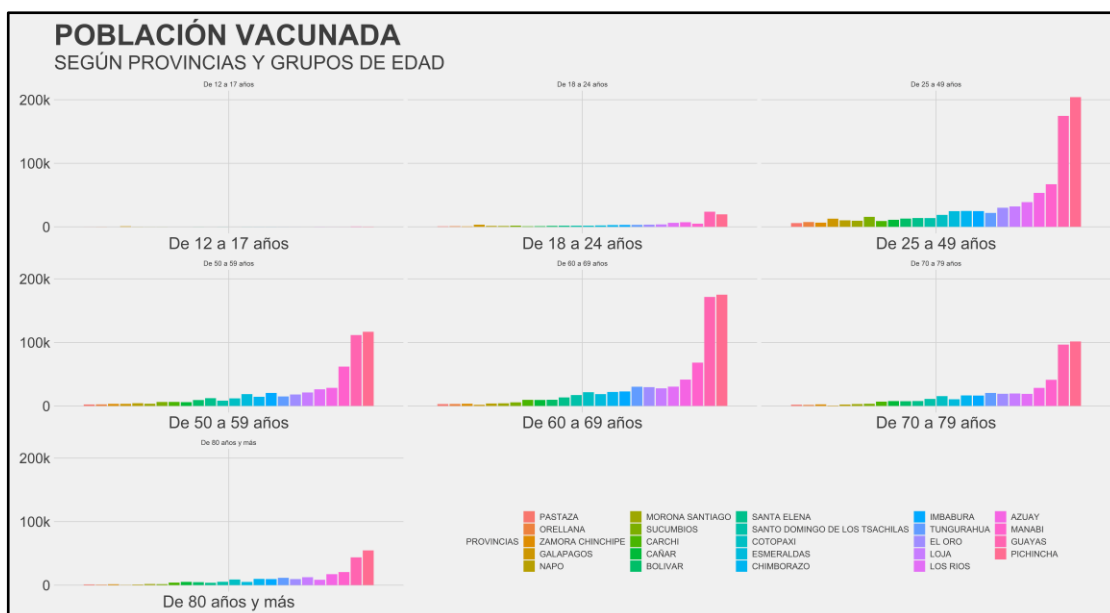
Provincias	De 12 a	De 18 a	De 25 a	De 50 a	De 60 a	De 70 a	De 80 años
	17 años	24 años	49 años	59 años	69 años	79 años	y más
<b>Azuay</b>	80	10627	84822	37350	59168	52705	32784
<b>Bolívar</b>	56	2141	20199	12575	14824	13163	8203
<b>Cañar</b>	16	1299	16976	8195	13421	13169	9134
<b>Carchi</b>	9	1227	12173	7574	14103	12811	7595
<b>Chimborazo</b>	63	3599	37722	19507	32657	28641	17289
<b>Cotopaxi</b>	43	2703	30383	15327	29876	26895	15832

<b>El Oro</b>	43	4969	45796	23694	41487	33479	16993
<b>Esmeraldas</b>	102	2758	31020	21544	26290	18319	8732
<b>Galápagos</b>	1344	6378	24869	6602	3480	1330	531
<b>Guayas</b>	624	32515	260950	142919	243477	172620	80136
<b>Imbabura</b>	80	3702	31198	24341	33562	29703	17574
<b>Loja</b>	40	5414	50403	28243	41868	36022	22980
<b>Los Ríos</b>	185	7731	53001	32090	41895	31834	14461
<b>Manabí</b>	58	6675	83812	71605	94226	71024	36884
<b>Morona</b>							
<b>Santiago</b>	52	1825	15280	4982	6338	5489	3081
<b>Napo</b>	156	1746	14155	5936	6096	4081	1610
<b>Orellana</b>	132	1204	10862	3454	4624	2914	1208
<b>Pastaza</b>	43	1081	9140	3044	4028	3369	1853
<b>Pichincha</b>	500	26735	297823	152032	244585	186594	103559
<b>Santa Elena</b>	29	2833	20201	14237	18796	13793	6568
<b>Santo Domingo</b>							
<b>de los Tsáchilas</b>	66	2497	19180	10890	25567	20082	9404
<b>Sucumbíos</b>	35	2355	18686	7473	8653	6336	2719
<b>Tungurahua</b>	67	4830	30073	18072	41343	35575	20698
<b>Zamora</b>							
<b>Chinchipe</b>	26	1019	10159	4388	5313	4464	2411

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 15-3 se observa la población vacunada según grupos de edades grupos de edad 12-17; 18-24; 25-49; 50-59; 60-69; 70-79; 80 más y provincias del Ecuador, siendo Pichincha con mayor población vacunada en todos los grupos de edad.



**Gráfico 8-3:** Población vacunada según provincias del Ecuador y grupos de edad

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

El Grafico 8-3 muestra la población total vacunada según provincias y grupos de edad, en este se aprecia claramente que Pichincha, Guayas y Manabí son las provincias que mayor cantidad de habitantes vacunadas tienen en cada grupo de edad a diferencia de Pastaza, Orellana y Zamora Chinchipe que son las que menor población vacunada tiene en cada grupo de edad, de igual manera el grupo de edad de 25 a 49 años tiene mayor cantidad de personas vacunadas y el grupo de 12 a 17 años tienen menor cantidad de vacunados esto debido a que la vacunación comenzó con los grupos de personas vulnerables siendo este los grupos conformados por personas de la tercera edad y enfermedades catastróficas.

**Tabla 16-3:** Población vacunada según las provincias del Ecuador

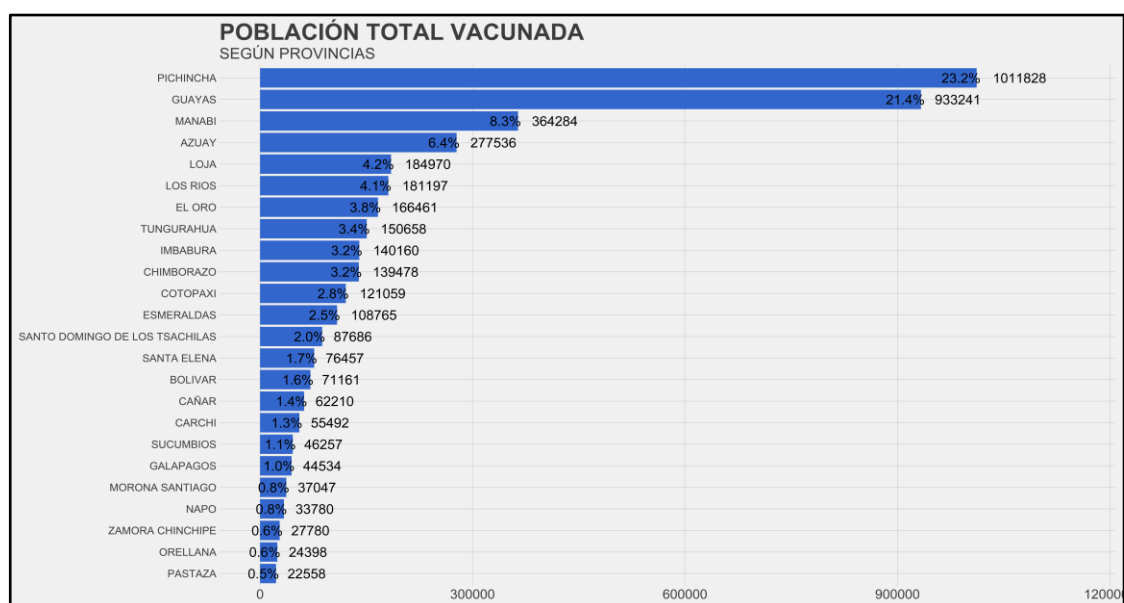
Provincia	Total	Porcentaje
<b>Pastaza</b>	22558	0,52%
<b>Orellana</b>	24398	0,56%
<b>Zamora Chinchipe</b>	27780	0,64%
<b>Napo</b>	33780	0,77%
<b>Morona Santiago</b>	37047	0,85%
<b>Galápagos</b>	44534	1,02%
<b>Sucumbíos</b>	46257	1,06%
<b>Carchi</b>	55492	1,27%
<b>Cañar</b>	62210	1,42%
<b>Bolívar</b>	71161	1,63%

<b>Santa Elena</b>	76457	1,75%
<b>Santo Domingo de los Tsáchilas</b>	87686	2,01%
<b>Esmeraldas</b>	108765	2,49%
<b>Cotopaxi</b>	121059	2,77%
<b>Chimborazo</b>	139478	3,19%
<b>Imbabura</b>	140160	3,21%
<b>Tungurahua</b>	150658	3,45%
<b>El Oro</b>	166461	3,81%
<b>Los Ríos</b>	181197	4,15%
<b>Loja</b>	184970	4,23%
<b>Azuay</b>	277536	6,35%
<b>Manabí</b>	364284	8,34%
<b>Guayas</b>	933241	21,36%
<b>Pichincha</b>	1011828	23,16%

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 16-3 se observa la población vacunada según las provincias del Ecuador. Se evidencia que las provincias de Pichincha y Guayas cuentan con mayor población vacunada tanto para la primera como para la segunda dosis, mientras tanto, Pastaza y Orellana tienen menos habitantes vacunados.



**Gráfico 9-3:** Población vacunada según provincias del Ecuador

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 9-3 se muestra la población total vacunada según las provincias del Ecuador, en este se aprecia claramente que las provincias de Pichincha y Guayas tiene ambas mayor cantidad de vacunados superando el 20% cada una y entre las dos más del 40% de la totalidad de población vacunada, esto se debe a que estas provincias cuentan con mayor población a diferencia del resto, por otro lado, las provincias de Pastaza, Orellana, Zamora Chinchipe, Napo y Morona Santiago, cada una no supera ni el 1% y juntas tampoco el 5% de población vacunada, siendo estas también las provincias que con menor población cuentan a diferencia del resto.

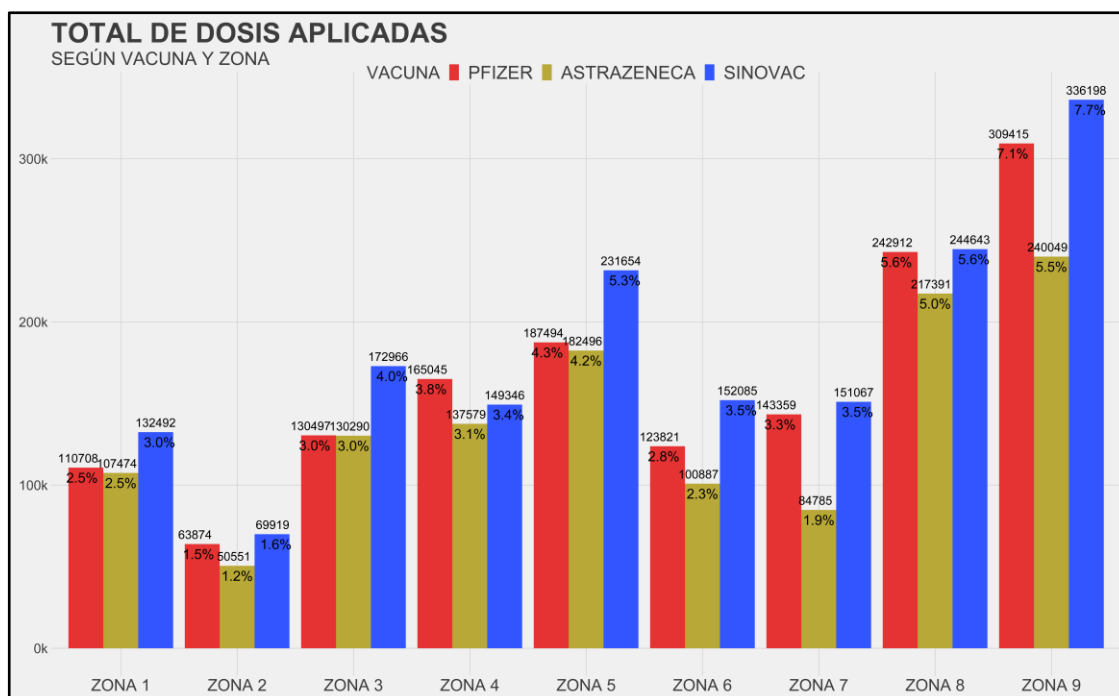
**Tabla 17-3:** Población vacunada según zonas y nombre de la vacuna

<b>Zona administrativa de planificación</b>	<b>Pfizer</b>	<b>AstraZeneca</b>	<b>Sinovac</b>
<b>Zona 1</b>	110708	107474	132492
<b>Zona 2</b>	63874	50551	69919
<b>Zona 3</b>	130497	130290	172966
<b>Zona 4</b>	165045	137579	149346
<b>Zona 5</b>	187494	182496	231654
<b>Zona 6</b>	123821	100887	152085
<b>Zona 7</b>	143359	84785	151067
<b>Zona 8</b>	242912	217391	244643
<b>Zona 9</b>	309415	240049	336198

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 17-3 muestra la población vacunada según las 9 zonas administrativas de planificación de Ecuador y el nombre de la vacuna Pfizer, AstraZeneca y Sinovac. En el cual se aprecia que la zona 9 cuenta con mayor cantidad de dosis aplicadas para todas las vacunas.



**Gráfico 10-3:** Dosis aplicadas según nombre de la vacuna y zonas de planificación

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

El Gráfico 10-3 muestra la totalidad de dosis aplicadas según el nombre de la vacuna y también las zonas administrativas de planificación, en este se observa como en la zona administrativa de planificación 9 (conformada por Distrito Metropolitano de Quito) es la que con mayor población vacunada cuenta para cada vacuna que se administran en Ecuador, con un 7,7% Sinovac es la que mayor cantidad de dosis aplicadas cuenta seguida por Pfizer con un 7,1% y AstraZeneca con un 5,5%, la zona administrativa de planificación 8 (conformada por Cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán) es la segunda con mayor población vacunada, con un 5,6% de Sinovac, 5,6% de Pfizer y 5% de AstraZeneca, mientras tanto, la zona administrativa de planificación 2 (conformada por Pichincha (excepto el cantón Quito) es la que menor cantidad de dosis aplicadas tiene con un 1,6% de Sinovac, 1,5% de Pfizer y un 1,2% de AstraZeneca, en general, en todas las zonas administrativas la vacuna con más dosis aplicadas es Sinovac seguida por Pfizer y por ultimo AstraZeneca.

### 3.2. Análisis de independencia

Se realiza un análisis de independencia a las variables grupo de edad y nombre de la vacuna las mismas que son parte del registro de vacunación del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, usando la Prueba de Chi-cuadrado de Pearson en el software estadístico R, llegando a los siguientes resultados:

### 3.2.1. Hipótesis

$H_0$  = El grupo de edad y el nombre de la vacuna son independientes

$H_1$  = El grupo de edad y el nombre de la vacuna no son independientes

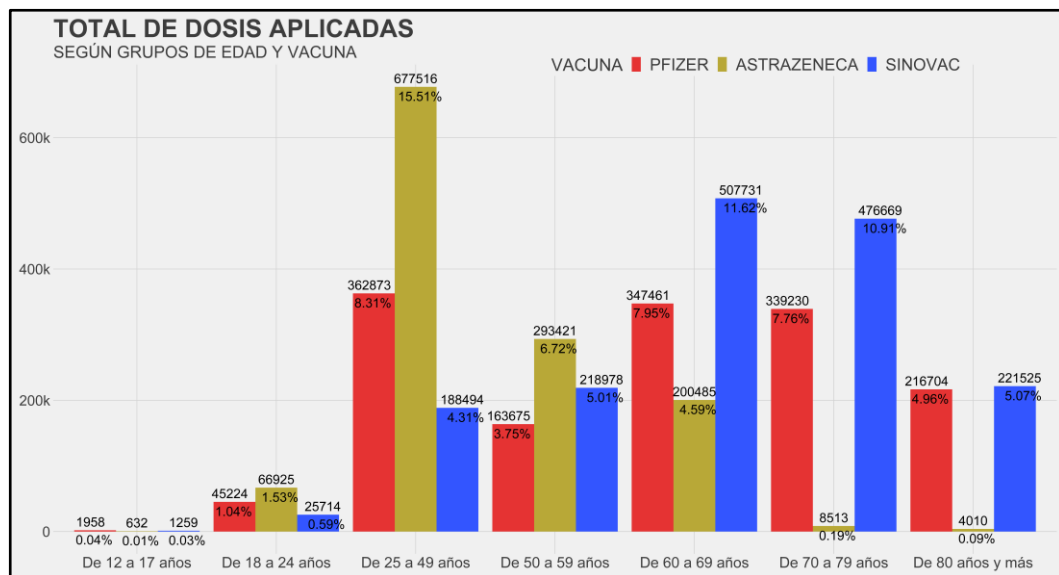
**Tabla 18-3:** Población vacunada según grupos de edades y nombre de la vacuna

Grupo de edad	Pfizer	AstraZeneca	Sinovac
De 12 a 17 años	1958	632	1259
De 18 a 24 años	45224	66925	25714
De 25 a 49 años	362873	677516	188494
De 50 a 59 años	163675	293421	218978
De 60 a 69 años	347461	200485	507731
De 70 a 79 años	339230	8513	476669
De 80 años y más	216704	4010	221525

Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 18-3 se muestra la población vacunada según grupos de edades grupos de edad 12-17; 18-24; 25-49; 50-59; 60-69; 70-79; 80 más y el nombre la vacuna Pfizer, AstraZeneca y Sinovac. Se evidencia mayor cantidad de dosis aplicadas de todas las vacunas en el grupo conformado de 25 a 49 años.



**Gráfico 11-3:** Población vacunada según grupos de edad y nombre de la vacuna

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.



El Gráfico 11-3 Población vacunada según grupos de edad y nombre de la vacuna, muestra una clara prevalencia de la vacuna AstraZeneca en el grupo de edad de 15 a 49 años con un 15,51%, seguida por Pfizer con un 8,31% y Sinovac con 4,3% de dosis aplicadas con estas vacunas, mientras tanto, para los grupos de edad de entre 60 a más de 80 años, las vacunas que más predominan son Sinovac y Pfizer las cuales acumulan un 27,6% y 20,67% de dosis aplicadas, respectivamente y en estos grupos de edades no supera el 5% de dosis aplicadas con AstraZeneca. El grupo de edad de 12 a 17 años es el que menor cantidad de dosis aplicadas presenta, siendo los porcentajes inferiores al 1% para cada una de las tres vacunas, esto debido a que la vacunación para este grupo de edades comenzó tiempo después de que comenzara la vacunación masiva.

