

Determinación de la mortalidad por COVID-19 en grupos etarios en el Ecuador Determination of COVID-19 mortality in age groups in Ecuador

Juan Carlos Santillán-Lima^{1,2} [0000-0001-5812-7766], Fernando Molina-Granja³ [0000-0003-2486-894X]

¹Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Posgrado. Tulcán. Ecuador

²Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Informáticas. La Plata, Argentina

³Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ingeniería, Ingeniería en Tecnologías de la Información. Riobamba. Ecuador

¹ juan.santillan@upec.edu.ec ²juancarlos.santillanl@info.unlp.edu.ar
³fmolina@unach.edu.ec

CITA EN APA:

Santillán Lima, J. C., & Molina-Granja, F. T. (2023). Determinación de la mortalidad por COVID-19 en grupos etarios en el Ecuador. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e210. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e210>

Recibido: 2023-06-25

Revisado: 2023-06-27 al 2023-07-17

Corregido: 2023-07-22

Aceptado: 2023-07-24

Publicado: 2023-08-01

TESLA

Revista Científica

ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

Resumen

Introducción: Un problema que aqueja a la humanidad es el sin número de fallecimientos a causa del COVID-19, por lo cual el realizar un estudio estadístico, basado en los datos de fallecimientos en la pandemia permitirá conocer los grupos etarios con mayor vulnerabilidad a fallecer, esta información puede ser utilizada por organismos de salud pública y privada para tomar medidas preventivas en la población más vulnerable.

Objetivo: Determinar los grupos etarios con mayor vulnerabilidad a fallecer por COVID 19 en el Ecuador en los periodos 2020 al 2021.

Métodos: El tipo de investigación estadístico descriptivo analizando las causas de muertes en del año 2019 al 2021. Se aplico el método de "Bootstrap para calcular el intervalo de confianza para las proporciones" de los grupos etarios de los fallecidos por COVID y por otras causas en base a los datos de fallecimientos en el ecuador en el 2020 y 2021. El método se implementa en R Studio.

Resultados: Los intervalos de confianza ajustados sugieren que hay una confianza del 95% que el grupo etario más propenso a fallecer por COVID-19 es el de Adultos Mayores con una estimación puntual de 71,83% en el 2020 y de 71,54% en el 2021. Principalmente el sub grupo de 80 a 90 años seguido del 65 a 70 años.

Conclusiones: "Bootstrap para calcular el intervalo de confianza para las proporciones" es un método robusto ya que los cálculos obtenidos concuerdan con investigaciones de vulnerabilidad a fallecer por COVID-19, los cuales han aplicado diversos métodos.

Palabras Clave: Bootstrap por proporciones, Intervalos de Confianza. COVID-19, Fallecimiento por COVID-19, Adultos Mayores.

Abstract:

Introduction: A problem that plagues humanity is the countless deaths caused by COVID-19. Conducting a statistical study based on death data during the pandemic will allow us to identify the age groups most vulnerable to death. This information can be used by public and private health organizations to take preventive measures in the most vulnerable population.

Objective: To determine the age groups most vulnerable to death from COVID-19 in Ecuador during the periods 2020 to 2021. **Methods:** The type of research is descriptive statistical, analyzing the causes of deaths from 2019 to 2021. The "Bootstrap method to calculate the confidence interval for proportions" of the age groups of those who died from COVID and other causes based on death data in Ecuador in 2020 and 2021 was applied. The method is implemented in R Studio.

Results: The adjusted confidence intervals suggest that there is a 95% confidence that the age group most prone to death from COVID-19 is the Elderly with a point estimate of 71.83% in 2020 and 71.54% in 2021. Mainly the subgroup of 80 to 90 years followed by 65 to 70 years.

Conclusions: "Bootstrap method to calculate the confidence interval for proportions" are a robustness has been corroborated since the calculations obtained agree with investigations of vulnerability to death from COVID-19, which have applied various methods.

Keywords: Bootstrap by proportions, Confidence Intervals. COVID-19, Death by COVID-19, Elderly.

1. INTRODUCCIÓN

El 30 de diciembre del 2019 China comunico la existencia de una nueva enfermedad conocida como Covid-19 (Wu et al, 2020), por su alta tasa de contagio esta enfermedad fue declarada pandemia por la Organización mundial de la salud el 11 de marzo del mismo año e ingreso al Ecuador el 29 de marzo del 2020. (World Health Organization, 2020).

El Covid-19 se fue propagando de manera muy rápida por el Ecuador lo que llevo a causar 23793 de los fallecidos en 2020, es por las causas COVID-19 o sospechosos de la COVID-19 seguidos de la enfermedad isquémica del corazón con 15639 defunciones, y 7900 personas por diabetes mellitus. Mientras que, en el año 2021, las tres principales causas de muerte fueron: 16610 casos por COVID-19 confirmado, 13002 por enfermedades isquémicas del corazón y 5564 por diabetes Mellitus. (Instituto Nacional de Estadística y Censos Ecuador, 2021)

Las infecciones virales dependen de la entrada del virus a la célula y el uso de la maquinaria celular del huésped para replicar múltiples copias que subsecuentemente irán a infectar más células. Los coronavirus SARS-CoV-1 y SARS-CoV-2 ingresan en las células del huésped usando la ACE2 como un receptor. La ACE2 se expresa en las células epiteliales alveolares tipo 1 y tipo 2 y tiene dos fracciones: una soluble y una unida a membrana. (Vaduganathan et al, 2020)

El SARS-CoV-1 y SARS-CoV-2 expresan en su envoltura una proteína llamada proteína S que contiene una región de unión al receptor que se une con alta afinidad al dominio extracelular de la ACE2, provocando la fusión de la membrana y la internalización del virus por endocitosis. (Hoffmann, et al, 2020) La internalización de la ACE2 por el SARS-CoV-2 resulta en una pérdida de la ACE2 en la superficie de la célula y evita, por tanto, la degradación de la Ang II en Ang (1-7), lo cual podría contribuir con el daño pulmonar y la fibrosis asociada a la COVID-19 (South et al, 2020).

También debemos tomar en cuenta que el COVID-19 pese a la existencia de una vacuna no se puede eliminar en su totalidad, y debemos aprender a coexistir con dicho virus. En las últimas semanas el coronavirus pasó a ser un problema del que pocos hablan. Sin embargo, el virus aún conserva una importante capacidad para volver a ser una preocupación, sobre todo para los adultos mayores o personas con comorbilidades. Un ejemplo de ello fue lo que sucedió en noviembre y diciembre pasados, cuando aumentaron significativamente las infecciones y volvieron a verse largas filas en los vacunatorios (La Nación, 2023)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó dos opciones para la certificación de la causa de defunción relacionadas con COVID-19: a) causa con coronavirus confirmado por prueba de laboratorio y b) causa con coronavirus no confirmado (por prueba de laboratorio o inconcluyente) (World Health Organization, 2020) a). También explicó cómo debía el médico cumplimentar el certificado de defunción (Organización Médica Colegial, 2020) y cómo debían seleccionar la causa de la muerte las unidades de codificación. (World Health Organization, 2020) b) La estadística oficial de defunciones en España aplica las reglas de la OMS. A modo de ejemplo, una persona fallecida por un infarto, e infectada y PCR positiva, sería un caso de COVID-19 para la vigilancia epidemiológica, aunque para la estadística

de mortalidad debería ser un fallecimiento por infarto de miocardio. De modo que tal vez se haya podido incrementar artificialmente el número de víctimas de la COVID-19, y asimismo perder fallecimientos al principio de la epidemia debidos a las complicaciones de la COVID-19 no sospechadas.

El realizar un estudio estadístico, basado en los datos de fallecimientos en la pandemia los que permitirá conocer los grupos etarios con mayor vulnerabilidad a fallecer por COVID, es de gran importancia ya que esta información puede ser utilizada por médicos y organismos de salud pública y privada en el Ecuador para tomar medidas preventivas en la población más vulnerable.

En este sentido un problema que aqueja a la humanidad es el sin número de fallecimientos a causa de dicha enfermedad. Por lo cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó dos opciones para la certificación de la causa de defunción relacionadas con COVID-19: a) causa con coronavirus confirmado por prueba de laboratorio y b) causa con coronavirus no confirmado (por prueba de laboratorio o inconcluyente) (World Health Organization, 2020).

