



# SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA O SALUD DE LA POBLACIÓN: UN FALSO DILEMA

## Contenido

Resumen ejecutivo.....	2
Introducción.....	3
Marco teórico .....	5
Construcción del modelo: aplicación para Uruguay .....	10
Opción 0: “business as usual” .....	12
Opción 1: distanciamiento social por 12 meses .....	15
Opción 2: cuarentena total y obligatoria por 12 meses .....	17
Evidencia empírica y consideraciones .....	18
Discusión: ¿qué opción es más conveniente adoptar? .....	20
Fortalezas y debilidades del modelo .....	22
Conclusiones.....	23
Bibliografía .....	26
Anexos .....	32

## Resumen ejecutivo

Actualmente hay un intenso debate internacional sobre cómo se debería reaccionar ante la crisis sanitaria que provocó el Covid-19. Algunos países se decidieron por decretar una cuarentena total, otros optaron por “business as usual”, otros, por medidas moderadas de distanciamiento social, teniendo consecuencias no solo a nivel de salud, sino también económico.

El presente trabajo propone un análisis de las consecuencias que tendría la adopción de cada uno de esos caminos en Uruguay, y presenta evidencia empírica como insumo para la toma de una decisión óptima.

Para poder estudiar la posible evolución de los muertos por Covid-19 en el territorio, a partir del análisis de las posibles estrategias del gobierno se utilizará la estimación del modelo SEIR (susceptibles, expuestos, infectados y recuperados).

Luego, se calculará, para las diferentes opciones de políticas, el costo máximo que implica cada medida para maximizar los años de vida de la población, procurando que el resultado neto redunde en una efectiva reducción de la pérdida de años de vida humana.

En definitiva, se buscará aquella opción maximice el beneficio de la población en términos sanitarios, en el entendido de que la sostenibilidad económica del país es clave para este cometido, y se rechazará la visualización del problema como un dilema de “trade-off”.

## Introducción

Los coronavirus son una especie de virus que conviven con los humanos desde la antigüedad, afectando mayoritariamente a animales, como por ejemplo murciélagos, pájaros, vacas, entre otros. A pesar de que existen innumerables tipos de coronavirus, solo hay siete de ellos que son capaces de pasar de los animales a humanos, causándonos enfermedades<sup>1</sup>. Todos comparten una característica: generan afecciones relacionadas con la respiración, siendo el SARS-CoV (2002-2003), MERS-CoV (2012-actualidad) y el SARS-CoV-2 (2019-actualidad) aquellos que han generado grandes brotes de enfermedades graves en la población. Hasta el momento, las enfermedades mencionadas han causado 774<sup>2</sup>, 858<sup>3</sup> y 275.208<sup>4</sup> muertes, respectivamente.

El SARS-CoV-2 2019 (Covid-19) fue reportado por China a la Organización Mundial de la Salud el 31 de diciembre de 2019, anunciando que era una variación del coronavirus que no se había visto antes en humanos, teniendo su foco principal en la ciudad de Wuhan. El virus, según la información que existe hasta la fecha, se transmitió a los humanos a través de un murciélago adquirido en una feria alimenticia, desde ese momento, ha tenido una rápida expansión mundial y una apreciable mortalidad (casi cuatro millones de casos y 275.208 muertes al 9 de mayo de 2020), siendo el 11 de marzo declarado pandemia mundial por la OMS<sup>5</sup>. Hasta la fecha, solamente hay seis países que no han confirmado casos de Covid-19 en sus territorios (Kiribati, Lesotho, Islas Marshall, Nauru, Corea del Norte, Palau, Samoa, Islas Solomon, Tonga, Turkmenistán, Tuvalu y Vanuatu)<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> Qué son los coronavirus, cuántos hay y qué efectos tienen sobre los humanos – BBC, visitado el 09/05/2020: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51921093>

<sup>2</sup> Coronavirus en China: el número de muertes ya supera el de víctimas del SARS en 2003 - BBC, visitado el 09/05/2020: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-51431400>

<sup>3</sup> Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) - WHO, visitado el 09/05/2020: <https://www.who.int/emergencies/mers-cov/en/>

<sup>4</sup> Coronavirus pandemic: Tracking the global outbreak - BBC, visitado el 09/05/2020: [https://www.bbc.com/news/world-51235105?ocid=wsnews.chat-apps.in-app-msg.whatsapp.trial.link1\\_.auin](https://www.bbc.com/news/world-51235105?ocid=wsnews.chat-apps.in-app-msg.whatsapp.trial.link1_.auin)

<sup>5</sup> La OMS declara el brote de coronavirus pandemia global – El País, visitado el 09/05/2020: <https://elpais.com/sociedad/2020-03-11/la-oms-declara-el-brote-de-coronavirus-pandemia-global.html>

<sup>6</sup> Coronavirus en el mundo: qué países no tienen casos de COVID-19 – El País, visitado el 09/05/2020 - <https://www.elpais.com.uy/mundo/coronavirus-mundo-paises-casos-covid.html>

La mayoría de los casos de infectados con Covid-19 atraviesan la enfermedad con síntomas respiratorios leves o hasta sin síntomas, pero existe una porción de la población que requiere inmediata atención médica<sup>7</sup>. Debido a la rápida tasa de contagio registrada en varios países, como en Italia<sup>8</sup>, muchos hospitales han colapsado. El resultado de esta situación ha provocado un aumento indirecto en la mortalidad del virus debido a la falta de recursos médicos y personal para atender a toda la población. A raíz de estos casos, varios países han tomado diferentes medidas para evitar el colapso del sistema de salud, desde un leve distanciamiento social, como en el caso de Suiza<sup>9</sup>, hasta cuarentenas obligatorias prolongadas, como Argentina, España, entre otros<sup>10</sup>.

Si bien no hay certezas de que haya una medida más efectiva que otra, el mundo está empezando a ver no solo las consecuencias a nivel social y de salud, sino también económicas. Aplicar una cuarentena estricta puede permitir que los sistemas de salud no colapsen, pero al permitir solamente las actividades básicas, se paran todas las otras actividades económicas del país, generando crisis de oferta y demanda a nivel económico.

Dentro de la región, el primer caso de Covid-19 se presentó en Brasil el 26 de febrero y la primera muerte en Argentina, el 7 de marzo<sup>11</sup>. Desde la llegada del virus, los países del continente han tomado distintas estrategias para combatirlo y evitar que colapsen los sistemas de salud<sup>12</sup>. Muchos de estos países han optado por cuarentenas obligatorias para la mayor parte de la población, salvo aquellas personas que trabajan en los servicios básicos, como Perú; hay países que estuvieron un

---

<sup>7</sup> Qué son los coronavirus, cuántos hay y qué efectos tienen sobre los humanos – BBC, visitado el 09/05/2020; <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51921093>

<sup>8</sup> Coronavirus en Italia | "La sala de emergencias se está derrumbando": la dramática situación que deben enfrentar los médicos que atienden a pacientes con covid-19 en el país europeo – BBC, visitado el 09/05/2020: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51919561>

<sup>9</sup> Uruguayos cuentan cómo viven el polémico modelo sueco ante la pandemia del COVID-19 – El País, visitado el 09/05/2020: <https://www.elpais.com.uy/informacion/sociedad/uruguayos-cuentan-viven-polemico-modelo-sueco-pandemia-covid.html>

<sup>10</sup> Qué es la cuarentena general obligatoria y qué implicó en otros países – El País, visitado el 09/05/2020: <https://www.elpais.com.uy/mundo/cuarentena-general-obligatoria-implico-otros-paises.html>

<sup>11</sup> El coronavirus llega a todos los países de América Latina – BBC, visitado el 09/05/2020: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-51713166>

<sup>12</sup> Coronavirus: el mapa interactivo que muestra las medidas o distintos tipos de cuarentena que adoptaron los países de América Latina – BBC, visitado el 09/05/2020: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-52248497>

tiempo con cuarentena obligatoria y han comenzado a flexibilizar las medidas en algunas regiones, como Argentina; Chile suspendió algunas actividades, como la educación, en todo el país, pero aplicó solo cuarentena obligatoria en algunas zonas estratégicas. En Brasil, por otro lado, si bien el Presidente no ha tomado medidas concretas para afectar la actividad y frenar el contagio, Gobernadores de algunos estados han impuesto cuarentena en sus territorios por la gran cantidad de infectados y muertos.

La situación en Uruguay es muy diferente a la mayoría de los países en Latinoamérica. Desde que se descubrió el primer caso, el viernes 13 de marzo de 2020, el gobierno ha tomado medidas para fomentar el distanciamiento social, como la suspensión del fútbol, espectáculos públicos, educación a distancia en todos los niveles, fomento del teletrabajo, entre otros, pero no se ha establecido hasta el momento, cuarentena obligatoria para toda la población. Hasta el 9 de mayo de 2020, casi dos meses después del primer caso y de las primeras medidas aplicadas, Uruguay tiene 702 casos, 171 activos, 513 recuperados y 18 muertos, arrojando una tasa de mortalidad del 2,56%.

## **Marco teórico**

### **Modelo SEIR**

Desde su publicación en el año 1927 por parte de Kermack y McKendrick, el modelo SIR (Susceptibles, Infectados y Recuperados) es el modelo base utilizado para estudios epidemiológicos. Este modelo permite explorar cómo evolucionará la pandemia, dependiendo de las medidas de separación social adoptadas y otras variables, como, por ejemplo: el tiempo de incubación, de recuperación, entre otros.

Para intentar acercarnos a una estimación más precisa, hemos decidido acuñar una modificación al modelo SIR original, tomada de Wang et al. (2020), que implica la incorporación de la clasificación E (Expuestos), convirtiendo el modelo SIR en SEIR. El mismo modelo también es utilizado por ejemplo por: Atkeson (2020), Kucharski et al. (2020), van den Driessche (1991) y Li & Muldowney (1995).

El modelo sitúa a los individuos en cuatro posibles estados de salud (S,E,I,R), dentro de un período de tiempo (t): los susceptibles (S) son aquellas personas dentro de la

población total (N) que pueden resultar infectados, teniendo en cuenta que la enfermedad solo se puede contraer una vez. Los expuestos (E) son aquellos que contrajeron el virus pero que aún no presentan síntomas y, por lo tanto, aún no son contagiosos. Cuando estos comienzan a presentar síntomas se convierten en infectados (I). Al cabo de un período dado de días, esas personas dejan de estar infectados, pasando al grupo de recuperados (R); dentro de este último grupo también se encuentran los fallecidos.

El modelo cuenta con cuatro parámetros fijos;  $\sigma$  es el inverso de los días que demora una persona expuesta en contraer la enfermedad ( $\tau_E$ ). Es decir, lo que tarda una persona en pasar de E a I. Por otro lado,  $\gamma$  representa el inverso de los días que dura la enfermedad hasta que el infectado se recupera o muere ( $\tau_I$ ); es decir, pasa de I a R. De forma algebraica:

$$\sigma = \frac{1}{\tau_E} \quad (1)$$

$$\gamma = \frac{1}{\tau_I} \quad (2)$$

Li et al. (2020) estimaron que  $\tau_E = 5,2$ , mientras que Thomas et al. (2020) estiman que  $\tau_I = 10$ . En conclusión, nos queda que  $\sigma = 1/5,2$  y  $\gamma = 1/10$ .

Además de estos parámetros fijos, existe otro parámetro fundamental en el modelo, que depende del tiempo, y que simboliza el número de contactos sociales que tiene una persona por día ( $\beta_t$ ); de todos esos contactos, la fracción S/N representa a los susceptibles a contraer la enfermedad. Este parámetro se conforma por el número promedio de infectados generados por cada persona enferma ( $R_t$ ) y el inverso de la duración de la enfermedad, definida como  $\gamma$ .  $R_t$  (también llamado número de reproducción) varía en el tiempo, dependiendo en gran medida, de las políticas de distanciamiento social. Si  $R_t > 1$  entonces cada persona enfermará a más de un individuo, por lo tanto, la enfermedad se seguirá expandiendo en la población si no se toman medidas para controlarlo; si  $R_t < 1$ , por cada persona enferma se enfermará menos de una persona, por lo tanto, el número de nuevos casos será cada vez menor, hasta que eventualmente desaparece. Por ejemplo, Kucharski et al. (2020) estimaron que el número de reproducción en Wuhan pasó de 2.35, previo a las medidas

tomadas, a  $R_t \cong 1$  en menos de una semana. La función que explica este parámetro se puede escribir como:

$$\beta = \gamma R_t \quad (3)$$

Según lo visto anteriormente, cada persona infectada va a generar  $\beta S(t)/N$  nuevos infectados por día y la evolución de los susceptibles puede observarse como:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \frac{S}{N} I \quad (4)$$

Por otra parte, la evolución de las personas expuestas puede calcularse a partir de aquellas personas susceptibles que tuvieron contacto con las infectadas, menos las personas expuestas que, luego de un período de tiempo, comienzan a tener síntomas, convirtiéndose en infectadas. Resumiendo:

$$\frac{dE}{dt} = \beta \frac{S}{N} I - \sigma E \quad (5)$$

Los infectados siguen la misma lógica que en el caso anterior, pero en esta ocasión se componen con las personas expuestas que se convirtieron en infectadas, menos aquellas personas infectadas que, luego de un tiempo determinado, se consideran como recuperadas (o muertas). Entonces:

$$\frac{dI}{dt} = \sigma E - \gamma I \quad (6)$$

Por último, luego de un periodo de tiempo determinado, las personas infectadas se curan o mueren, pasando a formar parte del grupo de recuperados:

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad (7)$$

Es importante tener en cuenta que toda la población se encuentra dentro de alguno de los cuatro grupos, y es por ello que:

$$S(t) + E(t) + I(t) + R(t) = N \quad (8)$$

El sistema del modelo se puede escribir entonces como:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \frac{S}{N} I \quad (4)$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta \frac{S}{N} I - \sigma E \quad (5)$$

$$\frac{dI}{dt} = \sigma E - \gamma I \quad (6)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad (7)$$

$$\sigma = \frac{1}{\tau_E} \quad (1)$$

$$\gamma = \frac{1}{\tau_I} \quad (2)$$

$$\beta = \gamma R_t \quad (3)$$

$$S(t) + E(t) + I(t) + R(t) = N \quad (8)$$

### J-value

Nathwani, Lind & Pandey (1997) diseñaron un método llamado “Life Quality Index” (LQI) para medir la variación en la calidad de vida de una persona, en función de la salud y la riqueza. Thomas (2020) explica cómo, tras una posterior discusión con Ernest Siddall<sup>13</sup>, se pudo pulir esta idea y se llegó a que:

$$Q = G^{1-\varepsilon} X \quad (9)$$

---

<sup>13</sup> Como se explica en Thomas (2020), esto surgió de una discusión en el marco de un seminario donde participaron los autores: “Lind, N. and Nathwani, J., 2012, “Origin and development of the LQI”, LQI Symposium in Kgs. Lyngby, Denmark August 21-23”.