**Tabla 19-3:** Población vacunada según grupos de edad y nombre de la vacuna

Grupo de edad	Nombre de la vacuna			Total
	Pfizer	AstraZeneca	Sinovac	
	1958	632	1259	3849
<b>De 12 a 17 años</b>	1301,32	1102,55	2397405	
	0,05%	0,01%	0,03%	
	45224	66925	25714	137863
<b>De 18 a 24 años</b>	46610,44	39490,95	51761,61	
	1,04%	1,53%	0,59%	
	362873	677516	188494	1228883
<b>De 25 a 49 años</b>	415476,09	352014,33	461392,58	
	8,31%	15,51%	4,31%	
	163675	293421	218978	676074
<b>De 50 a 59 años</b>	228575,53	193661,83	253836,64	
	3,75%	6,72%	5,01%	
	347461	200485	507731	1055677
<b>De 60 a 69 años</b>	356916,45	302399,36	396361,20	
	7,95%	4,59%	11,62%	
	339230	8513	476669	824412
<b>De 70 a 79 años</b>	278727,49	236153,35	309531,16	
	7,76%	0,20%	10,91%	
	216704	4010	221525	442239
<b>De 80 años y más</b>	149517,68	126679,65	166041,68	
	4,96%	0,09%	5,07%	
<b>Total</b>	<b>1477125</b>	<b>1251502</b>	<b>1640370</b>	<b>4368997</b>

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 19-3 se muestra la población vacunada según grupos de edades grupos de edad 12-17; 18-24; 25-49; 50-59; 60-69; 70-79; 80- más y el nombre la vacuna Pfizer, AstraZeneca y Sinovac. La tabla de doble entrada con los valores reales y los esperados para realizar la prueba chi-cuadrado de independencia.

### 3.2.2. Prueba de Chi-cuadrado de Pearson

**Tabla 20-3:** Prueba de Chi-cuadrado de Pearson

Prueba de Chi-cuadrado de Pearson	g.l	p-valor
$\chi^2_{0.05, 5} = 1132647$	12	2,20E-16

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

Según los datos, los resultados de la prueba chi-cuadrado fueron estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, a un nivel de significancia del 5% se obtiene un p-valor aproximadamente de 0 con lo cual hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y concluir que las variables grupo de edad y nombre de la vacuna no son independientes, y esto se puede también apreciar en el Gráfico 11-3, en donde, los grupos de edad de entre 60 a más de 80 años fueron vacunados en mayor cantidad por las vacunas Sinovac y Pfizer, las cuales tiene una efectividad de prevenir casos de infección por el virus que causa el COVID-19 del 50,7% y 95%, prevenir hospitalizaciones 86,02% y 97,1%, prevenir ingresos UCI 89,68% y 98,4%, prevenir la muerte 86,38% y 91,8%, respectivamente, mientras tanto AstraZeneca cuenta con una efectividad del 63,09%.

### 3.3. Mapa de coropletas

**Tabla 21-3:** Población vacunada por zonas administrativas de planificación

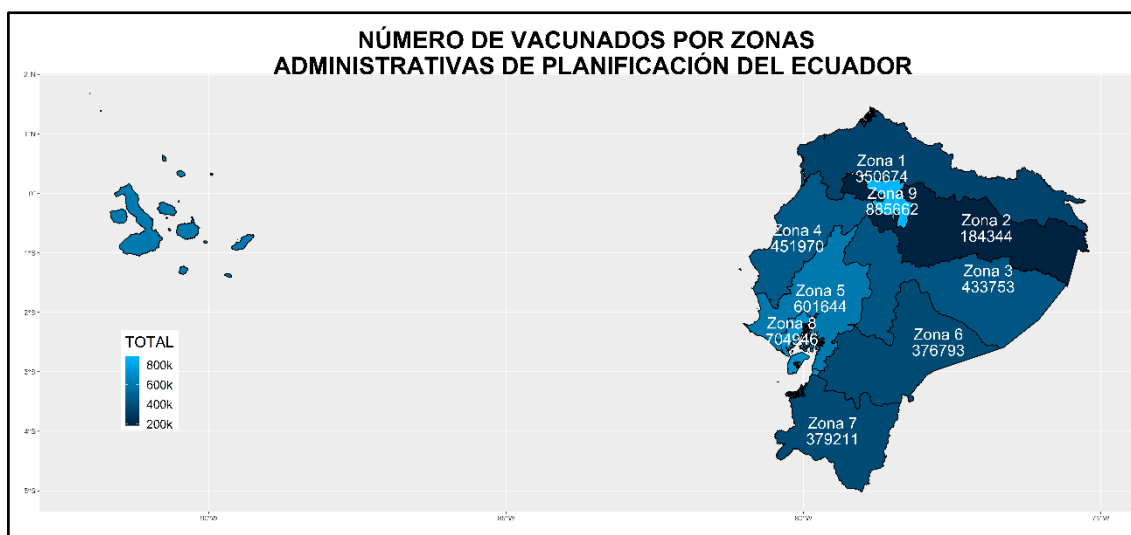
Zonas administrativas de planificación de Ecuador	Total	Porcentajes
<b>Zona 1:</b> Esmeraldas, Imbabura, Carchi, Sucumbíos.	350674	8,03%

<b>Zona 2: Pichincha</b> (excepto el cantón Quito), Napó, Orellana.	184344	4,22%
<b>Zona 3: Cotopaxi,</b> Tungurahua, Chimborazo, Pastaza.	433753	9,93%
<b>Zona 4: Manabí, Santo</b> Domingo de los Tsáchilas.	451970	10,34%
<b>Zona 5: Santa Elena,</b> Guayas (excepto los cantones de Guayaquil Samborondón y Durán), Bolívar, Los Ríos y Galápagos.	601644	13,77%
<b>Zona 6: Cañar, Azuay,</b> Morona Santiago.	376793	8,62%
<b>Zona 7: El Oro, Loja,</b> Zamora Chinchipe.	379211	8,68%
<b>Zona 8: Cantones de</b> Guayaquil, Samborondón y Durán.	704946	16,14%
<b>Zona 9: Distrito</b> Metropolitano de Quito.	885662	20,27%
<b>Total</b>	<b>4368997</b>	

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 21-3 se muestra el total de población vacunada y porcentajes según las 9 zonas de planificación del Ecuador.



**Gráfico 12-3:** Mapa de coropletas del número de vacunados por zonas

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

El Gráfico 12-3 muestra un mapa de coropletas del número de vacunados por zonas administrativas de planificación del Ecuador, se observa que la Zona 1 (conformada por Esmeraldas, Imbabura, Carchi y Sucumbíos) cuenta con un total de 350.674 personas vacunas lo cual es el 8,03%, la Zona 2 (conformada por Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo y Orellana) con 184.344 personas que representa el 4,22%, 433.753 personas el 9,93% pertenece a la Zona 3 (conformada por Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Pastaza), la Zona 4 (conformada por Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas) con 451.970 personas es decir el 10,34% de población vacunada, a su vez el 13,77% esto es 601.644 personas vacunas de la Zona 5 (conformada por Santa Elena, Guayas (excepto los cantones de Guayaquil Samborondón y Durán), Bolívar, Los Ríos y Galápagos), por otro lado la Zona 6 (conformada por Cañar, Azuay y Morona Santiago) cuanta con un total de 376.793 personas inmunizadas el 8,62%, en la Zona 7 (conformada por El Oro, Loja y Zamora Chinchipe) existe un total de población vacunada de 379.211 el 8,68%, el 16,14% es decir 704.946 personas vacunadas son de la Zona 8 (conformada por Cantones de Guayaquil, Samborondón, Durán) y por último la Zona 9 (conformada por Distrito Metropolitano de Quito) cuenta con 885.662 personas el 20,27% de población vacunada.

### 3.4. Impacto de la vacunación en las hospitalizaciones

**Tabla 22-3:** Población hospitalizada según su pronóstico en enero-junio 2021

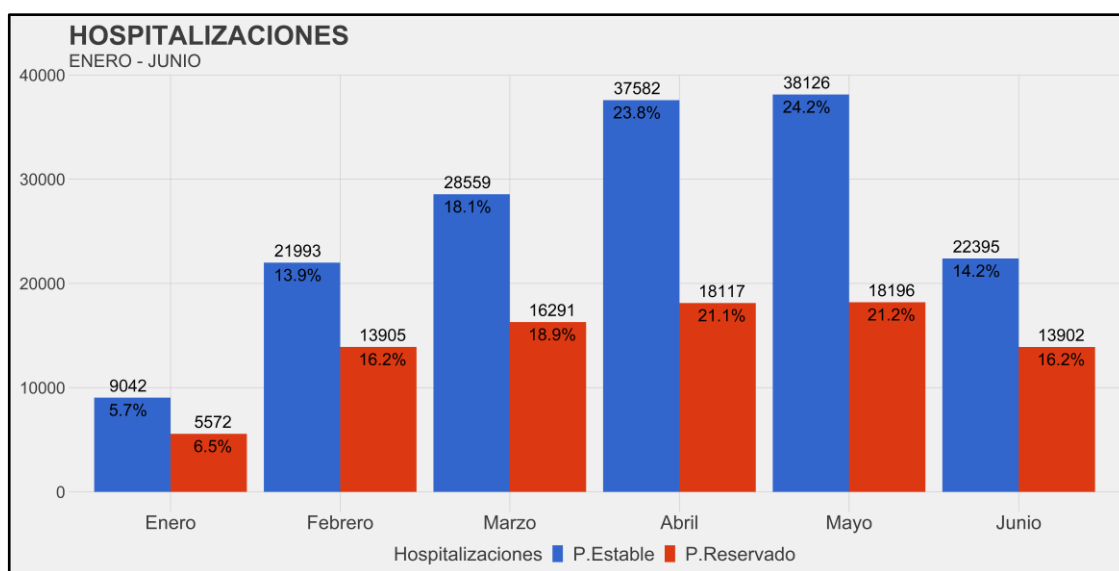
Mes	Hospitalizaciones		Promedio		Porcentajes	
	P. Estable	P. Reservado	P. Estable	P. Reservado	P. Estable	P. Reservado
<b>Enero</b>	9042	5572	822,0	506,5	5,7%	6,5%

<b>Febrero</b>	21993	13905	785,5	496,6	13,9%	16,2%
<b>Marzo</b>	28559	16291	921,3	525,5	18,1%	18,9%
<b>Abril</b>	37582	18117	1252,7	603,9	23,8%	21,1%
<b>Mayo</b>	38126	18196	1229,9	587,0	24,2%	21,2%
<b>Junio</b>	22395	13902	746,5	463,4	14,2%	16,2%
<b>Total</b>	157697	85983				

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

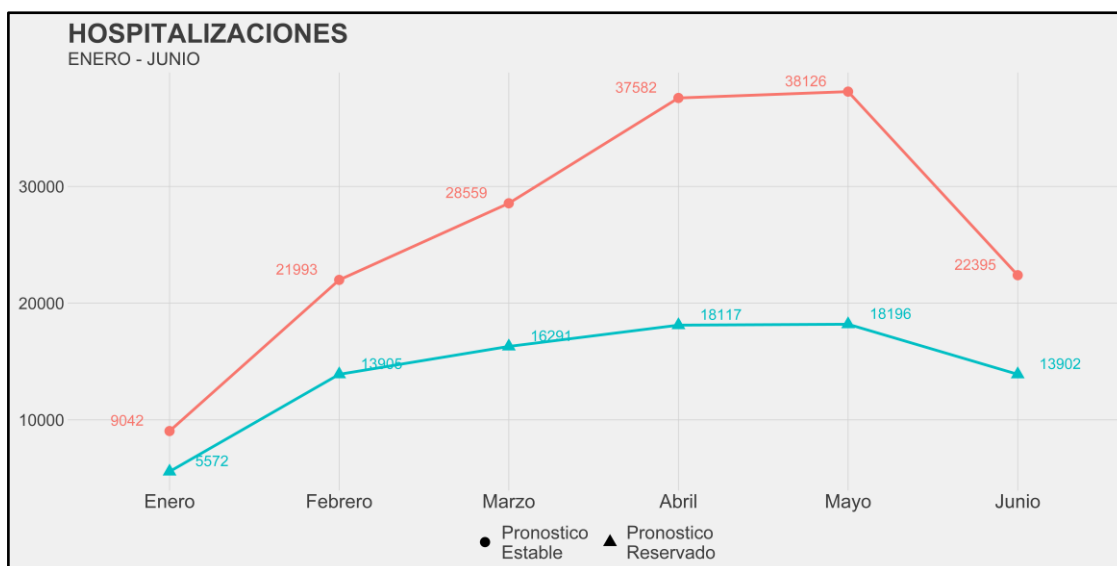
En la Tabla 22-3 se muestra la población hospitalizada según su pronóstico estable o reservado en los meses enero-junio 2021.



**Gráfico 13-3:** Población hospitalizada según su pronóstico en enero-junio 2021

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

El Gráfico 13-3 presenta la población hospitalizada según su pronóstico (estable, reservado) en periodo enero-junio 2021, el 24,2% de hospitalización son con pronóstico estable y el 21,2% con pronóstico reservado en mes de mayo, seguido del mes de abril con un 23,8% y 21,1% en los pronósticos estable y reservado respectivamente, el mes que presenta menores porcentajes de hospitalización es enero con un 5,7% con pronóstico estable mientras tanto el 6,5% con pronóstico reservado es decir en la unidad de cuidados intensivos UCI.



**Gráfico 14-3:** Población total hospitalizada según su pronóstico y mes

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

El Gráfico 14-3 representa la población hospitalizada según su pronóstico (estable, reservado) en periodo enero-junio 2021, en el que se muestra que los picos más altos de hospitalizaciones con pronóstico estable se dieron en los meses de abril y mayo con un total de 37.582 y 38.126 personas, mientras tanto se presentó una disminución de hospitalizaciones con pronóstico estable en los meses enero y febrero. Las hospitalizaciones con un pronóstico reservado, pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos UCI, con picos mayores en los meses abril y mayo con 18.117 y 18.196 personas y la población menor hospitalizada se presenta en el mes de enero con 5.572 personas.

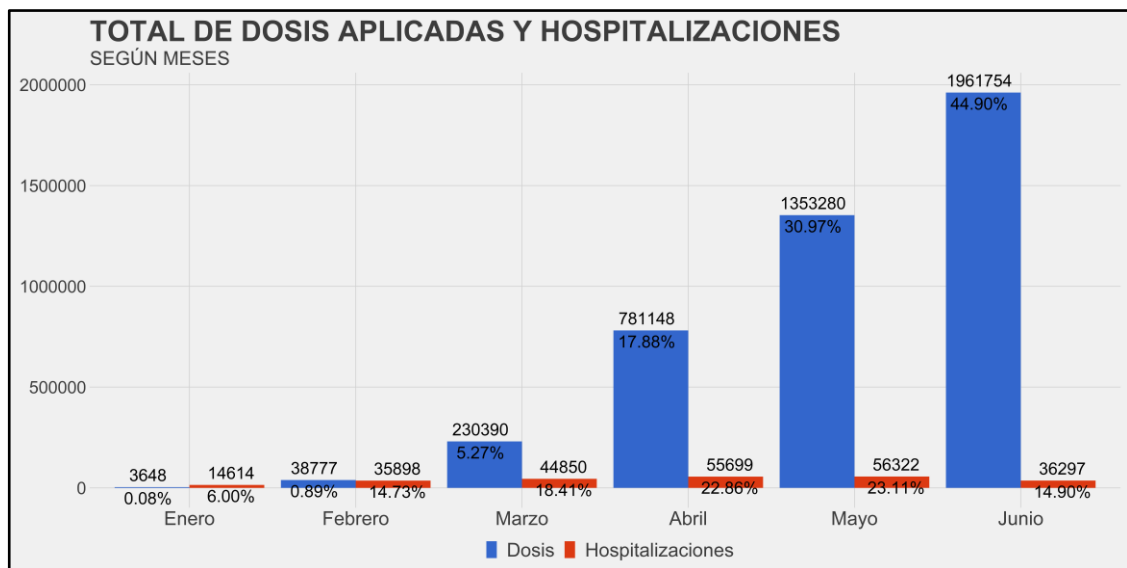
**Tabla 23-3:** Población hospitalizada según el mes y dosis aplicadas

Mes	Dosis	Hospitalizaciones	Porcentajes	
<b>Enero</b>	3648	14614	0,08%	6,00%
<b>Febrero</b>	38777	35898	0,89%	14,73%
<b>Marzo</b>	230390	44850	5,27%	18,41%
<b>Abril</b>	781148	55699	17,88%	22,86%
<b>Mayo</b>	1353280	56322	30,97%	23,11%
<b>Junio</b>	1961754	36297	44,90%	14,90%
<b>Total</b>	4368997	243680		

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 23-3 se presenta la población hospitalizada y el total de dosis aplicadas con los respectivos porcentajes según los meses enero-junio 2021.



**Gráfico 15-3:** Población vacunada y hospitalizaciones

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

El Gráfico 15-3 población vacunada y hospitalizaciones según los meses enero-junio, se muestra como a media que pasa el tiempo la cantidad de dosis aplicadas también ha ido aumentando de un 0,08% en enero a un 44,9% en junio, mientras tanto, las hospitalizaciones también tienen un ligero incremento de enero a mayo con un 6% y 23,11%, respectivamente, pero en el mes de junio se observa también un claro decrecimiento a 14,9% de hospitalizaciones siendo que en este mes al mismo tiempo cuenta con la mayor cantidad de dosis aplicadas.