Aunque la pandemia por COVID a finalizado la alerta por esta enfermedad no ha finalizado en este sentido en junio la Organización Mundial de la Salud OMS, (2023) emite una Alerta epidemiológica que incluye al SARS-CoV-2 en la que cual recomienda a los Estados Miembros fortalecer e integrar la vigilancia sobre el SARS-CoV-2 y adoptar las medidas necesarias para la prevención y el control de los casos graves. Lo cual indica que se debe seguir alerta frente a esta enfermedad.

En el artículo validación temporal de un modelo de riesgo de mortalidad por COVID-19 en una cohorte prospectiva en un servicio de urgencias de un hospital de tercer nivel, se utiliza como técnica el estudio prospectivo observacional no intervencionista. (Fresco et al., 2022). Un análisis interesante se da por Vinueza Veloz, (2022) el cual estudia la relación entre mortalidad por COVID-19 y altitud de residencia de los fallecidos. Utilizando el Estudio observacional ecológico y estadística descriptiva, analizando 201 cantones del Ecuador utilizando el Registro Estadístico de Defunciones generales 2020 del INEC. El cual aplicando un modelo de regresión lineal múltiple encontró que existe una asociación estadísticamente significativa entre mortalidad por COVID-19 y altitud en cantones ubicados a más de 2000 msnm.

García, J. M., & Fuentes, H. J. (2020) realizan un análisis del COVID-19 y Probabilidades de Fallecimiento para los Municipios de los Alrededores de Bogotá. En el cual exponen un análisis de los efectos del COVID 19 a nivel del Departamento de Cundinamarca y más específicamente de los municipios aledaños a Bogotá, usando como información de referencia la base de datos de infectados por el virus del Portal del Estado Colombiano (GOV.CO) y la base de Datos Abiertos <https://sig.sispro.gov.co/SituacionCOVID/>.

Meneses, Zúñiga, Santo, Haro, Chariguamán, & Vera (2018). Aplican el método bootstrap para hipótesis concernientes a la diferencia de medias para muestras pareadas. En este trabajo los autores proponen un método flexible para calcular un intervalo de confianza con réplicas Bootstrap para la diferencia de medias de dos muestras pareadas sin necesidad de normalidad, en el ámbito de la teoría de hipótesis. La hipótesis nula se rechaza si el intervalo de confianza no contiene el 0, caso contrario se acepta.

Dos aplicaciones se realizan con las variables: producción mensual de leche y producción promedio mensual de leche, de vacas alimentadas solo con forraje y con forraje más ensilaje de maíz. También se realiza un estudio de simulación con muestras normales que se obtienen resultados similares con el método comúnmente utilizado de la t-student y el método propuesto bootstrap.

Dentro de las aplicaciones del método bootstrap encontramos su utilización para encontrar intervalos de confianza por ejemplo en educación (Muñoz Ledesma et al., 2022), psicología (Sandoval-Díaz et al., 2022), salud (García López, 2022) entre otras.

Aplicando al análisis de la salud mental y COVID se han utilizado el modelo de ecuaciones estructurales para el análisis mediador. Y los efectos indirectos se analizaron mediante el método de bootstrap. (Orozco-Vargas, 2022) sin embargo difiere al bootstrap que se propone en nuestra investigación. Un ejemplo interesante es el estudio de mortalidad en pacientes mayores de 65 años hospitalizados por COVID-19, en el cual los autores utilizan el análisis bivariante y la regresión logística multivariante para determinar los factores de riesgo asociados a la mortalidad hospitalaria. (Fernández Ibáñez et al., 2022)

Existen escasos estudios que utilicen modelos estadísticos aplicados al reconocimiento de factores asociados a Fallecimientos por causa de COVID-19, y más aún los estudios que aplican la estimación de intervalos de confianza BOOTSTRAP de proporciones a dicha enfermedad, dentro de las aplicaciones de modelos estadísticos aplicados al COVID-19 encontramos los análisis de proyecciones de propagación de la enfermedad, como ejemplo encontramos a los autores Manrique et al, (2020) que en su investigación titulada “Modelo SIR de la pandemia de Covid-19 en Colombia” concluyen que “los resultados de este estudio son relevantes y de interés, ya que los modelos logísticos y SIR realizados a medida que avanza la epidemia son claves para evaluar la efectividad de las políticas y medidas adoptadas para contener el contagio de la enfermedad y garantizar una atención hospitalaria adecuada”

Por otra parte, tenemos el estudio realizado por (Cirera et al, 2021) titulado “Defunciones por COVID-19: no están todas las que son y no son todas las que están” tienen como intención es mejorar la producción de las estadísticas de las defunciones y de los sistemas de información sanitaria. Necesitamos un acuerdo institucional (INE, Organización Médica Colegial, Ministerio y Consejerías de Sanidad) que alinee recursos y garantías para el procesamiento telemático de las defunciones por causas.

Otra investigación en la que se aplica la estadística al análisis de fallecidos es la realizada por (Sangrador et al, 2021) titulada “Impacto de la COVID-19 en la mortalidad de la comunidad autónoma de Castilla y León” en la que concluyen que “Aunque el aumento de la mortalidad observado no puede ser totalmente atribuido a la enfermedad, es la mejor estimación que tenemos del impacto real en muertes directa o indirectamente relacionadas con ella. El número de muertes declaradas solo alcanza dos terceras partes del aumento de la mortalidad observado.”

De igual manera es importante analizar como la pandemia altero las causas de defunción, por lo cual también se hará un análisis estadístico en el que se comparará los tipos de causas y su evolución desde el 2019 al 2021.

Una de las tareas más importantes de la estadística es la de determinar, con la mayor precisión posible, la distribución de probabilidad de ciertas variables aleatorias de interés (especialmente físicas, sanitarias y socioeconómicas). En muchas ocasiones, dichas distribuciones quedan completamente determinadas mediante unos pocos parámetros poblacionales que permiten el conocimiento completo de la variable a efectos de poder calcular probabilidades asociadas (como es el caso de la distribución normal que queda determinada), y nos proporcionan métodos científicos para la toma de decisiones en general. Sin embargo, lo usual es que dichos parámetros sean desconocidos, lo que plantea el problema de su estimación (Batanero y Borovcnik, 2016).

Todo esto nos lleva al siguiente objetivo de investigación determinar los grupos etarios con mayor vulnerabilidad a fallecer por COVID 19 en el Ecuador en los periodos 2020 al 2021. Por lo cual se tomará en cuenta las bases de datos del Registro estadístico de Defunciones Generales año 2020 y 2021 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador. Se utilizará un algoritmo estadístico basado el método de Bootstrap para calcular el intervalo de confianza para las proporciones (Meneses, A., et al, 2018), (Meneses Freire, A., 2017) el cual será aplicado para determinar de los grupos etarios de los fallecidos por COVID-19 y por otras causas en el Ecuador en los periodos 2019 y 2020.

2. METODOLOGÍA O MATERIALES Y METODOS

2.1. Enfoque y tipo de investigación

2.1.1. Enfoque

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, ya que en base a los datos se realizará un análisis estadístico y en base a esos resultados se interpretará los grupos etarios más vulnerables a fallecer por COVID.

2.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación será descriptivo ya que se comparará estadísticamente las causas de muertes en del año 2019 al 2021, así también se describirá los grupos etarios más vulnerables a fallecer por COVID en base a los datos de fallecimientos en el Ecuador en el 2020 y 2021.

2.2. Procedimientos

- Análisis documental de artículos científicos en los que se encuentre la información de la aplicación de técnicas estadísticas a la determinación de causas de fallecimientos, así como también información estadística de fallecimientos por COVID 19. Se analizará la información obtenida en Google Académico, WOS, SCOPUS y PUBMED.
- Descarga de la base de datos del INEC ECUADOR, análisis de la base de datos y sus variables, determinación de variables importantes, análisis de las variables a tomar en cuenta, aplicación de técnicas de refinamiento de la base de datos obtenida (determinar datos no válidos, datos atípicos, imputación de datos si es viable), construcción de nueva base de datos con los datos necesarios para el estudio.
- Comparación estadística de los fallecimientos por COVID y por otras causas en los periodos 2020 y 2021 en el Ecuador. Se analizarán los principales estadísticos (Medidas de centralidad, variabilidad, cuantiles y forma) de los fallecimientos por COVID y por otras causas en los periodos 2019 y 2020 en el Ecuador, agrupándolos por año y sexo.
- Determinación de grupos etarios a analizar
- Aplicar el método de Bootstrap para calcular el intervalo de confianza para las proporciones de

los grupos etarios de los fallecidos por COVID y por otras causas en el Ecuador en los periodos 2020 y 2021. El método se implementa en R Studio.