De esta manera,  $G$  equivale al PIB per cápita,  $X$  es la esperanza de vida del ciudadano de edad promedio y  $\varepsilon$  es la aversión al riesgo de la población. Derivando la ecuación (9) obtenemos:

$$\frac{\delta Q}{Q} = (1 - \varepsilon) \frac{\delta G}{G} + \frac{\delta X}{X}$$

Luego establecemos que  $\delta Q = 0$  y hallamos el máximo de la función, valor que equivale al máximo que vale la pena pagar anualmente por persona para mejorar la esperanza de vida promedio de la población:

$$-\delta G = \frac{G\delta X}{(1-\varepsilon)X} \quad (10)$$

Siguiendo a Thomas (2020) definimos el J-value como la ratio entre el costo actual ( $\delta\hat{G}$ ) y el costo máximo razonable ( $\delta G$ ):

$$J = \frac{\delta\hat{G}}{\delta G} \quad (11)$$

Para que la medida tenga sentido, entonces,  $J = 1$  nos arrojará cuál sería el costo máximo óptimo de las medidas para maximizar los años de vida de la población.

La importancia de este análisis radica en que, si bien las medidas de protección por parte del gobierno pueden ser necesarias, estas no deben generar un costo que provoque una caída tan importante en el PIB que termine causando más pérdidas de años de vida de los que salva.

Por este motivo, Thomas & Waddington (2017) proponen la incorporación de una restricción al modelo, tal que:

$$\frac{X}{X_0} = \left(\frac{G}{G_0}\right)^{1-\varepsilon}$$

El análisis del J-value nos permite visualizar la relación entre el PIB per cápita ( $G$ ) y la esperanza de vida del ciudadano promedio ( $X$ ), siendo  $G_0$  y  $X_0$  los valores previos

a que la medida sea aplicada; la caída en la esperanza de vida  $\Delta X = X_0 - X$  y la caída en el PIB per cápita  $\Delta G = G_0 - G$ .

Por lo tanto, la expresión que expresa la relación se puede escribir como:

$$\frac{X_0 - \Delta X}{X_0} = \left( \frac{G_0 - \Delta G}{G_0} \right)^{1-\varepsilon}$$

En definitiva, si la medida causa una reducción tan grande en el PIB per cápita, se producirá una reducción en la esperanza de vida del ciudadano promedio mayor que si no se hubiese tomado ninguna acción. Resumiendo:

*si  $\Delta X_{con} > \Delta X_{sin} \Rightarrow$  no se debe tomar la medida*

#### El valor de una vida

Otro aporte que incorporamos al análisis, de Thomas (2020), es el valor esperado ( $\delta V$ ) que se obtiene de ponderar los costos ( $\delta G$ ) con una amortización de la esperanza de vida promedio, a una tasa de interés social ( $r^*$ ), tal que:

$$\delta V = \int_0^X e^{-r^*t} \delta G dt = \delta G \frac{(1 - e^{-r^*X})}{r^*}$$

Luego, agregamos (10) y asumimos  $\delta X = 1$  para que el resultado nos diga el valor de un año de vida; obtenemos que:

$$\delta V = \frac{(1 - e^{-r^*X_1})G}{(1-\varepsilon)r^*X_1} \quad (12)$$

Resolviendo la ecuación (12) podemos calcular de cuánto es el gasto máximo justificable para que el agente regulador extienda, en un año, la esperanza de vida de un individuo dentro de la población a proteger.

#### Construcción del modelo: aplicación para Uruguay

Nutrimos el modelo con una proyección del Instituto Nacional de Estadística de la población de Uruguay para el año 2020, que estima que hay unas 3.530.912

personas<sup>14</sup>. La misma proyección arroja la cantidad de personas por edad, y de esta manera calculamos que la edad promedio de la población es de 42,36 años.

Además, el valor de una vida en Uruguay es de:

$$\delta V = U\$S 117.547,46$$

Donde  $G = U\$S 14.617,464$  (PIB per cápita en dólares constantes de 2010<sup>15</sup>),  $r^* = 0,01794$  (tasa promedio de crecimiento del PIB per cápita de Uruguay entre 1961 y 2018<sup>16</sup>) y  $X = 38,22$  años (esperanza de vida del ciudadano de edad promedio<sup>17</sup>). También, como explican Thomas & Waddington (2017), existe muy poca diferencia en la aversión al riesgo entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo, sobre todo cuando comparamos los datos de aquellos que superan los U\$S 13.000 per cápita. Por este motivo, podemos asumir que  $\varepsilon = 0,91$  para el caso de Uruguay.

Por otra parte, debemos tomar algunos supuestos que se detallarán a continuación. En primer lugar, suponemos que la vacuna para combatir el Covid-19 va a estar lista a principios de 2021, y es por esta razón que la crisis sanitaria y las medidas adoptadas en consecuencia finalizan cuando llegue la vacuna y se pueda vacunar a la población<sup>18</sup>.

Para simplificar el análisis, se asume que la vacuna llegará el 13 de marzo de 2021, 12 meses después de iniciada la crisis sanitaria en Uruguay (se toma el 13 de marzo de 2020 como  $t = 0$  porque fue el día que se confirmaron los primeros 4 casos positivos de SARS-CoV-2 en Uruguay).

---

<sup>14</sup>Estadísticas y proyecciones – INE, visitado el 12/05/2020: <http://www.ine.gub.uy/web/guest/estimaciones-y-proyecciones>

<sup>15</sup> PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010), Uruguay – Banco Mundial. Los datos se encuentran disponibles desde 1961 y 2018, Thomas (2020) utiliza un rango de datos desde 1960 a 2018. Visitado el 12/05/2020: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KD?locations=UY>

<sup>16</sup>Crecimiento del PIB per cápita (% anual, Uruguay - Banco Mundial. visitado el 12/05/2020: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KD.ZG?locations=UY>

<sup>17</sup> (Ver Tabla 1 en anexos) - Las esperanzas de vida por edad específica se tomaron de un cálculo para la población estadounidense. Se tomó este supuesto porque las esperanzas de vida al nacer son similares a las nuestras. Obtenido de: [https://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr61/nvsr61\\_03.pdf](https://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr61/nvsr61_03.pdf)

<sup>18</sup>EEUU espera vacuna para enero 2021 – El País, visitado el 12/05/2020: <https://www.elpais.com.uy/mundo/trump-convencido-tendran-vacuna-coronavirus-ano.html>  
Laboratorio Chino trabaja en vacuna disponible desde fin de 2020 – El País, visitado el 12/05/2020: <https://www.elpais.com.uy/mundo/laboratorio-chino-produce-posible-vacuna-coronavirus.html>

Otro de los supuestos que tomamos en cuenta es que se pueden vacunar suficientes personas, como para adquirir la inmunidad de rebaño, el mismo día que llega la vacuna a nuestro país.

Finalmente, el modelo supone que las personas que se recuperan de la enfermedad se vuelven inmunes, y no la pueden volver a contraer.

A continuación, se evaluarán varias opciones con las que podrá contar el agente regulador para combatir la pandemia, y el gasto máximo que éste tendrá justificado para combatir la pandemia será el producto entre el valor de un año de vida de un individuo promedio y la cantidad de años que salvaría al tomar el camino óptimo. No obstante, cabe resaltar que, cuando la  $R_0$  es menor a 1, la cantidad de casos empieza a descender<sup>19</sup>. Podríamos afirmar, entonces, que disminuir el  $R_0$  será uno de los objetivos del agente regulador, y una de las formas para hacerlo es, por ejemplo, promoviendo el distanciamiento social.

### **Opción 0: “business as usual”**

El primer escenario que se plantea en este trabajo es la no acción. Todo sigue su curso normal y no se paraliza ningún sector de actividad (al menos no de forma voluntaria). Algunos países han optado inicialmente por este camino, como Brasil o Inglaterra<sup>20</sup>, pero luego se vieron obligados a tomar diferentes acciones debido al ascenso en la cantidad de muertos y su repercusión política en los medios.

Dentro de esta alternativa, entendemos que inevitablemente habrá un shock negativo en el Producto mundial que, por lo tanto, también afectará a nuestro país. Sin embargo, no se conoce cuál será el shock experimentado ni sus dimensiones.

A continuación, intentaremos predecir qué hubiera pasado, si no se hubiese hecho nada para contener la pandemia, por dos caminos diferentes:

---

<sup>19</sup> Ferretti et al. (2020). “Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing”, Science, Vol. 368, Issue 6491. Obtenido de: <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/04/09/science.abb6936>

<sup>20</sup> How did Britain get its response to coronavirus so wrong – The Guardian, visitado el 12/05/2020: <https://www.theguardian.com/world/2020/apr/18/how-did-britain-get-its-response-to-coronavirus-so-wrong>

## Opción 0-A

La *Opción 0* consiste en calcular cuántas personas se contagiarían y fallecerían hasta el 13 de marzo de 2021 (12 meses luego del primer caso) utilizando una tasa de reproducción promedio de varios autores y la tasa de mortalidad que se registró en Uruguay hasta el 9 de mayo de 2020.

En primer lugar, el dato necesario es la tasa de reproducción ( $R_0$ ) más adecuada para estimar el modelo SEIR. Durante estos meses se han desarrollado diversos estudios con múltiples datos que se pueden utilizar como punto de partida. A modo de que nuestra estimación sea lo más cercana a la realidad posible, como no existe un consenso en cuanto al número exacto, tomaremos el promedio de todos estos estudios:

- Ferguson et al. (2020)  $\rightarrow R_0 = 2,4$
- Wang et al. (2020)  $\rightarrow R_0 = 3,1$
- Remuzzi & Remuzzi (2020)  $\rightarrow 2,76 \leq R_0 \leq 3,25 \Rightarrow R_0 = 3,005$
- Anderson et al. (2020) estiman  $\rightarrow R_0 = 2,5$
- Zhang et al. (2020)  $\rightarrow R_0 = 2,28$
- Fauci et al. (2020)  $\rightarrow R_0 = 2,2$
- European Centre for Disease Control<sup>21</sup>  $\rightarrow 2,00 \leq R_0 \leq 3,00 \Rightarrow R_0 = 2,5$
- **Promedio total**  $\rightarrow R_0 = 2,57$

Si se estima el modelo SEIR con  $R_0 = 2,57$  se obtiene que el total de contagiados, al cabo de 12 meses, es de 3.197.658 personas, que equivale aproximadamente al 90,56% de la población total. Si a esta cifra le aplicamos la tasa de mortalidad que se observa en nuestro país hasta el 9 de mayo (2,564%<sup>22</sup>) concluimos que habría unos 81.988 muertos. En otras palabras, si consideramos la esperanza de vida promedio de la población ( $X = 38,22$ ), podríamos decir que tendríamos unos 3.133.579 años de vida humana perdidos.

---

<sup>21</sup>European Centre for Disease Prevention and Control (2020). "Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: increased transmission in the EU/EEA and the UK – sixth update". 12 de marzo 2020. Obtenido de: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/RRA-sixth-update-Outbreak-of-novel-coronavirus-disease-2019-COVID-19.pdf>

<sup>22</sup> Cálculo propio en base a datos del gobierno uruguayo. Los datos están actualizados hasta el día 9 de mayo. <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/comunicacion/noticias/informacion-interes-actualizada-sobre-coronavirus-covid-19-uruguay>

Sin embargo, este procedimiento cuenta con algunas falencias. La primera es que la información hallada en otros países es muy variada, y una mínima variación en el  $R_0$  puede significar enormes desvíos en las estimaciones.