$H_0$  = Las hospitalizaciones y las dosis aplicadas son independientes

$H_1$  = Las hospitalizaciones y las dosis aplicadas no son independientes

**Tabla 24-3:** Población total según hospitalizaciones y dosis aplicadas

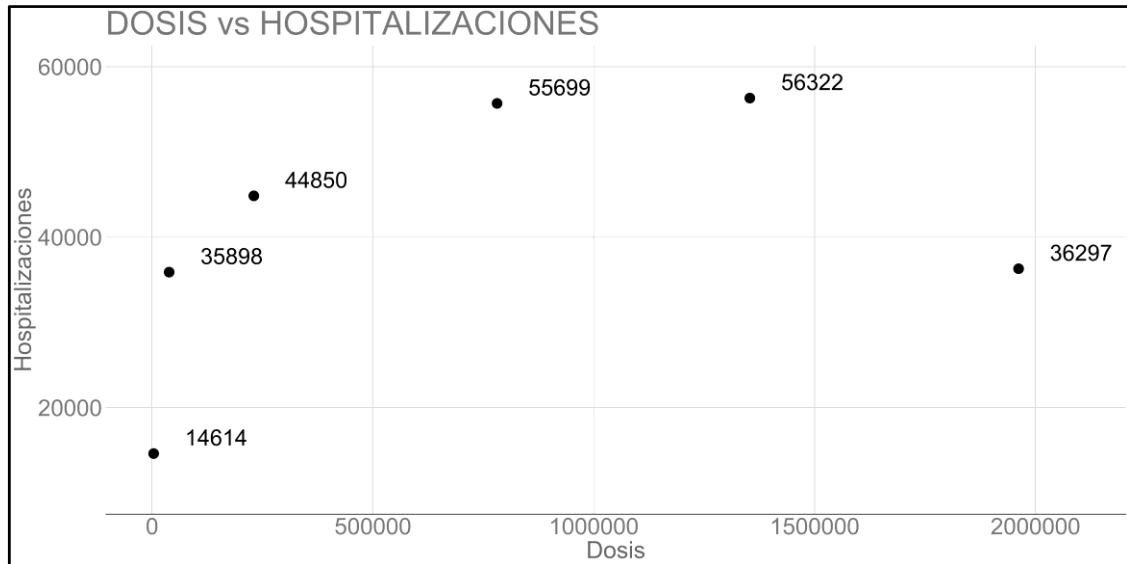
Dosis	Hospitalizaciones		Total
	Estables	Reservado	
	3078726	3007012	6085738
<b>Primera</b>	3090176,95	2995561,05	
	33%	33%	
<b>Segunda</b>	1605665	1533951	3139616
	1594214,05	1545401,95	
	17%	17%	





En el Gráfico 16-3 se muestra el total de dosis aplicadas y hospitalizaciones según el periodo enero-junio 2021, se verifica que existe un incremento de dosis aplicadas a largo de los meses siendo así en el mes de enero 3.648 y en el mes de junio 1.961.754 personas vacunadas, en el caso de las hospitalizaciones se coteja que existe un leve crecimiento siendo así en el mes de enero 14.614 y en junio 36.297 hospitalizaciones.

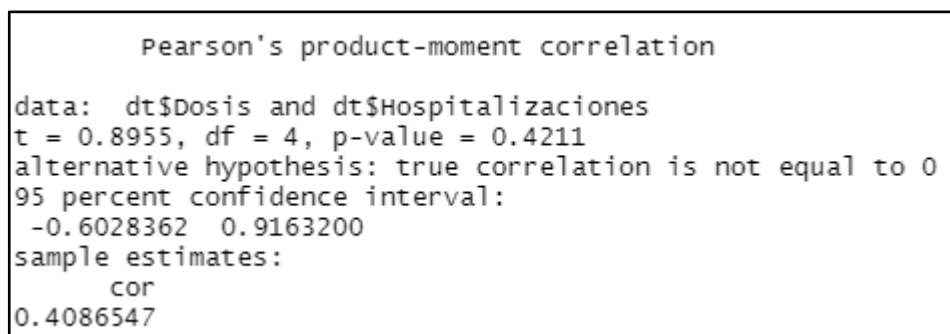
### Análisis de regresión



**Gráfico 17-3:** Representación de las dosis vs hospitalizaciones

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

El Gráfico 17-3 muestra la representación de las dosis y las hospitalizaciones, a priori no se aprecia una relación lineal en estas variables, como ya se probó anteriormente estas variables tienen una dependencia por lo que a más cantidad de dosis aplicadas menos hospitalizaciones.

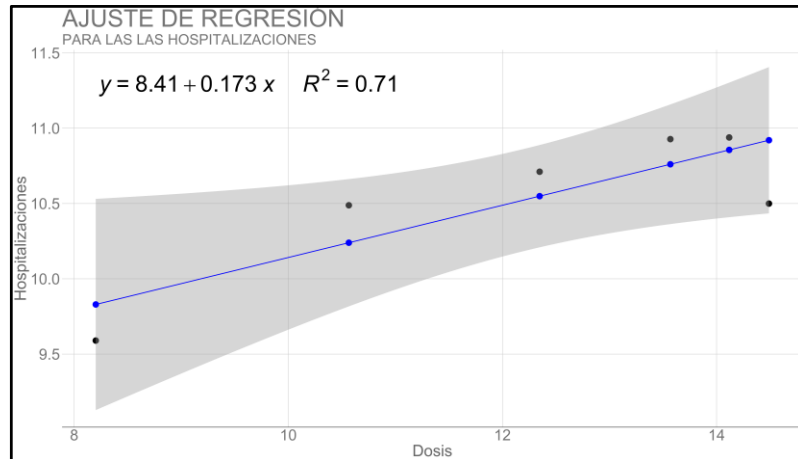


**Figura 1-3:** Resultados del análisis de correlación

Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

De acuerdo con la figura, el valor de p es de 0,4211 lo cual no es significativo indicando que no existe una correlación lineal entre las variables dosis y hospitalizaciones y eso también lo muestra el coeficiente de correlación de 0,408 lo cual indica una correlación directa y baja.

### Modelo 1: modelo de regresión logarítmica



**Gráfico 18-3:** Ajuste de regresión modelo 1

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

Como se observa en el Gráfico 18-3, el modelo de regresión logarítmica se ajusta bastante bien a los datos reales con un coeficiente de determinación de 0.71.

### Modelo de regresión:

$$\ln(\widehat{\text{Hospitalizaciones}}) = 8.4065 + 0.1735 * \ln(\text{Dosis})$$

$$\widehat{\text{Hospitalizaciones}} = 4476.335 * \text{Dosis}^{0.17350}$$

```
Call:
lm(formula = log(Hospitalizaciones) ~ log(Dosis), data = dt)

Residuals:
    1      2      3      4      5      6
-0.23986  0.24875  0.16223  0.16703  0.08281 -0.42096

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  8.40656    0.68387   12.29 0.000252 ***
log(Dosis)   0.17350    0.05509    3.15 0.034527 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

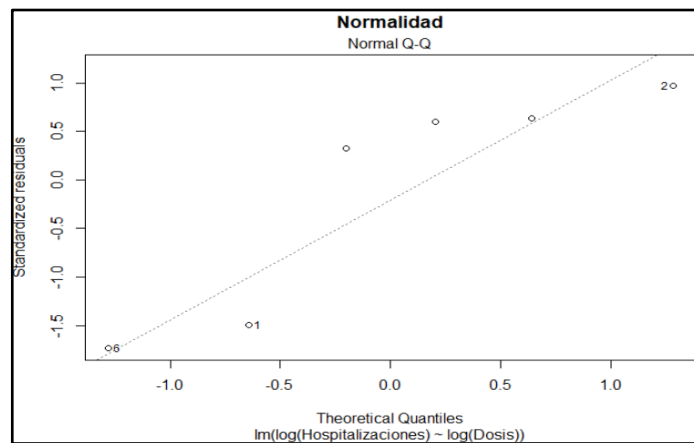
Residual standard error: 0.299 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7126,    Adjusted R-squared:  0.6408
F-statistic: 9.92 on 1 and 4 DF, p-value: 0.03453
```

**Figura 2-3:** Resultados del análisis de regresión modelo 1

Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

En la Figura 2-3 se aprecian las estadísticas de regresión, los cuales son buenos indicando que el modelo planteado se ajusta a los datos reales, el intercepto es altamente significativo y la pendiente solo a un nivel de significación de 0.05, también el coeficiente de determinación ajustado  $R^2$  es un valor mediano, indicando que aproximadamente el 64% de la variabilidad en los datos es explicada por el modelo planteado. Además, el estadístico  $F = 9.92$  y el  $p\text{-value} = 0.03$  lo cual a un nivel de significancia del 5% el modelo si es válido para realizar predicciones, pero de acuerdo con el  $R^2$  ajustado no serían muy buenas.

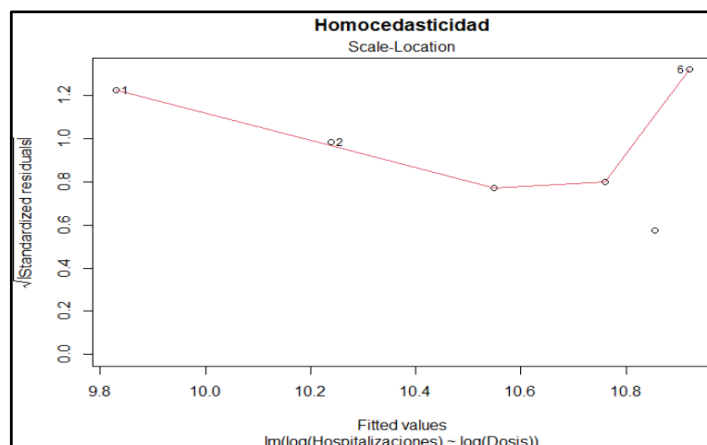
### Supuestos modelo 1



**Gráfico 19-3:** Supuesto de normalidad modelo 1

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

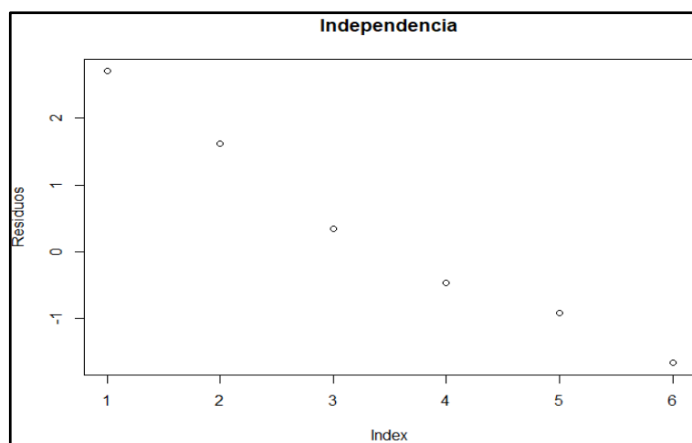
En el Gráfico 19-3 qqplot de normalidad siendo esta una prueba no formal, se observa como los puntos se ajustan a la línea indicando posiblemente que los residuos del primer modelo se distribuyen normalmente.



**Gráfico 20-3:** Supuesto de homocedasticidad modelo 1

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 20-3 valores ajustados y residuos estandarizados de homocedasticidad siendo esta una prueba no formal, se observa como los puntos al parecer no tienen una tendencia en los residuos se esta creciente o decreciente, por lo tanto, a priori los residuos del primer modelo cumplen con el supuesto de homocedasticidad.



**Gráfico 21-3:** Supuesto de homocedasticidad modelo 1

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 21-3 de los residuos siendo esta una prueba no formal, se observa como los puntos al parecer tienen un patrón decreciente, por lo tanto, a priori los residuos del primer modelo no parecen ser independientes.

**Tabla 26-3:** Valor p para los supuestos del modelo 1

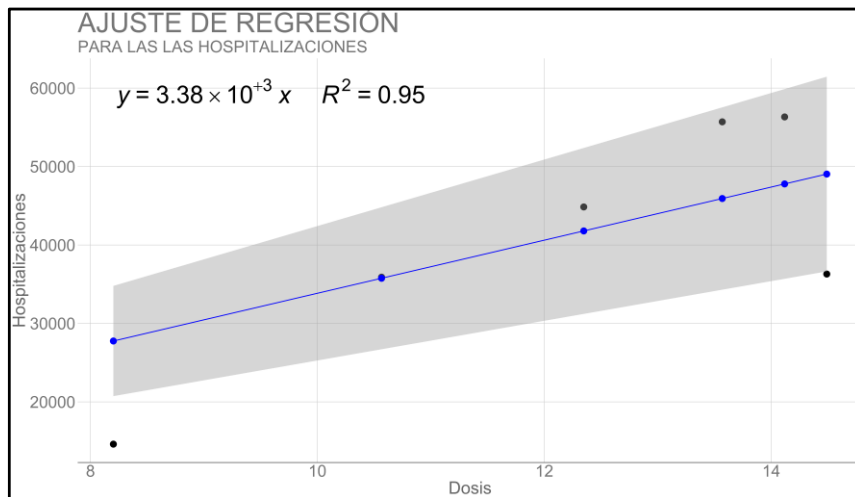
Valor p		
Normalidad	Homocedasticidad	Independencia
0,1614	0,8675	0,064

Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 26-3 se observan los valores p para los supuestos del primer modelo de regresión, mediante el test de Shapiro-Wilk se obtiene un valor de p de 0.1614 superior a 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad y concluyéndose que los residuos siguen una distribución normal, para la homocedasticidad de utilizo el test de Goldfeld-Quant con el cual el valor p es de 0.8675 mayor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas concluyendo que los residuos cumplen con el supuesto de homocedasticidad. Para probar independencia se recurre al test de DurbinWason obteniéndose un valor p de 0.064 mayor a 0.05 por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula, y se concluye que los residuos también cumplen con el supuesto de independencia, por tanto, el modelo planteado cumple con todos los supuestos.

**Modelo 2: modelo de regresión con la variable independiente en logaritmo:**



**Gráfico 22-3:** Ajuste de regresión modelo 2

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

Como se observa en el Gráfico 22-3, el modelo 2 de regresión se ajusta bastante bien con una línea recta a los datos reales con un coeficiente de determinación de 0.95.

**Modelo de regresión:**

$$\hat{y} = 3384.5 * \ln(x)$$

$$\widehat{Hospitalizaciones} = 3384.5 * \ln(Dosis)$$

```
Call:
lm(formula = (Hospitalizaciones) ~ 0 + log(Dosis), data = dt)

Residuals:
    1      2      3      4      5      6
-13145.6  138.6  3059.6  9776.1  8539.3 -12742.4

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
log(Dosis)    3384.5      333.1   10.16 0.000158 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 10130 on 5 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9538,    Adjusted R-squared:  0.9446
F-statistic: 103.2 on 1 and 5 DF,  p-value: 0.0001584
```

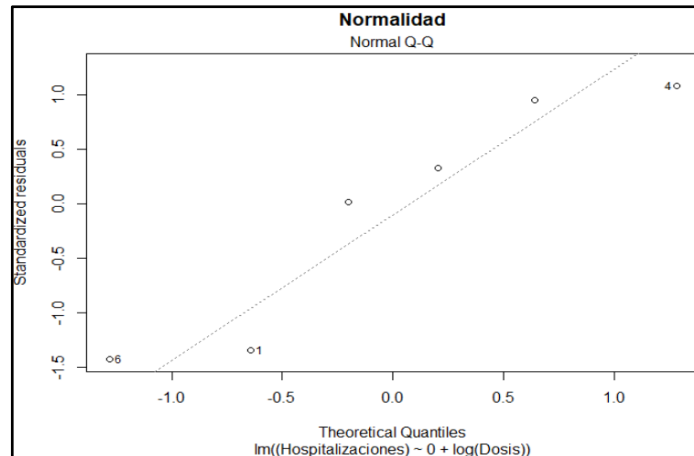
**Figura 3-3:** Resultados del análisis de regresión modelo 2

Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

En la Figura 3-3 se aprecian las estadísticas de regresión, los cuales son bastante buenos indicando que le modelo planteado se ajusta a los datos reales, los coeficientes son altamente significativos, también el coeficiente de determinación ajustado  $R^2$  posee un valor muy elevado cercano a uno, indicado que aproximadamente el 95% de la variabilidad en los datos es explicada por el modelo.

Además, el estadístico  $F = 103.2$  y el  $p\text{-value} \approx 0$  indican que el modelo de regresión es altamente significativo y adecuado para realizar predicciones.

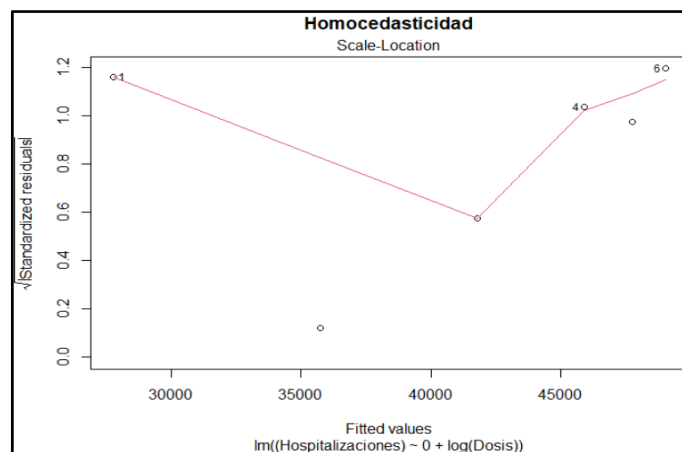
## Supuestos modelo 2



**Gráfico 23-3:** Supuesto de normalidad modelo 2

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 23-3 qqplot de normalidad siendo esta una prueba no formal, se observa como los puntos se ajustan a la línea indicando posiblemente que los residuos del segundo modelo se distribuyen normalmente.

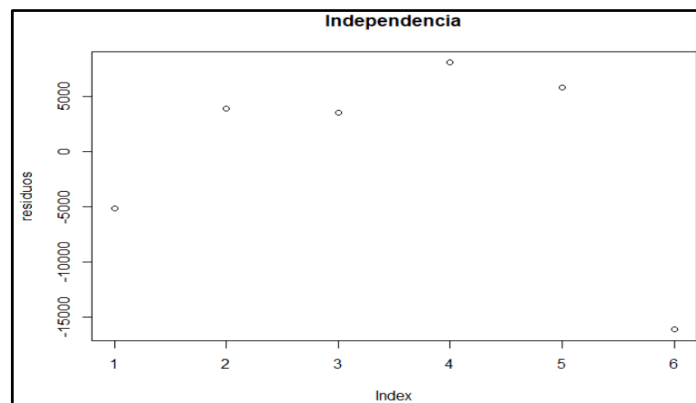


**Gráfico 24-3:** Supuesto de homocedasticidad modelo 2

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 24-3 valores ajustados y residuos estandarizados de homocedasticidad siendo esta una prueba no formal, se observa como los puntos al parecer no tienen una tendencia en los

residuos se esta creciente o decreciente, por lo tanto, a priori los residuos del segundo modelo cumplen con el supuesto de homocedasticidad.



