

Relaciones, impactos y modelos que se abstraen del COVID 19, proyecciones para Perú y Moquegua, marzo-mayo del 2020



Relations, impacts and models that are abstract from Covid 19, projections for Peru and Moquegua, March-May 2020

1ro Javier Flores Arocutipa
Escuela Profesional de Gestión
Pública y Desarrollo Social
Universidad Nacional de Moquegua
Moquegua, Perú
javiefloresarocutipa@gmail.com

2do Roberto Tito Condori Pérez
Escuela Profesional de Gestión
Pública y Desarrollo Social
Universidad Nacional de Moquegua
Moquegua, Perú
rtcondorip@unam.edu.pe

3ro Jorge Jinchuña Huallpa
Escuela Profesional de Gestión
Pública y Desarrollo Social
Universidad Nacional de Moquegua
Moquegua, Perú
jjinchunah@unam.edu.pe

Abstract—The level of deaths in Peru due to Coronavirus is explained by the number of infected, hospitalized, and the size of the sample or tests carried out in the period from March 16 to May 10, 2020. In this sense, R_2 and betas are significant, and the “F” test indicates that the model is adequate. In Moquegua we demonstrate that there is a relationship between the levels of testing and infected. In addition, it is noteworthy that unlike Lima and other regions, the infection rate in Moquegua ranges from 3.2 to 3.8, while in other regions such as Lambayeque, Piura, Loreto, it is more than 10%. Regionally, after 37 days there is no case fatality, therefore the rate is 0%. The MINSA database provided in the situational room COVID19 and DIRESA have been used. In the Peru case we have taken 66 series, and in the Moquegua case 37 series. It is effectively concluded that those infected and hospitalized with coronavirus have a 2.72% chance of dying, and that 98.5% if they are adults and older adults. And 72.5% if they are male. The model has a rationality of 99.9%. The model for Moquegua allows us to forecast that as of May 31, the number of infected people should be 400. The proposal of this work is to think about the worst scenario, and work for the best.

Keywords—Coronavirus, infected, hospitalized, testing, deceased, prognosis

Resumen—El nivel de fallecidos en el Perú por Coronavirus se explica por el número de infectados, hospitalizados y el tamaño de muestra o testeos que se realizan en el periodo desde 16 de marzo al 10 de mayo del 2020. En ese sentido, el R_2 y las betas son significativos, y la prueba “F” nos señala que el modelo es adecuado. En Moquegua demostramos que hay relación entre los niveles de testeos e infectados. Además, es de notar que a diferencia de Lima y otras regiones, la tasa de infección de Moquegua oscila entre 3.2 a 3.8, mientras que en otras regiones como Lambayeque, Piura, Loreto, es más del 10%. A nivel regional, después de 37 días no hay letalidad, por lo que la tasa es de 0%. Se han utilizado la base de datos del MINSA que provee en la sala situacional COVID19 y la DIRESA. En el caso Perú hemos tomado 66 series, y en el caso de Moquegua 37 series.

Se concluye efectivamente que los infectados y hospitalizados de coronavirus tienen 2.72% de posibilidad de fallecer, y que en un 98.5% si son adultos y adultos mayores. Y un 72.5% si son varones. El modelo tiene una racionalidad de 99.9%. El modelo para Moquegua nos permite pronosticar que para el 31 de mayo, los infectados deben ser 400. La propuesta del presente trabajo es pensar en el peor escenario, y trabajar para el mejor.

Palabras claves—Coronavirus, infectados, hospitalizados, testeos, fallecidos, pronósticos.

I. INTRODUCCIÓN

El coronavirus fue detectado el 6 de marzo del 2020 en el Perú. Apareció en Wuhan, en Hubei-China, el pasado 8 de diciembre 2019. Desde ese día, la cosas, cambiarían como nunca en la sociedad mundial. Pocos le hicieron caso. Hoy, al 10 de mayo, cuando se debió levantar la cuarentena en el Perú, la pandemia cobra 1889 muertos y 65 mil contagios. Las pandemias devienen de mediados del siglo XIX, sobre todo los vinculados al cólera [1]; en noviembre de 1924 se ratificó el código sanitario panamericano por más de 21 países de América Latina, la idea era apoyar las gestiones para la salud pública. Ya luego, en el año 1951, la OMS adoptó el reglamento sanitario internacional, y 196 países suscribieron apoyar el proyecto.

A. La realidad de la letalidad del Covid 19 en el mundo

Al 10 de mayo del 2020, el News mundo informa que el mapa del coronavirus va en 8.7 millones de testeos, 4 millones de infectados, con 281 mil muertes; pero también hay 1.1 millón de recuperados [2]. Esa es la magnitud de la pandemia [3]; y desde que apareció en China se ha expandido, según la Universidad de John Hopkins, en 187 de los 190 países del orbe global [2]. Pero al mismo tiempo, si bien importa el número de infectados, hoy está en debate el número de fallecidos o el número de muertes. Es el caso que la tasa de letalidad hoy tiene resultados distintos por países. Así, dentro de los

países que tienen un mayor número de infectados está Francia, por ejemplo, que tiene, al 10 de mayo, 176,782 infectados y 26,313 muertes. La tasa de letalidad es de 14.88%, esta cifra es la más alta a la fecha y contrasta con la tasa de letalidad de Rusia, que tiene una tasa de letalidad de 0.91%. Quiere decir que: si en un país, por cada 100 infectados, 15 fallecen; en otro país, por cada 100 infectados, solo uno fallece. En esa tabla estadística esta Perú, con una tasa de 2.8%. Quiere decir que, por cada 100 personas infectadas, tres fallecen. Así, Francia 14.88%, Reino Unido 14.48%, Italia 13.95%, España 11.96%, Canadá 7%, Brasil 6.83%, Irán 6.17, USA 6%, China 5.52%, Alemania 4.40%, India 3.31%, Perú 2.79%, Turquía 2.73%, Rusia 0.91% [2].

Otra de las cuestiones que nos interesa es la tasa de infección por muestra recogida. En ese sentido, hemos visto que la difusión de esta relación no ha sido una de las más preferidas de los países desarrollados y emergentes. Así, por ejemplo, a mediados de abril, la tasa de infectados de Francia era de 29.77, el más alto del periodo; y el mínimo era de Corea del Sur, con 1.95%. Perú estaba con una tasa de 10.58%; a la fecha, como hemos observado, está en 13%. De la data que presenta el ministerio de cada país [4], hemos observado que el país que realiza mayor testeo es Estados Unidos, con 3.4 millones al 17 de abril; y el que menos, Perú, al 17 de abril con 127.5 mil testeos. Aunque al 10 de mayo esta era de 513 mil testeos, con más de 68.8 mil infectados. Es de saber que el segundo país en realizar testeos es Alemania, al 12 de abril con 1.7 millones, ya en esa fecha tenía 132.7 mil de infectados y 4,052 fallecidos. El tercer país era Italia con 1.24 millones de testeos, 172 mil infectados y 22,745 fallecidos, al 17 de abril. El cuarto país es España, al 15 de abril tenía 930 mil testeos, 182.8 mil infectados y 19,130 fallecidos. Un quinto país es Reino Unido, al 17 de abril con 438 mil testeos, 109 mil infectados y 14,576 fallecidos.