Por otro lado, si bien la tasa de mortalidad utilizada es la que se observó en Uruguay, es posible que esté sobreestimada debido a que las víctimas del virus, hasta el 9 de mayo, tenían un promedio de edad de 73,5 años<sup>23</sup>. Esto puede dar lugar a un sesgo, porque no hay datos suficientes para calcular la tasa de mortalidad por franjas de edad, como está hecho en Thomas (2020).

También es importante considerar que, hasta el 9 de mayo, el sistema de salud uruguayo no ha sufrido colapsos. En tal caso, se podría incrementar la tasa de mortalidad, ya que no se contaría con los recursos médicos para atender todas las demandas de la población y daría lugar a que hubiera muertes por causas que se podrían haber evitado.

### Opción 0-B

También podemos, sin necesidad de estimar el modelo SEIR, medir las muertes por Covid-19 en nuestro país. Para ello, tomamos las tasas de mortalidad estudiadas por Thomas (2020) que tuvieron lugar en Wuhan, China<sup>24</sup>. Si le aplicamos estas tasas a la cantidad de personas por tramo de edad, teniendo en cuenta la proyección de la cantidad de infectados y asumiendo que se contagia la misma proporción en cada franja, obtenemos un total de 53.468 muertes<sup>25</sup>. Cabe destacar que la proporción de infectados que asumimos (88%) es un promedio de Thomas (2020), Ferguson et al. (2020) y Caliendo (2020), que estimaron cifras de 87%, 81% y 96% de la población, respectivamente. En términos de años de vida humana, con estos datos se estima una pérdida de 848.313 años.

---

<sup>23</sup> Información de interés actualizada sobre coronavirus COVID-19 en Uruguay – Presidencia de la República, visitado el 10/05/2020: <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/comunicacion/noticias/informacion-interes-actualizada-sobre-coronavirus-covid-19-uruguay>

<sup>24</sup> Age, Sex, Existing Conditions of Covid-19 Cases and Deaths – Worldometers, visitado el 10/05/2020: <https://www.worldometers.info/coronavirus/coronavirus-age-sex-demographics/>

<sup>25</sup> Ver Tabla 1 de anexos.

En base al análisis que venimos realizando, estimamos que la *Opción 0*, es decir, la no acción ante la crisis sanitaria arrojaría un resultado de entre 53.468 (0-B) y 81.988 (0-A) muertos.

### **Opción 1: distanciamiento social por 12 meses**

La *Opción 1* continuaría por 12 meses las medidas que está tomando Uruguay hasta la fecha (9 de mayo de 2020). Es decir, se exhorta a la población que no salga de su casa si no es indispensable por 12 meses (13/03/2020 - 13/03/2021), se cierran algunos sectores de actividad, los centros educativos, espectáculos públicos, los shoppings, etc., hasta previo aviso, fomentando el teletrabajo y distanciamiento social. A pesar de ello, las personas tienen la posibilidad de salir de sus casas, no rige una cuarentena obligatoria y no se para totalmente la economía.

Para analizar este caso, no es necesario estimar la cantidad de infectados, ya que el análisis se centra en la cantidad de muertos. La evolución de la cantidad de fallecidos es muy similar a una función lineal (como se puede observar en el Gráfico 1), cuya variable dependiente es  $M^*$  (muertes estimadas) y la variable independiente es la cantidad de días. Si estimamos los parámetros en el software RStudio se obtiene:

$$M^* = 0,3762 * \text{días} - 3,1356 \quad (12)$$

La recta estimada tiene una correlación con los datos reales, al 9 de mayo, de  $R^2 = 0,9617$ .<sup>26</sup>

Hasta el 9 de mayo de 2020 se registraron 18 muertes ( $M$ )<sup>27</sup> a causa de Covid-19 en nuestro territorio. Si tenemos en cuenta los datos etarios de cada víctima y la esperanza de vida de la población, podemos deducir cuántos años de vida humana perdidos hubo hasta esa fecha: 251 años.

Proyectando (12) por 365 días (12 meses), en los cuáles se continúa bajo un régimen de distanciamiento social, obtenemos un saldo de 134 muertes<sup>28</sup>. Si este dato se

---

<sup>26</sup> Ver Anova en anexo 1. Estimación de los parámetros para la Opción 1.

<sup>27</sup> Información de interés actualizada sobre coronavirus COVID-19 en Uruguay – Presidencia de la República, visitado el 10/05/2020: <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/comunicacion/noticias/informacion-interes-actualizada-sobre-coronavirus-covid-19-uruguay>

<sup>28</sup> Ver Tabla 2 en anexos.

calcula como años de vida perdidos del ciudadano promedio de Uruguay, los años perdidos tras 12 meses son 5.128.

Comparando esta opción con la Opción 0-A tenemos que:

Recapitulando, la *Opción 0-A* genera una pérdida de 3.133.579 años de vida humana, 3.128.451 más que los 5.128 años perdidos en la *Opción 1*. Podríamos decir, entonces, que la *Opción 1* salvaría unos 3.128.451 años de vida humana.

Si aplicamos el J-value en su punto óptimo ( $J = 1$ ) se puede analizar que el gobierno puede mantener esta medida siempre y cuando la caída en el Producto no exceda el 22,94%, ya que en ese caso la cantidad de años de vida perdidos por la profunda crisis económica serían mayores que las pérdidas por coronavirus en un contexto de no acción ante la crisis sanitaria.

$$N \times \Delta X \geq 3.128.451$$

$$\Delta X = 0,8860$$

$$\frac{\Delta G}{G} \leq 22,94\%$$

Comparando esta opción con la Opción 0-B tenemos que:

En comparación con los años de vida humana perdidos en la *Opción 0-B* (848.313), la *Opción 1* permite salvar 843.185 años.

Con la condición de  $J = 1$ , el agente regulador será capaz de mantener esta medida solamente si el PIB per cápita no cae más de 6,73%. En caso de que la caída del ingreso supere este umbral, la medida tendrá un resultado neto negativo.

$$N \times \Delta X \geq 843.185$$

$$\Delta X = 0,2388$$

$$\frac{\Delta G}{G} \leq 6,73\%$$

## Opción 2: cuarentena total y obligatoria por 12 meses

Otra opción posible para Uruguay sería adoptar una cuarentena total obligatoria hasta que llegue la vacuna a nuestro territorio (estimada para 12 meses luego del primer caso, 13 de marzo de 2021). La población debe mantenerse en una cuarentena obligatoria hasta que pueda ser vacunada porque, como los contactos sociales son muy bajos, una proporción muy pequeña se llega a contagiar y el número de susceptibles se mantendrá muy alto en la población.

Debido a que se para toda la economía, salvo servicios esenciales, y la población debe quedarse en sus casas, se asume que la tasa de contagio es constante en todo el período estudiado y equivale a  $R_0 = 1,1$ .<sup>29</sup>

Utilizando estos datos para estimar el modelo SEIR, este devuelve, al día 13 de marzo de 2021, un total de 4.481 infectados acumulados, de los cuáles se puede deducir, con la tasa de mortalidad de Uruguay (2,564%), que habría unos 115 muertos, y redundaría en 4.391 años de vida humana perdidos tras 12 meses de cuarentena total.

Comparando esta opción con la Opción 0-A tenemos que:

La diferencia entre los años de vida perdidos en la *Opción 0-A* y la opción 2 nos dice que la segunda llegaría a salvar unos 3.129.188 años de vida humana.

Si  $J = 1$  se puede analizar que el gobierno puede mantener esta medida siempre y cuando la caída en el Producto no exceda el 22,95%, ya que en ese caso la cantidad de años de vida perdidos por una eventual crisis económica, generada por la cuarentena total y obligatoria, serían mayores que las pérdidas por coronavirus en caso de no acción ante la crisis sanitaria.

$$N \times \Delta X \geq 3.129.188$$

$$\Delta X = 0,8862$$

$$\frac{\Delta G}{G} \leq 22,95\%$$

---

<sup>29</sup> Se toma la tasa de propagación de Argentina, ya que en ese país se decretó cuarentena total obligatoria apenas llegó la enfermedad: <https://www.cronista.com/economiapolitica/Coronavirus-en-la-Argentina-cada-contagiado-infectaria-a-poco-mas-de-una-persona-20200425-0016.html>

Comparando esta opción con la Opción 0-B tenemos que:

En esta ocasión, como la aplicación de una cuarentena obligatoria prevé una pérdida de 4.391 años de vida humana, podemos decir que implicaría salvar unos 843.922 años si la comparamos con el resultado de 0-B.

Para  $J = 1$ , el gobierno puede mantener esta medida siempre y cuando la caída en el Producto no exceda el 6,73%, ya que dicha contracción en el ingreso per cápita traería aparejado una pérdida de años de vida humana aún mayor que las pérdidas ocasionadas eventualmente por el coronavirus, en caso de optar por la no acción contra la crisis sanitaria.

$$N \times \Delta X \geq 843.922$$

$$\Delta X = 0,2390$$

$$\frac{\Delta G}{G} \leq 6,73\%$$

## **Evidencia empírica y consideraciones**

Barro et al. (2020) sostiene que los efectos macroeconómicos de una catástrofe comparable, como la epidemia de Gripe Española a inicios del S. XX, pueden durar mucho tiempo. Incluso, el mismo autor demuestra que la tasa de mortalidad de la Gripe Española (2%) se asocia a una caída de alrededor del 6% en el PIB per cápita del país promedio.

Si bien la economía uruguaya siempre ha sido relativamente estable, hay algunos precedentes de caídas estrepitosas en el PIB. Según datos del Banco Mundial<sup>30</sup>, el Producto de Uruguay cayó 9,76% en 1982 y 10,27% en 1983, y le llevó 9 años recuperar sus niveles reales de 1981.

Para este período en particular no se encontraron datos del Instituto Nacional de Estadística sobre la evolución de la esperanza de vida. Sin embargo, hay datos del Banco Mundial disponibles en este sentido, pero no muestran una caída de la esperanza de vida durante los años que duró la crisis económica, como se puede ver en el Gráfico 3 en los anexos.

---

<sup>30</sup> PIB (US\$ a precios constantes de 2010), Uruguay – Banco Mundial, visitado el 15/05/2020: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD?locations=UY>

Otro episodio de gran caída fue el que comenzó en 1998. El PIB uruguayo se contrajo por 4 años consecutivos (entre 1999 y 2002), y alcanzó su pico de caída el último año del período (-7,73%). Luego de esta última crisis, Uruguay no recuperó el nivel de PIB real de 1998 hasta llegado el año 2006.

Para este último período, hay datos disponibles del Instituto Nacional de Estadística<sup>31</sup> que muestran una pequeña caída en la esperanza de vida al nacer entre 2001 y 2002, como se ve en el Gráfico 4 en los anexos. Por otra parte, los datos del Banco Mundial no presentan una caída de la esperanza de vida durante esta crisis económica, y esto también se puede ver en el Gráfico 3 en los anexos.

Debido a que el mundo aún está atravesando la pandemia, todavía no hay cifras finales de cuánto se verá afectada la economía mundial. El Fondo Monetario Internacional, por su parte, estima una contracción de 3% del producto mundial para el 2020, proyectando una recuperación hacia el segundo semestre del año<sup>32</sup>. Además de esta estimación, el FMI ha estudiado que, para los países europeos, cada mes bajo el régimen de cuarentena total implica una caída de 3% del PIB anual, sin tener en cuenta otras perturbaciones exteriores que puedan existir<sup>33</sup>.

Particularmente para Uruguay, con las medidas que se han tomado hasta la fecha, tanto el FMI<sup>34</sup> como la calificadora de riesgo Moody's<sup>35</sup> estiman que el Producto tendrá una caída cercana al 3% en el 2020, recuperándose en el 2021.

---

<sup>31</sup> Indicadores demográficos – INE visitado el 15/05/2020: <http://www.ine.gub.uy/indicadores-demograficos1>

<sup>32</sup> Informes de perspectivas de la economía mundial, abril 2020 - FMI. visitado el 15/05/2020: <https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020>

<sup>33</sup> La crisis del COVID-19 en Europa y la respuesta del FMI. visitado el 15/05/2020: <https://blog-dialogoafondo.imf.org/?p=13107>

<sup>34</sup> World Economic Outlook, April 2020: The Great Lockdown – FMI, visitado el 15/05/2020: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020>

<sup>35</sup> Moody's espera menor caída del PIB este año y recuperación moderada para el 2021 – El Observador, visitado el 15/05/2020: <https://www.elobservador.com.uy/nota/-moody-s-espera-menor-caida-del-pib-este-ano-y-recuperacion-moderada-para-2021--2020423182646>

## **Discusión: ¿qué opción es más conveniente adoptar?**

Si bien no existe certeza del impacto que tendrá la actual crisis sanitaria en la economía, se espera, independientemente de la opción que se tome, una situación desfavorable. De igual forma, entendemos que el gobierno debe optar por alguna de las opciones planteadas anteriormente, teniendo en consideración que no tomar ninguna acción también implica la toma de una decisión.