**Gráfico 25-3:** Supuesto de independencia modelo 2

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 25-3 de los residuos siendo esta una prueba no formal, se observa como los puntos al parecer no tiene un patrón, por lo tanto, a priori los residuos del segundo modelo son independientes.

**Tabla 27-3:** Valor p para los supuestos del modelo de regresión 2

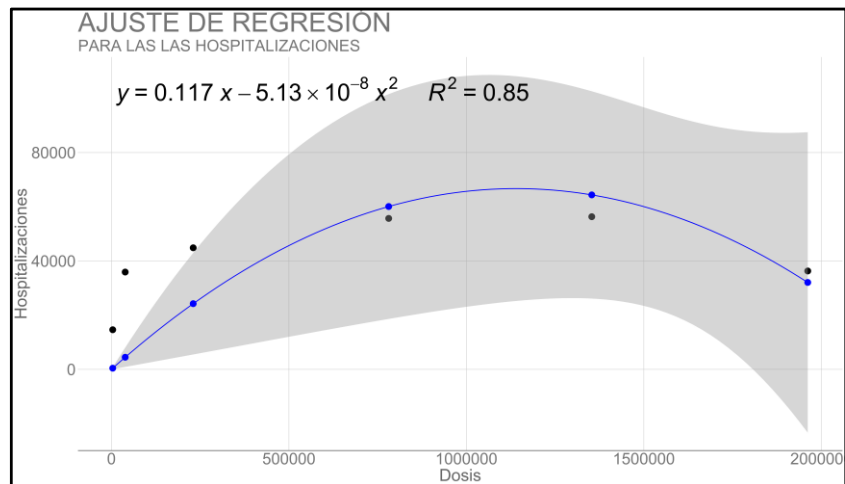
Valor p		
Normalidad	Homocedasticidad	Independencia
0,1978	0,984	0,1825

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 26-3, se observan los valores p para los supuestos del segundo modelo de regresión, mediante el test de Shapiro-Wilk se obtiene un valor de p de 0.1978 superior a 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad y concluyéndose que los residuos siguen una distribución normal, para la homocedasticidad de utilizo el test de Goldfeld-Quant con el cual el valor p es de 0.984 mayor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas concluyendo que los residuos cumplen con el supuesto de homocedasticidad. Para probar independencia se recurre al test de DurbinWason obteniéndose un valor p de 0.1825 mayor a 0.05 por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula, y se concluye que los residuos también cumplen con el supuesto de independencia, por tanto, el segundo modelo planteado cumple con todos los supuestos.

### Modelo 3: Modelo de regresión polinomial



**Gráfico 26-3:** Supuesto de normalidad modelo 2

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

Como se observa en el Gráfico 26-3, el modelo 3 de regresión polinomial se ajusta mucho mejor a los datos reales que los otros modelos, pero los intervalos de confianza son más amplios, con un coeficiente de determinación de 0.85 el modelo es bastante bueno.

#### Modelo de regresión:

$$\hat{y} = 0.117x - 5.130 \times 10^{-8}x^2$$

$$\widehat{Hospitalizaciones} = 0.117Dosis - 5.130 \times 10^{-8}Dosis^2$$

```
Call:
lm(formula = (Hospitalizaciones) ~ 0 + poly(Dosis, 2, raw = T),
    data = dt)

Residuals:
    1     2     3     4     5     6
14188 31438 20619 -4385 -8047  4228

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
poly(Dosis, 2, raw = T)1  1.170e-01  3.367e-02   3.475  0.0255 *
poly(Dosis, 2, raw = T)2 -5.130e-08  1.969e-08  -2.605  0.0597 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 20720 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8454,    Adjusted R-squared:  0.7681
F-statistic: 10.94 on 2 and 4 DF,  p-value: 0.02389
```

**Figura 4-3:** Resultados del análisis de regresión modelo 2

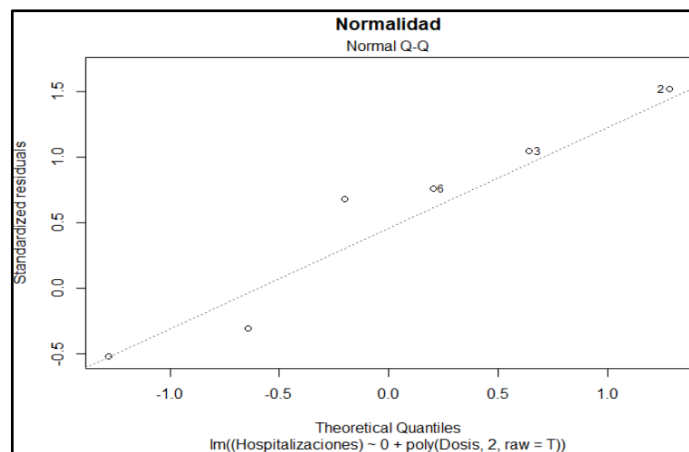
Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

En la Figura 4-3 se aprecian las estadísticas de regresión delo modelo 3, los cuales son medianamente buenos indicando que le modelo planteado si se ajusta a los datos reales, los



coeficientes de regresión no son altamente significativos, también el coeficiente de determinación ajustado  $R^2$  posee un valor elevado, indicado que aproximadamente el 77% de la variabilidad en los datos es explicada por el modelo. Además, el estadístico  $F = 10.94$  y el  $p\text{-value} = 0.023$  indican que el modelo de regresión es significativo a un nivel de significancia del 5% y por lo tanto sería válido para realizar predicciones a pesar de los coeficientes de regresión que no son altamente significativos.

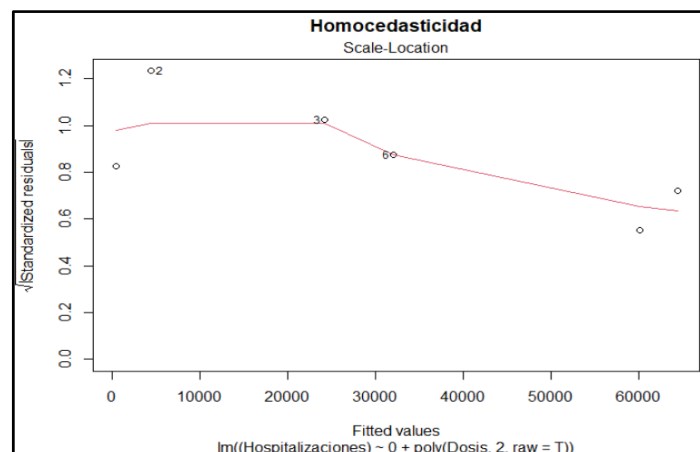
### Supuestos modelo 3



**Gráfico 27-3:** Supuesto de normalidad modelo 3

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

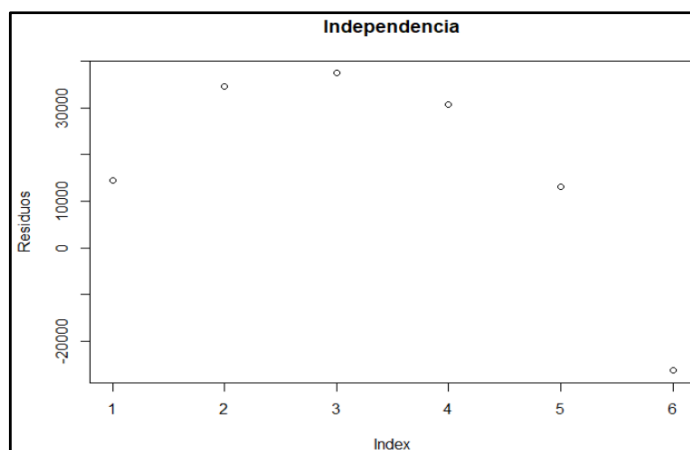
En el Gráfico 27-3 de normalidad siendo esta una prueba no formal, se observa como los puntos se ajustan a la línea indicando posiblemente que los residuos del tercer modelo se distribuyen normalmente.



**Gráfico 28-3:** Supuesto de homocedasticidad modelo 3

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 28-3 valores ajustados y residuos estandarizados de homocedasticidad siendo esta una prueba no formal, se observa como los puntos al parecer no tienen una tendencia en los residuos se esta creciente o decreciente, por lo tanto, a priori los residuos del tercer modelo cumplen con el supuesto de homocedasticidad.



**Gráfico 29-3:** Supuesto de independencia modelo 3

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En el Gráfico 29-3 de los residuos siendo esta una prueba no formal, se observa como los puntos al parecer tienen un patrón, por lo tanto, a priori los residuos del tercer modelo no son independientes.

**Tabla 28-3:** Valor p para los supuestos del modelo 3

<b>Valor p</b>		
<b>Normalidad</b>	<b>Homocedasticidad</b>	<b>Independencia</b>
0,8127	0,0566	0,0350

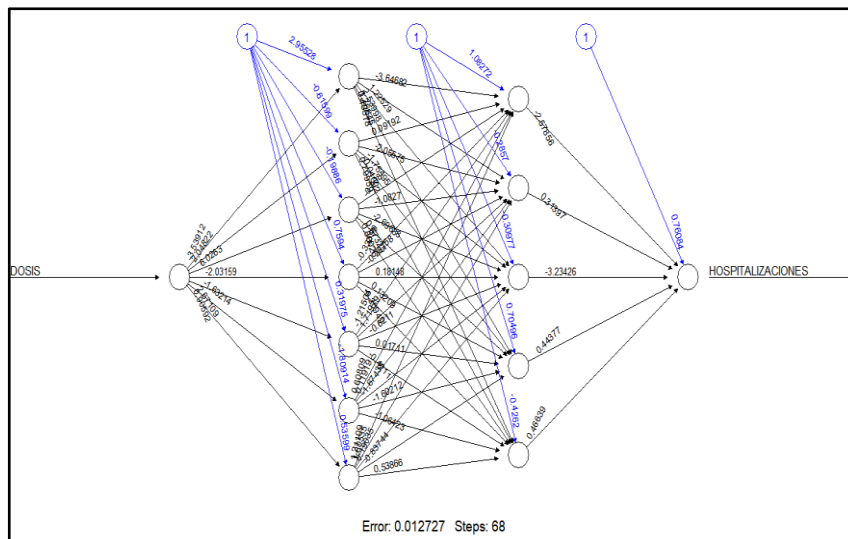
**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 28-3, se observan los valores p para los supuestos del tercer modelo de regresión, mediante el test de Shapiro-Wilk se obtiene un valor de p de 0,8127 superior a 0,05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad y concluyéndose que los residuos siguen una distribución normal, para la homocedasticidad de utilizo el test de Goldfeld-Quant con el cual el valor p es de 0,0566 mayor a 0,05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas concluyendo que los residuos cumplen con el supuesto de homocedasticidad. Para probar independencia se recurre al test de DurbinWason obteniéndose un valor p de 0,035 menor a 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, y se concluye que los residuos no cumplen con el

supuesto de independencia, por tanto, el tercer modelo planteado cumple con los supuestos de normalidad y homocedasticidad.

#### Modelo 4: Redes neuronales



**Gráfico 30-3:** Modelo de redes neuronales

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

Se obtuvo en el Gráfico 30-3 a partir de los datos reales una red neuronal compuesta de dos capas ocultas, la primera con siete neuronas y la segunda con cinco neuronas, además se ocupó el algoritmo "Resilient Backpropagation" dando como resultado un error de 0,01 y un total de 68 pasos.

#### Medidas de adecuación

**Tabla 29-3:** Modelo de redes neuronales

Medidas de adecuación	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
	$\log(y) \sim \log(x)$	$y \sim \log(x)$	$y \sim \text{poly}(x, 2)$	Red neuronal
<b>MAE</b>	8437,72	7900,271	13817,49	19035,13
<b>MAPE</b>	30,296	27,4965	44,07	49,79
<b>RMSE</b>	9812,445	9247,05	16914	21031,4

Fuente: Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

Realizado por: Ulcuango, M, 2022.

En la Tabla 29-3 muestran las medidas de adecuación, al presentar menores valores en todas las medidas, el mejor modelo para realizar las predicciones es el moldeo 2 en el cual la variable independiente está en términos de logaritmos.

### Pronósticos mejor modelo

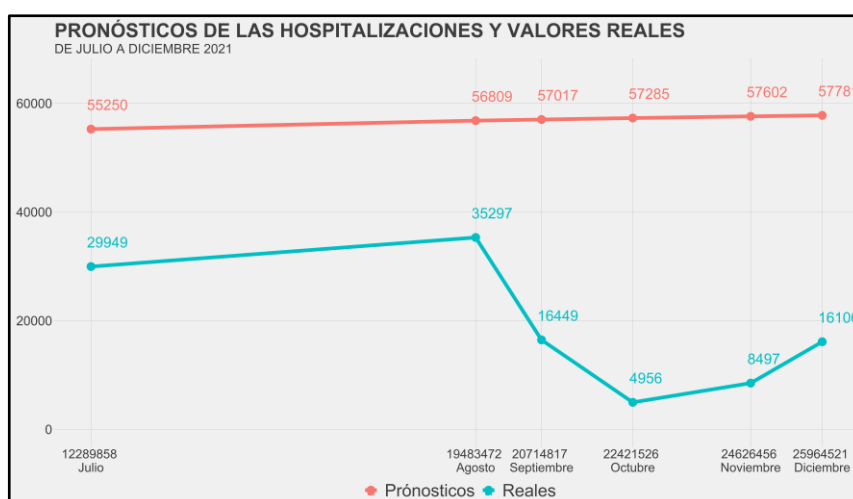
$$\widehat{Hospitalizaciones} = 3384.5 * \ln (Dosis)$$

**Tabla 30-3:** Pronósticos generados a partir del mejor modelo de regresión

Mes	Dosis	Hospitalizaciones	Pronósticos Hospitalizaciones
Julio	12289858	29949	55250
Agosto	19483472	35297	56809
Septiembre	20714817	16449	57017
Octubre	22421526	4956	57285
Noviembre	24626456	8497	57602
Diciembre	25964521	16106	57781

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del MSP de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.



**Gráfico 31-3:** Pronósticos de julio a diciembre del 2021

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

Se observa en el Gráfico 31-3 los valores reales y los pronósticos de las hospitalizaciones de julio a diciembre del 2021, en este se aprecia como los valores reales aumentan y decrecen, mientras tanto, los pronósticos no son muy apegados a los valores reales a pesar de que el modelo de regresión sea el más adecuado para realizar predicciones.

### 3.5. Análisis y discusión de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos con respecto a los análisis descriptivos, en marzo del 2021 la cantidad de dosis aplicadas fue de 272815 de estas 205273 corresponde a la primera dosis y 67545 a segunda dosis, resultados similares se obtuvieron en un estudio realizado en Argentina (Luzuriaga et al., 2021, p.5), de los cuales hasta la misma fecha cuenta con 1´408.614 dosis, con lo cual 1.147.752 Ecuador alcanza el 19% del total de dosis aplicadas en Buenos Aires Argentina. Por otro lado median el estudio (Dreser, 2021, p.4) hasta la fecha febrero 2021, Chile se posiciono como el país con más dosis aplicadas con un total de 3 millones de personas vacunadas y Ecuador alcanzaba las 42428 personas vacunadas.

Según un estudio realizado en España (Casas-Rojo et al., 2020, p. 483) hasta junio del 2020 se registran 15111 pacientes hospitalizados, en Ecuador por medio las infografías epidemiológica que emite el Ministerio de Salud a la misma fecha alcanzaban los 834 hospitalizados, 577 con pronóstico estable y 277 pronóstico reservado. De acuerdo al estudio realizado en Perú (Zavala-Flores y Salcedo-Matienco, 2020) cuenta las hospitalizaciones de pacientes COVID-19 los cuales los presenta con una edad media y de acuerdo al sexo, Ecuador presenta falencias con las hospitalización debido a que no se identifica edad ni sexo de los pacientes, los cuales serían importantes para mejorar los resultados.

El plan de vacunación de Ecuador prioriza a mayores de 18 años en adelante, con el plan piloto para adultos mayores en centros geriátricos y personal de cuidado; y médicos de primera línea, excluyendo a mujeres embarazadas, gestantes y personas con factores de riesgo, para los cuales cuenta con las vacunas Pfizer, Sinovac y AstraZeneca, plan similar presentado en Nueva Zelanda (Steyn et al., 2022), en el cual se prioriza a cuatro grupos, trabajadores de primera línea, trabajadores sanitarios, pronas adultos mayores y mayores de 16 años, exclusivamente con la vacuna de Pfizer. En nueva Zelanda, a mediados de diciembre del 2021, de la población prioritaria el 94% contaba con al menos una dosis y el 90% la vacunación completa, Ecuador hasta la misma fecha el 78% cuenta con al menos una dosis y 69% con las dos dosis aplicadas.

El estudio realizado en Colombia (Susa Torrado, 2022) comprueba que la aplicación de la vacuna contra la COVID-19 minimiza las complicaciones de salud, quienes se vacunaron presentaron complicaciones pero no fue necesario hospitalización, en el presente estudio también se llega a probar que la vacunación redujo la cantidad de hospitalizaciones sean estas estables o con pronósticos reservados.