Otra de las afirmaciones interesantes que se hacen populares en el Perú, es cuando señalan que quienes trajeron al Perú este virus fueron las familias de clase media alta y alta; porque ellas podían viajar a España, Italia, China y otros países que rápidamente fueron infestados por el coronavirus COVID19. Pero si bien llegó a los distritos conocidos como Jesús María, Miraflores, Surco, San Isidro, etc., donde viven estas familias adineradas, la enfermedad pasó rápidamente a los distritos de mayor pobreza y hacinamiento: Villa María del Triunfo, San Juan de Lurigancho, Villa el Salvador en Lima. Los distritos de mayores familias adineradas están superando los niveles de infección mientras que crece en los distritos más pobres por el hacinamiento y el escaso cuidado. Hoy, médicos del Cayetano Heredia están desarrollando la vacuna contra este virus. A la pregunta sobre la insistencia en crear una vacuna peruana cuando ya se está desarrollando en el mundo, un investigador de la UPCH responde: “mientras se cree la vacuna en los países desarrollados, ésta solucionaría primero el problema de esos países, luego el de sus aliados, y tal vez recién podría estar llegando a los países latinos” [5]. Entonces, mucho tiene que ver las variables de riqueza, de recursos para investigación en Salud, de presupuesto para mejorar los servicios del estado. La pandemia permite observar las diferencias de quienes se pueden defender de esta pandemia y los que no. La riqueza tiene su rol en nuestra rea-

lidad. Y la diferencia está en la riqueza de cada país, de cada región o cada familia.

¿Tiene que ver la riqueza generada por países para enfrentar de mejor manera el coronavirus? Claro que sí.

La población es una variable importante por el consumo y por el recurso humano competitivo que pueda generar. Así, el país con mayor población es China con 1,439 millones de habitantes, seguido por Estados Unidos, con 331 millones de personas. En ese ámbito, Perú tiene 32 millones de habitantes. Un insumo para la calidad de vida de los pueblos o el IDH, es el PBI per cápita; en ese entender, los países ricos tienen cifras altas y los países pobres cifras bajas. Estados Unidos tiene un per cápita de 65 mil dólares, Alemania cuenta con casi 50 mil dólares per cápita, a diferencia de países como Turquía, Irán, Brasil, Perú que están por debajo de los 10 mil dólares. Como se puede ver, la relación es uno a cinco en promedio entre países ricos y países emergentes. Perú tiene una relación de uno a nueve con Estados Unidos. Somos un país emergente; por ello, en materia del ranking del PBI per cápita, Estados Unidos se ubica en el séptimo puesto del mundo, mientras que Perú se ubica en el puesto 83 de 190 países. Son los países con mayor número de casos COVID19. Si hablamos de casos, al 10 de mayo USA tiene 1,3 millones de infectados, y Perú 65,015 casos.

Cuando hablamos de presupuesto de Salud, sabemos que por el tamaño de la economía podemos desprender el tamaño del sector público. Esto como una derivada de los impuestos que pagan las empresas y familias del país analizado, debemos desprender cuánto se le destina al subsector salud por país. El país que mayor porcentaje del PBI destina a Salud es Estados Unidos con un 17%, le sigue Francia con el 11.31%, encontramos también a Alemania con 11.255 del PBI, Canadá destina el 10.7% de su PBI al sector Salud. Brasil y Reino Unido destinan el 9.5% del PBI a resolver problemas vinculados a la Salud por país, en esa realidad Perú también destina recursos, pero solo representa en algunos años el 2.2% en otros años el 3.5% del PBI. De los 14 países con mayores casos de coronavirus a la fecha del presente análisis, debemos decir que el estado peruano tiene menores consideraciones favorables con el sector salud. No solamente es un país con menor recaudación tributaria, con menor PBI per cápita, sino el país que menor presupuesto del PBI otorga a un sector clave. Por eso que nos preguntamos si la combinación de país pobre, menores recursos para salud, escasos recursos humanos, poco dinero para la investigación científica, es totalmente desfavorable para enfrentar la enfermedad. Esto desnuda una difícil situación para su población, en este caso para los 32 millones de peruanos; y mucho más para los de pobreza y extrema pobreza, aproximadamente 10 millones de peruanos. Más difícil será en todo caso para 4 millones de peruanos que son de extrema pobreza. La variable “R” nos representa el nivel de contagio que se tiene por país. A la fecha del presente documento, el mayor nivel de contagio lo tiene Perú con 1.63 [6], que es la más alta de los países consignados; por ejemplo, China tiene un R=0 a la fecha, no hay crecimiento de la enfermedad. En nivel de duplicación de la enfermedad, Perú es calificado en el orbe como un país donde cada 8.3 días se duplica la enfermedad, mientras que en los otros la enfermedad se duplica en más de 10 días.

El numerado de reproducción “R” en los países es el siguiente: USA 1, España 0.8, Italia 0.8, Reino Unido 1, Francia 0.6, Alemania 0.7, Brasil 1.4, Canadá 1.1, China 0. Hay que decir que, de los países mencionados, la tasa de contagio se duplica cada 10 días, Brasil cada 9 días, y Perú peligrosamente cada 8.3 días [7] [8] [9] [10].

B. La realidad del coronavirus en el Perú.

Las variables no solamente son las muestras o el nivel de testeo, que son importantes; se suman los infectados, los hospitalizados, lo que llegan a las camas UCI con respirador, y los que llegan a morir; además de los recuperados que se puedan lograr en la lucha contra esta pandemia. Fue el 6 de marzo que aparece la enfermedad en el Perú, el presidente Vizcarra dio la voz de alarma al país y todo empezó. Se habían realizado 155 testeos. El primer hospitalizado se tuvo el día 7 de marzo, y el primer fallecido el 17 de marzo del 2020. Desde esa fecha al 10 de mayo han transcurrido 65 días, y se tuvo 505 mil muestras y 1,889 muertos. Además de 67,307 infectados, 6,601 hospitalizados, y 21,349 recuperados. Realmente una realidad preocupante en el escenario mundial. Al 10 de mayo somos el país número 14 en infectados de COVID-19. En el mundo se registran 190 países.

Primer paciente por regiones fue en Lima, cuando un 6 de marzo apareció el primer paciente infectado. Luego fueron apareciendo en las demás regiones; la última en este proceso fue Ucayali, cuando el 10 de abril se detecta el primer infectado. A la fecha han transcurrido para la primera región infectada 65 días, y para la última región 29 días. Así lo señalamos en la siguiente enumeración, el día que cada una de las regiones tuvo su paciente cero: Ucayali 10 de abril, Amazonas 9 abril, Puno 7 de abril, Moquegua 5 de abril, Apurímac 5 de abril, Huancavelica 1 de abril, Ayacucho 30 de marzo, Tacna 29 de marzo, Pasco 28 de marzo, Cajamarca 25 de marzo, Tumbes 24 de marzo, San Martín 24 de marzo, Junín 20 de marzo, Madre de Dios 18 de marzo, Loreto 17 de marzo, Cusco 15 de marzo, Arequipa 15 de marzo, Ica 15 de marzo, La Libertad 15 de marzo, Huánuco 15 de marzo, Lambayeque 15 de marzo, Callao 15 de marzo, Ancash 15 de marzo, Piura 15 de marzo, Lima 6 de marzo. A la fecha 10 de mayo, la realidad por regiones es la siguiente: en Lima ya van 65 días después que apareció el paciente cero, hoy tiene 43,284 casos. 56 días después, Piura tiene 2,425 casos de infectados; Ancash, después de 56 días, tiene 1,507 casos. Nueve regiones, al 9 de mayo, cumplen 56 días de su primer paciente y tienen resultados distintos de infectados. Van de 333 a 5,360 infectados. Es demasiado rango, desviación y varianza. O, en todo caso, cualquier proyección por el rango es muy impredecible. Moquegua después de 36 días tiene 167 casos.