2.3. Población y muestra

La población y muestra en nuestro caso son las mismas, las bases de datos las personas fallecidas en los años 2019 al 2021, estos datos se encuentran disponibles en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/defunciones-generales/>

El Registro Estadístico de Defunciones Generales, corresponde a los hechos vitales de defunciones ocurridos y/o inscritos en el territorio nacional, la información que se investiga sirve para la planificación de estrategias socio-económicas del país y proporcionan a los sectores públicos y privado, uno de los instrumentos básicos para el análisis demográfico.

El objetivo de estas bases es producir información sistemática y continua respecto a las defunciones generales ocurridas o inscritas en el país, generando información de las principales variables investigadas y establecidas en los formularios, destacando su comportamiento evolutivo, con el apoyo de los organismos relacionados y la sociedad

Estas bases de datos tienen información sobre 45 variables de las cuales destacan la edad al fallecer, provincia de residencia habitual del fallecido, etnia, lugar de ocurrencia del fallecido, causa básica de defunción

2.4. Técnicas e Instrumentos de investigación

2.4.1. Formularios físicos de INEC

Para el levantamiento de datos se cuenta con el “Informe Estadístico de Defunciones Generales” (físico y electrónico), el mismo que es diseñado por el INEC conjuntamente con el MSP y es el instrumento para la recolección de información.

Los formularios físicos son distribuidos por cada una de las Coordinaciones Zonales INEC y por la Dirección de Cartografía Estadística y Operaciones de Campo (DICA) a cada una de las Zonas del Ministerio de Salud Pública, a los Hospitales y Clínicas de los sectores públicos y privados, Servicios Forenses, así como también a las oficinas que pertenecen a la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación del país.

Los formularios son diligenciados por los médicos y en las oficinas del Registro Civil, una vez que se realiza el registro del hecho en el formulario de defunciones Generales se procede con la inscripción; los formularios son entregados a cada una de las Coordinaciones Zonales y la Dirección de Cartografía Estadística y Operaciones de Campo (DICA) del INEC de manera mensual desde las oficinas del registro civil a nivel nacional, para que sean criticados codificados y digitados. Una vez que los formularios han sido recolectados por cada Coordinación Zonal y la Dirección de Cartografía Estadística y Operaciones de Campo (DICA) se procede con la verificación de consistencia de la información entregada y con el ingreso de la información en el aplicativo web SIES, esta información alimenta una base de datos que se mantiene en Planta Central INEC a cargo de la unidad GIAPE – DIRAD. (INEC, 2023, p59)

El formulario está dividido en 5 secciones que recopilan la siguiente información:

- Información General Registro Civil.

- Sección A.-Datos del fallecido/a.
- Sección B.- Información de la certificación de la defunción.
- Sección C.-Para muertes sin certificación médica (uso exclusivo de funcionario/a de registro civil).
- Sección D.- Espacio destinado para que se pueda anotar información adicional sobre el fallecimiento.
- Sección E.- Códigos cie-10 y código del codificador (uso exclusivo del INEC). (INEC, 2022, p6)

En las circunstancias de la pandemia, los formatos y los contenidos de los fallecimientos se han modificado, inducidos por la premura de disponer de información cuanto antes, de modo que se han complicado la elaboración y el análisis de los datos. También explicó cómo debía el médico cumplimentar el certificado de defunción (Organización Médica Colegial, 2020) y cómo debían seleccionar la causa de la muerte las unidades de codificación. (World Health Organization, 2020).

2.4.2. R

R es un conjunto integrado de funciones de software para manipulación de datos, calculo y visualización gráfica. Este documento trata sobre funciones escritas en R “lenguaje y entorno para la informática estadística” (The R Foundation, 2022)

Según Jiménez (2019) R es un programa de última generación para realizar análisis de datos, siendo también un lenguaje de programación, lo cual lo hace muy versátil.

2.4.3. Bootstrap

El bootstrap es un procedimiento estadístico que sirve para aproximar la distribución en el muestreo (normalmente) de un estadístico. Para ello procede mediante re muestreo, es decir, obteniendo muestras mediante algún procedimiento aleatorio que utilice la muestra original.

Su ventaja principal es que no requiere hipótesis sobre el mecanismo generador de los datos. Sí las requiere, aunque suelen ser más relajadas, para obtener propiedades asintóticas del mismo. Por otra parte, su implementación en ordenador suele ser sencilla, en comparación con otros métodos.

La metodología bootstrap debe su nombre y su formulación original a (Bradley Efron 1979). Constituye la línea más desarrollada, tanto desde el punto de vista teórico como aplicado, de una variedad de técnicas para la inferencia estadística denominadas genéricamente “métodos de re muestreo” (Simon, 1969) entre las que se encuentran la permutación estocástica, el jackknife (Quenouille, 1956; Tukey, 1958) y la validación cruzada (Mosier, 1951). Son básicamente técnicas de simulación que reutilizan los datos observados para constituir un universo del cual extraer repetidas muestras.

La idea subyacente al bootstrap es simple: Los datos muestrales son tratados como si constituyesen los datos de toda la población, es decir se utilizan como el universo del que se extraerán muestras con reemplazamiento. Para cada re muestreo se calculará el valor del estimador bootstrap que se utilizará para estimar la variabilidad muestral. Tal y como los estudios teóricos han demostrado, este enfoque proporciona una buena aproximación de la distribución de los estimadores (Diaconis y Efron, 1983; Efron, 1981) lo cual permitirá describir algunas de sus propiedades muestrales, así como el cálculo de intervalos de confianza y la realización de contrastes de hipótesis.

Los métodos Bootstrap son robustos debido a que no asumen ninguna distribución particular de la población y han sido aplicados a diversos problemas de muestreo, sustituyendo la complejidad del análisis teórico por el poder de cálculo de los ordenadores (Efron y Tibshirani, 1994). El procedimiento bootstrap es útil para la descripción de la distribución muestral de aquellos estimadores con propiedades muestrales desconocidas o difícilmente obtenibles por medios analíticos. (Micceri, 1989)

2.4.4. Intervalos de confianza

En un proceso de inferencia estadística, la estimación puntual $\hat{\theta}$ del parámetro θ no presenta la medida de los componentes del error cuadrático medio: la precisión del estimador, que está asociado con la variabilidad o dispersión del estimador, y la exactitud de la estimación, que está asociado con el sesgo.

Los intervalos de confianza incorporan las deficiencias de la estimación puntual, donde los intervalos de confianza Bootstrap los podemos obtener utilizando diferentes criterios o estrategias, que para nuestros requerimientos, como sugiere Efron y Tibshirani (1993), utilizaremos el método percentil y el método pivotal, cuya forma básica de un intervalo de confianza Bootstrap.

Una estimación más completa de los parámetros mencionados, se denomina estimación por intervalo, ella consiste en ofrecer no ya un número como en la estimación puntual, sino un intervalo, acerca del cual se tiene cierto grado de certidumbre (o se deposita cierta confianza) que contenga al parámetro. Así, en lugar de decir que el promedio con que egresan quienes terminan una carrera universitaria “debe ser cercano a 6.50”, se construirá un intervalo, que dirá, por ejemplo, “hay una confianza del 95% en que el intervalo [6.10; 6.90] contiene al promedio con que se termina esa carrera”.

De manera equivalente, en lugar de “entre quienes egresan hay alrededor del 70% de mujeres”, se afirmará algo como “con una confianza del 95%, el intervalo [68; 72] % contiene a la proporción de mujeres sobre el total quienes egresan”. O que “con una confianza del 95%, el ingreso salarial promedio de los trabajadores del aglomerado Gran Córdoba está entre 16710.516710.5 y 17010.517010.5. Y también que, en la población mayor de 18 años residente en países de América Latina, hay una confianza de 90% que la proporción de quienes creen que se puede confiar en la mayoría de la gente, esté en el intervalo [14.20, 14.49].

Vemos entonces que esta forma de estimar ofrece dos números, los límites de un intervalo, del que esperamos contenga al parámetro que estimamos. Decimos “esperamos que se contenga” porque no hay certeza absoluta de que se encuentre allí, hay una confianza que en estos ejemplos hemos fijado en el 95% o en 90%, y veremos que puede elegirse.