Si nos concentramos en la *Opción 0*, podemos ver que las consecuencias podrían llegar a ser catastróficas en términos de pérdida de años de vida humana. Además, no existe certeza de que la sociedad no decida tomar medidas por sí misma al observar el aumento exponencial de los infectados y los muertos. Ante esta situación, podría existir una alta probabilidad de que el mismo sector privado adopte alguna escala de distanciamiento social, que podría asemejarse a las medias tomadas por el gobierno en la *Opción 1* y por ende tendría un impacto parecido en la economía. La diferencia entre ambas situaciones es que la población demoraría más en tomar medidas, pudiendo ser demasiado tarde para producir un cambio en los niveles de contagio, pero aún así afectando la economía. Resumiendo, si el gobierno eligiera no tomar ninguna medida (*Opción 0*) estimamos que la sociedad uruguaya podría sufrir la pérdida de entre 53.468 (0-B) y 81.988 (0-A) personas, y que habrían consecuencias negativas en el Producto de todas formas. En otras palabras, descartamos la *Opción 0* como posible opción óptima a seguir.

En cuanto a la *Opción 1*, podríamos decir que es la opción que más se asemeja al camino que está tomando el gobierno actualmente. Si cumplimos con la condición de que  $J = 1$ , las medidas tomadas permitirían salvar entre 843.185 y 3.128.451 años de vida humana, con 5.128 muertes luego de 12 meses. Teniendo en cuenta el valor de una vida en Uruguay (US\$ 117.547,46), sería justificable un gasto de entre 99 y 368 mil millones de dólares. Sin embargo, el Estado no podría llegar a gastar esas cifras ya que suponen un gasto de hasta casi 6 veces del total del PIB uruguayo en 2019<sup>36</sup>.

No obstante, los resultados de la aplicación de la *Opción 1* serían beneficiosos si la economía no cae en más de 6,73 puntos. No existe certeza de lo que sucedería si el

---

<sup>36</sup> Informe de cuentas nacionales – BCU, visitado el 15/05/2020: <https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Presentacion%20Cuentas%20Nacionales.aspx>

Producto cayera entre 6,73% y 22,94%, ya que se trata del intervalo que hay entre la aplicación de *0-A* y *0-B*. Si el producto tiene una caída mayor a 22,94% se podría afirmar que se producirían más pérdidas de vida de las que se salvarían con la *Opción 1* debido a la recesión económica.

El último camino posible, que consiste en tomar la *Opción 2*, propone la implementación de una cuarentena total y obligatoria. No hay dudas de que esta opción es la que implicaría el mayor impacto económico negativo, pero también es el camino que más años de vida salvaría; luego de 12 meses se estima que se perderían 115 vidas. La restauración frente a las *Opciones 0-A* y *0-B* se estima entre 843.922 y 3.129.188 años de vida humana, 737 años más que la *Opción 1*. En esta ocasión, se justifica un gasto por parte del gobierno muy similar a la *Opción 1*. Por otro lado, en caso de que la economía caiga menos de 6,73 puntos, tenemos la certeza de que habrá un beneficio neto en términos de vida humana salvada. No es el caso si se llegara a una situación donde el Producto cayera entre 6,73 y 22,95%, donde nos encontraríamos en el intervalo de incertidumbre. Finalmente, una caída de la economía mayor a 22,95% destruiría más años de vida humana de los que salvaría la *Opción 2*.

Concluyendo este análisis, y teniendo en consideración todos los aspectos positivos y negativos de cada opción, entendemos que la *Opción 0* debería evitarse, ya que es la que provoca más muertes y aún así podría tener consecuencias negativas sobre la economía. La *Opción 2* es la que resulta más atractiva en términos de años de vida salvados, pero si tenemos en cuenta las estimaciones del FMI comentadas anteriormente sobre la caída del producto por cada mes de cuarentena, se observa una caída anualizada de al menos 42,58%, contracción sensiblemente mayor al 6,73% bisagra, pudiendo provocar mayores muertes que vidas salvadas. Por último, la *Opción 1* parecería ser el camino óptimo que maximiza el beneficio posible, alejándonos del falso dilema donde se establece un “trade-off” entre sostenibilidad económica y salud de la población cuando hablamos de la crisis sanitaria.

## Fortalezas y debilidades del modelo

Analizar las fortalezas y debilidades del modelo permite, en primer lugar, visualizar las potencialidades de su utilización y, por otro lado, aporta posibles puntos de mejora para futuras investigaciones.

Algunas de las fortalezas encontradas en el modelo se refieren a lo siguiente:

- Consideramos que el modelo es muy completo debido a que incluye diversos estados de salud (susceptible, expuesto, infectado, recuperado) permitiendo un análisis dinámico de la enfermedad en el tiempo.
- La búsqueda de información fue exhaustiva, obteniendo diversas fuentes confiables de datos que permitieron la realización de los cálculos encontrados en el trabajo.
- Los datos del Covid-19 se publican diariamente en los portales oficiales de Uruguay, esto permite realizarle ajustes fácilmente al modelo.

En contraposición, las debilidades del modelo son:

- Dentro de los parámetros utilizados en el modelo SEIR, el número promedio de infectados por cada persona infectada ( $R_0$ ) y el número de contactos sociales que tiene una persona por día ( $\beta$ ) son constantes. Poder estudiar su evolución en el tiempo podría ser interesante para el análisis.
- Las opciones analizadas (0,1 y 2) solamente incluyen un curso de acción y no permiten el análisis de diferentes combinaciones de medidas en el tiempo.
- Algunos supuestos son muy fuertes y nos pueden alejar de la realidad. Por ejemplo, afirmar que se vacunaría a toda la población necesaria en un solo día podría considerarse poco realista.
- Debido a que el mundo está atravesando la pandemia, la mayoría de los datos son estimaciones o proyecciones, es por esta razón que los márgenes en los resultados pueden ser muy considerables.
- La incertidumbre en cuanto al desarrollo de una posible vacuna contra el virus genera gran variabilidad en el modelo. La valoración en cuanto a su posible disponibilidad es clave para fijar el horizonte temporal de las medidas.

## Conclusiones

El SARS-CoV-2 2019 (Covid-19), uno de los siete tipos de coronavirus capaces de afectar a los humanos, fue reportado por China a la Organización Mundial de la Salud el 31 de diciembre de 2019, y desde entonces ha dejado a su paso, hasta el 9 de mayo de 2020, casi cuatro millones de casos y 275.208 muertes.

Debido a que es un virus de rápida propagación, los países han tomado distintas medidas para frenarlo, desde suspensión de algunas actividades hasta cuarentenas totales por tiempo indeterminado.

El primer caso de Covid-19 en Uruguay se registró el viernes 13 de marzo de 2020. Desde ese día, el gobierno ha tomado medidas para fomentar el distanciamiento social, como la suspensión del fútbol, centros educativos, espectáculos públicos, fomento del teletrabajo, entre otros, pero no se ha establecido, hasta el momento, cuarentena obligatoria para toda la población. Hasta el 9 de mayo de 2020, Uruguay tuvo 702 casos, 513 recuperados y 18 muertos, y esto arroja una tasa de mortalidad del 2,564%.

Para estudiar la posible evolución de los infectados en el territorio, donde las medidas tomadas por el gobierno tienen incidencia, se utilizó el modelo SEIR (susceptibles, expuestos, infectados y recuperados) tomado de Wang et al. (2020), y se consideraron diferentes valores del número de reproducción de la enfermedad ( $R_t$ ).

Una vez obtenido el número de muertos calculamos, siguiendo a Thomas (2020), el costo máximo de las medidas para maximizar los años de vida de la población, sin que estas medidas afecten a futuro la esperanza de vida de ella.

Para encontrar el costo máximo de las medidas para maximizar los años de vida de la población, sin que estas medidas afecten negativamente la esperanza de vida de los habitantes, se estudiaron tres posibles escenarios: *Opción 0* (no se toma ninguna medida para frenar la propagación del virus), *Opción 1* (interrupción de la actividad para algunos sectores por 12 meses) y *Opción 2* (cuarentena total y obligatoria por 12 meses).

En la *Opción 0* se producirían entre 53.468 (0-B) y 81.988 (0-A) muertes, que redundaría en una pérdida de entre 848.313 y 3.133.579 años de vida humana. En la *Opción 1* se estima, al cabo de 12 meses, 134 muertes y 5.128 años de vida perdidos. Por último, en la *Opción 2* se estiman 115 muertos y una pérdida de 4.391 años de vida.

En cuanto al costo máximo de las medidas para maximizar los años de vida de la población, debido a que no existen importantes diferencias en la cantidad de muertes entre la *Opción 1* y *2*, aplicar las medidas correspondientes a estas opciones sería beneficioso si la economía no cae en más de 6,73 puntos. Sin embargo, en caso de que la economía cayera en un 23% o más, podríamos afirmar que las consecuencias negativas en la esperanza de vida, debido a la crisis económica, superarían el efecto positivo de las vidas salvadas.

Teniendo en consideración todos los aspectos positivos y negativos de cada opción, parece claro que la *Opción 0* debería evitarse porque es la que provoca mayores muertes. La *Opción 2* es la que resulta más atractiva en términos de años de vida salvados, pero teniendo en cuenta las estimaciones del FMI sobre la caída del Producto por cada mes de cuarentena, se calcula una caída anualizada de al menos 42,58% hacia el final de los 12 meses, y esto provocaría más muertes que vidas salvadas, como ya se explicó. Por último, la *Opción 1* parecería ser el camino óptimo que maximiza el beneficio posible, y no parece ser muy atinado el falso dilema que entiende a la crisis sanitaria como un “trade-off” entre sostenibilidad económica y salud de la población.

Además, calculamos de cuánto es el gasto máximo justificable para que el agente regulador extienda, en un año, la esperanza de vida de un individuo dentro de la población a proteger. Aplicando los cálculos para el caso de Uruguay, se obtiene que el valor de una vida en Uruguay es de U\$S 117.547,46. No obstante, el monto arrojado por este procedimiento justificaría un gasto máximo de entre 2 y 6 veces el PIB uruguayo, y por lo tanto no aporta información útil a la hora de la evaluación de los caminos a adoptar.

Por último, es importante tener en cuenta que esto es un análisis dinámico, por lo cual, con futuros descubrimientos, puede volverse necesaria una actualización tanto

de los parámetros como del contexto. A pesar de ello, el modelo realizado con datos hasta el 9 de mayo muestra un gran ajuste sobre los casos reales.

Para futuras investigaciones sería beneficioso seguir estudiando la linealidad de las muertes en Uruguay a partir de la actualización de los datos, así como también la incorporación de los parámetros  $R_0$  y  $\beta$  variables en el tiempo, y de esta manera realizar un análisis más detallado del avance de la enfermedad. Sin dudas este es un tema que va a seguir arrojando invaluable hallazgos, durante y después de la pandemia, y que pondrá a prueba la capacidad de respuesta del sistema político mundial.

## **Bibliografía**

- Anderson, R. et al. (2020): “How will country-based mitigation measures influence the course of the covid-19 epidemic?”. The Lancet. Obtenido de:  
<https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2820%2930567-5>
- Atkeson, A. (2020): “How Deadly is COVID-19? Understanding the Difficulties with Estimation.” NBER Working Paper No. 26867. Obtenido de:  
<https://www.nber.org/papers/w26867.pdf>
- Atkeson, A. (2020): “What Will Be the Economic Impact of COVID-19 in the US? Rough Estimates of Disease Scenarios,” March 2020. NBER Working Paper No. 26867. Obtenido de: <https://www.nber.org/papers/w26867.pdf>
- Banco Central del Uruguay. Bases de datos: “Cuentas Nacionales”. Obtenido de:  
<https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Presentacion%20Cuentas%20Nacionales.aspx>
- Banco Mundial. Bases de datos: “PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)”. Obtenido de:  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KD?locations=UY>
- Banco Mundial. Bases de datos: “Crecimiento del PIB per cápita (% anual)”. Obtenido de:  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KD.ZG?locations=UY>
- Banco Mundial. Bases de datos: “PIB (US\$ a precios constantes de 2010)”. Obtenido de:  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD?locations=UY>
- Barro, R., Ursua, J. & Weng, J (2020): “The coronavirus and the Great Influenza epidemic: Lessons from the “Spanish Flu” for the coronavirus’ potential effects on mortality and economic activity.” AEI Economics Working Paper 2020-02. Obtenido de:  
<https://www.aei.org/wp-content/uploads/2020/03/Barro-coronavirus-Great-Influenza-WP.pdf>

BBC News. "Qué son los coronavirus, cuántos hay y qué efectos tienen sobre los humanos" - 18 de marzo, 2020. Obtenido de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51921093>

BBC News. "Coronavirus en China: el número de muertes ya supera el de víctimas del SARS en 2003" - 9 de febrero. Obtenido de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-51431400>

BBC News. "Coronavirus pandemic: Tracking the global outbreak", visitado el 09/05/2020. Obtenido de: [https://www.bbc.com/news/world-51235105?ocid=wsnews.chat-apps.in-app-msg.whatsapp.trial.link1\\_.auin](https://www.bbc.com/news/world-51235105?ocid=wsnews.chat-apps.in-app-msg.whatsapp.trial.link1_.auin)

BBC News. "Coronavirus en Italia | "La sala de emergencias se está derrumbando": la dramática situación que deben enfrentar los médicos que atienden a pacientes con covid-19 en el país europeo", 19 de marzo 2020. Obtenido de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51919561>

BBC News. "El coronavirus llega a todos los países de América Latina", 20 de marzo de 2020. Obtenido de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-51713166>

BBC News. "Coronavirus: el mapa interactivo que muestra las medidas o distintos tipos de cuarentena que adoptaron los países de América Latina", 27 de abril de 2020. Obtenido de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-52248497>

Berger, D., Herkenhoff, K. & Mongey, S. (2020): "An SEIR Infectious Disease Model with Testing and Conditional Quarantine," National Bureau of Economic Research, Working Paper NO. 26901. Obtenido de: <https://www.nber.org/papers/w26901.pdf>

Caliendo, L. (2020). "Nota: Artículo Economía y Mercado". Obtenido de: [https://spinup-000d1a-wp-offload-media.s3.amazonaws.com/faculty/wp-content/uploads/sites/40/2020/03/LC\\_03202020.pdf](https://spinup-000d1a-wp-offload-media.s3.amazonaws.com/faculty/wp-content/uploads/sites/40/2020/03/LC_03202020.pdf)

Centers for Disease Control and Prevention (2012). National Vital Statistics Report. Volume 61, Number 3. United States Life Tables, 2008. Obtenido de:

[https://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr61\\_03.pdf](https://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr61/nvsr61_03.pdf)

El Cronista. “Coronavirus: en la Argentina cada contagiado infectaría a “poco más” de una persona”, 25 de abril de 2020. Obtenido de:

<https://www.cronista.com/economiapolitica/Coronavirus-en-la-Argentina-cada-contagiado-infectaria-a-poco-mas-de-una-persona-20200425-0016.html>

El País. “La OMS declara el brote de coronavirus pandemia global”, 11 de marzo de 2020.