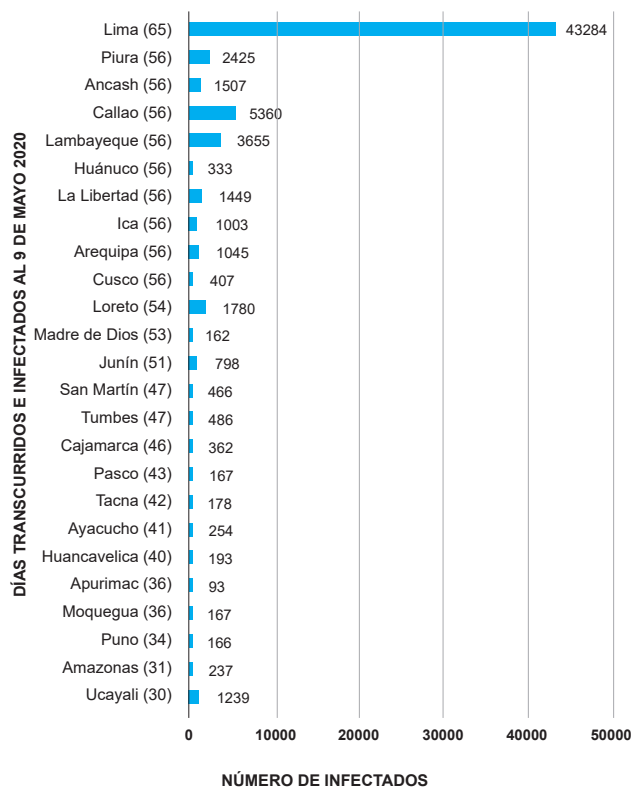


Fig.1 Moquegua, a los 36 días después del paciente cero con 167 infectados.

En cuanto a correlación de variables en el Perú, tenemos que el nivel de fallecidos se relaciona mejor con la variable infectados de 0.999; le sigue el tamaño de muestra, y en tercer lugar está la relación con los hospitalizados. De otro lado, tenemos que hay una relación alta y significativa entre las muestras tomadas y el número de infecciones de 0.997, de la misma manera cuando señalamos que la relación es alta entre los hospitalizados y el número de personas que llegan a UCI 0.988.

Entonces el nivel de muertes tiene una correlación alta con todas las variables, puesto que superan el 0.99 o 99%. Pero resulta más alta y significativa con la variable infectados (0.999), y con hospitalizados (0.986). Si observamos la relación entre el nivel de testeo con los infectados, ésta es de (0.997), quiere decir que mantiene su correlato a través del testeo que se realice. La única variable manipulable por los investigadores sería la variable muestras, dado que dependerá de la existencia de test en stock, y si hay la voluntad de realizar los test; pero independientemente de ello, se tienen variables significativamente correlacionadas.

Con la data nacional, se ha encontrado que el número de fallecidos, producto de la enfermedad del Coronavirus, depende del número de infectados, de los que llegan a hospitalización, y el tamaño de muestras del 6 de marzo al 10 de mayo del 2020. Son tres variables que logran explicar el modelo y que servirán para ir contrastando a lo largo de los días al 31 de mayo (10 de mayo al 31 de mayo).

El modelo que hemos encontrado nos señala que el R2 es

de 0.9990, que es bastante significativo; las betas cumplen el requisito que su probabilístico sea menor que 0.05, y que el probabilístico de F sea menor que 0.05, lo cual no indica que el modelo como conjunto es adecuado.

$$\begin{aligned} \text{Muertes} = & 6.75257777485 + \\ & 0.0378467556623 * \text{INFECTADOS} - \\ & 0.00203574200158 * \text{MUESTRAS} + \\ & 0.0558710219654 * \text{HOSPITA} \end{aligned}$$

R²=0.9990, betas: B0 (0.1025) B1 (0.0000) B2 (0.0000) B3 (0.000); Prob F (0.00000)

La figura siguiente nos señala que tanto el modelo encontrado como la serie histórica se correlacionan de tal manera que en el periodo están muy estrechas, muy juntas; lo que será útil para pronosticar.

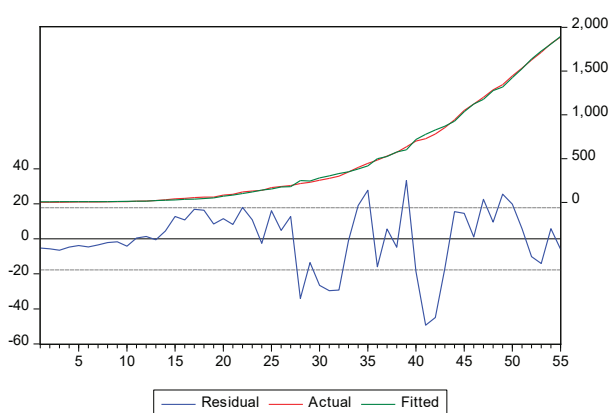


Fig. 2 Las dos líneas superiores señalan que lo ocurrido en la realidad converge con los resultados del modelo matemático encontrado.

El objetivo que nos hemos trazado es demostrar que el número de fallecidos, producto de la enfermedad del Coronavirus, depende del número de infectados, del número de hospitalizados y del número de testeos en el Perú del 6 de marzo al 10 de mayo del 2020.

Asimismo, demostrar que el número de infectados por coronavirus COVID19, dependen de las muestras que se tomen en el periodo de 65 días en el Perú, del 6 de marzo al 10 de mayo del 2020.

Demostrar que el número de Hospitalizados depende del número de infectados en el Perú, del 6 de marzo al 10 de mayo del 2020.

Demostrar que el modelo logarítmico propuesto, donde los niveles de impacto de fallecidos del Perú es producto del incremento de los que llegan a la unidad de cuidados y del incremento proporcional de hospitalizados.

Demostrar que el modelo logarítmico de incremento proporcional de recuperados depende del nivel de incremento proporcional de los infectados en el Perú del 6 de marzo al 10 de mayo del 2020.

Demostrar que la totalidad de muertos se explica por los

fallecidos adultos y adultos mayores en el Perú en el periodo de 120 días. Siendo mínimo la afectación a las personas denominadas jóvenes, adolescentes y niños.

El número de infectados en la región Moquegua depende de manera significativa de las muestras tomadas en el periodo 4 de abril al 10 de mayo del 2020.