## CONCLUSIONES

- El trabajo de investigación contó con un total de 4'368.997 personas vacunadas, de estas el 67% (2'921.029) son personas que cuentan con la primera dosis independiente de que vacuna se aplicó, el restante 33% (1'447.968) personas que cuentan con las dos dosis hasta la fecha de recolección de los datos enero-junio 2021. De la totalidad de población con la primera dosis (2'921.029) el 52,1% (1'520.858) mujeres y el restante 47,9% (1'400.171) hombres, mientras que, de la población que cuenta con las dos dosis (1'447.968) el 53,2% (770.108) son hombres, se evidencia que de la población vacuna la mayoría son mujeres quienes más cuentan con la primera y segunda dosis.
- La población vacunada según las provincias del Ecuador muestra que Pichincha y Guayas son las provincias con mayor población vacunada con un 23,2% (1'011.828) y 21,4% (933.241), respectivamente, de igual modo el 7,8% cuenta con la segunda dosis y el 15,4% con la primera esto para Pichincha y el 14,2% para la primera dosis aplicada y el 7,1% para la segunda en Guayas y juntas estas provincias tienen el 44,6% de toda la población que se ha vacunado de enero a junio, por otro lado las que menor población vacunada cuentan son Pastaza y Orellana las cuales juntas apenas superan el 1,1% de vacunados. De acuerdo con la vacunación por las zonas administrativas de planificación, la zona 9 (conformada por Distrito Metropolitano de Quito) y zona 8 (conformada por Cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán) son las que mayor cantidad de vacunados tienen, solo de estas dos zonas del total de población vacunada cuentan con el 20,3% y 16,2%, respectivamente. De igual manera en la que menor cantidad de dosis se han aplicado es la zona 2 (conformada por Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo, Orellana), cuenta con tan solo el 4,2% del total de dosis aplicadas.
- La inmunización masiva comenzó en enero y dado que el estudio se lo realiza en las fechas de enero a junio, se registra una mayor cantidad de vacunados en el mes de junio con un 29,2% para la primera dosis mientras que para enero fue el 0,1% de población vacunada, de la misma manera al contar con intervalo de tiempo para la aplicación de la segunda dosis siendo este de 84 días para AstraZeneca y 28 días tanto para Pfizer como para Sinovac, es por esto que en enero se registra un 0% de vacunados con la segunda dosis y en junio alcanza un porcentaje del 15,7% de dosis aplicadas.
- Mediante el análisis descriptivo de la población vacunada según los grupos de edad se evidencio que el grupo con más vacunados es el de 25 a 49 años, contando con un 28,12% del total de vacunas aplicadas de esto el 8,82% y el 19,3% para la segunda y primera dosis, respectivamente. El grupo de menor porcentaje de vacunación corresponde a personas de 12 a 17 años perteneciente al 1% , esto se debe a que por la limitación del suministro de las vacunas, fue recomendado tomar como prioridad vacunar a los trabajadores de la salud con alto riesgo de exposición y a las personas mayores, en general a los mayores de 65 años o más, esto

también se es evidente debido a que los grupos de entre los 50 años y más de 80 años son la población que más vacunados posee, contando con el 68,63% de toda la población vacunada el 48,24% corresponde a la primera dosis y el restante 23,4 para la segunda. De acuerdo con las vacunas que se suministran en Ecuador, Sinovac abarca el 38,9% de aplicaciones para la primera dosis, seguido por AstraZeneca con un 34,3% y Pfizer con un 26,7% y con respecto a la segunda dosis el 35% para Sinovac, 17% para AstraZeneca y 48% para Pfizer con esto se aprecia que la población que costa con las dos dosis fue mayormente vacunada con Pfizer. Conforme los grupos de edad la vacuna AstraZeneca fue mayormente aplicada en el grupo conformado de 25 a 49 años con un 15,51%, mientras tanto en los grupos que van de 60 a más de 80 años se suministraron en mayor cantidad Pfizer y Sinovac con un 20,67% y 27,6%, respectivamente.

- La aplicación de la prueba chi-cuadrado ayudo a identificar que las variables grupos de edad y la vacuna que se suministró en estos no son independientes, es decir, existe una dependencia entre estas variables, esto se puede deber a que los grupos de edad conformados de entre los 60 a más de 80 años fueron vacunados en mayor cantidad con las vacunas de Pfizer y Sinovac, de las cuales Pfizer según estudios tiene una efectividad del 87,69%, mientras tanto, Sinovac al suministrarse la segunda dosis puede alcanzar una efectividad de prevenir casos de infección de la COVID-19 del 58,49% según estudios realizados por el Ministerio de Salud de Chile (MINSAL), teniendo en cuenta también que, estas vacunas fueron las primeras en llegar al país y dado el limitado suministro se recomendó vacunar prioritariamente a las personas mayores y a los trabajadores de salud que corran riesgo alto de exposición según la OMS.
- Una vez realizado el mapa de coropletas del número de vacunados por zonas administrativas de planificación del Ecuador se concluye que la zona 9 conformada por Distrito Metropolitano de Quito cuenta con 885.662 personas vacunadas, el 20,27%, siendo esta la zona con más población vacunada, seguida por la zona 8 con el 16,14% es decir 704.946 personas la cual está conformada por cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán. Al contrario, la zona 6 conformada por Cañar, Azuay y Morona Santiago cuenta con 376.793 personas vacunadas siendo el 8,62% lo cual muestra que es la penúltima zona con menos población vacunada, la zona con el porcentaje menor de personas vacunadas con un total de 184.344 personas que representa el 4,22% es la zona 2 que está conformada por las provincias de Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo y Orellana.
- El impacto de la vacunación masiva en que los pacientes requieran hospitalización se pudo visualizar mediante los gráficos 15-3 y 16-3, en donde, a medida que pasó el tiempo las dosis aplicadas también han ido aumentando y de la misma manera el número de hospitalizaciones disminuyo en el mes de junio en donde mayor cantidad de vacunados hubo, esto también mediante una prueba chi-cuadrado con la cual se mostró evidencia estadística de que las

variables dosis aplicadas y hospitalizaciones no son independientes, es decir, a medida que la cantidad de vacunados aumentaba también las hospitalizaciones llegaron a disminuir, con esto se logró evidenciar un impacto positivo de la vacunación masiva en la disponibilidad de camas UCI.

- Los pronósticos realizados para las hospitalizaciones muestran que irán en aumento mientras que los valores reales muestran un aumento en julio para luego decrecerá hasta diciembre y nuevamente aumentar mostrando clara variación en diferentes meses, esto a pesar de que la cantidad de dosis han ido en aumento desde julio a diciembre, por lo tanto, las predicciones no son muy acertadas con los valores reales a pesar de que el modelo escogido fue el mejor el más adecuado para realizar predicciones, siendo una limitación la falta de una mayor cantidad de datos para mejorar los resultados en los modelos de regresión.



## RECOMENDACIONES

- Efectuar un estudio más afondo de las posibles razones por las que existe un porcentaje más alto de mujeres vacunadas en el territorio ecuatoriano, ya que esto posibilita que el porcentaje de hombres vacunados aumente.
- Indagar las razones por la población ecuatoriana que pertenece a la zona administrativa de planificación 2 poseen el porcentaje menor de personas vacunadas, está conformada por las provincias Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo, Orellana.
- Identificar cuáles son las problemáticas a las que se enfrentan las personas que aún no están vacunas para así dar soluciones y mitigar los contagios en las provincias con menor población vacunada.
- Informar a la población los múltiples beneficios de completar las dosis de vacunación y la dosis de refuerzo, además poner énfasis al impacto positivo de la inmunización en que los pacientes infectados requieran hospitalización y/o ingresar a la unidad de cuidados intensivos.
- Ampliar el análisis desarrollado con información de pacientes hospitalizados por COVID-19 considerando si cuentan con el esquema completo de vacunación contra la COVID-19, además de la dosis de refuerzo.
- Aplicar nuevas técnicas estadísticas para la continuación de este estudio, pues aplicando la teoría estadística en base a la exploración de datos y la estadística inferencial, contrastes de hipótesis y análisis de regresión se obtuvieron resultados relevantes para esta problemática.
- Aumentar en lo posible la cantidad de datos para próximos estudios, esto con el objetivo de mejorar resultados en el análisis de regresión puesto que al no contar con una mayor cantidad de datos los resultados no son lo suficientemente apegados a la realidad, además, considerar nuevas variables que puedan influir en la variable dependiente para mejorar el modelo.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALLDATANOW, S.L.** *Ecuador: Economía y demografía 2022*. [en línea]. 2022. Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/paises/ecuador>.

**AQUINO-CANCHARI, C.R; et al.** "COVID-19 y su relación con poblaciones vulnerables". *Revista Habanera de Ciencias Médicas* [en línea], 2020, (Cuba) 19, pp. 1-18. [Consulta: 10 octubre 2021]. ISSN-e 1729-519X. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3341>.

**ASOCIACIÓN CARTOGRÁFICA INTERNACIONAL.** *El mundo de los mapas* [en línea]. Translated by Courel García. Centro Nacional de Información Geográfica, 2015. [Consulta: 1 enero 2022]. Disponible: <https://cpage.mpr.gob.es/producto/el-mundo-de-los-mapas/>

**ÁVILA BARAY, H.L.** *Introducción a la metodología de la investigación* [en línea], 2006. [Consulta: 4 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2006c/203/>.

**BEIJING INSTITUTE OF BIOLOGICAL PRODUCTS CO., L.** "Sinopharm [Vero Cell]-Inactivated, COVID-19 vaccine". *Oms* [en línea], 2021. (Suiza) 9, pp. 1-6. [Consulta: 1 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/m/item/sinopharm-vero-cell--inactivated-covid-19-vaccine>.

**BEJAR, J.** "Tablas de contingencia". *Trabajos de Estadística* [en línea], 1958. 9(2), pp. 85-101. [Consulta: 4 octubre 2021]. ISSN 0490219X. Disponible en: <https://ur.booksc.eu/book/12725355/5fa31e>.

**BERGER, P.D; et al.** *Experimental design: With applications in management, engineering, and the sciences* [en línea]. Second edition. S.l.: Springer International Publishing, 2017. [Consulta: 5 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.vitalsource.com/pe/products/experimental-design-paul-d-berger-robert-e-v9783319645834>

**CABRIA, S.** *Filosofía de la estadística [en línea]*, 1994. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=246770>.

**CASAS-ROJO, J.M; et al.** " Características clínicas de los pacientes hospitalizados con COVID-19 en España: resultados del Registro SEMI-COVID-19". *Revista Clinica Espanola* [en línea],

2020, 220(8), pp. 480-494. [Consulta: 12 enero 2022]. ISSN 15781860. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.07.003>.

**CASAS, I. y MENA, G.** " La vacunación de la COVID-19". *Medicina Clinica* [en línea], 2021. 156(10), pp. 500-502. [Consulta: 10 octubre 2021]. ISSN 0025-7753. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2021.03.001>.

**D'SUZE GARCÍA, C; et al.** "Antigenic Tests in Covid-19 Epidemiological Surveillance". *Acta de la Sociedad Venezolana de Bioanalistas Especialistas* [en línea], 2020. 23(2), pp. 190-205. [Consulta: 30 enero 2022]. ISSN 1315-1746. Disponible en: [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_ACSVBE/article/view/21201](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ACSVBE/article/view/21201).

**DE LA FUENTE FERNÁNDEZ, S.** *Análisis de variables categóricas* [en línea], 2011. Disponible en: <https://www.estadistica.net/ECONOMETRIA/CUALITATIVAS/CONTINGENCIA/tablas-contingencia.pdf>.

**DRESER, A.** "Retos y avances en la vacunación contra COVID-19 en Latinoamérica y el Caribe". *Salud UIS* [en línea], 2021. (Colombia) 53. [Consulta: 11 febrero 2022]. ISSN 0121-0807. Disponible en: <https://doi.org/10.18273/saluduis.53.e:21002>.

**FERNANDO, K; et al.** "Achieving end-to-end success in the clinic: Pfizer's learnings on R&D productivity". *Drug Discovery Today* [en línea], 2022. 27(3), pp. 697-704. [Consulta en: 1 febrero 2022]. ISSN 1359-6446. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2021.12.010>.

**GORBEA PORTAL, S., PIÑA POZAS, M.** *Investigación y metría de la información sobre COVID-19: diversos enfoques de la pandemia*. [en línea]. Ciudad de Mexico-Mexico, 2021. [Consulta: 30 enero 2022] Disponible en: [https://ru.iibi.unam.mx/jspui/handle/IIBI\\_UNAM/227](https://ru.iibi.unam.mx/jspui/handle/IIBI_UNAM/227).

**GRAS-VALENTÍ, P; et al.** " Efectividad de la primera dosis de vacuna BNT162B2 para prevenir la covid-19 en personal sanitario". *Revista española de salud pública* [en línea], 2021, (España) 95, pp. 1-12. [Consulta: 11 enero 2022]. ISSN 2173-9110. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33913444/>.

**GUERRA BUSTILLO, C.W.** *Estadística* [en línea]. Ciudad de la Habana: Editorial Felix Varela, 2003. [Consulta: 4 octubre 2021]. Disponible en:

<https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/71785>.

**HERNÁNDEZ SAMPIERI, R; et al.** *Metodología de la investigación* [en línea]. 6ª ed. S.l.: McGraw-Hill Interamericana México eD. F DF, 2018. [Consulta: 5 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

**LIND, D.A; et al.** *Negocios Y La Economía* [en línea]. 13ª ed. S.l.: McGraw-Hill Interamericana México eD. F DF, 2014. [Consulta: 8 noviembre 2021]. Disponible en: [http://www.uenicmlk.edu.ni/img/biblioteca/Estadistica\\_aplicada\\_a\\_los\\_negocios\\_y\\_la.pdf](http://www.uenicmlk.edu.ni/img/biblioteca/Estadistica_aplicada_a_los_negocios_y_la.pdf).

**LUZURIAGA, J.P; 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 Preprints [en línea], 2021. pp. 1-13. [Consulta: 3 octubre 2021]. Disponible en: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/2068/3406>.

**MARTINEZ, E.** *Estadística* [en línea]. S.l.: Universidad Abierta para Adultos (UAPA), 2020. [Consulta: 5 octubre 2021]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/175596>.

**MATUS, R.** *Estadística* [en línea]. S.l.: Instituto Politecnico Nacional, 2010. [Consulta: 4 octubre 2021]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/76119>.

**MERCADO POLO, D; et al.** "Comparación de Redes Neuronales aplicadas a la predicción de Series de Tiempo". *Prospectiva* [en línea], 2015, 13(2), pp. 88-95. [Consulta: 11 enero 2022]. ISSN 1692-8261. Disponible en: <http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/491>.

**MINISTERIO DE SANIDAD IGUALDAD Y ASUNTOS SOCIALES.** *Información Científica-Técnica Coronavirus. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias.* [en línea], 2021. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/ITCoronavirus.pdf>.

**MSP.** *Situación Epidemiológica Nacional COVID-19, Ecuador.* [en línea]. 2021a. Disponible en: [https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/INFOGRAFIA-MEDIOS-02\\_Septiembre\\_2021.pdf](https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/INFOGRAFIA-MEDIOS-02_Septiembre_2021.pdf).

**MSP.** *Valores / Misión / Visión – Ministerio de Salud Pública.* [en línea]. 2021b. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/valores-mision-vision/>.

**MÜLLER, L; et al.** "Age-dependent Immune Response to the Biontech/Pfizer BNT162b2 Coronavirus Disease 2019 Vaccination". *Clinical Infectious Diseases* [en línea], 2021, 73(11), pp. 2065-2072. [Consulta: 31 enero 2022]. ISSN 1058-4838. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/cid/ciab381>.

**NDWANDWE, D y WIYSONGE C.** "COVID-19 vaccines". *Current Opinion in Immunology* [en línea], 2021, 71, pp.111-116. [Consulta: 1 febrero 2022]. ISSN 0952-7915. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.coi.2021.07.003>.

**NEGRETE, S.A.** "El sistema inmunitario nunca descansa: La importancia de la vacunación". *Naturaleza y Tecnología* [en línea], 2020, (2), pp.21-36. [Consulta: 4 octubre 2021]. ISSN 2007-672X. Disponible en: <http://www.naturalezaytecnologia.com/index.php/nyt/article/view/375>.

**OMS.** *Orientaciones para el público. Medidas de protección básicas contra el nuevo coronavirus.* [en línea]. 2020. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public%>.

**ORLANDONI, G.** "Escalas de medición en Estadística". *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales* [en línea], 2010, (Venezuela) 12(2), pp. 243-247. [Consulta: 4 octubre 2021]. ISSN 2343-5763. Disponible en: <http://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/2415/2574>

**OTEYZA DE OTEYZA, E., y HERNANDEZ GARCIADIEGO, C.** *Probabilidad y estadística* [en línea]. S.l.: Pearson Educacion, 2015. [Consulta: 4 octubre 2021]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/38015>.

**OVANDO, G; et al.** "Redes neuronales para modelar predicción de heladas". *Agricultura Técnica* [en línea], 2005, (Chile) 65(1), pp. 65-73. [Consulta: 11 enero 2022]. ISSN 0365-2807. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072005000100007](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072005000100007).

**PATTEN, M.L. y NEWHART, M.** *Understanding research methods: An overview of the essentials* [en línea]. 10th ed. New York-USA: Taylor and Francis, 2017. [Consulta: 5 octubre

2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.4324/9781315213033>

**PICAZO, J.J.** "Vacuna frente al COVID-19". Sociedad Española de Quimioterapia [en línea], 2021, (España) 34(6), pp. 569-598. [Consulta: 3 octubre 2021]. ISSN 0214-3429. Disponible en: <http://www.doi.org/10.37201/req/085.2021>

**QUEVEDO, F.** "Medidas de tendencia central y dispersión". Medwave [en línea], 2011, 11(3), pp. 1-6. [Consulta: 4 octubre 2021]. ISSN 0717-6384. Disponible en: <https://doi.org/10.5867/medwave.2011.03.4934>.

**RAMÍREZ ALONSO, G.M. de J. y CHACÓN MURGUÍA, M.I.** "Clasificación de defectos en madera utilizando redes neuronales artificiales". Computación y Sistemas [en línea], 2005, (México) 9(1), pp. 17-27. [Consulta: 11 febrero 2022]. ISSN 2007-9737. Disponible en: <https://cys.cic.ipn.mx/ojs/index.php/CyS/article/view/1102/1194>

**RIVERA VILLEGAS, H.O; et al.** "Diagnóstico de COVID-19 en el primer nivel de atención médica: pruebas diagnósticas". Atención Familiar [en línea], 2020, (México) 27, pp. 13-17. [Consulta: 30 enero 2021]. ISSN 1405-8871. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22201/fm.14058871p.2020.0.77311>.

**RODRIGUEZ FRANCO, J. y PIERDANT RODRIGUEZ, A.I.** *Estadística para administracion* [en línea]. México D.F: Grupo Editorial Patria, 2015. [Consulta: 4 octubre 2021]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/39397>.