Obtenido de: <https://elpais.com/sociedad/2020-03-11/la-oms-declara-el-brote-de-coronavirus-pandemia-global.html>

El País. “Coronavirus en el mundo: qué países no tienen casos de COVID-19”, 6 de mayo

de 2020. Obtenido de: <https://www.elpais.com.uy/mundo/coronavirus-mundo-paises-casos-covid.html>

El País. “Uruguayos cuentan cómo viven el polémico modelo sueco ante la pandemia del COVID-19”, 3 de mayo de 2020. Obtenido de:

<https://www.elpais.com.uy/informacion/sociedad/uruguayos-cuentan-viven-polemico-modelo-sueco-pandemia-covid.html>

El País. “Qué es la cuarentena general obligatoria y qué implicó en otros países”, 19 de marzo de 2020. Obtenido de:

<https://www.elpais.com.uy/mundo/cuarentena-general-obligatoria-implico-otros-paises.html>

El País. “EE. UU. espera vacuna para enero 2021”, 3 de mayo de 2020. Obtenido de:

<https://www.elpais.com.uy/mundo/trump-convencido-tendran-vacuna-coronavirus-ano.html>

El País. “Preocupante proyección en propagación de Covid-19”, 23 de marzo de 2020.

Obtenido de: <https://www.elpais.com.uy/economia-y-mercado/preocupante-proyeccion-propagacion-covid.html>

El País. “Laboratorio Chino trabaja en vacuna disponible desde fin de 2020”, 30 de abril de 2020. Obtenido de:

<https://www.elpais.com.uy/mundo/laboratorio-chino-produce-posible-vacuna-coronavirus.html>

El Observador. “Moody’s espera menor caída del PIB este año y recuperación moderada para el 2021”, 23 de abril de 2020. Obtenido de:

<https://www.elobservador.com.uy/nota/-moody-s-espera-menor-caida-del-pib-este-año-y-recuperacion-moderada-para-2021--2020423182646>

European Centre for Disease Prevention and Control (2020). “Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: increased transmission in the EU/EEA and the UK – sixth update”. 12 de marzo 2020. Obtenido de:

<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/RRA-sixth-update-Outbreak-of-novel-coronavirus-disease-2019-COVID-19.pdf>

Fauci, A., Lane, H. & Redfield, R. (2020): “Covid-19 — navigating the uncharted”. New England Journal of Medicine, febrero 2020. Obtenido de:

<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMe2002387>

Ferguson, N. (2020): “Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand”. Imperial College Report. Obtenido de:

<https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gida-fellowships/Imperial-College-COVID19-NPI-modelling-16-03-2020.pdf>

Ferretti et al. (2020). “Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing”, Science, Vol. 368, Issue 6491. Obtenido de:

<https://science.sciencemag.org/content/early/2020/04/09/science.abb6936>

FMI. “Informes de perspectivas de la economía mundial, abril 2020”. Obtenido de:

<https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020>

FMI. “La crisis del COVID-19 en Europa y la respuesta del FMI”, 31 de marzo de 2020.

Obtenido de: <https://blog-dialogoafondo.imf.org/?p=13107>

FMI. “World Economic Outlook, April 2020: The Great Lockdown”, abril 2020. Obtenido de:

<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020>

Gobierno de la República Oriental del Uruguay. Sistema Nacional de Emergencias. Información de interés actualizada sobre coronavirus COVID-19 en Uruguay. Visitado el 9 de mayo de 2020. Obtenido de: <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/comunicacion/noticias/informacion-interes-actualizada-sobre-coronavirus-covid-19-uruguay>

Hethcote, H.W. & van den Driessche, P. (1991): "Some epidemiological models with nonlinear incidence". *J. Math. Biol.* 29, 271–287 (1991). Obtenido de: <https://doi.org/10.1007/BF00160539>

Instituto Nacional de Estadística. Bases de datos: "Estimaciones y proyecciones". Obtenido de: <http://www.ine.gub.uy/web/guest/estimaciones-y-proyecciones>

Instituto Nacional de Estadística. Bases de datos: "Indicadores demográficos". Obtenido de: <http://www.ine.gub.uy/indicadores-demograficos1>

Kermack, Ogilvy & McKendrick (1927): "A contribution to the mathematical theory of epidemics," Royal Society. Obtenido de: <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1927.0118>

Kucharski et al. (2020): "Early dynamics of transmission and control of covid-19: a mathematical modelling study". *The Lancet*. Obtenido de: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30144-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30144-4)

Li et al. (2020): "Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia." *The New England Journal of Medicine*. Obtenido de: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2001316>

Li, M. & Muldowney, J. (1995). "Global stability for the SEIR model in epidemiology. *Mathematical biosciences*". 125. 155-64. 10.1016/0025-5564(95)92756-5. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0025556495927565>

Nathwani, J., Lind, N. & Pandey, M. (1997). "Affordable Safety by Choice: The Life Quality Method", University of Waterloo, Ontario, Canada. Obtenido de: [http://irr.uwaterloo.ca/pdf\\_files/LQI\\_Summary.pdf](http://irr.uwaterloo.ca/pdf_files/LQI_Summary.pdf)

- Remuzzi, A & Remuzzi, G. (2020): "Covid-19 and Italy: what next?". The Lancet. Obtenido de: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2820%2930627-9>
- The Guardian. "How did Britain get its response to Coronavirus so wrong", 19 de abril 2020. Obtenido de: <https://www.theguardian.com/world/2020/apr/18/how-did-britain-get-its-response-to-coronavirus-so-wrong>
- Thomas,P. (2020): "J-value assessment of how best to combat Covid - 19". Nanotechnology Perceptions. Obtenido de: <http://www.jvalue.co.uk/papers/J-value-assessment-of-combating-Covid-19.pdf>
- Thomas, P. & Waddington, I. (2017): "Validating the J-value safety assessment tool against pan-national data", Process Safety and Environmental Protection, Vol. 112A, 179 – 197, November. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582017302896#fig0040>
- Wang et al. (2020): "Phase-adjusted estimation of the number of coronavirus disease 2019 cases in Wuhan, china. Cell Discovery, 6(1):10, 2020. Obtenido de: <https://www.nature.com/articles/s41421-020-0148-0>
- World Health Organization. "Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV)", visitado el 09/05/2020. Obtenido de: <https://www.who.int/emergencies/mers-cov/en/>
- Worldometers, "Age, Sex, Existing Conditions of Covid-19 Cases and Deaths". Visitado el 9 de mayo de 2020. Obtenido de: <https://www.worldometers.info/coronavirus/coronavirus-age-sex-demographics/>
- Zhang et al. (2020): "Estimation of the reproductive number of novel coronavirus (covid-19) and the probable outbreak size on the diamond princess cruise ship: A data-driven analysis". International Journal of Infections Diseases. Obtenido de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32097725>
- Zou et al. (2020). "SARS-CoV-2 Viral Load in Upper Respiratory Specimens of Infected Patients", The New England Journal of Medicine. Obtenido de: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMc2001737>

## Anexos

Tabla 1. Estadísticas vitales y demográficas de la población. Proyección de muertos en Opción 0-B.

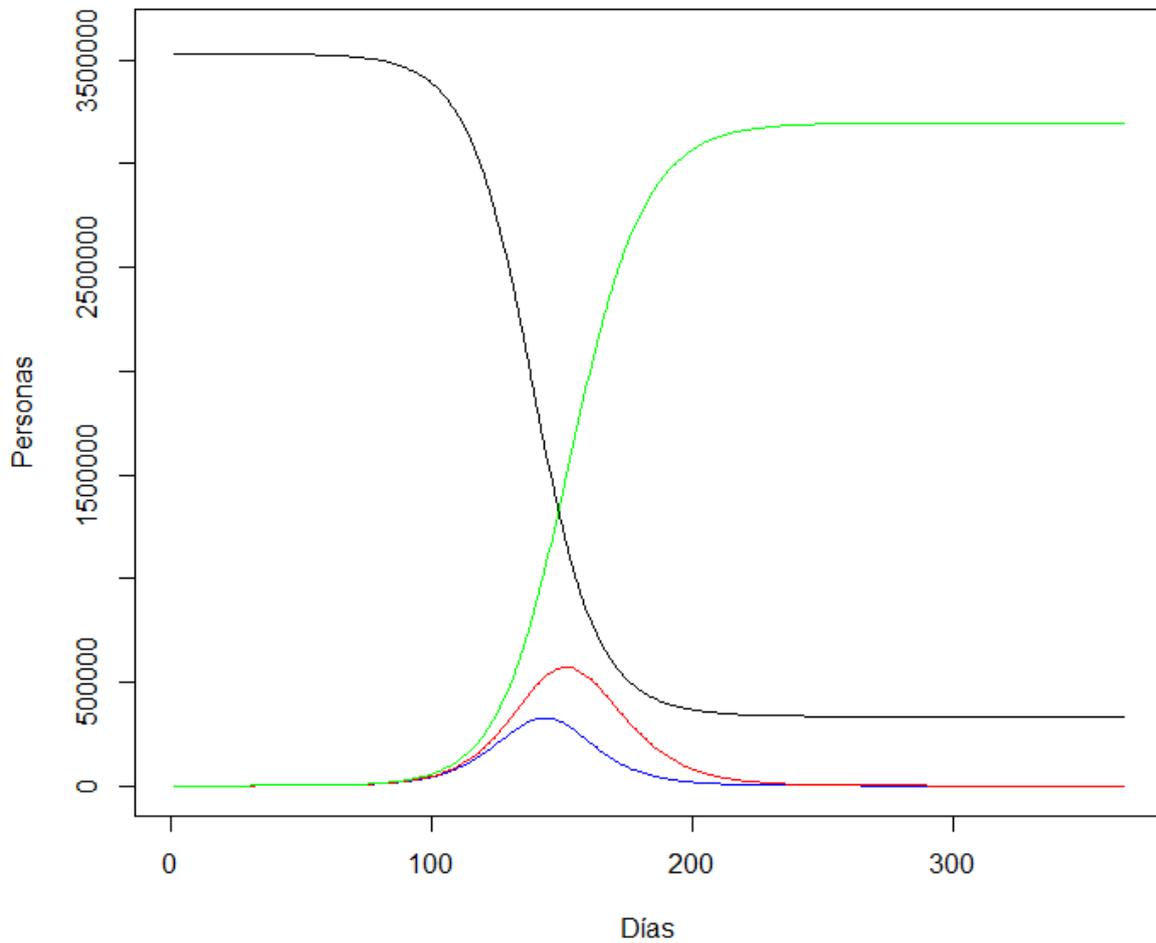
Edad	N por generación	Infectados (88% de N)	Tasa de mort.	Muertos	E de vida	Años de vida perdidos
0	45.056,88	39.650,05	0,0%	-	78,12389	-
1	45.185,72	39.763,43	0,0%	-	77,6415	-
2	45.337,52	39.897,02	0,0%	-	76,67708	-
3	45.494,73	40.035,36	0,0%	-	75,69846	-
4	45.650,17	40.172,15	0,0%	-	74,7149	-
5	45.799,87	40.303,89	0,0%	-	73,72765	-
6	45.945,15	40.431,73	0,0%	-	72,73899	-
7	46.090,46	40.559,61	0,0%	-	71,74905	-
8	46.214,65	40.668,89	0,0%	-	70,75802	-
9	46.662,12	41.062,67	0,0%	-	69,76575	-
10	46.875,85	41.250,74	0,2%	82,50	68,7722	5.673,81
11	47.113,79	41.460,13	0,2%	82,92	67,77776	5.620,15
12	47.326,27	41.647,12	0,2%	83,29	66,78358	5.562,69
13	47.629,28	41.913,76	0,2%	83,83	65,79171	5.515,16
14	48.249,56	42.459,61	0,2%	84,92	64,80448	5.503,15
15	49.219,14	43.312,84	0,2%	86,63	63,82332	5.528,74
16	50.210,44	44.185,19	0,2%	88,37	62,84835	5.553,93
17	50.912,95	44.803,39	0,2%	89,61	61,87893	5.544,77
18	51.407,13	45.238,28	0,2%	90,48	60,9146	5.511,34
19	51.875,58	45.650,51	0,2%	91,30	59,95485	5.473,94
20	52.364,87	46.081,08	0,2%	92,16	58,99923	5.437,50
21	53.003,59	46.643,16	0,2%	93,29	58,04794	5.415,08
22	53.906,53	47.437,75	0,2%	94,88	57,10061	5.417,45
23	54.776,66	48.203,46	0,2%	96,41	56,15566	5.413,79
24	55.034,75	48.430,58	0,2%	96,86	55,21097	5.347,80