Demostrar que el incremento proporcional de los infectados se relaciona con el crecimiento proporcional de muestras en la región Moquegua en el periodo 4 de abril al 10 de mayo del 2020.

Demostrar que los fallecidos en el Perú mayormente son del sexo masculino en el periodo 16 de marzo al 10 de mayo del 2020.

Variables:

Variable 1: Muestra, Variable 2: Infectados, Variable 3: Hospitalizados, Variable 4: UCI, Variable 5: Fallecidos.

Para ello nos hemos planteado doce modelos econométricos y logarítmicos nacionales, y dos modelos para la realidad de Moquegua.

II. MARCO TEÓRICO

Docentes de la universidad católica del Perú presentaron un modelo de crecimiento y desarrollo del coronavirus de los contagiados de manera decisiva sobre la cantidad de fallecidos [11].

Este documento fue elaborado el 8 de abril del 2020. Su objetivo era calcular el número de muertos debido a COVID19; basados en los datos de muertes diarias en China eligen el modelo predictivo lineal bayesiano. En sus principales conclusiones, afirman que el número de muertes que ocurrirán en el Perú sería de 612 fallecidos. El presente trabajo fue elaborado el 8 de abril. Se afirmó que a los 64 días después de la primera muerte se observará el 99% de las muertes esperadas. Además, afirmaron que el punto de inflexión sería en el día 26 después de la primera muerte. La idea, como se aseveró, fue que las autoridades puedan monitorear la enfermedad y sobre todo implementar estrategias para contener la pandemia.

Debemos señalar que el Perú, en el día 26 después de la primera muerte, tenía 181 muertes y al 10 de mayo ya teníamos 1,889 fallecidos. Pero el modelo hacía una comparación en el marco o modelo Wuhan, que empezó el 8 de diciembre y terminó el 8 de marzo (noventa días).

Otro de los trabajos es de Vicente Larivieri, que resalta las deficiencias en la comunicación científica por el brote del coronavirus [12].

Es así que los autores se preguntan: ¿hubo una asociación de intervenciones de salud pública con un mejor control del brote de COVID19 en Wuhan-China? La pregunta surge por cuanto es la variable principal a responder.

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID19), se ha convertido en una pandemia y se desconoce si una combinación de intervenciones de salud pública puede mejorar el control del brote.

Una serie de intervenciones de salud pública multifacéticas se asociaron temporalmente con un mejor control del brote de COVID19 en Wuhan-China. Estos hallazgos pueden informar la política de salud pública en otros países y regiones para combatir la pandemia mundial COVID19.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

Es de tipo no experimental y básica. Encontrado el modelo de fallecido respecto de las otras variables, nos servirá para ir analizando qué ocurre y ocurrirá al 31 de mayo. Dado que vamos a corroborar los modelos econométricos que se han estructurado el 10 de mayo del 2020. De esa manera, sabremos cómo las variables que explican el comportamiento de la enfermedad denominada COVID19, derivando en algunas lecciones, e incidir en las recomendaciones a las cuales hemos arribado.

Diseño de investigación. Es dado con la finalidad de ajustar un modelo que sea interpretativo de la realidad, partiendo de una estructurada al 10 de mayo; en el Perú el 6 de marzo, y en la región Moquegua el pasado 4 de abril del 2020, cuando se encontró el paciente cero. Además, este servirá para, en el transcurso del 10 de mayo al 31 de mayo, notificar a los funcionarios de salud y del gobierno regional de Moquegua, y sirva (tal vez) para modificar la realidad que nos ocupa con el lema: “pensar en el peor escenario, pero trabajar por el mejor escenario”.

Población y muestra. Las series estadísticas nacionales por regiones (infectados), la muestra, los infectados, hospitalizados, en UCI y fallecidos, además de recuperados nacionales y locales.

Para los modelos nacionales, contabilizamos desde el 6 de marzo al 10 de mayo, que son 65 días o series. La propuesta es hacer el seguimiento hasta el 31 de mayo o hasta que se llegue al final de la serie por disminución de infectados y fallecidos. Serían 87 días de análisis. Dado que en Wuhan-China se inicia el 8 de diciembre y concluye el 8 de marzo, después de 90 días, es una cuestión especial. Pero hay que decir que el último fallecido que tuvo este pueblo chino fue el 8 de abril, y el 11 de abril abrieron sus fronteras regionales.

Para el modelo regional de Moquegua. Como es conocido, el primer caso o “paciente cero” se presenta el 4 de abril del 2020; al 10 de mayo hemos contabilizado 37 días, 37 series. Y para ello ya se pueden determinar dos modelos econométricos entre infecciones y toma de muestras. Al 31 de mayo tendríamos 58 días, el cual debe confirmar el modelo que se ha encontrado a la fecha y el otro logarítmico.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Empleamos la técnica de la observación, dado que día a día hemos acopiado y acopiaremos la información que nos otorga el Ministerio de Salud del Perú, de la dirección regional de salud de Moquegua.

Técnicas de procesamiento y análisis de datos. Para el cálculo de los modelos y para hacer las predicciones se utilizó el programa EvIEWS 10, previo de hacer la recopilación en el programa Excel de Microsoft. Se utilizaron los estadísticos conocidos como: el coeficiente de correlación de Pearson para datos cuantitativos, el coeficiente de determinación de Pearson para calcular los modelos causales, explicativos. Y el software EvIEWS para modelos logarítmicos o de impacto.

IV. RESULTADOS

A. Letalidad=Número de fallecidos en el Perú.

Al empezar la pandemia del COVID19 en el Perú, el 6 de marzo, la preocupación era el número de infectados. Empezamos a contar el número de infectados en Lima, Loreto, Callao y Lambayeque. Las pruebas rápidas hicieron crecer las muestras y como habían infectados estos fueron detectados. Al respecto debemos decir que la correlación entre muestras e infección es de 99.77%, muy alta y significativa. Podemos afirmar que el coeficiente de determinación de Pearson es de 99.54%, quiere decir que a más muestras habrá definitivamente mayor cantidad de infectados, y que el tamaño de muestras si explica el nivel de infectados de manera significativa. Pero hoy el problema en el mundo es la letalidad. En ese sentido, desde el 5 de abril del 2020, la tasa de infectados respecto de la muestra es en promedio del 13%. Quiere decir que, de cada 100 muestras, 13 resultan infectados. Una vez ubicados los infectados debemos saber el nivel de letalidad; luego, de quienes pasaron por hospitalización y quienes que llegaron a camas UCI, qué proporción resultaron muertos. Lo cierto es que la tasa de letalidad promedio en el Perú de los últimos días es de 2.81%, que es superior al 2.72% de la semana pasada.

También debemos decir que la correlación entre el número de infectados y el número de muertos es de 99.9% muy significativa y muy alta. Quiere decir que el número de infectados “corre” en paralelo con el número de fallecidos. Y debemos afirmar que el número de infectados si explica el número de muertos en 99.75%. Quiere decir que hay certeza que de cada 100 infectados hay 3 fallecidos. Por ello, a nivel nacional, el diez de mayo hay 65,425 infectados y son 1,889 los fallecidos.