**SANTANA, J.C.** "Predicción de series temporales con redes neuronales: una aplicación a la inflación colombiana". Revista Colombiana de Estadística [en línea], 2006, (Colombia) 29(1), pp. 77-92. [Consulta: 11 febrero 2022]. ISSN 0120-1751. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-17512006000100005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-17512006000100005).

**SCHIEWE, J.** "Empirical Studies on the Visual Perception of Spatial Patterns in Choropleth Maps". KN - Journal of Cartography and Geographic Information [en línea], 2019, 69(3), pp. 217-228. [Consulta: 8 febrero 2022]. ISSN 25244965. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42489-019-00026-y>.

**SENPLADES.** *Proceso de desconcentración del Ejecutivo en los niveles administrativos de planificación. Folleto SENPLADES* [en línea], 2012. Disponible en:

<https://www.planificacion.gob.ec/zonas-districtos-y-circuitos/>.

**SHIMABUKURO, T. y NAIR, N.** "Allergic Reactions Including Anaphylaxis After Receipt of the First Dose of Pfizer-BioNTech COVID-19 Vaccine". *JAMA* [en línea], 2021, 325(8), pp. 780-781. [Consulta: 31 enero 2022]. ISSN 0098-7484. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2775646>.

**STEYN, N; et al.** "A COVID-19 vaccination model for Aotearoa New Zealand". *Scientific Reports* [en línea], 2022, 12(1), pp. 2720. [Consulta: 10 marzo 2022]. ISSN 2045-2322. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-06707-5>.

**SUPO CONDORI, F. y CAVERO, H.** Medidas de tendencia central. Fundamentos teóricos y procedimentales de la investigación científica en ciencias sociales [en línea]. Lima-Perú: El Universitario, 2014. [Consulta: 4 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.felipesupo.com/wp-content/uploads/2020/02/Fundamentos-de-la-Investigación-Científica.pdf>.

**SUSA TORRADO, M.F.** *Beneficios de la vacunación Covid 19 en determinada población.* [en línea], 2022. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/43309>.

**TOBAIQY, M; et al.** "Analysis of thrombotic adverse reactions of covid-19 astrazeneca vaccine reported to eudravigilance database". *Vaccines* [en línea], 2021, 9(4), pp. 1-8. [Consulta: 1 febrero 2022]. ISSN 2076-393X. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/vaccines9040393>.

**TORJESEN, I.** "Covid-19: AstraZeneca vaccine is approved in EU with no upper age limit". *BMJ* [en línea], (United Kingdom) 2021, 372(295), pp. 1-2. [Consulta: 1 febrero 2022]. ISSN 0959-8138. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.n295>.

**VEGA RIVERO, J.A; et al.** "La salud de las personas adultas mayores durante la pandemia de COVID-19". *Journal of Negative and No Positive Results* [en línea], (España) 2020, 5(7), pp. 669-765. [Consulta: 5 octubre 2021]. ISSN-e 2529-850X. Disponible en: <https://doi.org/10.19230/jonnpr.3772>.

**VIDAL, E.** "ACCESO A LA VACUNA CONTRA EL COVID: estrategias internacionales y locales para gestionar la colisión entre el derecho humano a la salud y la economía". *Cadernos Eletrônicos Direito Internacional sem Fronteiras* [en línea], (Brasil) 2021, 3(2), pp. 1-16. [Consulta: 3 octubre 2021]. ISSN 2675-2514. Disponible en:

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5477713>.

**VILA MUNTADAS, M; et al.** "COVID-19 diagnostic tests: importance of the clinical context". *Medicina Clinica* [en línea], 2021, 157(4), pp. 185-190. [Consulta: 1 febrero 2022]. ISSN 15788989. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2021.03.007>.

**WALPOLE, R.E. y MYERS, R.H.** *Probabilidad y Estadística para Ingenieros y Ciencias* [en línea]. 9ª ed. México: Pearson, 2012. [Consulta: 8 octubre 2021]. Disponible en: [http://www.pearsonenespanol.com/mexico/educacion-superior/walpole\\_index](http://www.pearsonenespanol.com/mexico/educacion-superior/walpole_index).

**WISE, J.** "Covid-19: New data on Oxford AstraZeneca vaccine backs 12 week dosing interval". *BMJ* [en línea], (United Kingdom) 2021, 372(326), p. 1. [Consulta: 1 febrero 2022]. ISSN 0959-8138. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.n326>.

**ZAVALA-FLORES, E. y SALCEDO-MATIENZO, J.** "Medicación prehospitalaria en pacientes hospitalizados por COVID-19 en un hospital público de Lima-Perú". *ACTA MEDICA PERUANA* [en línea], (Perú) 2020, 37(3), pp. 393-395. [Consulta: 11 febrero 2022]. ISSN 1018-8800. Disponible en: <https://doi.org/10.35663/amp.2020.373.1277>.



## ANEXOS

### ANEXO A: DATOS ABIERTOS DE LA PLATAFORMA GUBERNAMENTAL DE DESARROLLO SOCIAL DEL MSP

Ministerio de Salud Pública > Sin categoría > Datos Abiertos

### Datos Abiertos

Tema	Autor	Fuente	Frecuencia de publicación	Archivo
VACUNAS COVID	DNEAIS	Base de vacunas COVID	Semestral	Datos Abiertos
GINECO OBSTETRICIA	DNEAIS	Matriz gineco obstetrica	Anual	Datos Abiertos
EMERGENCIAS	DNEAIS	Matriz Emergencias	Anual	Datos Abiertos
LABORATORIO	DNEAIS	Matriz Laboratorio	Anual	Datos Abiertos
AIR	DNEAIS	Matriz AIR	Anual	Datos Abiertos
ESQUEMA REGULAR DE VACUNAS	DNEAIS	Matriz Esquema regular de vacunas	Anual	Datos Abiertos
INFORMACIÓN NUTRICIONAL	DNEAIS	SVAN-RDACA-PRAS	Anual	Datos Abiertos

Comparto esta publicación:

- Tweet
- Compartir
- Imprimir
- Mail

Entérate

Contacto Ciudadano | Portal Trámites Ciudadanos | Sistema Nacional de Información (SNI)

Gobierno de la República del Ecuador

Av. Quitumbe Ran y Av. Amaru Ran  
Plataforma Gubernamental de Desarrollo Social. Código Postal: 170702 / Quito - Ecuador  
Teléfono: 593 3 381 4800

**Fuente:** Plataforma gubernamental de desarrollo social del Ministerio de Salud Pública de Ecuador

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

### ANEXO B: ARCHIVO DE DATOS DE VACUNACIÓN EN ECUADOR

Agrege su propio Nextcloud | Descargar

Nombre	Tamaño	Modificado
Diccionario de variables.xlsx	4 KB	hace un mes
Vacuna Nacional COVID-19 (Enero a junio 2021).xlsx	12 MB	hace 2 meses

3 archivos | 13 MB

**Fuente:** Plataforma gubernamental de desarrollo social del Ministerio de Salud Pública de Ecuador

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

## ANEXO C: BASE DE DATOS DEL REGISTRO DE LA VACUNACIÓN NACIONAL DE ENERO A JUNIO 2021 DEL MSP

fecha_vacuna	zona	provincia	sexo	edad	nom_vacuna	primera	segunda	Hospitalizados estables	Hospitalizados pronostico reservado
21/1/2021	ZONA 3	CHIMBORAZO	Mujer	De 25 a 49 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	721	489
21/1/2021	ZONA 3	TUNGURAHUA	Hombre	De 70 a 79 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	747	489
21/1/2021	ZONA 3	TUNGURAHUA	Hombre	De 80 años y más	BNT162b2 PFIZER	4	0	758	490
21/1/2021	ZONA 3	TUNGURAHUA	Mujer	De 60 a 69 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	830	510
21/1/2021	ZONA 3	TUNGURAHUA	Mujer	De 70 a 79 años	BNT162b2 PFIZER	3	0	866	498
21/1/2021	ZONA 3	TUNGURAHUA	Mujer	De 80 años y más	BNT162b2 PFIZER	3	0	866	498
21/1/2021	ZONA 3	TUNGURAHUA	Hombre	De 25 a 49 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	841	510
21/1/2021	ZONA 3	TUNGURAHUA	Hombre	De 60 a 69 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	851	508
21/1/2021	ZONA 3	TUNGURAHUA	Hombre	De 70 a 79 años	BNT162b2 PFIZER	2	0	817	523
21/1/2021	ZONA 3	TUNGURAHUA	Mujer	De 25 a 49 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	859	528
21/1/2021	ZONA 4	MANABI	Mujer	De 25 a 49 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	886	529
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Hombre	De 25 a 49 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	836	525
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Hombre	De 50 a 59 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	812	519
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Mujer	De 25 a 49 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	796	502
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Mujer	De 50 a 59 años	BNT162b2 PFIZER	2	0	792	512
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Hombre	De 18 a 24 años	BNT162b2 PFIZER	1	0	818	489
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Hombre	De 25 a 49 años	BNT162b2 PFIZER	133	0	1196	476
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Hombre	De 50 a 59 años	BNT162b2 PFIZER	21	0	818	492
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Hombre	De 60 a 69 años	BNT162b2 PFIZER	17	0	821	497
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Hombre	De 70 a 79 años	BNT162b2 PFIZER	16	0	789	474
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Hombre	De 80 años y más	BNT162b2 PFIZER	13	0	742	469
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Mujer	De 18 a 24 años	BNT162b2 PFIZER	2	0	751	476
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Mujer	De 25 a 49 años	BNT162b2 PFIZER	115	0	759	497
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Mujer	De 50 a 59 años	BNT162b2 PFIZER	20	0	769	486
21/1/2021	ZONA 8	GUAYAS	Mujer	De 60 a 69 años	BNT162b2 PFIZER	10	0	782	475

**Fuente:** Base de datos del registro de la vacunación nacional 2021 del Ministerio de Salud Pública de Ecuador.

**Realizado por:** Ulcuango, M, 2022.

## ANEXO D: CÓDIGO USADO EN EL SOFTWARE R

```
# Librerias
library(openxlsx)
library(tidyverse)
library(modeest)
library(lubridate)
library(gmodels)
library(ggthemes)
library(scales)
library(magrittr)
library(sf)

# Importacion de la base de datos con fecha de corte (30/11/2021)
nwdt <- read.csv("Datos/MSP_VACUNA_COVID_2021.csv", header = T, sep = ";")
nwdt$fecha_vacuna <- as.Date(nwdt$fecha_vacuna, format = "%d/%m/%Y")
# Visualización de los datos
View(nwdt)
# Estructura de la base de datos
str(nwdt)
# Modificación de la base original, se añade una nueva variable con los meses
nueva_base <- mutate(nwdt,
  MES = as.Date(fecha_vacuna, format = "%d/%m/%Y"),
  Mes = format(MES, "%B")) %>%
  select(., !MES)
View(nueva_base)
### ANÁLISIS DESCRIPTIVO
## Meses y Vacunación según dosis
# Meses y primera dosis
tba_mp <- nueva_base %>%
  group_by(Mes) %>%
```

```

summarise(
  tibble(
    Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
    Valor = c(quantile(primeras, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
      round(mean(primeras, na.rm = T), 2),
      round(sd(primeras, na.rm = T), 2),
      round(var(primeras), 2),
      mlv(primeras),
      (max(primeras) - min(primeras)),
      sum(primeras)
    ))) %>%
  pivot_wider(names_from = Mes, values_from = Valor)
# Meses y segunda dosis
tba_ms <- nueva_base %>%
  group_by(Mes) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(segundas, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
        round(mean(segundas, na.rm = T), 2),
        round(sd(segundas, na.rm = T), 2),
        round(var(segundas), 2),
        mlv(segundas),
        (max(segundas) - min(segundas)),
        sum(segundas)
      ))) %>%
  pivot_wider(names_from = Mes, values_from = Valor)
# Gráfico
g_1 <- nueva_base %>%
  group_by(Mes) %>%
  summarise(Primera = sum(primeras),
    Segunda = sum(segundas)) %>%
  arrange(., Primera) %>%
  mutate(., MESES = factor(Mes, levels = c("enero", "febrero", "marzo",
"abril", "mayo", "junio") ,
    labels = c("Enero", "Febrero", "Marzo", "Abril",
"Mayo", "Junio"))) %>%
  pivot_longer(., cols = c(Primera, Segunda), names_to = "Dosis", values_to =
"Totales") %>%
  mutate(., Porcentaje = percent(round(Totales / sum(Totales), 3))) %>%
  ggplot(., aes(x = MESES, y = Totales, fill = Dosis)) +
  geom_col(position = "dodge") +
  theme_fivethirtyeight() +
  scale_fill_gdocs() +
  geom_text(aes(label = Totales), position = position_dodge(width = 1), vjust
= -0.5, size = 9) +
  geom_text(aes(label = Porcentaje), position = position_dodge(width = 1),
vjust = 1.5, size = 9) +
  scale_y_continuous(breaks = seq(0, 1000000, by = 500000), labels =
paste0(c(0, 500, 1), c("", "k", "M"))) +
  labs(title = "POBLACIÓN VACUNADA", subtitle = "SEGÚN MESES") +
  theme(title = element_text(size = 28), legend.text = element_text(size =
31))
g_1
## Zonas administrativas y vacunación según meses
# Zonas y primera dosis
tba_zypd <- nueva_base %>%

```

```

group_by(zona) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(primera, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
round(mean(primera, na.rm = T), 2),
round(sd(primera, na.rm = T), 2),
round(var(primera), 2),
mlv(primera),
(max(primera) - min(primera)),
sum(primera)
      ))) %>%
  pivot_wider(names_from = zona, values_from = Valor)
# Zonas y segunda dosis
tba_zysd <- nueva_base %>%
  group_by(zona) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(segunda, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
round(mean(segunda, na.rm = T), 2),
round(sd(segunda, na.rm = T), 2),
round(var(segunda), 2),
mlv(segunda),
(max(segunda) - min(segunda)),
sum(segunda)
      ))) %>%
  pivot_wider(names_from = zona, values_from = Valor)
# Creacion de Los datos necesarios para el grafico
dtt <- nwdt %>%
  group_by(zona) %>%
  summarise(Primera = sum(primera),
Segunda = sum(segunda)) %>%
  gather(., key = "Dosis", value = "Total", 2:3) %>%
  mutate(porc2 = gsub("00", "", percent(round(Total / sum(Total), 4))))
# Gráfico
g_2 <- ggplot(dtt, aes(x = zona, y = Total, fill = Dosis)) +
  geom_col(position = "dodge") +
  theme_fivethirtyeight() +
  scale_fill_gdocs() +
  coord_flip() +
  theme(legend.position = c(0.85, 0.1)) +
  geom_text(aes(label = Total), position = position_dodge(width = 1), size =
9, vjust = 0.5, hjust = 1.2) +
  geom_text(aes(label = porc2), position = position_dodge(width = 1), size =
9, hjust = -0.2) +
  theme(legend.text = element_text(size = 14), legend.position = c(0.8, 0.1))
+
  labs(title = "POBLACIÓN VACUNADA", subtitle = "SEGÚN ZONAS DE
PLANIFICACIÓN") +
  scale_y_continuous(breaks = seq(0, 600000, by = 200000), labels =
paste0(c(seq(0, 600, 200)), c("", rep("k", 3)))) +
  theme(title = element_text(size = 26), legend.text = element_text(size =
29))
g_2
## Provincias y vacunación según dosis
# Provincias y primera dosis---
```

```

tba_pypd <- nueva_base %>%
  group_by(provincia) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(primeras, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
        round(mean(primeras, na.rm = T), 1),
        round(sd(primeras, na.rm = T), 1),
        round(var(primeras), 1),
        mlv(primeras),
        (max(primeras) - min(primeras)),
        sum(primeras)
      ))) %>%
  pivot_wider(names_from = Estadistico, values_from = Valor)
# Provincias y segunda dosis
tba_pysd <- nueva_base %>%
  group_by(provincia) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(segundas, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
        round(mean(segundas, na.rm = T), 1),
        round(sd(segundas, na.rm = T), 1),
        round(var(segundas), 1),
        mlv(segundas),
        (max(segundas) - min(segundas)),
        sum(segundas)
      ))) %>%
  pivot_wider(names_from = Estadistico, values_from = Valor)
# Gráfico
tvp <- nueva_base %>%
  group_by(provincia) %>%
  select(provincia, primera, segunda) %>%
  summarise(Primera = sum(primeras),
    Segunda = sum(segundas)) %>%
  arrange(., Primera) %>%
  gather(., key = "Dosis_1", value = "Total", 2:3)
g_3 <- nueva_base %>%
  group_by(provincia) %>%
  select(provincia, primera, segunda) %>%
  summarise(Primera = sum(primeras),
    Segunda = sum(segundas)) %>%
  arrange(., Primera) %>%
  mutate(., Prov = factor(provincia, levels = unique(tvp$provincia),
    labels = unique(tvp$provincia))) %>%
  gather(., key = "Dosis_1", value = "Total", 2:3) %>%
  mutate(., Pocentajes = percent(round(Total / sum(Total), 3)),
    Porcentajes2 = gsub("00", "", Pocentajes)) %>%
  ggplot(., aes(x = Prov, y = Total, fill = factor(Dosis_1))) +
  geom_col(position = "dodge") +
  theme_fivethirtyeight() +
  coord_flip() +
  scale_fill_gdocs() +
  geom_text(aes(label = Total), position = position_dodge(width = 1), hjust =
-0.2, size = 6) +
  geom_text(aes(label = Porcentajes2), position = position_dodge(width = 1),
size = 6, hjust = 1) +