25	54.405,22	47.876,59	0,2%	95,75	54,26503	5.196,05
26	53.145,10	46.767,68	0,2%	93,54	53,31744	4.987,07
27	51.850,57	45.628,50	0,2%	91,26	52,36851	4.778,99
28	51.038,35	44.913,75	0,2%	89,83	51,41857	4.618,80
29	50.744,14	44.654,84	0,2%	89,31	50,46817	4.507,30
30	50.591,22	44.520,27	0,2%	89,04	49,51785	4.409,10
31	50.259,44	44.228,31	0,2%	88,46	48,56792	4.296,15
32	49.735,16	43.766,94	0,2%	87,53	47,61854	4.168,24
33	49.139,60	43.242,85	0,2%	86,49	46,66988	4.036,28
34	48.514,87	42.693,09	0,2%	85,39	45,72231	3.904,05
35	47.879,37	42.133,84	0,2%	84,27	44,77589	3.773,16
36	47.350,89	41.668,79	0,2%	83,34	43,83094	3.652,76
37	47.085,43	41.435,18	0,2%	82,87	42,88794	3.554,14
38	47.101,12	41.448,99	0,2%	82,90	41,94738	3.477,35
39	47.359,19	41.676,09	0,2%	83,35	41,00992	3.418,27
40	47.863,67	42.120,03	0,4%	168,48	40,07626	6.752,05
41	48.496,87	42.677,24	0,4%	170,71	39,14671	6.682,70
42	48.936,61	43.064,22	0,4%	172,26	38,22172	6.583,95
43	48.811,94	42.954,51	0,4%	171,82	37,30215	6.409,18
44	47.954,25	42.199,74	0,4%	168,80	36,38878	6.142,39
45	46.552,38	40.966,10	0,4%	163,86	35,48192	5.814,22
46	45.121,34	39.706,78	0,4%	158,83	34,5813	5.492,45
47	44.140,12	38.843,31	0,4%	155,37	33,68666	5.234,01
48	43.617,44	38.383,35	0,4%	153,53	32,79821	5.035,62
49	43.155,76	37.977,07	0,4%	151,91	31,91643	4.848,37
50	42.352,87	37.270,53	1,3%	484,52	31,04179	15.040,27
51	41.178,60	36.237,17	1,3%	471,08	30,17464	14.214,77
52	40.054,44	35.247,91	1,3%	458,22	29,31485	13.432,73
53	39.506,68	34.765,88	1,3%	451,96	28,46198	12.863,58

54	39.656,53	34.897,75	1,3%	453,67	27,61535	12.528,27
55	40.159,94	35.340,75	1,3%	459,43	26,77456	12.301,03
56	40.568,38	35.700,17	1,3%	464,10	25,93965	12.038,65
57	40.601,25	35.729,10	1,3%	464,48	25,11115	11.663,59
58	40.171,81	35.351,19	1,3%	459,57	24,28964	11.162,68
59	39.346,76	34.625,15	1,3%	450,13	23,47587	10.567,12
60	38.364,86	33.761,07	3,6%	1.215,40	22,67044	27.553,62
61	37.501,44	33.001,27	3,6%	1.188,05	21,87391	25.987,20
62	36.810,35	32.393,11	3,6%	1.166,15	21,08653	24.590,10
63	36.096,63	31.765,03	3,6%	1.143,54	20,30832	23.223,40
64	35.077,32	30.868,04	3,6%	1.111,25	19,53925	21.712,98
65	33.624,56	29.589,61	3,6%	1.065,23	18,77966	20.004,58
66	31.954,13	28.119,64	3,6%	1.012,31	18,03087	18.252,78
67	30.416,56	26.766,57	3,6%	963,60	17,29407	16.664,51
68	29.145,00	25.647,60	3,6%	923,31	16,56936	15.298,72
69	28.037,32	24.672,84	3,6%	888,22	15,85601	14.083,66
70	26.947,88	23.714,13	8,0%	1.897,13	15,15369	28.748,53
71	25.889,25	22.782,54	8,0%	1.822,60	14,46211	26.358,69
72	24.917,82	21.927,68	8,0%	1.754,21	13,78304	24.178,42
73	23.974,47	21.097,54	8,0%	1.687,80	13,11885	22.142,04
74	22.935,14	20.182,92	8,0%	1.614,63	12,47045	20.135,21
75	21.734,79	19.126,61	8,0%	1.530,13	11,83739	18.112,73
76	20.480,70	18.023,01	8,0%	1.441,84	11,21884	16.175,79
77	19.338,61	17.017,97	8,0%	1.361,44	10,61462	14.451,14
78	18.310,76	16.113,47	8,0%	1.289,08	10,02587	12.924,13
79	17.255,25	15.184,62	8,0%	1.214,77	9,45494	11.485,57
80	16.127,90	14.192,55	14,8%	2.100,50	8,903079	18.700,90
81	14.959,65	13.164,49	14,8%	1.948,35	8,368822	16.305,35
82	13.847,27	12.185,60	14,8%	1.803,47	7,850531	14.158,18

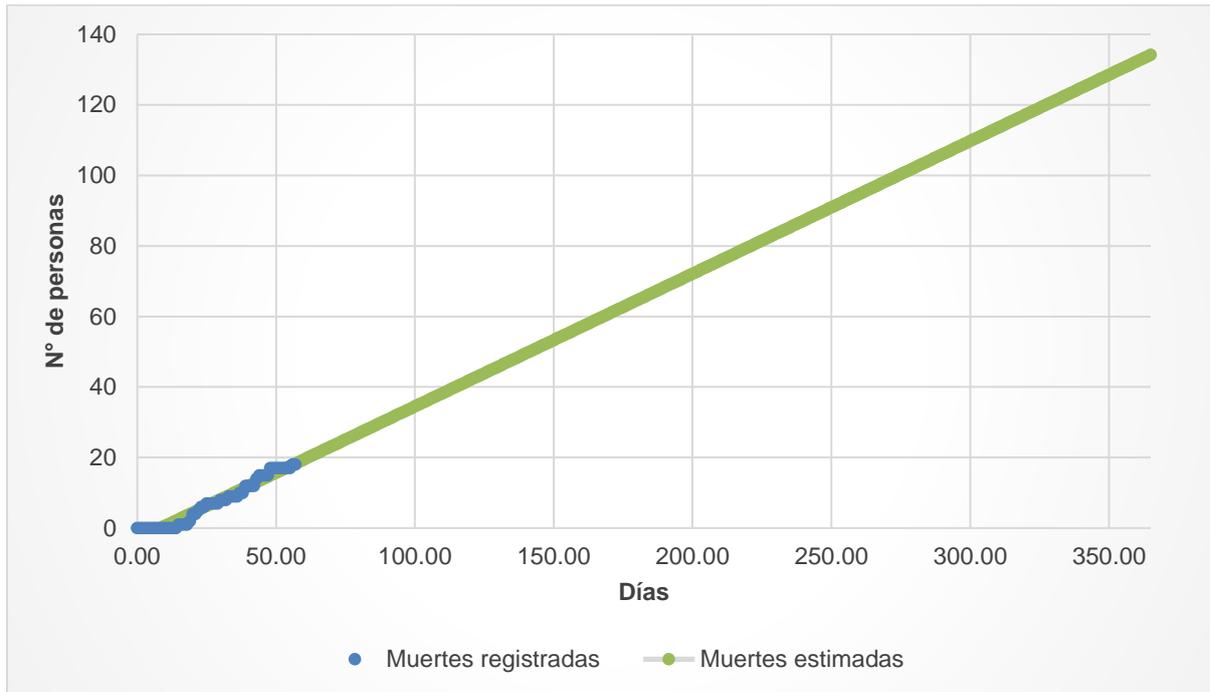
83	12.827,64	11.288,33	14,8%	1.670,67	7,3495	12.278,60
84	11.807,12	10.390,26	14,8%	1.537,76	6,869519	10.563,67
85	10.785,61	9.491,34	14,8%	1.404,72	6,410242	9.004,58
86	9.827,28	8.648,01	14,8%	1.279,91	5,972389	7.644,09
87	8.905,08	7.836,47	14,8%	1.159,80	5,55886	6.447,15
88	7.975,13	7.018,12	14,8%	1.038,68	5,170325	5.370,32
89	6.971,72	6.135,12	14,8%	908,00	4,806407	4.364,21
90 a 100	26.273,89	23.121,02	14,8%	3.421,91	3,298581	11.287,45
<b>Totales</b>	<b>3.530.912,10</b>	<b>3.107.202,65</b>		<b>53.467,92</b>		<b>848.312,93</b>

Gráfico 0-A. Modelo SEIR estimado para la Opción 0-A.



S = negro  
E = azul  
I = rojo  
R = verde

Gráfico 1. Evolución de las muertes en la Opción 1.