B. Los adultos mayores.

La data de letalidad es de 2.81% en promedio y se concentra en los adultos mayores. De los 1,889 muertos, los fallecidos adultos mayores son 1,264, que representa el 67%. Los adultos fallecidos fueron de 599, que representa el 31.6%. Jóvenes fallecidos son a la fecha 16, tres adolescentes y siete niños. Como se puede notar, entre adultos y adultos mayores suman el 98.6% del total de fallecidos. ¿Cuántos infectados son necesarios para que aparezcan los fallecidos? Es poco predecible. A nivel nacional hubo 117 infectados cuando falleció el primer peruano. En Tacna, con 128 infectados tiene dos fallecidos; Huancavelica, con 33 infectados ya tenía un fallecido; San Martín tenía 121 infectados y se registró el primer fallecido; Pasco, con 48 infectados ya tuvieron un fallecido; en Huánuco, con 160 infectados tenían un fallecido;

Cajamarca, con 52 infectados ya tenía 2 fallecidos. Podríamos concluir que con un promedio de 100 infectados se tiene un fallecido.

Otro de los aspectos a cuidar es cuando observamos que entre los que fallecen, mayormente son varones que mujeres. Así los varones, de las 1,889 personas fallecidas al 10 de mayo, son 1,356, y 533 mujeres. En mayor proporción son los varones los que fallecen.

Notamos que en términos porcentuales, el 71.8% son varones y el 28.2% son mujeres. De hecho, nuestra reflexión señala que fallecen hasta dos veces más hombres que mujeres.

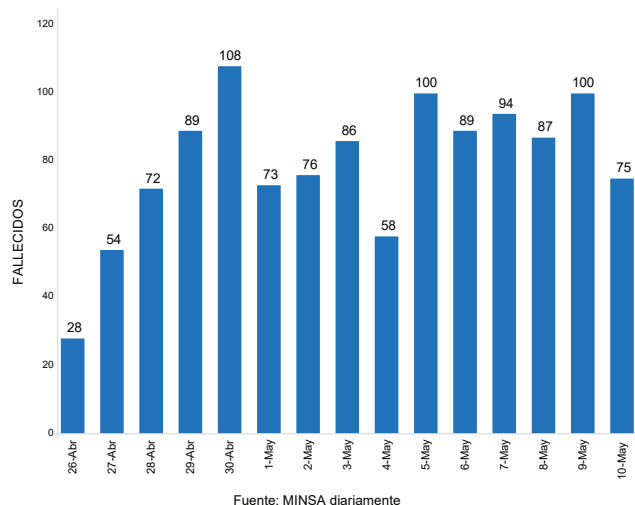


Fig. 3 El promedio de fallecidos por día son 79. El rango va de 50 hasta el día 30 de abril, luego el rango es de 50 días.

Desde el 25 de abril al 10 de mayo, los últimos dieciséis días, en el país el número de fallecidos se incrementa de 700 a 1,889 fallecidos. 1,189 muertos más. Son 79 diarios. Pero la media del 5 al 10 de mayo, son de 86 fallecidos.

Al 10 de mayo del 2020 tenemos que solo ha fallecido el 1.4% de las personas entre la edad de 0 a 29 años. Son niños, adolescentes y jóvenes. Las muertes se concentran en los segmentos adultos y adultos mayores. Estos dos últimos segmentos concentran el 98.6% del total. Si discriminamos entre adultos mayores y adultos, vemos que ellos son el 66.9% y el 31.6%. En los últimos 16 días, el fallecimiento de adultos mayores se ha incrementado en 806 personas, en adultos el incremento ha sido de 369, mientras que en jóvenes el incremento es de nueve, tres en niños, y en adolescentes el incremento ha sido de dos fallecidos. Se puede observar que el efecto es mayormente en los adultos y adultos mayores. Otra forma de observar el fallecimiento al 10 de mayo es por segmentos de edad. Así los de 0 a 29 años han fallecido 26 personas. Si nos vamos de 0 a 39 años son 91 personas de 1,889. Si agregamos a las personas de 40 a 49 años sumaran con los anteriores a la cifra de 242 personas, que es el 12.8%. Podemos colegir que el porcentaje mayor está concentrado en las edades de 50 a más años con el 87.2%. A cuidar este segmento.

C. La letalidad por regiones del Perú

Al 10 de mayo hemos calificado a las regiones en una escala de Muy alta, alta, moderado, bajo y muy bajo. En ese sentido, las regiones que tienen una calificación muy alta de 9.67% a 10.6% están: Piura, Lambayeque, Tumbes. Calificación alta, que es de 7.03%, con la región de Ancash. Calificación moderada que va de 4.09% a 4.97%, están las regiones Ucayali, la Libertad, Loreto, Ica. Con calificación baja de 2.10% a 3.38%, están las regiones de Amazonas, Callao, Huánuco. Y con calificación muy baja de 0% a 1.91%, están las regiones de Arequipa, Junín, Lima, Tacna, Cajamarca, Cusco, San Martín, Madre de dios, Puno, Pasco, Huancavelica, Ayacucho, Moquegua, Apurímac. El rango va con un máximo de 10.6% con la región Piura con la región Moquegua que tiene 0% de letalidad.

Modelos:

1.- Perú. De la misma manera, es preciso demostrar que efectivamente el número de infectados depende del número de muestras de manera significativa, de tal manera que el coeficiente de determinación es de 0.9937 o 99.37%.

Este modelo, por lo pronto, servirá para pronosticar con los ajustes que tengamos que hacer en los días subsiguientes, entonces debemos demostrar que el número de infectados por coronavirus COVID19, dependen de las muestras que se tomen en el periodo de 65 días en el Perú, del 6 de marzo al 10 de mayo del 2020.

Modelo

$$\text{Infectados} = -1253.41829405 + 0.127715825108 * \text{Muestras}$$

$$R^2=0.99493 \quad \text{betas } B_0 (0.0000) \quad B_1 (0.0000); DW (0.1386); \text{Prob } F (0.0000)$$

Vista la figura del modelo, podemos notar que las dos líneas (real y proyectada), indican que si hay fuerte relación entre la serie histórica referida y la serie proyectada con el modelo regresional que sirve para pronosticar.

La tasa de infección en el Perú es la siguiente: al 10 de mayo están en situación de muy alta las regiones del Callao, Ucayali, Lambayeque y Loreto con una tasa de 19.99 a 23.44%. Las regiones con tasa alta son Lima y Piura que están con 14.18% a 15.77%. Los calificados con tasa moderada son las regiones Ancash, Tumbes, Ica, la Libertad, con tasas que van de 8.96% a 10.49%. Las calificadas con una tasa baja, que va de 4.5% a 7.21%, están las regiones Junín, Amazonas, Ayacucho, Huánuco, Arequipa, San Martín, Cusco, Cajamarca, Huancavelica. Con una tasa muy baja, que va de 2.06% a 3.92%, están las regiones de Pasco, Moquegua, Madre de dios, Tacna, Apurímac, Puno. De esta manera observamos que la región Moquegua se encuentra en calificación muy baja con una tasa de 3.06%. La región Callao tiene calificación muy alta con 23.44%.