```

```

  theme(legend.position = c(0.8, 0.05), legend.margin = margin(0,0,0,0),
        legend.box = "horizontal",
        legend.text = element_text(size = 15), legend.title =
element_text(size = 15)) +
  labs(fill = "Dosis", title = "POBLACIÓN VACUNADA", subtitle = "SEGÚN
PROVINCIAS") +
  scale_y_continuous(breaks = seq(0, 600000, by = 200000), labels =
paste0(c(seq(0, 600, 200)), c("", rep("k", 3)))) +
  theme(title = element_text(size = 28), legend.text = element_text(size =
31))
## Sexo y vacunación sesgún dosis
# Sexo y primera dosis
tba_sypd <- nueva_base %>%
  group_by(sexo) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(primera, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
round(mean(primera, na.rm = T), 1),
round(sd(primera, na.rm = T), 1),
round(var(primera), 1),
mlv(primera),
(max(primera) - min(primera)),
sum(primera)
    ))) %>%
  pivot_wider(names_from = sexo, values_from = Valor)
# Sexo y segunda dosis
tba_sysd <- nueva_base %>%
  group_by(sexo) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(segunda, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
round(mean(segunda, na.rm = T), 1),
round(sd(segunda, na.rm = T), 1),
round(var(segunda), 1),
mlv(segunda),
(max(segunda) - min(segunda)),
sum(segunda)
    ))) %>%
  pivot_wider(names_from = sexo, values_from = Valor)
# Creación de Los datos necesarios para el gráfico
dtt_g4 <- nueva_base %>%
  group_by(sexo) %>%
  summarise("Primera Dosis" = sum(primera),
"Segunda Dosis" = sum(segunda)) %>%
  pivot_longer(., cols = c(`Primera Dosis`, `Segunda Dosis`), names_to =
"Dosis", values_to = "Total") %>%
  group_by(Dosis) %>%
  mutate(., porce = percent(Total / sum(Total)))
# Gráfico
g_4 <- ggplot(dtt_g4, aes(x = sexo, y = Total, fill = Dosis)) +
  geom_col(position = "dodge") +
  labs(title = "POBLACIÓN VACUNADA", subtitle = "SEGÚN SEXO") +
  geom_text(aes(label = Total, vjust = 2), size = 11, position =
position_dodge(width = 1), vjust = -0.7) +
  geom_text(aes(label = porce), position = position_dodge(width = 1), size =

```

```

11, vjust = 1.5 ) +
  facet_grid(~ Dosis) +
  theme_fivethirtyeight() +
  scale_fill_gdocs() +
  scale_y_continuous(limits = c(0,1600000)) +
  theme(legend.position = "none") +
  theme(title = element_text(size = 29), legend.text = element_text(size =
31))
## Grupos de edad y vacunación según dosis
# Grupos de edad y primera dosis
tba_gedad_pd <- nueva_base %>%
  group_by(gedad) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(primera, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
round(mean(primera, na.rm = T), 1),
round(sd(primera, na.rm = T), 1),
round(var(primera), 1),
mlv(primera),
(max(primera) - min(primera)),
sum(primera)
    ))) %>%
  pivot_wider(names_from = gedad, values_from = Valor)
# Grupos de edad y segunda dosis
tba_gedad_sd <- nueva_base %>%
  group_by(gedad) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(segunda, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
round(mean(segunda, na.rm = T), 1),
round(sd(segunda, na.rm = T), 1),
round(var(segunda), 1),
mlv(segunda),
(max(segunda) - min(segunda)),
sum(segunda)
    ))) %>%
  pivot_wider(names_from = gedad, values_from = Valor)
# Grafico
dtt_g5 <- nueva_base %>%
  group_by(gedad) %>%
  summarise("Primera Dosis" = sum(primera),
"Segunda Dosis" = sum(segunda)) %>%
  gather(., key = "Dosis", value = "Total", 2:3) %>%
  mutate(porc3 = gsub("$", "%", substr(percent(round(Total/sum(Total), 4)),
start = 1, nchar(percent(round(Total/sum(Total), 5))) - 2)))
g_5 <- ggplot(dtt_g5, aes(x = gedad, y = Total, fill = Dosis )) +
  geom_col(position = "dodge") +
  labs(title = "Vacunación según grupo de edad", x = "", y = "") +
  theme_fivethirtyeight() +
  scale_fill_gdocs() +
  ylim(c(0, 1000000)) +
  coord_flip() +
  geom_text(aes(label = porc3), position = position_dodge(width = 1), size =
9, hjust = 1) +
  geom_text(aes(label = Total), position = position_dodge(width = 1), hjust =

```

```

-0.5, size = 9) +
  theme(legend.text = element_text(size = 30), legend.position = c(0.8, 0.1),
legend.title = element_text(size = 29),
        title = element_text(size = 27)) +
  labs(title = "POBLACIÓN VACUNADA", subtitle = "SEGÚN GRUPOS DE EDAD", fill
= "Dosis")
## Nombre de La vacuna y vacunación según dosis
# Nombre de La vacuna y primera dosis
tba_novpri <- nueva_base %>%
  group_by(nom_vacuna) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(primera, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
round(mean(primera, na.rm = T), 1),
round(sd(primera, na.rm = T), 1),
round(var(primera), 1),
mlv(primera),
(max(primera) - min(primera)),
sum(primera)
    ))) %>%
  pivot_wider(names_from = nom_vacuna, values_from = Valor)
colnames(tba_novpri) <- c("Estadístico", "PFIZER", "ASTRAZENECA", "SINOVAC")

# Nombre de La vacuna y segunda dosis
tba_novseg <- nueva_base %>%
  group_by(nom_vacuna) %>%
  summarise(
    tibble(
      Estadistico = c("Min", "Q1", "Mediana", "Q3", "Max", "Media", "Desv",
"Var", "Mod", "Ran", "Cont"),
      Valor = c(quantile(segunda, c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)),
round(mean(segunda, na.rm = T), 1),
round(sd(segunda, na.rm = T), 1),
round(var(segunda), 1),
mlv(segunda),
(max(segunda) - min(segunda)),
sum(segunda)
    ))) %>%
  pivot_wider(names_from = nom_vacuna, values_from = Valor)
colnames(tba_novseg) <- c("Estadístico", "PFIZER", "ASTRAZENECA", "SINOVAC")
# Grafico
g_6 <- nueva_base %>%
  mutate(nombre_vacuna = factor(nom_vacuna,
                                levels = c("CoronaVac SINOVAC",
"CHADOX1S RECOMBINANTE
ASTRAZENECA",
                                "BNT162b2 PFIZER"),
                                labels = c("SINOVAC", "ASTRAZENECA",
"PFIZER"))) %>%
  group_by(nombre_vacuna) %>%
  summarise(Primera = sum(primera),
            Segunda = sum(segunda)) %>%
  pivot_longer(., cols = c(Primera, Segunda), values_to = "Totales", names_to
= "Dosis") %>%
  mutate(Porcentajes = percent(round(Totales/sum(Totales), 2))) %>%
  group_by(Dosis) %>%

```



```

mutate(porce2 = percent(round(Totales / sum(Totales), 3))) %>%
ggplot(., aes(x = nombre_vacuna, y = Totales, fill = Dosis)) +
geom_col(position = "dodge") +
geom_text(aes(label = Totales), position = position_dodge(width = 1), vjust
= -0.5, size = 10) +
geom_text(aes(label = porce2), position = position_dodge(width = 1), vjust
= 1.5, size = 10) +
theme_fivethirtyeight() +
scale_fill_gdocs() +
scale_y_continuous(breaks = seq(0, 1000000, by = 200000), labels =
paste0(c(seq(0, 800, 200), 1), c("", rep("k", 4), "M")))) +
labs(title = "POBLACIÓN VACUNADA", subtitle = "SEGÚN NOMBRE DE LA VACUNA")
+
theme(title = element_text(size = 29), legend.text = element_text(size =
30))
## Poblacion total vacunada según provincias
t_prov <- nueva_base %>%
group_by(provincia) %>%
summarise(Total = sum(segunda, primera)) %>%
arrange(., Total) %>%
mutate(., Porcentaje = percent(round(Total / sum(Total), 3)),
Porcentajes2 = gsub("00", "", Porcentaje))
g_7 <- ggplot(t_prov, aes(x = provincia, y = Total, fill = "blue")) +
geom_col() +
scale_x_discrete(limits = t_prov$provincia) +
ylim(c(0, 1150000)) +
coord_flip() +
theme_fivethirtyeight() +
scale_fill_gdocs() +
labs(title = "POBLACIÓN TOTAL VACUNADA", subtitle = "SEGÚN PROVINCIAS") +
theme(legend.position = "none") +
geom_text(aes(label = Total), size = 9, hjust = -0.3) +
geom_text(aes(label = Porcentajes2), size = 9, hjust = 0.9) +
theme(title = element_text(size = 29), legend.text = element_text(size =
30))
## Dosis aplicadas según vacunas y zonas
total_zona_vacuna <- nueva_base %>%
mutate(nombre_vacuna = factor(nom_vacuna, labels = c("PFIZER",
"ASTRAZENECA", "SINOVAC"))) %>%
select(zona, nombre_vacuna, primera, segunda) %>%
group_by(zona,nombre_vacuna) %>%
summarise(Primera = sum(primeras),
Segunda = sum(segundas),
Total_Zona= sum(Primera, Segunda)) %>%
select(zona, nombre_vacuna, Total_Zona) %>%
ungroup() %>%
mutate(., pp = gsub("00", "", percent(round(Total_Zona/sum(Total_Zona),
3))))
#Gráfico
g_8 <- total_zona_vacuna %>%
ggplot(., aes(x = Total_Zona, y = zona, fill = nombre_vacuna)) +
geom_col(position = "dodge") +
geom_text(aes(label = Total_Zona), position = position_dodge(width = 1),
hjust = 0.6, vjust = -0.6, size = 7) +
geom_text(aes(label = pp), position = position_dodge(width = 1), size = 8,
vjust = 1.5) +
theme_fivethirtyeight() +
scale_fill_manual(values = c("#E53333", "#B8A837", "#3355FF")) +
coord_flip() +

```

```

  labs(title = "TOTAL DE DOSIS APLICADAS", fill = "VACUNA", subtitle = "SEGÚN
VACUNA Y ZONA") +
  theme(legend.title = element_text(size = 29), legend.position = c(0.5, 1),
        title = element_text(size = 30), legend.text = element_text(size =
30)) +
  scale_x_continuous(breaks = seq(0, 300000, by = 100000), labels =
paste0(c(seq(0, 300, 100)), "k"))
## Total vacunados por dosis
TBA_TOTAL_DOSIS <- nueva_base %>%
  summarise("Primera Dosis" = sum(primera),
            "Segunda Dosis" = sum(segunda)) %>%
  pivot_longer(., cols = c(`Primera Dosis`, `Segunda Dosis`), names_to =
"Dosis", values_to = "Total") %>%
  mutate(., porc = percent(Total / sum(Total)))
g_14 <- TBA_TOTAL_DOSIS %>%
  ggplot(., aes(x = Dosis, y = Total, fill = Dosis)) +
  geom_col() +
  ylim(c(0, 3000000)) +
  geom_text(aes(label = Total), vjust = -0.5, size = 11) +
  geom_text(aes(label = porc), vjust = 1.5, size = 11) +
  theme_fivethirtyeight() +
  scale_fill_gdocs() +
  labs(title = "POBLACIÓN TOTAL VACUNDA", subtitle = "SEGÚN DOSIS") +
  theme(title = element_text(size = 29), legend.position = "none") +
  scale_y_continuous(breaks = seq(0, 3000000, by = 1000000), labels =
paste0(c(seq(0, 3, 1)), c("", rep("000000", 3))))
Análisis de independencia entre Los grupos de edades y Las vacunas
## Total de dosis aplicadas según grupos de edad y tipo de vacuna
total_gedad_vacuna <- nueva_base %>%
  mutate(nombre_vacuna = factor(nom_vacuna, labels = c("PFIZER",
"ASTRAZENECA", "SINOVAC"))) %>%
  select(gedad, nombre_vacuna, primera, segunda) %>%
  group_by(gedad, nombre_vacuna) %>%
  summarise(Primera = sum(primera),
            Segunda = sum(segunda),
            Total = sum(Primera, Segunda)) %>%
  select(gedad, nombre_vacuna, Total) %>%
  ungroup() %>%
  mutate(Porcen = gsub("$", "%", substr(percent(round(Total / sum(Total),
4)),
                                start = 1,
                                nchar(percent(round(Total / sum(Total), 4))) -
2)))
# Gráfico
g_9 <- total_gedad_vacuna %>%
  ggplot(., aes(x = gedad, y = Total, fill = nombre_vacuna)) +
  geom_col(position = "dodge") +
  theme_fivethirtyeight() +
  labs(title = "TOTAL DE DOSIS APLICADAS", subtitle = "SEGÚN GRUPOS DE EDAD Y
VACUNA", fill = "VACUNA") +
  theme(legend.title = element_text(size = 30), legend.position = c(0.7, 1),
        title = element_text(size = 29), legend.text = element_text(size =
29)) +
  geom_text(aes(label = Total), position = position_dodge(width = 1), vjust =
-0.4, size = 8) +
  geom_text(aes(label = Porcen), position = position_dodge(width = 1), vjust
= 1.5, size = 8, hjust = 0.4) +
  scale_fill_manual(values = c("#E53333", "#B8A837", "#3355FF")) +
  scale_y_continuous(breaks = seq(0, 600000, by = 200000), labels =

```

```

paste0(c(seq(0, 600, 200)), c("", rep("k", 3)))
# Análisis de independencia
tabla_ob3 <- xtabs(Total ~ edad + nombre_vacuna, data = total_edad_vacuna)
CrossTable(tabla_ob3, chisq = T, prop.chisq = F, resid = T, digits = 2,
prop.r = F, prop.c = F, expected = T)
summary(tabla_ob3)
Impacto de la vacunación
# Lectura de datos de las hospitalizaciones
data4 <- read.csv("Datos/CAMAS2.csv", sep = ";")
# Adecuación de Los datos
data4$Fecha <- as.Date(data4$Fecha, format = "%d/%m/%Y")
tba1 <- data4 %>%
  group_by(month(Fecha)) %>%
  summarise(Total1 = sum(Hospitalizados.estables),
            Total2 = sum(Hospitalizados.pronostico.reservado),
            Promedio1 = round(mean(Hospitalizados.estables), 3),
            Promedio2 = mean(Hospitalizados.pronostico.reservado))
tba1$`month(Fecha)` <- factor(tba1$`month(Fecha)`, labels = c("Enero",
"Febrero", "Marzo", "Abril", "Mayo", "Junio"))
colnames(tba1) <- c("Mes", "P.Estable", "P.Reservado", "Pro_esta",
"Pro_reser")
tba1f <- pivot_longer(tba1, cols = c(P.Estable, P.Reservado), names_to =
"Tipo", values_to = "Totales")
# Gráfico 1 Hospitalizaciones
g_10 <- tba1f %>%
  mutate(porcen = percent(round(Totales/sum(Totales), 3))) %>%
  group_by(Tipo) %>%
  mutate(., porc2 = gsub("0", "", percent(round(Totales / sum(Totales),
3)))) %>%
  ggplot(., aes(x = Mes, y = Totales, fill = Tipo )) +
  geom_col(position = "dodge") +
  theme_fivethirtyeight() +
  scale_fill_gdocs() +
  geom_text(aes(label = Totales), position = position_dodge(width = 1),
vjust = -0.5, size = 9) +
  geom_text(aes(label = porc2), position = position_dodge(width = 1), vjust =
1.5, size = 9) +
  labs(fill = "Hospitalizaciones", title = "HOSPITALIZACIONES", subtitle =
"ENERO - JUNIO") +
  theme(legend.title = element_text(size = 29), title = element_text(size =
27), legend.text = element_text(size = 29))
# # Gráfico 2 Hospitalizaciones
g_11 <- tba1 %>%
  pivot_longer(., cols = c(P.Estable, P.Reservado), names_to = "Tipo",
values_to = "Totales") %>%
  mutate(Mes2 = as.character(Mes)) %>%
  ggplot(., aes(x = Mes, y = Totales, colour = Tipo, group = 1)) +
  geom_point() +
  geom_line()+
  facet_wrap(.,~Tipo) +
  geom_text(aes(label = Totales), position = position_dodge(width = 1),
vjust = -0.5, size = 8) +
  theme_fivethirtyeight() +
  scale_fill_gdocs() +
  labs(fill = "Hospitalizaciones", title = "HOSPITALIZACIONES", subtitle =
"ENERO - JUNIO") +
  theme(legend.position = "none") +
  theme(title = element_text(size = 27))
# Grafico dosis aplicadas y hospitalizaciones

```

```

aaa <- nueva_base %>%
  group_by(Mes) %>%
  summarise(T1 = sum(primera),
            T2 = sum(segunda),
            Dosis = sum(primera, segunda)) %>%
  arrange(T1) %>%
  mutate(Mes2 = c("Enero", "Febrero", "Marzo", "Abril", "Mayo", "Junio")) %>%
  select(Mes2, Dosis)
bbb <- data4 %>%
  group_by(month(Fecha)) %>%
  summarise(T1 = sum(Hospitalizados.estables),
            T2 = sum(Hospitalizados.pronostico.reservado),
            Hospitalizaciones = sum(Hospitalizados.estables,
Hospitalizados.pronostico.reservado)) %>%
  mutate(Mes2 = factor(`month(Fecha)`, labels = c("Enero", "Febrero",
"Marzo", "Abril", "Mayo", "Junio"))) %>%
  select(Mes2, Hospitalizaciones)
total_dosis_hosp <- merge(aaa, bbb, by = "Mes2") %>%
  arrange(Dosis) %>%
  pivot_longer(., cols = c(Dosis, Hospitalizaciones), names_to = "Tipo",
values_to = "Totales")
# Gráfico 1 de dosis y hospitalizaciones
g_12 <- total_dosis_hosp %>%
  mutate(., MESES = factor(Mes2, levels = c("Enero", "Febrero", "Marzo",
"Abril", "Mayo", "Junio") ,
            labels = c("Enero", "Febrero", "Marzo", "Abril",
"Mayo", "Junio"))) %>%
  ggplot(., aes(x = MESES, y = Totales, colour = Tipo, group = 1)) +
  geom_line() +
  geom_point() +
  facet_grid(.~Tipo) +
  theme_fivethirtyeight() +
  scale_fill_gdocs() +
  geom_text(aes(label = Totales), position = position_dodge(width = 1), vjust
= -0.5, size = 8) +
  labs(title = "TOTAL DE DOSIS APLICADAS Y HOSPITALIZACIONES", subtitle =
"SEGÚN MESES") +
  theme(legend.position = "none") +
  theme(title = element_text(size = 27))
# Gráfico 2 de dosis y hospitalizaciones
g_13 <- total_dosis_hosp %>%
  mutate(., MESES = factor(Mes2, levels = c("Enero", "Febrero", "Marzo",
"Abril", "Mayo", "Junio") ,
            labels = c("Enero", "Febrero", "Marzo", "Abril",
"Mayo", "Junio"))) %>%
  ggplot(., aes(x = MESES, y = Totales, fill = Tipo)) +
  geom_col(position = "dodge") +
  theme_fivethirtyeight() +
  scale_fill_gdocs() +
  geom_text(aes(label = Totales), position = position_dodge(width = 1), vjust
= -0.5, size = 9) +
  geom_text(aes(label = pp_13_f), position = position_dodge(width = 1), size
= 9, vjust = 1.4) +
  labs(title = "TOTAL DE DOSIS APLICADAS Y HOSPITALIZACIONES", subtitle =
"SEGÚN MESES", fill = "") +
  theme(title = element_text(size = 29), legend.text = element_text(size =
29))
# Prueba de independencia entre las dosis y hospitalizaciones
aa2 <- nueva_base %>%