Anexo 1. Estimación de los parámetros para la Opción 1.

```

> mest <- lm(m ~ n)
> summary(mest)

Call:
lm(formula = m ~ n)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.6361 -0.7719 -0.1457  0.8053  3.1356

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.13559    0.33154  -9.458 3.32e-13 ***
n             0.37620    0.01003  37.505 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.279 on 56 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9617,    Adjusted R-squared:  0.961
F-statistic: 1407 on 1 and 56 DF,  p-value: < 2.2e-16

> anova(mest)
Analysis of Variance Table

Response: m
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
n       1 2300.48  2300.48  1406.6 < 2.2e-16 ***
Residuals 56   91.58    1.64
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Tabla 2. Proyección anual de muertos por Covid-19. Opción 1

Fecha	Días (n)	Muertes acumuladas (M)	Muertes estimadas (M*)	Edad de los muertos	Años perdidos
13-Mar	0,00	0	-3,1356	-	-
14-Mar	1,00	0	-2,7594	-	-
15-Mar	2,00	0	-2,3832	-	-
16-Mar	3,00	0	-2,007	-	-
17-Mar	4,00	0	-1,6308	-	-
18-Mar	5,00	0	-1,2546	-	-
19-Mar	6,00	0	-0,8784	-	-
20-Mar	7,00	0	-0,5022	-	-
21-Mar	8,00	0	-0,126	-	-
22-Mar	9,00	0	0,2502	-	-
23-Mar	10,00	0	0,6264	-	-
24-Mar	11,00	0	1,0026	-	-
25-Mar	12,00	0	1,3788	-	-
26-Mar	13,00	0	1,755	-	-
27-Mar	14,00	0	2,1312	-	-
28-Mar	15,00	1	2,5074	71	14,46210861
29-Mar	16,00	1	2,8836	-	-
30-Mar	17,00	1	3,2598	-	-
31-Mar	18,00	1	3,636	-	-
1-Abr	19,00	2	4,0122	61	21,8739109
2-Abr	20,00	4	4,3884	65	18,77966309
3-Abr	21,00	4	4,7646	66	18,03087425
4-Abr	22,00	5	5,1408	53	28,46198273
5-Abr	23,00	6	5,517	84	6,869519234
6-Abr	24,00	6	5,8932	-	-
7-Abr	25,00	7	6,2694	84	6,869519234
8-Abr	26,00	7	6,6456	-	-
9-Abr	27,00	7	7,0218	-	-
10-Abr	28,00	7	7,398	-	-
11-Abr	29,00	7	7,7742	-	-
12-Abr	30,00	8	8,1504	69	15,85600948
13-Abr	31,00	8	8,5266	-	-
14-Abr	32,00	8	8,9028	-	-
15-Abr	33,00	9	9,279	76	11,21884441
16-Abr	34,00	9	9,6552	-	-
17-Abr	35,00	9	10,0314	-	-
18-Abr	36,00	9	10,4076	-	-
19-Abr	37,00	10	10,7838	64	19,53924942
20-Abr	38,00	10	11,16	-	-
21-Abr	39,00	12	11,5362	69	15,85600948
22-Abr	40,00	12	11,9124	83	7,349499702

23-Abr	41,00	12	12,2886	-	-
24-Abr	42,00	12	12,6648	-	-
25-Abr	43,00	14	13,041	75	11,83738899
26-Abr	44,00	15	13,4172	93	3,29858129
27-Abr	45,00	15	13,7934	93	3,29858129
28-Abr	46,00	15	14,1696	-	-
29-Abr	47,00	15	14,5458	-	-
30-Abr	48,00	17	14,922	93	3,29858129
1-May	49,00	17	15,2982	75	11,83738899
2-May	50,00	17	15,6744	-	-
3-May	51,00	17	16,0506	-	-
4-May	52,00	17	16,4268	-	-
5-May	53,00	17	16,803	-	-
6-May	54,00	17	17,1792	-	-
7-May	55,00	17	17,5554	-	-
8-May	56,00	18	17,9316	49	31,91643143
9-May	57,00	18	18,3078	-	-
10-May	58,00	-	18,684	-	-
11-May	59,00	-	19,0602	-	-
12-May	60,00	-	19,4364	-	-
13-May	61,00	-	19,8126	-	-
14-May	62,00	-	20,1888	-	-
15-May	63,00	-	20,565	-	-
16-May	64,00	-	20,9412	-	-
17-May	65,00	-	21,3174	-	-
18-May	66,00	-	21,6936	-	-
19-May	67,00	-	22,0698	-	-
20-May	68,00	-	22,446	-	-
21-May	69,00	-	22,8222	-	-
22-May	70,00	-	23,1984	-	-
23-May	71,00	-	23,5746	-	-
24-May	72,00	-	23,9508	-	-
25-May	73,00	-	24,327	-	-
26-May	74,00	-	24,7032	-	-
27-May	75,00	-	25,0794	-	-
28-May	76,00	-	25,4556	-	-
29-May	77,00	-	25,8318	-	-
30-May	78,00	-	26,208	-	-
31-May	79,00	-	26,5842	-	-
1-Jun	80,00	-	26,9604	-	-
2-Jun	81,00	-	27,3366	-	-
3-Jun	82,00	-	27,7128	-	-
4-Jun	83,00	-	28,089	-	-
5-Jun	84,00	-	28,4652	-	-
6-Jun	85,00	-	28,8414	-	-

7-Jun	86,00	-	29,2176	-	-
8-Jun	87,00	-	29,5938	-	-
9-Jun	88,00	-	29,97	-	-
10-Jun	89,00	-	30,3462	-	-
11-Jun	90,00	-	30,7224	-	-
12-Jun	91,00	-	31,0986	-	-
13-Jun	92,00	-	31,4748	-	-
14-Jun	93,00	-	31,851	-	-
15-Jun	94,00	-	32,2272	-	-
16-Jun	95,00	-	32,6034	-	-
17-Jun	96,00	-	32,9796	-	-
18-Jun	97,00	-	33,3558	-	-
19-Jun	98,00	-	33,732	-	-
20-Jun	99,00	-	34,1082	-	-
21-Jun	100,00	-	34,4844	-	-
22-Jun	101,00	-	34,8606	-	-
23-Jun	102,00	-	35,2368	-	-
24-Jun	103,00	-	35,613	-	-
25-Jun	104,00	-	35,9892	-	-
26-Jun	105,00	-	36,3654	-	-
27-Jun	106,00	-	36,7416	-	-
28-Jun	107,00	-	37,1178	-	-
29-Jun	108,00	-	37,494	-	-
30-Jun	109,00	-	37,8702	-	-
1-Jul	110,00	-	38,2464	-	-
2-Jul	111,00	-	38,6226	-	-
3-Jul	112,00	-	38,9988	-	-
4-Jul	113,00	-	39,375	-	-
5-Jul	114,00	-	39,7512	-	-
6-Jul	115,00	-	40,1274	-	-
7-Jul	116,00	-	40,5036	-	-
8-Jul	117,00	-	40,8798	-	-
9-Jul	118,00	-	41,256	-	-
10-Jul	119,00	-	41,6322	-	-
11-Jul	120,00	-	42,0084	-	-
12-Jul	121,00	-	42,3846	-	-
13-Jul	122,00	-	42,7608	-	-
14-Jul	123,00	-	43,137	-	-
15-Jul	124,00	-	43,5132	-	-
16-Jul	125,00	-	43,8894	-	-
17-Jul	126,00	-	44,2656	-	-
18-Jul	127,00	-	44,6418	-	-
19-Jul	128,00	-	45,018	-	-
20-Jul	129,00	-	45,3942	-	-
21-Jul	130,00	-	45,7704	-	-

<b>22-Jul</b>	131,00	-	46,1466	-	-
<b>23-Jul</b>	132,00	-	46,5228	-	-
<b>24-Jul</b>	133,00	-	46,899	-	-
<b>25-Jul</b>	134,00	-	47,2752	-	-
<b>26-Jul</b>	135,00	-	47,6514	-	-
<b>27-Jul</b>	136,00	-	48,0276	-	-
<b>28-Jul</b>	137,00	-	48,4038	-	-
<b>29-Jul</b>	138,00	-	48,78	-	-
<b>30-Jul</b>	139,00	-	49,1562	-	-
<b>31-Jul</b>	140,00	-	49,5324	-	-
<b>1-Ago</b>	141,00	-	49,9086	-	-
<b>2-Ago</b>	142,00	-	50,2848	-	-
<b>3-Ago</b>	143,00	-	50,661	-	-
<b>4-Ago</b>	144,00	-	51,0372	-	-
<b>5-Ago</b>	145,00	-	51,4134	-	-
<b>6-Ago</b>	146,00	-	51,7896	-	-
<b>7-Ago</b>	147,00	-	52,1658	-	-
<b>8-Ago</b>	148,00	-	52,542	-	-
<b>9-Ago</b>	149,00	-	52,9182	-	-
<b>10-Ago</b>	150,00	-	53,2944	-	-
<b>11-Ago</b>	151,00	-	53,6706	-	-
<b>12-Ago</b>	152,00	-	54,0468	-	-
<b>13-Ago</b>	153,00	-	54,423	-	-
<b>14-Ago</b>	154,00	-	54,7992	-	-
<b>15-Ago</b>	155,00	-	55,1754	-	-
<b>16-Ago</b>	156,00	-	55,5516	-	-
<b>17-Ago</b>	157,00	-	55,9278	-	-
<b>18-Ago</b>	158,00	-	56,304	-	-
<b>19-Ago</b>	159,00	-	56,6802	-	-
<b>20-Ago</b>	160,00	-	57,0564	-	-
<b>21-Ago</b>	161,00	-	57,4326	-	-
<b>22-Ago</b>	162,00	-	57,8088	-	-
<b>23-Ago</b>	163,00	-	58,185	-	-
<b>24-Ago</b>	164,00	-	58,5612	-	-
<b>25-Ago</b>	165,00	-	58,9374	-	-
<b>26-Ago</b>	166,00	-	59,3136	-	-
<b>27-Ago</b>	167,00	-	59,6898	-	-
<b>28-Ago</b>	168,00	-	60,066	-	-
<b>29-Ago</b>	169,00	-	60,4422	-	-
<b>30-Ago</b>	170,00	-	60,8184	-	-
<b>31-Ago</b>	171,00	-	61,1946	-	-
<b>1-set</b>	172,00	-	61,5708	-	-