2.- Demostrar el modelo logarítmico propuesto, donde los niveles de impacto de fallecidos del Perú son producto del

incremento de los que llegan a ser infectados.

$$\text{Log (Muertes)} = 1.03510429844 + 1.56836377146 \\ * \text{Log (Infectados)} + 0.53195497271 * \text{Log (Hospita)} \\ - 1.19049829136 * \text{Log (Muestras)}.$$

$$R^2 = 0.9925 \text{ betas } (0.1673) (0.0000) (0.0000) (0.0000) \\ DW = 0.850276; \text{ProbF } (0.000)$$

El modelo ubicado es logarítmico. Por la figura encontrada, estamos observando la cima de los fallecimientos en el Perú.

Este modelo nos demuestra en primer lugar que el impacto fuerte es el de la variable infectados. Por cada 1% que se incrementa, el número de infectados el número de fallecidos se incrementa en 1.5%. De la misma manera, por cada 1% que se incrementa el número de hospitalizados, el número de fallecidos se incrementa en 0.53%. Estas dos variables explican el comportamiento del nivel de fallecidos en el Perú. Otra circunstancia distinta es cuando el número de muestras disminuye uno por ciento, el incremento de fallecidos es del 1.19%.

3.- *Demostrar que la totalidad de muertos se explica por los fallecidos adultos y adultos mayores en el Perú en el periodo de 16 días.* Siendo mínimo la afectación a las personas denominadas jóvenes, adolescentes y niños.

Al respecto se ha encontrado el modelo siguiente:

$$\text{Log (Total fallecidos)} = 0.673201735888 \\ + 0.647078445554 * \text{LOG (Adultos Mayores)} \\ + 0.351615497413 * \text{LOG (Adultos)}.$$

Significa que al incremento de 1% de fallecidos adultos mayores, inciden en el total de fallecidos en 0.64%. De la misma manera, el incremento del 1% de fallecidos adultos incide en un 0.35% en el total de fallecidos. El impacto mayor es con el incremento de fallecidos adultos mayores. El modelo tiene un R^2 de 99.99% y un probabilístico F de (0.000). De la misma, la probabilidad de los coeficientes es de 0.0000.

4.- *El modelo econométrico del total de fallecidos respecto de los adultos y adultos mayores es:*

$$\text{Total, de fallecidos} = 0.691847886494 + \\ 0.983318646868 * \text{Adulto Mayor} + 1.07728332131 * \text{Adultos}. \\ \text{Con un DW de 0.965; con un F prob } (0.000); \\ \text{y betas } (0.4775) (0.000) (0.000).$$

Donde el R^2 es de 99.99% y el R ajustado es de 99.99%. Es un modelo altamente significativo.

Correlato de fallecidos por sexo.

5.- *Los que mayormente fallecen en el Perú (al 10 de mayo) son varones, en un promedio de 71.8%, y mujeres en un 28.2%.* Este es un primer dato, y para ello hemos detectado que la correlación entre el total de fallecidos y varones es de 99.99%, y entre fallecidos y mujeres es 99.95%.

El modelo que hemos encontrado es:

Total = $-3.88298808543 + 1.39135234137 * \text{Masculino}$ con $R^2=0.999850$ betas (0.3812) (0.0000), Dw (0.7398), F prob (0.000). Un modelo altamente significativo.

6.- *Modelo sexo:* demostrar que los fallecidos en el Perú mayormente son del sexo masculino en el periodo 16 de marzo al 10 de mayo del 2020.

Modelo logarítmico

$$\text{LOG (TOTAL Fallecidos)} = 0.329690453046 \\ + 0.999615435675 * \text{LOG (MASCULINO)} \\ R^2 0.999817 (0.00000) (0.0000); \\ DW (0.7732); F(\text{prob}) 0.0000$$

Podemos colegir que a un incremento del 1% de fallecidos varones, el incremento en el total de fallecidos es del 0.99%, Mejor aún, cuando fallece un varón, se incrementa en ese número el total de fallecidos.

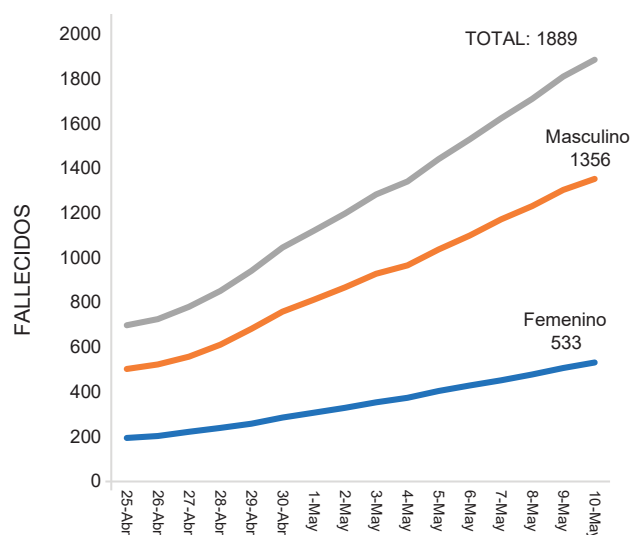


Fig. 4 Los varones fallecen por efecto del COVID19 en mayor proporción que las damas. Al 10 de mayo hay 1,889 muertos.

7.- *El número de infectados en la región Moquegua depende de manera significativa de las muestras tomadas en el periodo 4 abril al 10 de mayo del 2020.* Son 37 días.

Los niveles de correlación de Pearson son de 99.45%, que es bastante alto y significativo. En cuanto a los niveles de explicación es de 98.90%; en ese sentido es también significativo.

El modelo es:

$$\text{Infectados} = -3.39296280547 + \\ 0.0366935047927 * \text{Muestra}; \text{ con un } R^2 = 0.989; \text{ con un } \\ F(\text{prob}) (0.000), \text{ con betas } B_0 (0.040) B_1 (0.000).$$

8.- *En cuanto al modelo logarítmico para Moquegua, es el siguiente:* $\text{LOG}(\text{INFECTADOS}) = -5.07829257385 + 1.2215887515 * \text{LOG}(\text{MUESTRA})$, el cual nos señala que, a un incremento de uno por ciento de muestras, el impacto en infectados es de 1.22%. Si las muestras o testeos se incrementan en 10%, el incremento de los infectados es de 12.2%.

Con el modelo Perú para fallecidos y proyecciones al 31 de mayo.

$$\begin{aligned} \text{Muertes} = & 6.75257777485 - 0.00203574200158 * \\ & \text{muestras} + 0.0378467556623 * \text{infectados} \\ & + 0.0558710219654 * \text{hospita}. \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.999059; \text{Prob (0.1025; 0.0000; 0.00000; 0.0000); F Prob (0.000); Dw. 1.035.}$$

El cual nos genera la siguiente figura que, al interpretar el modelo encontrado, se asemeja al de la serie histórica. Ello nos permite ver que, al 31 de mayo, deben haber de acuerdo a nuestro modelo 3,751 fallecidos; bajo el modelo promedio de 3,695 fallecidos bajo los supuestos de que la media de los últimos 7 días determina el crecimiento de las muestras, infecciones y hospitalizados. Los promedios son los siguientes: muestras 18,548, infectados 3,054, hospital 189, UCI 14, muertes 86.