```

```

group_by(Mes) %>%
  summarise(Primera = sum(primer),
            Segunda = sum(segunda)) %>%
  arrange(Primera) %>%
  mutate(Mes2 = c("Enero", "Febrero", "Marzo", "Abril", "Mayo", "Junio")) %>%
  select(Primera, Segunda, Mes2) %>%
  pivot_longer(cols = c(Primera, Segunda), names_to = "Dosis", values_to =
"Total_d")
bb2 <- data4 %>%
  group_by(month(Fecha)) %>%
  summarise(Estables = sum(Hospitalizados.estables),
            Reservado = sum(Hospitalizados.pronostico.reservado)) %>%
  mutate(Mes2 = factor(`month(Fecha)`, labels = c("Enero", "Febrero",
"Marzo", "Abril", "Mayo", "Junio"))) %>%
  pivot_longer(cols = c(Estables, Reservado), names_to = "Hospitalizaciones",
values_to = "Total_h") %>%
  select(Mes2, Hospitalizaciones, Total_h)

```

```

prueba_impacto <- merge(aa2, bb2, by = "Mes2") %>%
  mutate(TOTAL = Total_d + Total_h) %>%
  select(Dosis, Hospitalizaciones, TOTAL) %>%
  xtabs(TOTAL ~ Dosis + Hospitalizaciones,.)
summary(prueba_impacto)
CrossTable(prueba_impacto, chisq = T, prop.chisq = F, resid = F, digits = 2,
prop.r = F, prop.c = F, expected = T)

```

#### **Análisis de regresión**

```

library(tidyverse)
library(MLmetrics)
library(lubridate)
library(magrittr)
nwdt <- read.csv("Datos/MSP_VACUNA_COVID_2021.csv", header = T, sep = ";")
nwdt$fecha_vacuna <- as.Date(nwdt$fecha_vacuna, format = "%d/%m/%Y")
nueva_base <- mutate(nwdt,
                    MES = as.Date(fecha_vacuna, format = "%d/%m/%Y"),
                    Mes = format(MES, "%B")) %>%
  select(., !MES)
data4 <- read.csv("Datos/CAMAS2.csv", sep = ";")
data4$Fecha <- as.Date(data4$Fecha, format = "%d/%m/%Y")
aaa <- nueva_base %>%
  group_by(Mes) %>%
  summarise(T1 = sum(primer),
            T2 = sum(segunda),
            Dosis = sum(primer, segunda)) %>%
  arrange(T1) %>%
  mutate(Mes2 = c("Enero", "Febrero", "Marzo", "Abril", "Mayo", "Junio")) %>%
  select(Mes2, Dosis)
bbb <- data4 %>%
  group_by(month(Fecha)) %>%
  summarise(T1 = sum(Hospitalizados.estables),
            T2 = sum(Hospitalizados.pronostico.reservado),
            Hospitalizaciones = sum(Hospitalizados.estables,
Hospitalizados.pronostico.reservado)) %>%
  mutate(Mes2 = factor(`month(Fecha)`, labels = c("Enero", "Febrero",
"Marzo", "Abril", "Mayo", "Junio"))) %>%
  select(Mes2, Hospitalizaciones)
total_dosis_hosp <- merge(aaa, bbb, by = "Mes2") %>%
  arrange(Dosis) %>%

```

```

gather(., key = "Tipo", value = "Total", 2:3)
dt <- total_dosis_hosp %>%
  mutate(., MESES = factor(Mes2, levels = c("Enero", "Febrero", "Marzo",
"Abрил", "Mayo", "Junio") ,
          labels = c(1:6))) %>%
  spread(key = "Tipo", value = "Total") %>%
  arrange(Dosis)
cor.test(dt$Dosis, dt$Hospitalizaciones)
g_modelo1_xy <- ggplot(dt, aes(Dosis, Hospitalizaciones)) +
  geom_point(size = 7) +
  ylim(c(10000, 60000)) +
  xlim(c(0, 2100000)) +
  theme_gdocs() +
  geom_text(aes(label = Hospitalizaciones), hjust = -.5, col = "black", vjust
= -.5, size = 12) +
  labs(title = "DOSIS vs HOSPITALIZACIONES") +
  theme(title = element_text(size = 30), axis.text.x = element_text(size =
35), axis.text.y = element_text(size = 35),
        axis.title.x = element_text(size = 36), axis.title.y =
element_text(size = 36))
ggsave("Imágenes/imagenes4/modelo1_xy.png", plot = g_modelo1_xy, device =
"png", units = "cm", width = 60, height = 30, dpi = 1100)
### Primer modelo
modelo1 <- lm(log(Hospitalizaciones) ~ log(Dosis), data = dt)
summary(modelo1)
exp(predict(modelo1, data.frame(Dosis = c(reales_julio_diciembre$Real))))
dt_camás_dic$Hospitalizaciones
ajuste_modelo1 <- ggplot(dt, aes(x = log(Dosis), y = log(Hospitalizaciones)))
+
  geom_point(size = 7) +
  ylab("Hospitalizaciones") +
  geom_smooth(method = "lm", colour = "blue", formula = y ~ (x)) +
  geom_point(aes(x = log(Dosis), y = modelo1$fitted.values), colour = "blue",
size = 7) +
  xlab("Dosis") +
  theme_gdocs() +
  #scale_x_continuous(breaks = c(8.201934, 10.565583, 12.347529, 13.568520,
14.118042, 14.489350),
  #Labels = paste0(c("Enero \n3648", "Febrero", "Marzo", "Abril", "Mayo",
"Junio"))) +
  stat_poly_eq(formula = y ~ (x), aes(label =
paste(..eq.label.., ..rr.label.., sep = "~~~~~")), parse = T, size = 20) +
  labs(title = "AJUSTE DE REGRESIÓN", subtitle = "PARA LAS LAS
HOSPITALIZACIONES") +
  theme(title = element_text(size = 36), axis.text.x = element_text(size =
38), axis.text.y = element_text(size = 38),
        axis.title.x = element_text(size = 40), axis.title.y =
element_text(size = 40))
ggsave("Imágenes/imagenes4/ajuste_modelo1.png", plot = ajuste_modelo1, device
= "png", units = "cm", width = 70, height = 40, dpi = 1100)
# SUPUESTOS MODELO 1
# Normalidad
plot(modelo1, which = 2, main = "Normalidad")
shapiro.test(modelo1$residuals)
# Homocedasticidad
plot(modelo1, which = 3, main = "Homocedasticidad")
lmtest::bgttest(modelo1)
# Independencia
plot(model1$residuals, main = "Independencia", ylab = "Residuos")

```



```

lmtest::dwtest(modelo1)
### SEGUNDO MOLDELO -----
modelo2 <- lm((Hospitalizaciones) ~ 0 + log(Dosis), data = dt)
summary(modelo2)
(predict(modelo2, data.frame(Dosis = c(reales_julio_diciembre$Real))))
dt_camas_dic$Hospitalizaciones
ajuste_modelo2 <- ggplot(dt, aes(x = log(Dosis), y = (Hospitalizaciones))) +
  geom_point(size = 7) +
  ylab("Hospitalizaciones") +
  geom_smooth(method = "lm", colour = "blue", formula = y ~ 0 + (x)) +
  geom_point(aes(x = log(Dosis), y = modelo2$fitted.values), colour = "blue",
size = 7) +
  xlab("Dosis") +
  theme_gdocs() +
  #scale_x_continuous(breaks = c(8.201934, 10.565583, 12.347529, 13.568520,
14.118042, 14.489350),
  #Labels = paste0(c("Enero \n3648", "Febrero", "Marzo", "Abril", "Mayo",
"Junio"))) +
  stat_poly_eq(formula = y ~ 0 + (x), aes(label =
paste(..eq.label., ..rr.label., sep = "~~~~~")), parse = T, size = 20) +
  labs(title = "AJUSTE DE REGRESIÓN", subtitle = "PARA LAS
HOSPITALIZACIONES") +
  theme(title = element_text(size = 38), axis.text.x = element_text(size =
38), axis.text.y = element_text(size = 38),
        axis.title.x = element_text(size = 40), axis.title.y =
element_text(size = 40))

ggsave("Imagenes/imagenes4/ajuste_modelo2.png", plot = ajuste_modelo2, device
= "png", units = "cm", width = 70, height = 40, dpi = 1100)
# SUPUESTOS MODELO 2
# Normalidad
plot(modelo2, which = 2, main = "Normalidad")
shapiro.test(modelo2$residuals)
# Homocedasticidad
plot(modelo2, which = 3, , main = "Homocedasticidad")
lmtest::bgttest(modelo2)
# Independencia
plot(model2$residuals, main = "Independencia", ylab = "residuos")
lmtest::dwtest(modelo2)
### TERCER MOLDELO -----
modelo3 <- lm((Hospitalizaciones) ~ 0 + poly(Dosis, 2, raw = T), data = dt)
summary(modelo3)
(predict(modelo2, data.frame(Dosis = c(reales_julio_diciembre$Real))))
dt_camas_dic$Hospitalizaciones
ajuste_modelo3 <- ggplot(dt, aes(x = (Dosis), y = (Hospitalizaciones))) +
  geom_point(size = 7) +
  ylab("Hospitalizaciones") +
  geom_smooth(method = "lm", colour = "blue", formula = y ~ 0 + poly(x, 2,
raw = T)) +
  geom_point(aes(x = (Dosis), y = modelo3$fitted.values), colour = "blue",
size = 7) +
  xlab("Dosis") +
  theme_gdocs() +
  #scale_x_continuous(breaks = c(8.201934, 10.565583, 12.347529, 13.568520,
14.118042, 14.489350),
  #Labels = paste0(c("Enero \n3648", "Febrero", "Marzo", "Abril", "Mayo",
"Junio"))) +
  stat_poly_eq(formula = y ~ 0 + poly(x, 2, raw = T), aes(label =

```

```

paste(..eq.label., ..rr.label., sep = "~~~~~")), parse = T, size = 20) +
  labs(title = "AJUSTE DE REGRESIÓN", subtitle = "PARA LAS
HOSPITALIZACIONES") +
  theme(title = element_text(size = 38), axis.text.x = element_text(size =
38), axis.text.y = element_text(size = 38),
        axis.title.x = element_text(size = 40), axis.title.y =
element_text(size = 40))
ggsave("Imagenes/imagenes4/ajuste_modelo3.png", plot = ajuste_modelo3, device
= "png", units = "cm", width = 70, height = 40, dpi = 1100)
# SUPUESTOS MODELO 3
# Normalidad
plot(modelo3, which = 2, main = "Normalidad")
shapiro.test(modelo3$residuals)
# Homocedasticidad
plot(modelo3, which = 3, main = "Homocedasticidad")
lmtest::bgtest(modelo3)
# Independencia
plot(model3$residuals, main = "Independencia", ylab = "Residuos")
lmtest::dwtest(modelo3)
## RED NEURONAL
library(MASS)
library(neuralnet)
library(ggplot2)
set.seed(1234)
datos <- data.frame(DOSIS=c(3648,38777,230390,781148,1353280,1961754),
HOSPITALIZACIONES=c(14614,35898,44850,55699,56322,36297))
n <- nrow(datos)
muestra <- sample(n, n * .70)
train <- datos[muestra, ]
test <- datos[-muestra, ]
# NORMALIZACION DE VARIABLES
# -----
maxs <- apply(train, 2, max)
mins <- apply(train, 2, min)
datos_nrm <- as.data.frame(scale(datos, center = mins, scale = maxs - mins))
train_nrm <- datos_nrm[muestra, ]
test_nrm <- datos_nrm[-muestra, ]
# FORMULA
# -----
nms <- names(train_nrm)
frml <- as.formula(paste("HOSPITALIZACIONES ~", "DOSIS"))
# MODELO
# -----
modelo.nn <- neuralnet(frml,data= train_nrm,
                      hidden= c(7,5),algorithm= "rprop+")
# PREDICCIÓN
# -----
pr.nn <- compute(modelo.nn,within(test_nrm,rm(HOSPITALIZACIONES)))
# se transforma el valor escalar al valor nominal original
HOSPITALIZACIONES.predict <- pr.nn$net.result*(max(datos$HOSPITALIZACIONES)-
min(datos$HOSPITALIZACIONES))+min(datos$HOSPITALIZACIONES)
HOSPITALIZACIONES.real <-
(test_nrm$HOSPITALIZACIONES)*(max(datos$HOSPITALIZACIONES)-
min(datos$HOSPITALIZACIONES))+min(datos$HOSPITALIZACIONES)
# SUMA DE ERROR CUADRÁTICO
# -----
(se.nn <- sum((HOSPITALIZACIONES.real -
HOSPITALIZACIONES.predict)^2)/nrow(test_nrm))
#GRAFICOS

```



```

# -----
# Errores
qplot(x=HOSPITALIZACIONES.real, y=HOSPITALIZACIONES.predict,
geom=c("point", "smooth"), method="lm",
      main=paste("Real Vs Prediccion. Summa de Error Cuadratico=",
round(se.nn,2)))
# Red
plot(modelo.nn)
#####
datos <- data.frame(DOSIS=c(12289858, 19483472, 20714817, 22421526,
24626456 ,25964521),
                    HOSPITALIZACIONES=c(29949, 35297, 16449, 4956, 8497,
16106))
maxs <- apply(datos, 2, max)
mins <- apply(datos, 2, min)
datos_nrm <- as.data.frame(scale(datos, center = mins, scale = maxs - mins))
# PREDICCION
# -----
pr.nn <- compute(modelo.nn,within(datos_nrm,rm(HOSPITALIZACIONES)))
# se transforma el valor escalar al valor nominal original
HOSPITALIZACIONES.predict <- pr.nn$net.result*(max(datos$HOSPITALIZACIONES)-
min(datos$HOSPITALIZACIONES))+min(datos$HOSPITALIZACIONES)
dat <- data.frame(DOSIS=c(3648,38777,230390,781148,1353280,1961754,
12289858, 19483472,
20714817,22421526,24626456,25964521),
HOSPITALIZACIONES=c(14614,35898,44850,55699,56322,36297,floor(HOSPITALIZACION
ES.predict)))
dat <- cbind(dat,N=c(rep("Observados",6),rep("Estimado",6)))
dat_2 <-data.frame(DOSIS=c(3648,38777,230390,781148,1353280,1961754,
12289858, 19483472,
20714817,22421526,24626456,25964521),
HOSPITALIZACIONES=c(14614,35898,44850,55699,56322,36297,29949, 35297, 16449,
4956, 8497, 16106))
plot(1:12,dat_2$HOSPITALIZACIONES,
      xaxt = "n",
      type = "b",
      col="blue",xlab="",ylab="",
      main="HOSPITALIZACIONES OBSERVADAS Y ESTIMADAS")
lines(1:12, dat$HOSPITALIZACIONES, type = "b", col = "black",xlab="",ylab="")
legend("topright", # Add legend to plot
      legend = c("DATOS OBSERVADOS", "DATOS ESTIMADOS"),
      col = c("blue", "black"),lty = 1)
axis(1, # Define x-axis manually
      at = 1:12,
      labels = c("ENERO","FEBRERO","MARZO",
                 "ABRIL","MAYO","JUNIO","JULIO",
                 "AGOSTO","SEPTIEMBRE","OCTUBRE","NOVIEMBRE",
                 "DICIEMBRE"))
## MEDIDAS DE ADECUACION
# primer modelo
MAPE(exp((predict(modelo1))), dt$Hospitalizaciones) * 100
MAE(exp(predict(modelo1)), dt$Hospitalizaciones)
RMSE(exp(predict(modelo1)), (dt$Hospitalizaciones))
# segundo modelo
MAPE(((predict(modelo2))), dt$Hospitalizaciones) * 100
MAE((predict(modelo2)), dt$Hospitalizaciones)
RMSE((predict(modelo2)), (dt$Hospitalizaciones))
# tercer modelo
MAPE(((predict(modelo3))), dt$Hospitalizaciones) * 100

```

```

MAE((predict(modelo3)), dt$Hospitalizaciones)
RMSE((predict(modelo3)), (dt$Hospitalizaciones))
# red neuronal
MAPE(HOSPITALIZACIONES.predict, HOSPITALIZACIONES.real) * 100
MAE(HOSPITALIZACIONES.predict, HOSPITALIZACIONES.real)
RMSE(HOSPITALIZACIONES.predict, HOSPITALIZACIONES.real)

# predicciones mejor modelo
f_predicciones_final <- predicciones_camias %>%
  ggplot(., aes(Real, Valores, colour = Tipo)) +
  geom_point(size = 9) +
  geom_line(size = 4) +
  ylim(c(0, 65000)) +
  geom_text(aes(label = round(Valores, 0)), vjust = -1.8, hjust = 0.1, size =
12) +
  theme_fivethirtyeight() +
  labs(col = "", , title = "PRONÓSTICOS DE LAS HOSPITALIZACIONES Y VALORES
REALES ", subtitle = "DE JULIO A DICIEMBRE 2021") +
  scale_x_continuous(breaks = c(12289858, 19483472, 20714817, 22421526,
24626456, 25964521),
  labels = paste0(c("12289858 \nJulio", "19483472 \nAgosto", "20714817
\nSeptiembre",
"22421526 \nOctubre", "24626456 \nNoviembre", "25964521
\nDiciembre"))) +
  theme(title = element_text(size = 30), legend.text = element_text(size =
40), axis.text.x = element_text(size = 29),
  axis.text.y = element_text(size = 30)) +
  scale_color_hue(labels = c("Pronósticos", "Reales"))

```

