

Resumen de modelo COVID19 para región Metropolitana y situación de cuarentena

Derek Corcoran, Giorgia Graells, Simón Castillo, Horacio Samaniego, Pablo Marquet

3/29/2020

Presentamos la utilización de un modelo epidemiológico SEAIHRF: susceptibles (S), expuestos (E), asintomáticos (A), infectados (I), hospitalizados graves (H), recuperados (R) y fallecidos (F), basado en el artículo publicado por Arenas et al. 2020 [1]. Bajo esta aproximación se modela la dinámica poblacional de cada categoría como una cadena de Markov; implicando que la dinámica poblacional de las categorías epidemiológicas en un tiempo determinado depende del estado de la población en el tiempo anterior. Este modelo en particular, además de considerar una estructura epidemiológica y etárea con distintos grados de susceptibilidad, considera la estructura espacial; es decir, la división político-administrativa (regiones y comunas) en el caso del territorio chileno. Esto implica la posibilidad de movimiento de individuos entre sitios donde la infección efectivamente ocurre y por lo tanto es una consideración análoga a un sistema poblacional de poblaciones (i.e. metapoblación) con una distribución discreta en el espacio. Esto otorga diversas propiedades para evaluar distintas medidas de mitigación en el manejo espacial de la epidemia, abriendo la posibilidad de evaluar la progresión de nuevos focos de infección entre las unidades territoriales de interés.

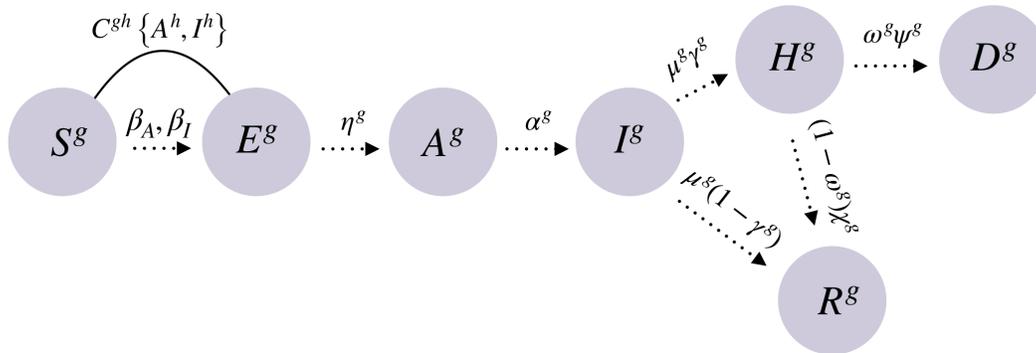


Figura 1: Modelo compartimental propuesto por Arenas et al. 2020 [1]

Para explorar distintas estrategias en la toma de decisiones con respecto a los períodos de cuarentena decretados en la región Metropolitana, se realizaron simulaciones del modelo presentado considerando los parámetros definidos en la tabla 1 y la información sobre casos confirmados en Chile publicados por el Ministerio de Salud [2]. Para las simulaciones se

Cuadro 1: Lista de parámetros

Símbolo	Descripción	Estimación	Fuente
β_A	Infectividad de asintomáticos	0.06	[1]
k^g	numero de contactos promedio	(11.8,13.3,6.6)	[1]
η^g	Tasa latente	1/2,34	[1]
α^g	Tasa de infeccion asintomática	$(\frac{1}{5,06}, \frac{1}{2,86}, \frac{1}{2,86})$	[1]
μ^g	Tasa de escape	$(1, \frac{1}{3,2}, \frac{1}{3,2})$	[1]
γ^g	Fracción de casos que requieren UCI	(0,002, 0,05, 0,36)	[1]
ω^g	Fatalidad en la UCI	0,42	[1]
ψ^g	Tasa de mortalidad	1/7	[1]
χ^g	Tasa de salida de la UCI	1/10	[1]
ξ	Factor de densidad	0,01	[1]
p^g	Factor de movilidad	(0,1, 1, 0,1)	[1]
σ	Tamaño promedio de hogar	3,1	[3]
κ_0	Factor de confinamiento	0,35	[1]
C^{gh}	Matriz de contactos entre generaciones	$\begin{pmatrix} 0,5980 & 0,3849 & 0,0171 \\ 0,2440 & 0,7210 & 0,0350 \\ 0,1919 & 0,5705 & 0,2376 \end{pmatrix}$	[1]

establecieron condiciones iniciales para las comunas de la región Metropolitana que consideran la población demográfica [3] contemplando las proporciones reales de los distintos grupos epidemiológicos a partir de datos de casos confirmados en el país (número de infectados), las proporciones por comunas y las proporciones por grupos de edad (tres grupos: menor de 25, entre 25 y 60, y por último mayor a 60 años).