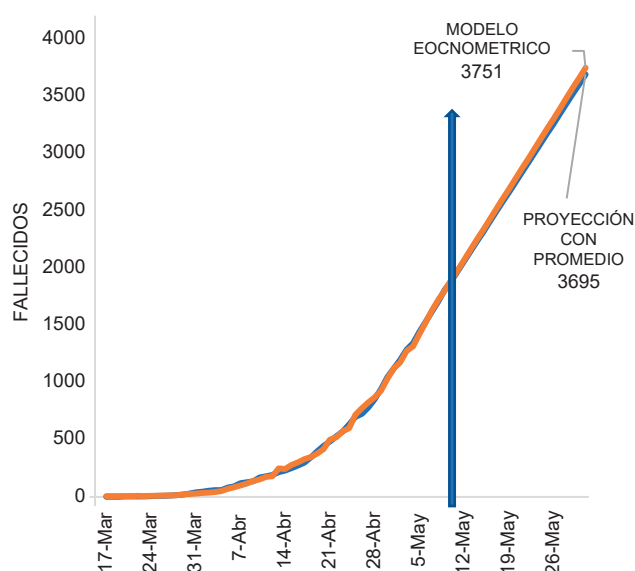


Fig. 5. El modelo matemático nos indica que al 31 de mayo habrá 3,695 o 3,751 fallecidos en el Perú.

D. Proyecciones para la región Moquegua.

Fue el 4 de abril que apareció el primer caso de coronavirus en Moquegua, y después de 37 días tenemos 167 casos (al 10 de mayo del 2020). Esta es la base para la proyección al 31 de mayo. Como vemos, es una línea ascendente donde no se avizora todavía alguna curva achatada; la línea logarítmica es todavía ascendente.

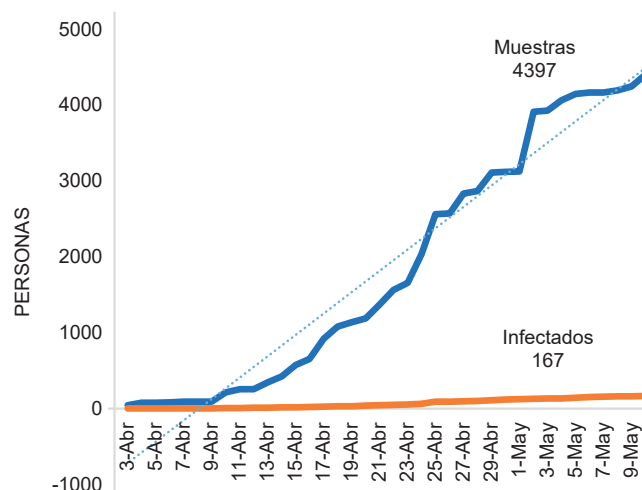


Fig. 6. Correlato de infectados y testeo total al 10 de mayo son 4,397 muestras y 167 infectados.

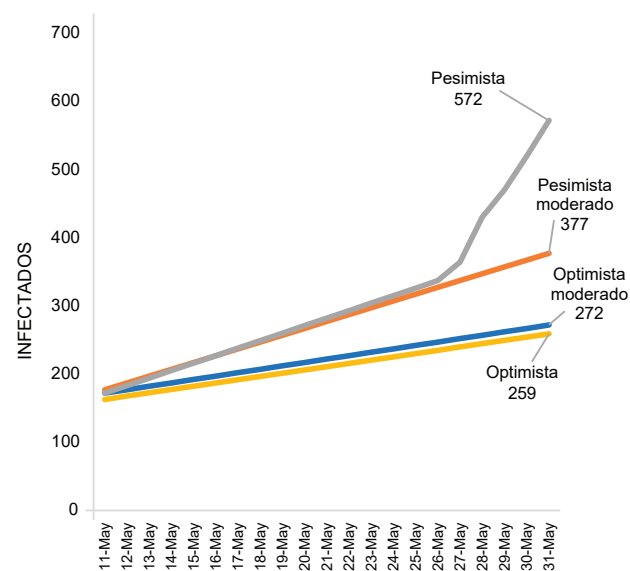


Fig. 7. Escenario para el Covid19. Infectados en Moquegua, al 31 de mayo, debe ser de 259 a 572.

Proyecciones de infectados al 31 de mayo

Desde que apareció el paciente cero el día 4 de abril del 2020, en la región Moquegua, han pasado 37 días. Al respecto hemos elaborado 4 escenarios de lo que podría pasar en los próximos 21 días. Al 10 de mayo tenemos en Moquegua 167 infectados tomando 4,397 muestras.

El escenario pesimista: (572) empieza con los 167 infectados del día 10 de mayo, y alcanza el 31 de mayo 572 casos. Ocurre que el 10 de mayo tenemos 167 infectados, es el doble de 82, pero solo el 25 de abril había 92 infectados. Quiere decir que el doble sería el próximo 13 de mayo, con 182 infectados. El doble de ello será el próximo 27 de mayo con 364, y para el 31 de mayo tendríamos 572 infectados.

Escenario pesimista moderado. (377). Ocurre que, en los últimos siete días, el incremento mayor ha sido de 10 casos en un día. Esa ha sido la medida para el incremento diario hasta

el 31 de mayo. Con ello se proyecta 377 casos.

Escenario optimista moderado. (272). Ocurre que en los últimos siete días el incremento promedio diario ha sido de 5 casos, que es la media de los últimos siete días. Con ello llegamos a 272 infectados al 31 de mayo.

El escenario optimista. (259). La relación entre lo muestreado y lo infectados es de 99.45%, y el efecto causal de las muestras respecto de los infectados es de 98.90%. Esto nos lleva a encontrar el siguiente modelo: $\text{Infectados} = -3.39296280547 + 0.0366935047927 * \text{Muestra}$. En ese sentido, el pronóstico es de 259 infectados para el 31 de mayo. Entonces tenemos una variabilidad de 259 a 472 casos. Podemos colegir que una de las variables que no se ha tomado en cuenta, y que debe pesar a la hora del análisis, es la capacidad de la población de guardar lo que el presidente Vizcarra recomienda: aislamiento, separación de metro y medio, mascarilla para todo el día y lavado de manos para no dar paso al coronavirus.

Hay que observar que la tasa de infestación en la región Moquegua es de 3.8%. Quiere decir que, por cada 100 muestras tomadas, de 3 a 4 están infectados. Esa tasa se mantiene en promedio desde el pasado 9 de abril. Anterior a esa fecha era de 1.3%, bastante menor. Desde el 10 de abril tiene una media de 3.4%, con una mediana de 3.45%, un valor máximo de 3.94% y un mínimo de 2.64%, con una desviación estándar de 0.343%.

V. DISCUSIÓN

En nuestro estudio encontramos que la tasa de infección en Moquegua es de 3.2-3.8, siendo en otras ciudades mayores al 10%. Esta tasa de infección representa la tasa de ataque secundario, la mayoría de contagios se presentan en contactos domiciliarios y personal de salud, como ya demostraron Bi, Wu y Mei [13], donde a su vez encontró que en Shenzhen-China, la tasa de ataque secundario era del 11.2% en contactos domiciliarios, y que esta era la misma en niños.