2.5. Algoritmo de Bootstrap para calcular el intervalo de confianza para las proporciones

El Bootstrap fue introducido por Efron (1979) y básicamente es un método de simulación computacional intensivo, que consiste en la aplicación de un proceso de re muestreo para estimar la distribución muestral de un estimador basándose tan solo en una muestra disponible, bajo el supuesto de que ésta es un buen representante de la población. Se ha demostrado que el método funciona bien en muchas situaciones y ha sido aceptado por la comunidad estadística, incluso se considera que, en algunos casos, es mejor que la tradicional aproximación normal.

Básicamente el proceso para construir un intervalo de confianza Bootstrap:

1. De la única muestra disponible se toman datos aleatoriamente con reposición para generar una re muestra del mismo tamaño que la original. Todos los datos de la muestra tienen la misma probabilidad de ser elegidos y un dato puede aparecer varias veces en una re muestra.
2. El proceso descrito en el paso 1 se debe repetir una gran cantidad de veces, calculando el valor del estadístico de interés en cada una de las re muestras.
3. Se construye la distribución de los valores del estadístico calculados en el paso 2, ésta se conoce como la distribución Bootstrap.
4. Si se quiere construir un intervalo con un 95% de confianza se deben calcular los percentiles 2,5 y 97,5 de la distribución Bootstrap

El método Bootstrap es un procedimiento estadístico que sirve para aproximar la distribución en el muestreo (normalmente de un estadístico). Para ello se procede mediante remuestreo, es decir, obteniendo muestras mediante algún procedimiento aleatorio que utilice la muestra original. Su ventaja principal es que no requiere hipótesis sobre el mecanismo generador de los datos. En base a los aspectos generales de este método se calcula el intervalo de confianza para las proporciones de las escalas nominal u ordinal de una variable cualitativa usando los pasos en el siguiente algoritmo (Meneses, A., et al, 2018), (Meneses Freire, A., 2017):

1. Dada la muestra:

$$\vec{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Donde \vec{X} es una variable cuantitativa, X_i tiene un valor de escala e_1, e_2, \dots, e_k

2. Para cada $i = 1, 2, \dots, n$ arrojar

$$U_i \sim U(0,1) \text{ y hacer } X_i^* = X_{[nU_i]+1}$$

3. Obtener $p_j^* = \frac{1}{n} \sum Y_i^*$ $i = 1, 2, \dots, n$;

$$j = 1, 2, \dots, k$$

$$Y_i^* = \begin{cases} 1 & \text{si } X_i^* = e_j \\ 0 & \text{si } X_i^* \neq e_j \end{cases}$$

4. Calcular el estadístico bootstrap: $R_j^* = \frac{(p_j^* - p_j)}{\sqrt{\frac{p_j^*(1-p_j^*)}{n}}}$ $j = 1, 2, \dots, k$

5. Repetir B veces los pasos 2, 3 y 4 para obtener las réplicas bootstrap

$$R_j^{*(1)}, \dots, R_j^{*(B)} \quad j = 1, 2, \dots, k$$

6. Ordenar de forma creciente los valores del estadístico bootstrap:

$$R_{j(b)}^*, j = 1, 2, \dots, k ; b = 1, 2, \dots, B$$

7. Calcular los puntos críticos, inferior y superior del nivel de significancia α :

$$p.c.inf = \{R_{j(b)}^*\}_{[B \frac{\alpha}{2}]}$$

$$p.c.sup = \{R_{j(b)}^*\}_{[B (1 - \frac{\alpha}{2})]}$$

8. Calcular los límites inferior y superior del intervalo de confianza de proporciones de escala nominal u ordinal de una variable cualitativa, con el nivel de significancia α :

$$lim.inf_j = p.c.inf \sqrt{\frac{p_j(1-p_j)}{n}} + p_j$$

$$\text{lim.sup}_j = \text{p.c.sup} \sqrt{\frac{p_j (1-p_j)}{n}} + p_j$$

Donde p_j es la proporción muestral de la j -ésima escala de la variable cualitativa \vec{X} , $[x]$ función parte entera de x , $U(0,1)$ es la distribución uniforme en el intervalo $(0, 1)$. Por tanto, el intervalo de confianza correspondiente a la proporción de la escala j -ésima está dada por:

$$IC_j = (\text{lim.inf}_j, \text{lim.sup}_j) \text{ para}$$

$$j = 1, 2, \dots, k \text{ (Meneses, A., et al., 2018), (Meneses Freire, A., 2017)}$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

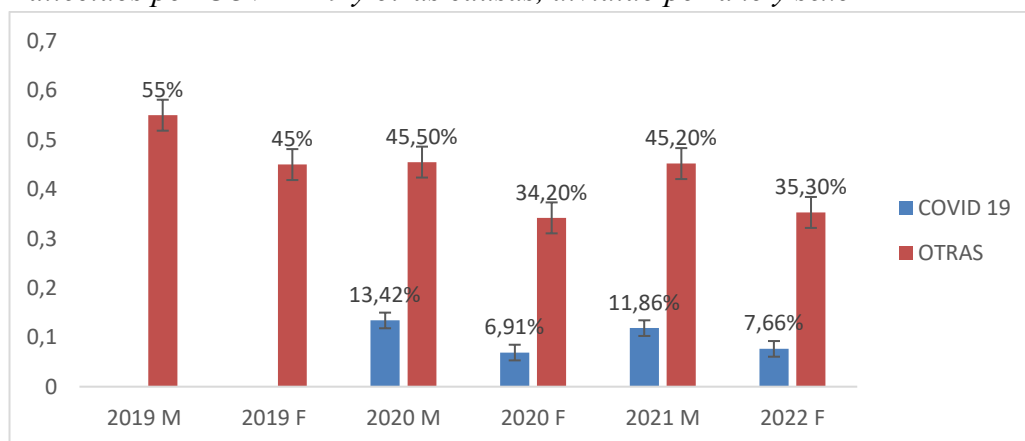
Se utilizaron 3 bases de datos del Registro Estadístico de Defunciones Generales, que corresponden a los hechos vitales de defunciones ocurridos y/o inscritos en el territorio nacional, en los años 2019, 2020 y 2021. Dentro de estas bases de datos se utilizan 3 variables *sexo*, *edad*, y *causa103*. De las cuales las dos primeras son numéricas, mientras que *causa103* es categórica y se desglosa de la Lista condensada de 103 Grupos - Décima Revisión - CIE – 10 la cual tiene enfermedades clasificadas. En este listado a partir del 2020 se añadió la categoría 104 la cual corresponde a 104 COVID-19 confirmado y sospechoso.

Dentro de la variable *edad* existe el dato 999 el cual representa a la falta de información de la edad, por lo cual se procedió a eliminar estos datos, ya que el porcentaje dentro de las bases es del 0.168%, 0.018%, 0.046% para el 2019, 2020 y 2021 respectivamente lo cual no altera la base de datos. Al analizarse la edad no existen datos atípicos ya que en las tres bases de datos existen fallecimientos a muy avanzada edad.

Por lo cual se construyeron 3 nuevas bases de datos con las variables *sexo*, *edad*, y *causa103*, en la Grafica 1 se puede observar la distribución de fallecidos por COVID-2019 y otras causas, esta información esta dividía por año y sexo. El COVID-2019 como causa de fallecimiento empieza en el 2020.

Grafica 1

Fallecidos por COVID-19 y otras causas, dividido por año y sexo



3.1. Comparación estadística de los fallecimientos por COVID y por otras causas en los periodos 2019 y 2020 en el Ecuador.

Al analizar los principales estadísticos (media, desviación estándar, mediana, rango, asimetría y curtosis) de los fallecimientos por COVID y por otras causas en los periodos 2019 y 2020 en el Ecuador, agrupándolos por año y sexo se encontró que los principales estadísticos de las edades de fallecimiento por COVID-19 y otras causas en Ecuador se mantuvieron relativamente estables en los años 2020 y 2021, en comparación con 2019. No se observaron cambios significativos en los patrones de edad entre hombres y

mujeres para la mayoría de las causas analizadas.

Es importante tener en cuenta que estos resultados se basan únicamente en los estadísticos descriptivos calculados y no tienen en cuenta otros factores como las tasas de mortalidad, la distribución geográfica o los cambios en la población. En la Tabla 1 se encuentra mayor información estadística.