Se realizaron tres simulaciones considerando como día 1 el primer día de la cuarentena (23 marzo) establecida en las comunas de Independencia, Santiago, Providencia, Ñuñoa, Vitacura, las Condes y Lo Barnechea. La primera simulación se realizó no renovando la cuarentena en estas comunas después de los primeros siete días hasta un total de 100 días. La segunda simulación se realizó estableciendo cuarentena para toda la región durante un período total de 100 días. la tercera simulación corresponden a un manejo adaptativo para toda la región, donde se analiza la prevalencia del virus en la población. Para esto, cada día se contabiliza el número de casos confirmados activos por COVID-19 en cada comuna. Cuando se supera el umbral de 40 casos confirmados activos por cada 100.000 habitantes se gatilla la medida de confinamiento (cuarentena). Todas las simulaciones las medidas de contención se encuentran definidas en el modelo por medio del parámetro κ_0 . De esta forma, para el estado de cuarentena el valor κ_0 igual 0.5, sin cuarentena, es cero.

Resultados

La región Metropolitana muestra diferencias de tendencias entre los tres escenarios de simulación para el número de hospitalizados graves UCI. De forma general, la cuarentena extendida retrasa la fecha en que se presenta el número máximo de personas en UCI, pero

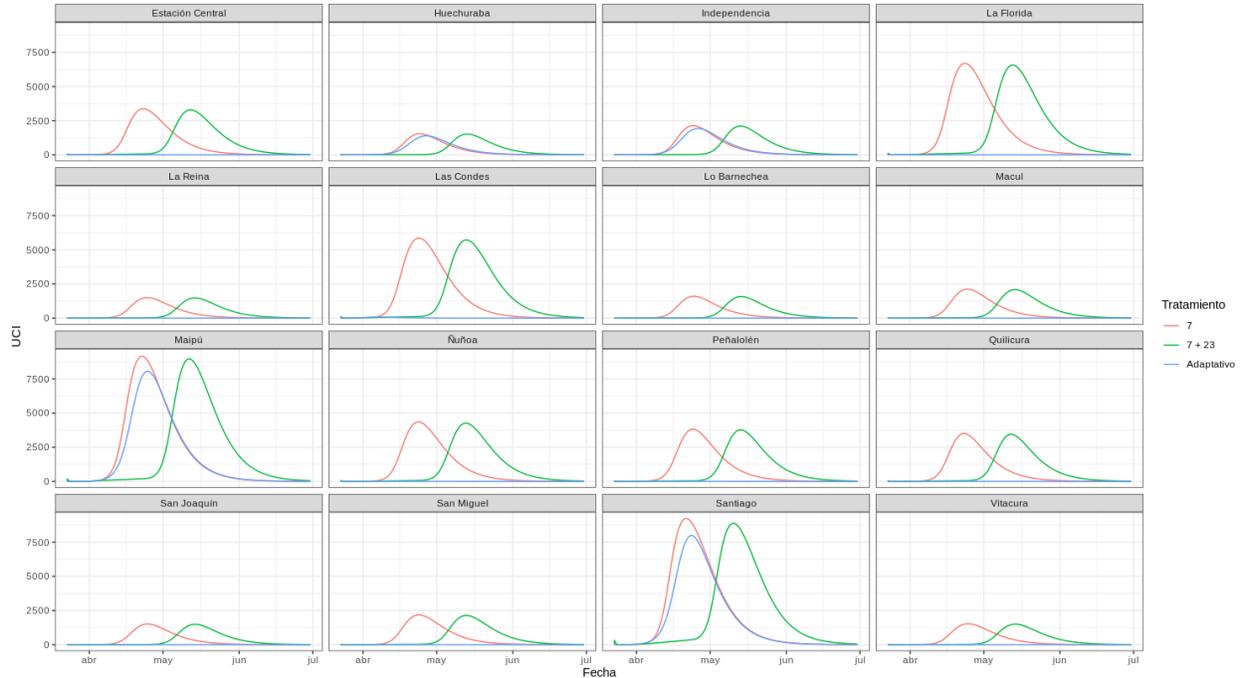


Figura 2: Número de personas hospitalizadas en UCI para las tres simulaciones en la región Metropolitana. Se muestran 16 comunas donde se encuentran las siete donde se implementó por primera vez cuarentena: Providencia, Ñuñoa, Independencia, Santiago, Las Condes, Vitacura y Lo Barnechea (siete días desde el 23 de marzo).