En nuestro estudio demostramos que los más afectados serían varones y mayores de 50 años, lo cual concuerda con el artículo original publicado por Pan, Liu y Wang [14], realizado en Wuhan-China, donde la edad media fue de 56.7 años, pero el 51.6% fueron mujeres; agregando que, siguiendo su modelo, la mayoría de casos se encontrarían en personal de salud.

Sin embargo, en otras series publicadas por Richardson, Hirsch y Narasimham [15] en Nueva York, se encontró que la edad media era de 63 años, y 60.3% de los afectados eran hombres; así como Onder, Rezza y Brusaferro [16], en su cohorte realizada en Italia, se encontraron resultados similares, presentándose más en varones.

Es posible que, mediante la plausibilidad biológica, la cual representa uno de los criterios de causalidad, podamos intentar explicar por qué la afectación de adultos varones, siendo en estos más frecuente y más fatal que en mujeres o niños, como se demostró en el estudio de Guan, Ni, Hu y Liang [17].

Como evidenció Lucas, Heinlein y Kim [18], el coreceptor del ECA-2, al cual se une la proteína Spike, el TMPRSS2 tiene regulación androgénica, en realidad son su único promotor, así como el ECA-2.

Pronóstico de 400 infectados y el efecto del testeo, en base a nuestro pronóstico de 400 casos, debemos mejorar las estrategias de tests diagnósticos, como ya ejemplificó en países como Corea del Sur, en el cual al 16 de marzo se tenían 5,200 tests por 1,000,000 de habitantes; y USA, que en la misma fecha tenía 74 mil test por 1,000,000 de habitantes, ambos con políticas y resultados distintos; así como en Italia que, en su punto más alto, la proporción de test positivos llegó a 19.3% de acuerdo al estudio publicado por Cohen y Kupferschmidt [19].

VI. CONCLUSIONES.

Los fallecidos en el Perú se explican por el fallecimiento de los adultos mayores (60 a más), y adultos (30-39). Asimismo, por segmentos, los fallecidos totales se explican por los adultos mayores, adultos y jóvenes. De la misma forma, el modelo indica que los fallecimientos por sexo lo explican los fallecimientos de varones.

Los fallecimientos en el Perú por la enfermedad denominada coronavirus se explica por el nivel de infectados, hospitalizados, y el muestreo que se realiza en un 99.9%, de tal manera que, en levantamiento de la cuarentena para el próximo 24 de mayo, nuestras proyecciones, bajo los supuestos de un crecimiento promedio de los últimos 7 días de las variables, tendríamos entre 3,071 y 3,132 fallecidos en el Perú.

VII. RECOMENDACIONES

Una vez calculado los modelos econométricos al 10 de mayo del 2020, estos deben ser entregados diariamente a los principales funcionarios del gobierno regional con el afán de influir sobre ellos para que tomen las decisiones que permitan las políticas de prevención. El cálculo se debe realizar diariamente, para la orientación de los actores vinculados a la intervención en la lucha contra la pandemia. Para alguna vez superar como vienen haciéndolo una serie de países [20].

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Lizaraso F. Coronavirus y las amenazas a la salud mundial. Horiz. Med. [Internet]. 2020; 20(1). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-558X2020000100004&script=sci_arttext
- [2] Hopkins. Coronavirus. Jhon Hopkins University & Medicine. [Internet]. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/>
- [3] BBC. Coronavirus: el mapa que muestra el número de infectados y muertos en el mundo por covid-19. BBC News Mundo. [Internet]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51705060>
- [4] RTVE: Coronavirus: Cuántos test de coronavirus se

- realizan en el mundo. Corporación radio televisión española. [Internet]. Disponible en: <https://www.rtve.es/noticias/20200418/cuantos-test-coronavirus-hacen-otros-paises-comparacion-espana/2012292.shtml>
- [5] Diario Gestión. Investigadores peruanos trabajan en posible vacuna contra el Covid-19. Diario Gestión. [Internet]. Disponible en: <https://gestion.pe/peru/coronavirus-peru-investigadores-trabajan-en-posible-vacuna-contra-el-covid-19-nndc-noticia/>
- [6] Medium. Variable R. el nivel de contagio que tiene cada país. Medium. [Internet]. Disponible en: <https://medium.com>
- [7] OPS. Indicadores Básicos 2019: Tendencias de la Salud en las Américas. OPS PLISA Plataforma de Información en Salud para las Américas. [Internet]. Disponible en: <https://www.paho.org/data/index.php/es/indicadores.html>
- [8] El país. Crisis de coronavirus—El mapa del coronavirus: así crecen los casos día a día y país por país. Ediciones el País S.L. España. [Internet] Disponible en: https://elpais.com/sociedad/2020/04/13/actualidad/1586788600_290634.html
- [9] Population. Word 2019. Population Pyramids of the World from 1950 to 2100. [Internet]. Disponible en: <https://www.populationpyramid.net/>
- [10] Globaleconomy. Crecimiento económico: clasificaciones. The Global Economy. [Internet]. Disponible en: https://es.theglobaleconomy.com/rankings/Economic_growth/
- [11] Bayes C, Sal G, Rosas L. Modelling death rates due to COVID-19: A Bayesian approach. Pontificia Universidad Católica del Perú, departamento de ciencias. [Internet]. 2020 Disponible en: <https://arxiv.org/pdf/2004.02386.pdf>
- [12] Lariviri V, Shu F, Sugimoto C. El brote de coronavirus (COVID-19) resalta serias deficiencias en la comunicación científica. Scielo en perspectiva. [Internet] 2020. Disponible en: <https://blog.scielo.org/es/2020/03/12/el-brote-de-coronavirus-covid-19-resalta-serias-deficiencias-en-la-comunicacion-cientifica/#.XrjICmhKiHs>
- [13] Bi Q., Wu Y, Mei S. Epidemiology and transmission of COVID-19. National Center for Biotechnology Information. [Internet] 2020. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
- [14] Pan A, Liu L, Wang C. Interventions With the Epidemiology of the COVID-19 Outbreak in Wuhan, China. Association of Public Health. JAMA. 2020; 323(19): 1915-1923.
- [15] Richardson S, Hirsch J, Narasimhan M. Presenting Characteristics, Comorbidities, and Outcomes Among 5700 Patients Hospitalized With COVID-19 in the New York City Area. Pubmed. 2020; 323(20): 2052-2059.
- [16] Onder G, Rezza G, Brusaferro S. Case-Fatality Rate and Characteristics of Patients Dying in Relation to COVID-19 in Italy. Pubmed. 2020; 323(18): 1775-1776.
- [17] Guan W, Ni Z, Hu Y, Liang W. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. N Engl J Med. 2020; 382:1708-1720
- [18] Lucas J, Heinlein C, Kim T. The Androgen-Regulated Protease TMPRSS2 Activates a Proteolytic Cascade Involving Components of the Tumor Microenvironment and Promotes Prostate Cancer Metastasis. Pubmed. 2020; 4(11): 1310-25.
- [19] Cohen J, Kupferschmidt K. Countries test tactics in 'war' against COVID-19. Pubmed, 2020; 367(6484): 1287-1288.
- [20] ELFINCOVID19. Some Are Winning, Some Are Not. End Coronavirus. [Internet] 2020. Disponible en: <https://www.endcoronavirus.org/countries>