Tabla 1.

Análisis Estadístico de causas de defunción.

Causa	AÑO	SEXO	MEAN	SD	MEDIAN	RANG E	SKEW	KURTOSI S
104 COVID-19 confirmado y sospechoso	2020	Masculino	67.18	14.59	68	109	-0.66	1.02
		Femenino	68.78	15.3	70	113	-0.84	1.58
	2021	Masculino	67.15	14.76	68	119	-0.49	0.42
		Femenino	68.88	14.4	69	109	-0.53	0.76
052 Diabetes mellitus	2019	Masculino	69.58	14.02	70	108	-0.42	0.26
		Femenino	73.03	14.21	74	115	-0.61	0.62
	2020	Masculino	69.74	13.3	71	109	-0.4	0.14
		Femenino	72.46	13.75	73	110	-0.56	0.6
2021	Masculino	69.15	14.14	70	103	-0.57	0.46	
	Femenino	72.29	14.12	73	105	-0.63	0.59	
066 Enfermedades hipertensivas	2019	Masculino	78.25	13.86	81	107	-1.04	1.59
		Femenino	82.1	13.59	85	113	-1.17	1.5
	2020	Masculino	76.75	13.92	79	105	-0.8	0.73
		Femenino	80.75	13.53	84	109	-1.09	1.57
2021	Masculino	77.81	14.82	81	110	-1.1	1.67	
	Femenino	81.81	13.28	85	107	-1.19	1.96	
067 Enfermedades isquémicas del corazón	2019	Masculino	72.92	16.88	76	119	-0.8	0.35
		Femenino	79.68	14.75	83	111	-1.13	1.51
	2020	Masculino	73.54	15.49	75	116	-0.74	0.48
		Femenino	78.59	14.69	81	112	-0.89	0.91
2021	Masculino	73.28	16.59	76	110	-0.8	0.42	
	Femenino	79.13	15.39	83	112	-1.01	0.96	
069 Enfermedades Cerebro vasculares	2019	Masculino	71.96	17.13	76	106	-1.05	1.22
		Femenino	74.63	16.85	79	107	-1.14	1.56
	2020	Masculino	71.86	17.05	75	119	-1.07	1.44
		Femenino	75.33	16.86	79	112	-1.19	1.68
2021	Masculino	70.09	18.03	73	120	-0.97	0.99	
	Femenino	74.99	16.48	79	110	-1.09	1.39	
074 Neumonía	2019	Masculino	70.34	26.81	81	107	-1.37	0.87
		Femenino	75.57	25.43	85	113	-1.76	2.27
	2020	Masculino	67.69	18.73	70	119	-1.1	1.79
		Femenino	71.85	19.98	75	111	-1.46	2.63
2021	Masculino	66.82	23.31	72	106	-1.13	0.8	
	Femenino	71.43	22.91	77	107	-1.4	1.72	
094 Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte	2019	Masculino	68.34	24.49	76	118	-1.14	0.58
		Femenino	73.49	23.68	82	111	-1.39	1.38
	2020	Masculino	69.7	23.16	76	116	-1.19	0.91
		Femenino	74.82	22.94	82	119	-1.52	1.99
2021	Masculino	68.92	23.85	76	120	-1.06	0.4	
	Femenino	74.31	23.22	82	118	-1.4	1.58	
096 Accidentes de transporte	2019	Masculino	38.01	19.44	33	98	0.79	0.1
		Femenino	41.43	23.61	37	101	0.31	-0.9
Otras	2019	Masculino	57.87	27.12	65	118	-0.59	-0.75
		Femenino	62.85	26.93	70	109	-0.88	-0.2
	2020	Masculino	58.43	25.74	64	117	-0.55	-0.72
		Femenino	63.06	25.91	69	116	-0.9	-0.15
	2021	Masculino	56.13	25.94	61	120	-0.39	-0.94
		Femenino	63.06	25.91	69	109	-0.85	-0.15

Nota: Enfermedades clasificadas acorde a la Lista condensada de 103 Grupos - Décima Revisión - CIE – 10. Media (mean), desviación estándar (SD), mediana (median), rango (range), asimetría (skew) y curtosis (kurtosis)

La evolución de las principales causas de defunción en el Ecuador desde el año 2019 hasta el 2021 (Tabla 2) evidencian que el COVID-19 tuvo un impacto significativo en los años 2020 y 2021, representando el 20,33% y el 19,52% de todas las muertes, respectivamente lo cual incremento el número de fallecidos de 75228 (2019) a números mayores a los 100mil fallecidos.

Hubo una mayor cantidad de fallecimientos de hombres en comparación con las mujeres en los años 2020 y 2021. En general, se observa un impacto significativo del COVID-19 en los fallecimientos en Ecuador. Además, las enfermedades cardiovasculares parecen ser las principales causas de defunción en el país.

Tabla 2.*Evolución de las causas de defunción.*

Causas	2019			2020			2021		
	M	F	Total	M	F	Total	M	F	Total
104				15698	8091	23789	12762	8238	21000
COVID-19 confirmado y sospechoso				13.42%	6.91%	20.33%	11.86%	7.66%	19.52%
052	2337	2603	4940	4096	3854	7950	2708	3002	5710
Diabetes mellitus	3.11%	3.46%	6.57%	3.50%	3.29%	6.79%	2.52%	2.79%	5.31%
066	1601	1686	3287	2738	2508	5246	2020	2144	4164
Enfermedades hipertensivas	2.13%	2.24%	4.37%	2.34%	2.14%	4.48%	1.88%	1.99%	3.87%
067	4929	3779	8708	9104	6668	15772	7382	5911	13293
Enfermedades isquémicas del corazón	6.55%	5.02%	11.58%	7.78%	5.70%	13.48%	6.86%	5.49%	12.35%
069	2312	2309	4621	2714	2456	5170	2664	2513	5177
Enfermedades Cerebro vasculares	3.07%	3.07%	6.14%	2.32%	2.10%	4.42%	2.48%	2.34%	4.81%
074	2095	2070	4165	4357	2610	6967	2548	1869	4417
Neumonía	2.78%	2.75%	5.54%	3.72%	2.23%	5.95%	2.37%	1.74%	4.11%
094									
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio no clasificados en otra parte	2541	2260	4801	2917	2401	5318	2502	2163	4665
096	2672	603	3275						
Accidentes de transporte	3.55%	0.80%	4.35%						
Otras causas	23174	18257	41431	27272	19524	46796	28797	20375	49172
	30.81%	24.27%	55.07%	23.31%	16.69%	39.99%	26.76%	18.94%	45.70%
TOTAL	41661	33567	75228	68896	48112	117008	61383	46215	107598
	55%	45%	100%	59%	41%	100%	57%	43%	100%

Nota: M: Masculino. F: Femenino. Enfermedades clasificadas acorde a la Lista condensada de 103 Grupos - Décima Revisión - CIE - 10. **104 COVID-19 confirmado y sospechoso** surge a partir del 2020. **096 Accidentes de transporte** solo se toma en cuenta en el 2019, en el 2020 y 2021 se encuentra inmerso en *otras causas*

3.2. Grupos etarios de defunción por COVID

Se determinan los grupos etarios de personas fallecidas por COVID los cuales están distribuidos desde la infancia hasta adultos mayores, el número de personas que componen estos grupos etarios se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3.*Distribución de grupos etarios.*

Grupos etarios	2020			2021		
	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total
Infancia	2004	1543	3547	2097	1710	3807
	2.15%	1.66%	3.81%	2.43%	1.98%	4.40%
Jóvenes	2855	1111	3966	3686	1216	4902
	3.07%	1.19%	4.26%	4.26%	1.41%	5.67%
Adultos	12912	7328	20240	12879	7308	20187
	13.87%	7.87%	21.74%	14.90%	8.45%	23.35%
Adultos Mayores	35362	29984	65346	29877	27667	57544
	37.98%	32.21%	70.19%	34.56%	32.01%	66.57%
Total	53133	39966	93099	48539	37901	86440
	57.07%	42.93%	100%	56.15%	43.85%	100%

Nota: Infancia de 0 a 14 años, Jóvenes de 15 a 27 años, Adultos de 28 a 59 años, Adultos mayores de 60 años en adelante