mantiene la cantidad presentada por comuna. El manejo adaptativo es la única estrategia que disminuye el número de pacientes graves. Esto se presenta de forma leve en algunos casos como Maipú y Santiago (donde los peaks alcanzan las 7,500 personas) o como Huechuraba e Independencia (con peaks de menos de 2,500 personas), o donde los peaks disminuyen de forma considerable como se presenta en el resto de las comunas de la figura 2)

El número de fallecidos por comuna se presenta de forma similar que los hospitalizados graves UCI 3. La estrategia de cuarentena extendida solo retrasa el número máximo de fallecidos por comuna para la región Metropolitana, sin modificar el número alcanzado durante la pandemia. El manejo adaptativo logra disminuir el número máximo de fallecidos en la mayor parte de las comunas de la región. En las comunas donde se presenta una disminución considerable, el número de fallecidos puede presentar un decaimiento de 7,500 a (La Florida). Casos extremos de comunas como Santiago y Maipú mantienen un alto número de fallecidos, sin embargo se presenta un decaimiento de 12,500 a 10,000.

Referencias

- [1] Alex Arenas, Wesley Cota, Jesus Gómez-Gardeñes, Sergio Gómez, Clara Granell, Joan T Matamalas, David Soriano-Panos, and Benjamin Steinegger. A mathematical model for

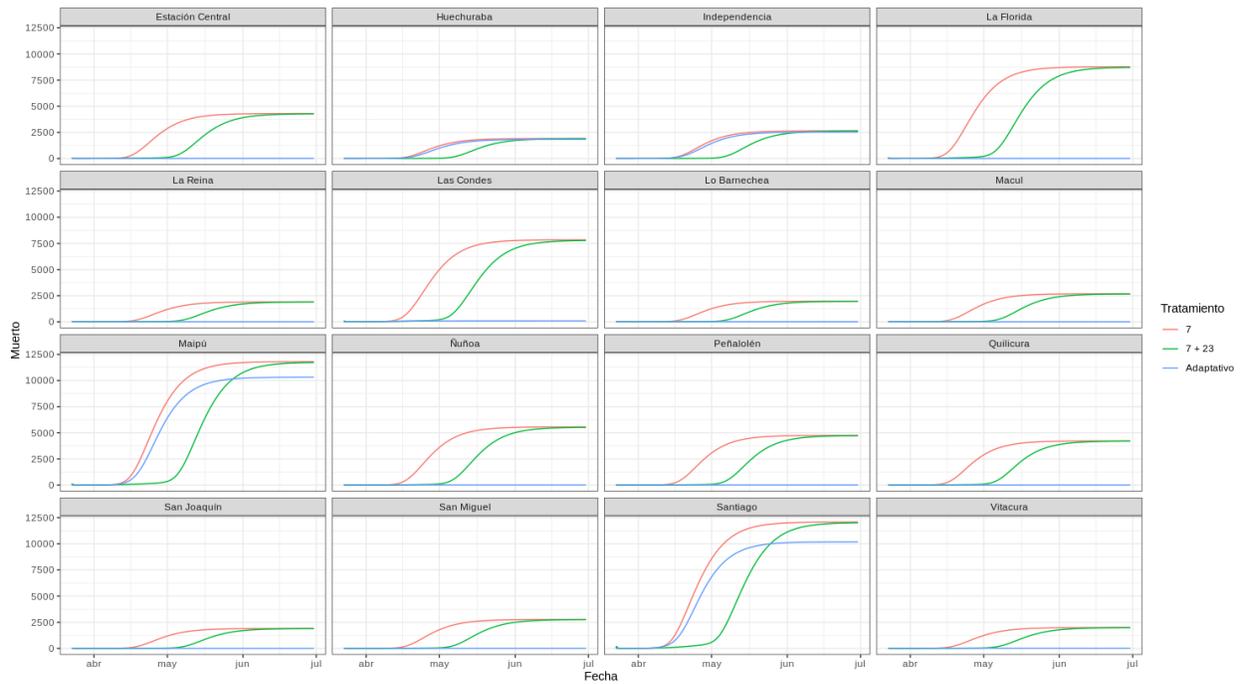


Figura 3: Número de personas fallecidas para las tres simulaciones en la región Metropolitana. Se muestran 16 comunas donde se encuentran las siete donde se implementó por primera vez cuarentena: Providencia, Ñuñoa, Independencia, Santiago, Las Condes, Vitacura y Lo Barnechea (siete días desde el 23 de marzo).

the spatiotemporal epidemic spreading of covid19. *medRxiv*, 2020.

[2] MINSAL Ministerio de Salud de Chile. Casos confirmados en chile covid-19. 2020.

[3] INE Instituto Nacional de Estadística de Chile. Segunda entrega de resultados definitivos del censo 2017. 2017.