<b>2-set</b>	173,00	-	61,947	-	-
<b>3-set</b>	174,00	-	62,3232	-	-
<b>4-set</b>	175,00	-	62,6994	-	-

5-set	176,00	-	63,0756	-	-
6-set	177,00	-	63,4518	-	-
7-set	178,00	-	63,828	-	-
8-set	179,00	-	64,2042	-	-
9-set	180,00	-	64,5804	-	-
10-set	181,00	-	64,9566	-	-
11-set	182,00	-	65,3328	-	-
12-set	183,00	-	65,709	-	-
13-set	184,00	-	66,0852	-	-
14-set	185,00	-	66,4614	-	-
15-set	186,00	-	66,8376	-	-
16-set	187,00	-	67,2138	-	-
17-set	188,00	-	67,59	-	-
18-set	189,00	-	67,9662	-	-
19-set	190,00	-	68,3424	-	-
20-set	191,00	-	68,7186	-	-
21-set	192,00	-	69,0948	-	-
22-set	193,00	-	69,471	-	-
23-set	194,00	-	69,8472	-	-
24-set	195,00	-	70,2234	-	-
25-set	196,00	-	70,5996	-	-
26-set	197,00	-	70,9758	-	-
27-set	198,00	-	71,352	-	-
28-set	199,00	-	71,7282	-	-
29-set	200,00	-	72,1044	-	-
30-set	201,00	-	72,4806	-	-
1-Oct	202,00	-	72,8568	-	-
2-Oct	203,00	-	73,233	-	-
3-Oct	204,00	-	73,6092	-	-
4-Oct	205,00	-	73,9854	-	-
5-Oct	206,00	-	74,3616	-	-
6-Oct	207,00	-	74,7378	-	-
7-Oct	208,00	-	75,114	-	-
8-Oct	209,00	-	75,4902	-	-
9-Oct	210,00	-	75,8664	-	-
10-Oct	211,00	-	76,2426	-	-
11-Oct	212,00	-	76,6188	-	-
12-Oct	213,00	-	76,995	-	-
13-Oct	214,00	-	77,3712	-	-
14-Oct	215,00	-	77,7474	-	-
15-Oct	216,00	-	78,1236	-	-
16-Oct	217,00	-	78,4998	-	-
17-Oct	218,00	-	78,876	-	-
18-Oct	219,00	-	79,2522	-	-
19-Oct	220,00	-	79,6284	-	-

<b>20-Oct</b>	221,00	-	80,0046	-	-
<b>21-Oct</b>	222,00	-	80,3808	-	-
<b>22-Oct</b>	223,00	-	80,757	-	-
<b>23-Oct</b>	224,00	-	81,1332	-	-
<b>24-Oct</b>	225,00	-	81,5094	-	-
<b>25-Oct</b>	226,00	-	81,8856	-	-
<b>26-Oct</b>	227,00	-	82,2618	-	-
<b>27-Oct</b>	228,00	-	82,638	-	-
<b>28-Oct</b>	229,00	-	83,0142	-	-
<b>29-Oct</b>	230,00	-	83,3904	-	-
<b>30-Oct</b>	231,00	-	83,7666	-	-
<b>31-Oct</b>	232,00	-	84,1428	-	-
<b>1-Nov</b>	233,00	-	84,519	-	-
<b>2-Nov</b>	234,00	-	84,8952	-	-
<b>3-Nov</b>	235,00	-	85,2714	-	-
<b>4-Nov</b>	236,00	-	85,6476	-	-
<b>5-Nov</b>	237,00	-	86,0238	-	-
<b>6-Nov</b>	238,00	-	86,4	-	-
<b>7-Nov</b>	239,00	-	86,7762	-	-
<b>8-Nov</b>	240,00	-	87,1524	-	-
<b>9-Nov</b>	241,00	-	87,5286	-	-
<b>10-Nov</b>	242,00	-	87,9048	-	-
<b>11-Nov</b>	243,00	-	88,281	-	-
<b>12-Nov</b>	244,00	-	88,6572	-	-
<b>13-Nov</b>	245,00	-	89,0334	-	-
<b>14-Nov</b>	246,00	-	89,4096	-	-
<b>15-Nov</b>	247,00	-	89,7858	-	-
<b>16-Nov</b>	248,00	-	90,162	-	-
<b>17-Nov</b>	249,00	-	90,5382	-	-
<b>18-Nov</b>	250,00	-	90,9144	-	-
<b>19-Nov</b>	251,00	-	91,2906	-	-
<b>20-Nov</b>	252,00	-	91,6668	-	-
<b>21-Nov</b>	253,00	-	92,043	-	-
<b>22-Nov</b>	254,00	-	92,4192	-	-
<b>23-Nov</b>	255,00	-	92,7954	-	-
<b>24-Nov</b>	256,00	-	93,1716	-	-
<b>25-Nov</b>	257,00	-	93,5478	-	-
<b>26-Nov</b>	258,00	-	93,924	-	-
<b>27-Nov</b>	259,00	-	94,3002	-	-
<b>28-Nov</b>	260,00	-	94,6764	-	-
<b>29-Nov</b>	261,00	-	95,0526	-	-
<b>30-Nov</b>	262,00	-	95,4288	-	-
<b>1-Dic</b>	263,00	-	95,805	-	-
<b>2-Dic</b>	264,00	-	96,1812	-	-
<b>3-Dic</b>	265,00	-	96,5574	-	-

4-Dic	266,00	-	96,9336	-	-
5-Dic	267,00	-	97,3098	-	-
6-Dic	268,00	-	97,686	-	-
7-Dic	269,00	-	98,0622	-	-
8-Dic	270,00	-	98,4384	-	-
9-Dic	271,00	-	98,8146	-	-
10-Dic	272,00	-	99,1908	-	-
11-Dic	273,00	-	99,567	-	-
12-Dic	274,00	-	99,9432	-	-
13-Dic	275,00	-	100,3194	-	-
14-Dic	276,00	-	100,6956	-	-
15-Dic	277,00	-	101,0718	-	-
16-Dic	278,00	-	101,448	-	-
17-Dic	279,00	-	101,8242	-	-
18-Dic	280,00	-	102,2004	-	-
19-Dic	281,00	-	102,5766	-	-
20-Dic	282,00	-	102,9528	-	-
21-Dic	283,00	-	103,329	-	-
22-Dic	284,00	-	103,7052	-	-
23-Dic	285,00	-	104,0814	-	-
24-Dic	286,00	-	104,4576	-	-
25-Dic	287,00	-	104,8338	-	-
26-Dic	288,00	-	105,21	-	-
27-Dic	289,00	-	105,5862	-	-
28-Dic	290,00	-	105,9624	-	-
29-Dic	291,00	-	106,3386	-	-
30-Dic	292,00	-	106,7148	-	-
31-Dic	293,00	-	107,091	-	-
1-Ene	294,00	-	107,4672	-	-
2-Ene	295,00	-	107,8434	-	-
3-Ene	296,00	-	108,2196	-	-
4-Ene	297,00	-	108,5958	-	-
5-Ene	298,00	-	108,972	-	-
6-Ene	299,00	-	109,3482	-	-
7-Ene	300,00	-	109,7244	-	-
8-Ene	301,00	-	110,1006	-	-
9-Ene	302,00	-	110,4768	-	-
10-Ene	303,00	-	110,853	-	-
11-Ene	304,00	-	111,2292	-	-
12-Ene	305,00	-	111,6054	-	-
13-Ene	306,00	-	111,9816	-	-
14-Ene	307,00	-	112,3578	-	-
15-Ene	308,00	-	112,734	-	-
16-Ene	309,00	-	113,1102	-	-
17-Ene	310,00	-	113,4864	-	-

18-Ene	311,00	-	113,8626	-	-
19-Ene	312,00	-	114,2388	-	-
20-Ene	313,00	-	114,615	-	-
21-Ene	314,00	-	114,9912	-	-
22-Ene	315,00	-	115,3674	-	-
23-Ene	316,00	-	115,7436	-	-
24-Ene	317,00	-	116,1198	-	-
25-Ene	318,00	-	116,496	-	-
26-Ene	319,00	-	116,8722	-	-
27-Ene	320,00	-	117,2484	-	-
28-Ene	321,00	-	117,6246	-	-
29-Ene	322,00	-	118,0008	-	-
30-Ene	323,00	-	118,377	-	-
31-Ene	324,00	-	118,7532	-	-
1-Feb	325,00	-	119,1294	-	-
2-Feb	326,00	-	119,5056	-	-
3-Feb	327,00	-	119,8818	-	-
4-Feb	328,00	-	120,258	-	-
5-Feb	329,00	-	120,6342	-	-
6-Feb	330,00	-	121,0104	-	-
7-Feb	331,00	-	121,3866	-	-
8-Feb	332,00	-	121,7628	-	-
9-Feb	333,00	-	122,139	-	-
10-Feb	334,00	-	122,5152	-	-
11-Feb	335,00	-	122,8914	-	-
12-Feb	336,00	-	123,2676	-	-
13-Feb	337,00	-	123,6438	-	-
14-Feb	338,00	-	124,02	-	-
15-Feb	339,00	-	124,3962	-	-
16-Feb	340,00	-	124,7724	-	-
17-Feb	341,00	-	125,1486	-	-
18-Feb	342,00	-	125,5248	-	-
19-Feb	343,00	-	125,901	-	-
20-Feb	344,00	-	126,2772	-	-
21-Feb	345,00	-	126,6534	-	-
22-Feb	346,00	-	127,0296	-	-
23-Feb	347,00	-	127,4058	-	-
24-Feb	348,00	-	127,782	-	-
25-Feb	349,00	-	128,1582	-	-
26-Feb	350,00	-	128,5344	-	-
27-Feb	351,00	-	128,9106	-	-
28-Feb	352,00	-	129,2868	-	-
1-Mar	353,00	-	129,663	-	-
2-Mar	354,00	-	130,0392	-	-
3-Mar	355,00	-	130,4154	-	-

4-Mar	356,00	-	130,7916	-	-
5-Mar	357,00	-	131,1678	-	-
6-Mar	358,00	-	131,544	-	-
7-Mar	359,00	-	131,9202	-	-
8-Mar	360,00	-	132,2964	-	-
9-Mar	361,00	-	132,6726	-	-
10-Mar	362,00	-	133,0488	-	-
11-Mar	363,00	-	133,425	-	-
12-Mar	364,00	-	133,8012	-	-
13-Mar	365,00	-	134,1774	-	-

Gráfico 2. Modelo SEIR estimado para la Opción 2.

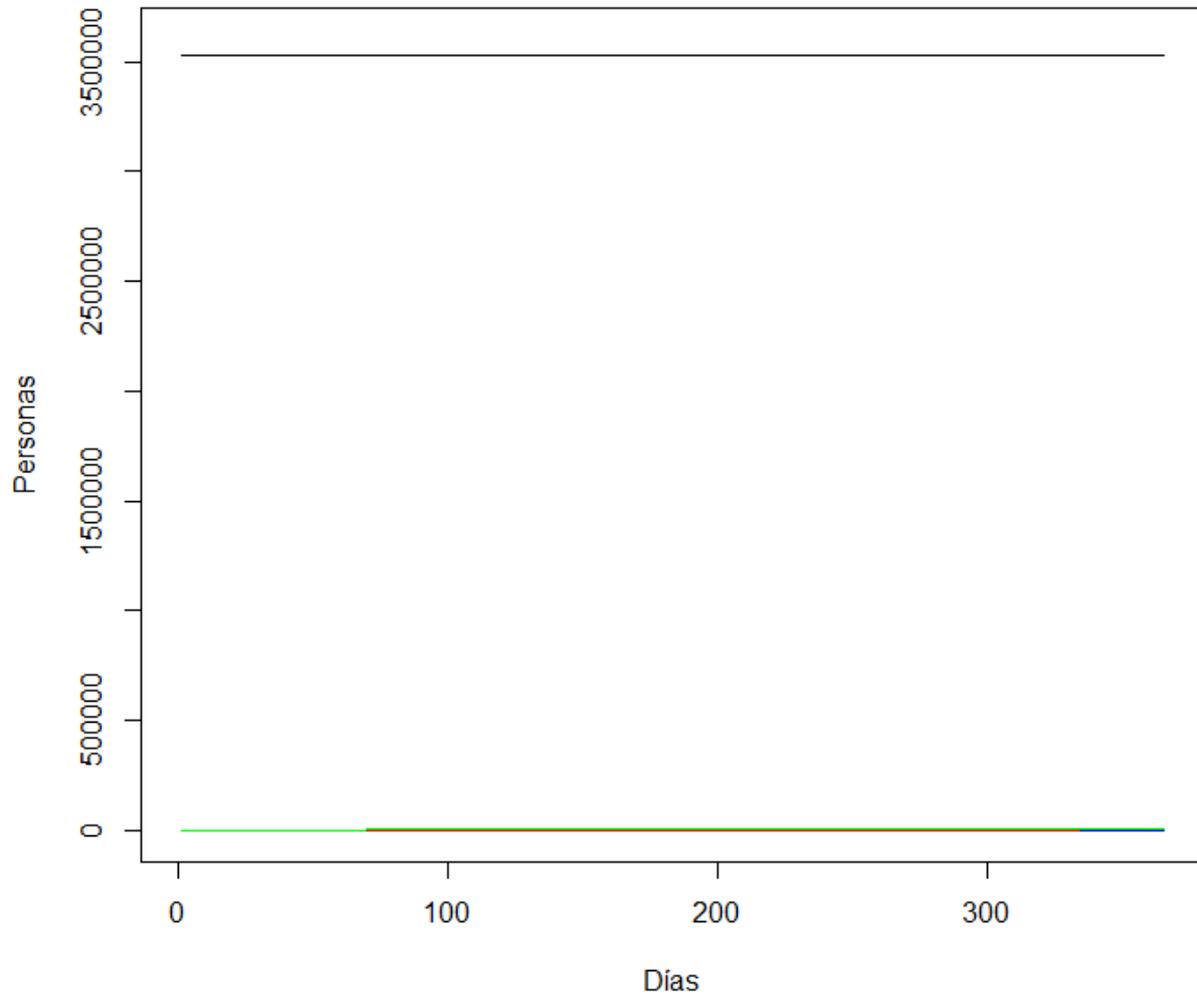


Gráfico 2 Ampliado. Modelo SEIR estimado para la Opción 2.

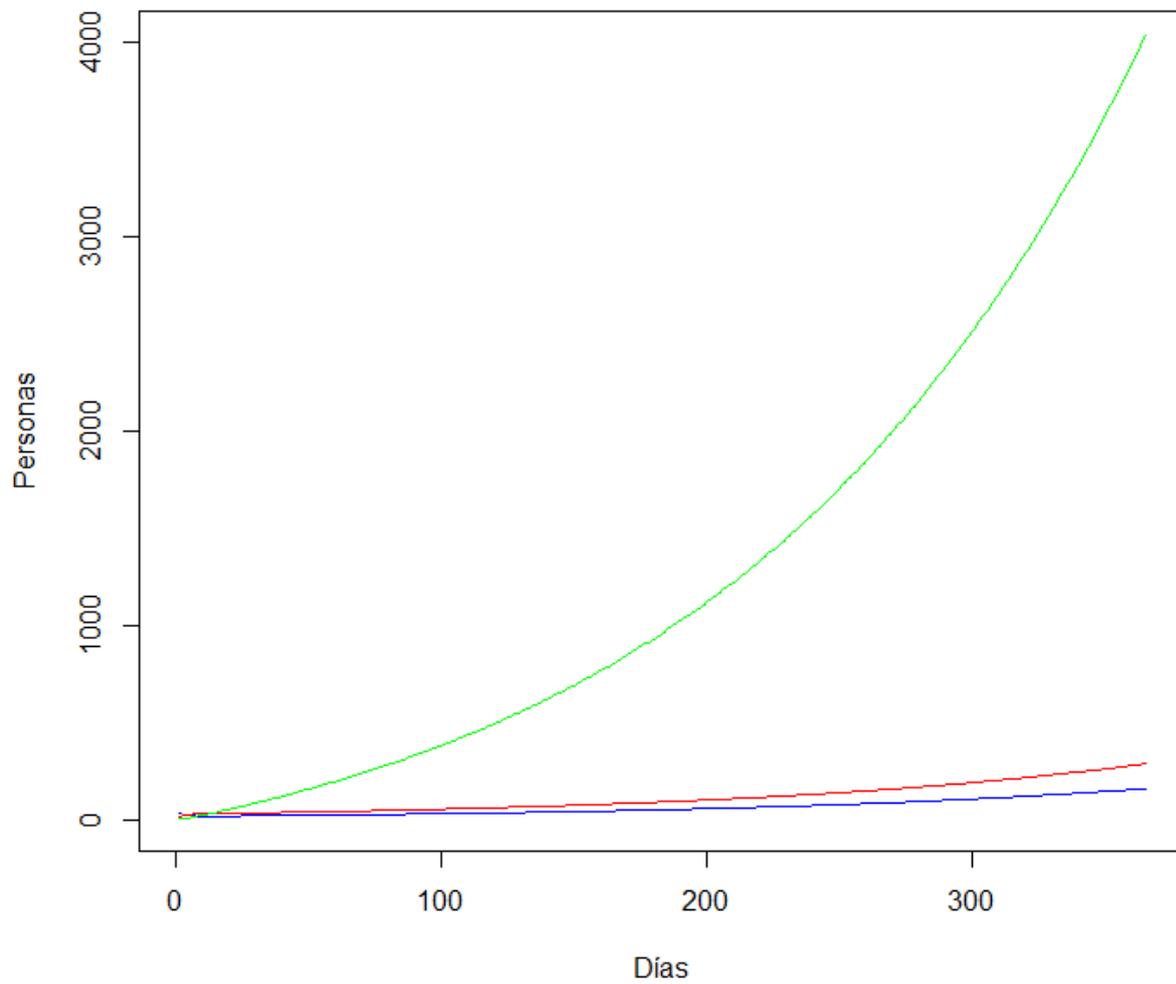


Gráfico 3. Esperanza de vida al nacer, datos del Banco Mundial.

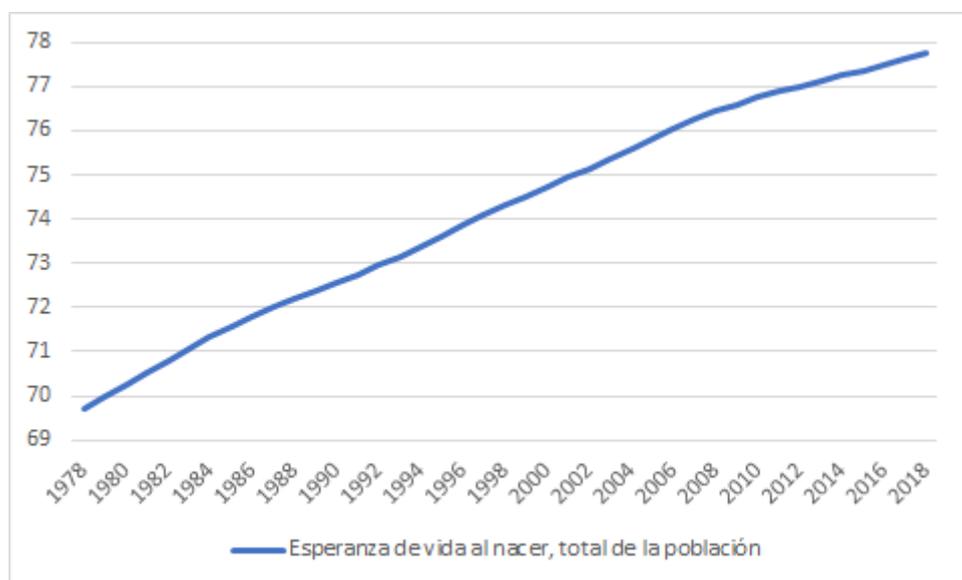


Gráfico 4. Esperanza de vida al nacer, datos del INE.