Una vez determinados los grupos etarios se aplicó el Algoritmo de Bootstrap para calcular el

intervalo de confianza para las proporciones de personas fallecidas por COVID-19 tanto en el 2020 como en el 2021, con 1000 re muestreos, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 4*Intervalos de confianza de los grupos etarios de personas fallecidas por COVID*

Grupo Etario	Infancia	Jóvenes	Adultos	AMayor
2020				
Límite Inferior	0.41%	0.71%	26.25%	71.26%
Limite Superior	0.59%	0.95%	27.37%	72.41%
Estimación Puntual	0.50%	0.83%	26.81%	71.83%
2021				
Límite Inferior	0.18%	0.43%	27.06%	70.94%
Limite Superior	0.32%	0.64%	28.21%	72.14%
Estimación Puntual	0.25%	0.54%	27.64%	71.54%

Nota: Confianza del 95% que el intervalo. IC ($\alpha = 0.05$). Infancia de 0 a 14 años, Jóvenes de 15 a 27 años, Adultos de 28 a 59 años, AMayor de 60 años en adelante

Los intervalos de confianza ajustados sugieren que hay una confianza del 95% que el grupo etario más propenso a fallecer por COVID-19 es el grupo de "AMayor" (Adultos Mayores). Esto se debe a que el intervalo de confianza para la proporción de fallecidos en este grupo IC ($\alpha = 0.05$) = [0. 713; 0. 724] % con una estimación puntual de 71,83% en el 2020 y IC ($\alpha = 0.05$) = [0.709; 0. 721] % con una estimación puntual de 71,54% en el 2021 son más amplio que los intervalos de los otros grupos ("Infancia", "Jóvenes", "Adultos") de ambos años. En concordancia con nuestros resultados Salinas-Aguirre et al., (2022) establece que los rangos de edad más afectados por COVID 19 son las personas mayores a 60 años y de 65 años (Rodríguez-Mañas & Rodríguez-Sánchez, 2022).

El grupo etario "Infancia" es el menos propenso a fallecer por COVID-19 ya que los intervalos de confianza ajustados sugieren que hay una confianza del 95% se concentren el 0.50% en el 2020 y el 0.25% 2021 de fallecidos.

Por lo cual también se determino un sub grupo etarios dentro del grupo de Adultos mayores (ver Tabla 5), con intervalos de 5 años hasta los 80 años, luego un intervalo de 10 años y de 90 años en adelante. Al aplicar el Algoritmo de Bootstrap para calcular el intervalo de confianza para las proporciones de personas fallecidas por COVID-19 tanto en el 2020 como en el 2021, con 1000 re muestreos, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 5*Intervalos de confianza de los sub grupos etarios de Adultos mayores fallecidos por COVID*

Grupo Etario	0-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-90	90
2020							
Límite Inferior	27.62%	12.38%	13.66%	12.70%	11.44%	15.84%	3.43%
Limite Superior	28.68%	13.19%	14.50%	13.54%	12.23%	16.78%	3.93%
Estimación Puntual	28.15%	12.79%	14.08%	13.12%	11.83%	16.31%	3.68%
2021							
Límite Inferior	27.81%	12.53%	13.19%	12.91%	10.87%	15.21%	4.23%
Limite Superior	29.02%	13.49%	14.15%	13.81%	11.74%	16.21%	4.78%
Estimación Puntual	28.41%	13.01%	13.67%	13.36%	11.31%	15.71%	4.51%

Nota: Confianza del 95% que el intervalo. IC ($\alpha = 0.05$)

Al calcular los subgrupos etarios de "Adultos Mayores" los intervalos de confianza ajustados

indican que hay una confianza del 95% que el subgrupo etario más propenso a fallecer por COVID-19 es el grupo de 80 a 90 años con un IC ($\alpha = 0.05$) = [0.1584; 0.1678] % con una estimación puntual de 16,31% en el 2020 y IC ($\alpha = 0.05$) = [0.1521; 0.1621] % con una estimación puntual de 15,71% en el 2021 esto concuerda con los resultados obtenidos por (Salinas-Botrán et al., 2022) el cual además analiza otros factores de riesgo que influyen en la mortalidad.

En segundo lugar, se encuentra el sub grupo de 65 a 70 años con un IC ($\alpha = 0.05$) = [0.1366; 0.145] % con una estimación puntual de 14,08% en el 2020 y IC ($\alpha = 0.05$) = [0.1319; 0.1415] % con una estimación puntual de 13,67% en el 2021 en concordancia con los resultados de fallecimientos a nivel mundial principalmente en la alta mortalidad en grupos etarios de adultos mayores en rangos de edad mayores a 65 años. (Rodríguez-Mañas & Rodríguez-Sánchez, 2022)

Así también encontramos el estudio realizado por Llaro-Sánchez et al, (2020) concluyen que Los pacientes fallecidos fueron, principalmente, adultos mayores de sexo masculino con enfermedades preexistentes como hipertensión arterial y obesidad y clasificados con infección COVID-19 moderada a severa al ingreso hospitalario.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la interpretación de la "propensión" a fallecer por COVID-19 en diferentes grupos etarios debe hacerse con precaución y considerando otros factores. Los resultados del análisis de bootstrap proporcionan estimaciones de las proporciones y sus intervalos de confianza, pero hay varios factores adicionales que pueden influir en la probabilidad de fallecimiento, como las condiciones de salud subyacentes, una cobertura médica de calidad, enfermedades preexistentes (Llaro-Sánchez et al, 2020) la exposición al virus entre otras.

Por lo tanto, aunque los resultados sugieren una mayor propensión de fallecimiento en el grupo de "AMayor" (Adultos Mayores) en comparación con los otros grupos, es importante interpretar estos resultados en el contexto de otros factores relevantes y no tomarlos como una conclusión definitiva.

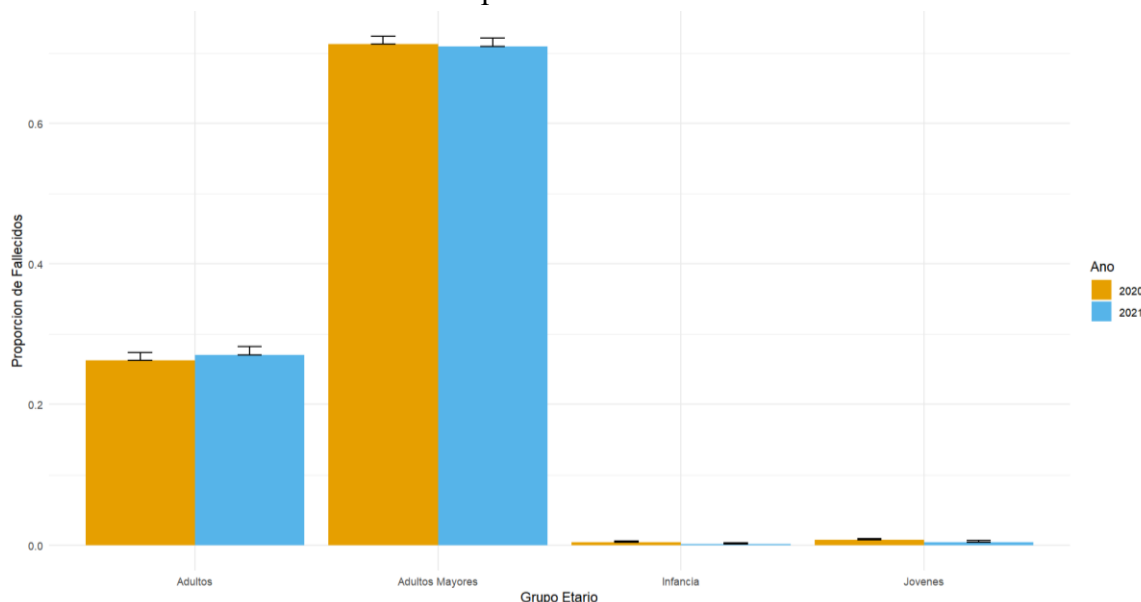
Cada barra representa un grupo etario y está dividida en dos partes, una para cada año. La altura de la barra indica la estimación puntual de la proporción de fallecidos en cada grupo, mientras que las barras de error que se extienden desde la barra representan los intervalos de confianza.

En las Graficas 2 y 3, podemos notar que los intervalos de confianza de ambos años se superponen en cada grupo etario. Esto sugiere que no hay una diferencia estadísticamente significativa en las proporciones de fallecidos por COVID-19 entre los dos años para los grupos etarios representados.

Es importante tener en cuenta que los intervalos de confianza indican la incertidumbre asociada a las estimaciones y, en este caso, no hay una clara separación entre los intervalos de confianza de los dos años. Esto significa que no podemos afirmar con certeza que hay diferencias significativas en las proporciones de fallecidos entre los dos años para estos grupos etarios específicos.

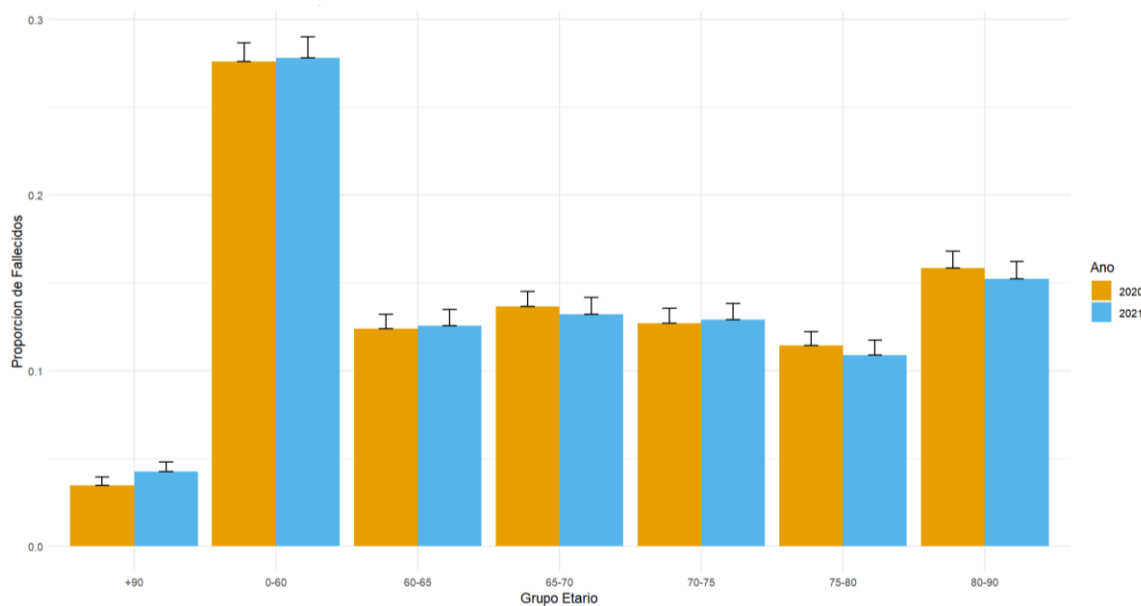
Grafica 2

Intervalos de Confianza – Fallecidos por COVID-19



Grafica 3

Intervalos de Confianza – Fallecidos por COVID-19 Sub Grupos Etarios.



CONCLUSIONES

El COVID-19 tuvo un impacto significativo en los años 2020 y 2021, representando el 20,33% y el 19.52% de todas las muertes, respectivamente lo cual incremento el número de fallecidos de 75228 (2019) a números mayores a los 100mil fallecidos. En las defunciones por COVID-19 hubo una mayor cantidad de hombres en comparación con las mujeres en los años 2020 y 2021. Las enfermedades cardiovasculares parecen ser las principales causas de defunción en el país sin contar el COVID.

Los intervalos de confianza ajustados sugieren que hay una confianza del 95% que el grupo etario más propenso a fallecer por COVID-19 es el grupo de "AMayor" (Adultos Mayores). Esto se debe a que el intervalo de confianza para la proporción de fallecidos en este grupo $IC (\alpha = 0.05) = [0.713; 0.724] \%$ con una estimación puntual de 71,83% en el 2020 y $IC (\alpha = 0.05) = [0.709; 0.721] \%$ con una estimación puntual de 71,54% en el 2021 son más amplio que los intervalos de los otros grupos.

Dentro de los subgrupos etarios de “Adultos Mayores” los intervalos de confianza ajustados indican

que hay una confianza del 95% que el subgrupo etario más propenso a fallecer por COVID-19 es el grupo de 80 a 90 años con un IC ($\alpha = 0.05$) = [0. 1584; 0. 1678] % con una estimación puntual de 16,31% en el 2020 y IC ($\alpha = 0.05$) = [0.1521; 0. 1621] % con una estimación puntual de 15,71% en el 2021. En segundo lugar, se encuentra el sub grupo de 65 a 70 años con un IC ($\alpha = 0.05$) = [0. 1366; 0. 145] % con una estimación puntual de 14,08% en el 2020 y IC ($\alpha = 0.05$) = [0.1319; 0. 1415] % con una estimación puntual de 13,67% en el 2021

“Bootstrap para calcular el intervalo de confianza para las proporciones” nos ha permitido determinar a los adultos mayores como el grupo etarios con mayor vulnerabilidad a fallecer por COVID 19 en el Ecuador principalmente los sub grupos de 80 a 90 años y 65 a 70 años en los periodos 2020 al 2021. Y se demuestra la robustes de este método ya que los cálculos obtenidos concuerdan con investigaciones de vulnerabilidad a fallecer por COVID-19, los cuales han aplicado diversos métodos.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Santillán J...	Molina F
Participar activamente en:		
Conceptualización	X	X
Análisis formal	X	X
Adquisición de fondos	X	
Investigación	X	X
Metodología	X	X
Administración del proyecto	X	
Recursos	X	
Redacción –borrador original	X	X
Redacción –revisión y edición	X	X
La discusión de los resultados	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X

RECONOCIMIENTO A REVISORES:

La revista reconoce el tiempo y esfuerzo del editor Indira Dajhana Vergara Quispe, y de revisores anónimos que dedicaron su tiempo y esfuerzo en la evaluación y mejoramiento del presente artículo.

REFERENCIAS

- Batanero, C., & Borovcnik, M. (2016). *Statistics and probability in high school*. Springer.
- Cabrera Valladolid, M. J. (2021). Análisis de series temporales de casos confirmados y fallecidos por Covid-19 del Ecuador. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/14812>
- Cirera, L., Segura, A., & Hernández, I. (2021). Defunciones por COVID-19: no están todas las que son y no son todas las que están. *Gaceta Sanitaria*, 35(6), 590-593.
- Diaconis, P., y Efron, B. (1983). Computer intensive methods in statistics. *Scientific American*, 248(5), 116-13.
- Efron, B. (1979) Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *The Annals of Statistics*. Vol. 7, No. 1.
- Efron, B. (1981). Nonparametric estimates of standard error: the jackknife, the bootstrap, and other resampling methods. *Biometrika*, 68, 589-599.
- Efron, B. y Tibshirani, R. (1994) *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman & Hall.
- Efron, B. y Tibshirani, R., 1994. *An Introduction to the Bootstrap*. New York, NY: Chapman & Hall.

CRC Monographs on Statistics & Applied Probability

- Fantin, R., Brenes-Camacho, G., & Barboza-Solís, C. (2021). Defunciones por COVID-19: distribución por edad y universalidad de la cobertura médica en 22 países. *Revista Panamericana de Salud Pública, 45*, e42. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2021.42>
- Fernández Ibáñez, J. M., Morales Ballesteros, M. del C., Galindo Andúgar, M. Á., Fernández Anguita, M. J., Arias Arias, Á., & Barberá-Farré, J. R. (2022). Factores de riesgo de mortalidad en pacientes mayores de 65 años hospitalizados por COVID-19. *Revista Española de Geriatria y Gerontología, 57*(1), 6-12. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2021.09.004>
- Fresco, L., Osorio, G., Carbó, M., Marco, D. N., García-Gozalbes, J., Artajona, L., & Ortega Romero, M. del M. (2022, junio). Validación temporal de un modelo de riesgo de mortalidad por COVID-19 en una cohorte prospectiva en un servicio de urgencias de un hospital de tercer nivel. *Emergencias, 24*(3), 196-203.
- Frost, Oliver. (2018). Eine Webanwendung zur Planung und Auswertung von A/B-Tests auf Basis des Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstests
- García, J. M., & Fuentes, H. J. (2020). Análisis del COVID-19 y Probabilidades de Fallecimiento para los Municipios de los Alrededores de Bogotá. *Espacios, 41*(42), 220-233. DOI: 10.48082/espacios-a20v41n42p19
- García Lopez, F. J. (2022). *Exceso de mortalidad, esperanza de vida y años de vida perdidos por COVID en España*. <https://repisalud.isciii.es/handle/20.500.12105/14599>
- Hoffmann, M., Kleine-Weber, H., & Pöhlmann, S. (2020). A multibasic cleavage site in the spike protein of SARS-CoV-2 is essential for infection of human lung cells. *Molecular cell, 78*(4), 779-784.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos Ecuador (2022) Registro Estadístico de Defunciones Generales. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/defunciones-generales/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos Ecuador (2023) Registro Estadístico de Defunciones Generales 2021 Metodología p 59. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Defunciones_Generales_2021/Metodolog%C3%ADa_EDG_2021.pdf
- Jiménez, J. U. (2019). Introducción a R y RStudio. <https://ridda2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/9428/manual-introduccion-R.pdf?sequence=1>
- La nación (2023), Covid-19: por qué aún no se puede hablar del fin de la pandemia. Disponible en <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/covid-19-por-que-aun-no-se-puede-hablar-del-fin-de-la-pandemia-nid23022023/>
- Llaro-Sánchez, M. K., Gamarra-Villegas, B. E., & Campos-Correa, K. E. (2020). Características clínico-epidemiológicas y análisis de sobrevivencia en fallecidos por COVID-19 atendidos en establecimientos de la Red Sabogal-Callao 2020. *Horizonte Médico (Lima), 20*(2).
- Manrique Abril, F., González-Chordá, V. M., Gutiérrez Lesmes, O. A., Tellez Piñerez, C. F., & Herrera-Amaya, G. M. (2020). Modelo SIR de la pandemia de Covid-19 en Colombia.
- Meneses Freire, A. (2017). Nuevas aportaciones estadísticas al estudio de la fiabilidad de materiales. Universidad de Coruña
- Meneses, A., Zúñiga, L., Santos, C., Haro, S., Chariguamán, N., & Vera, L. (2018). Método bootstrap para hipótesis concernientes a la diferencia de medias para muestras pareadas: aplicaciones. *Perfiles, 2*(20), 100-106. <https://doi.org/10.47187/perf.v2i20.39>
- Micceri, T. (1989). The unicorn, the normal curve and other improbable creatures. *Psychological Bulletin, 105*(1), 156-166.
- Mosier, C. (1951). Problems and Designs of Cross-Validation. *Educational and Psychological Measurement, 11*. Noreen, E. (1989). Computer intensive methods for testing hypotheses. New York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Muñoz Ledesma, S., Muñoz Blanco, P. A., Delgado Arenas, R., Graus Cortez, L., Gómez Fuertes, A., Muñoz Ledesma, S., Muñoz Blanco, P. A., Delgado Arenas, R., Graus Cortez, L., & Gómez Fuertes, A. (2022). Aprendizaje estratégico en el conocimiento científico mediada por aprendizaje social. *Revista Universidad y Sociedad, 14*(2), 228-236.

Organización Mundial de la Salud OMS. (2023, junio 6). *Alerta epidemiológica—Influenza, virus*

respiratorio sincitial y SARS-CoV-2—6 de junio de 2023—OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/documentos/alerta-epidemiologica-influenza-virus-respiratorio-sincitial-sars-cov-2-6-junio-2023>

- Organización Médica Colegial. (2020) Certificación médica de la defunción por (probable/confirmado) COVID-19. https://www.cgcom.es/sites/default/files//u183/n.p._certificaciones_de_defuncion.28032020.pdf.
- Organización Médica Colegial. (2020) Certificación médica de la defunción por (probable/confirmado) COVID-19. https://www.cgcom.es/sites/default/files//u183/n.p._certificaciones_de_defuncion.28032020.pdf.
- Orozco-Vargas, A. E. (2022). Soledad y ansiedad durante el confinamiento por COVID-19. El efecto mediador de la regulación emocional. *Interdisciplinaria*, 39(2), 335-354. <https://doi.org/10.16888/interd.2022.39.2.21>
- Quenouille, M. H. (1956). Notes on Bias in Estimation. *Biometrika*, 43, 353-36.
- Rodríguez-Mañas, L., & Rodríguez-Sánchez, I. (2022). COVID-19 en las personas mayores: Lecciones por aprender. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 57(6), 289-290. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2022.10.002>
- Salinas-Aguirre, J. E., Sánchez-García, C., Rodríguez-Sánchez, R., Rodríguez-Muñoz, L., Díaz-Castaño, A., & Bernal-Gómez, R. (2022). Características clínicas y comorbilidades asociadas a mortalidad en pacientes con COVID-19 en Coahuila (México). *Revista Clínica Española*, 222(5), 288-292. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.12.006>
- Salinas-Bostrán, A., Sanz-Cánovas, J., Pérez-Somarrriba, J., Pérez-Belmonte, L. M., Cobos-Palacios, L., Rubio-Rivas, M., de-Cossío-Tejido, S., Ramos-Rincón, J.M., Méndez-Bailón, M., & Gómez-Huelgas, R. (2022). Características clínicas y factores de riesgo de mortalidad al ingreso en pacientes con insuficiencia cardíaca hospitalizados por COVID-19 en España. *Revista Clínica Española*, 222(5), 255-265. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2021.06.004>
- Sandoval-Díaz, J., Cuadra Martínez, D., Pérez-Zapata, D., Sandoval-Díaz, J., Cuadra Martínez, D., & Pérez-Zapata, D. (2022). Del Afrontamiento Colectivo al Crecimiento Postraumático Comunitario: Análisis Mediacional del Empoderamiento ante un Desastre Climatológico. *Psykhé (Santiago)*, 31(2), 1-15. <https://doi.org/10.7764/psykhe.2019.22345>
- Sangrador, C. O., Leiza, J. R. G., Boillos, M. J. P., Ara, F. P., Lobato, M. D. P. L., & de Llano, J. M. A. (2021). Impacto de la COVID-19 en la mortalidad de la comunidad autónoma de Castilla y León. *Gaceta Sanitaria*, 35(5), 459-464.
- Simon, J. L. (Ed.). (1969). *Basic Research Methods in Social Science*. (Vol. acceso en Marzo 2003). New York: Random House.
- South, A. M., Diz, D. I., & Chappell, M. C. (2020). COVID-19, ACE2, and the cardiovascular consequences. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 318(5), H1084-H1090.
- The R Foundation (2022), *R project*. <https://www.r-project.org/about.html>
- Tukey. (1958). Bias and Confidence in Not-Quite Large Samples (Abstract). *Annals of Mathematical Statistics*, 29, 614.
- Vaduganathan, M., Vardeny, O., Michel, T., McMurray, J. J., Pfeffer, M. A., & Solomon, S. D. (2020). Renin-angiotensin-aldosterone system inhibitors in patients with Covid-19. *New England Journal of Medicine*, 382(17), 1653-1659.
- Vinueza Veloz, A. F. (2022). *Asociación entre mortalidad por COVID-19 y altitud durante el año 2020 en Ecuador. Un estudio ecológico* [MasterThesis, PUCE - Quito]. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/21161>
- World Health Organization (2020 a) Emergency use ICD codes for COVID-19 disease outbreak. Family of International Classifications. WHO. <http://www9.who.int/classifications/icd/covid19/en>.
- World Health Organization (2020 a) Emergency use ICD codes for COVID-19 disease outbreak. Family of International Classifications. WHO. <http://www9.who.int/classifications/icd/covid19/en>.
- World Health Organization. (2020 b) International guidelines for certification and classification (coding) of COVID-19 as cause of death, 20 April 2020. WHO. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/technical-guidance/2020/international-guidelines-for-certification-and-classification-coding-of-covid-19-as-cause-of-death,-20-april-2020>.

- World Health Organization. (2020 b) International guidelines for certification and classification (coding) of COVID-19 as cause of death, 20 April 2020. WHO. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/technical-guidance/2020/international-guidelines-for-certification-and-classification-coding-of-covid-19-as-cause-of-death,-20-april-2020>.
- Wu, F., Zhao, S., Yu, B., Chen, Y. M., Wang, W., Song, Z. G., ... & Zhang, Y. Z. (2020). A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature*, 579(7798)
- Zambrano Luna, N. (2022). *Aplicación de los métodos de remuestreo en modelos de mortalidad para edades avanzadas* [Universidad de Alcalá]. <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/54390>