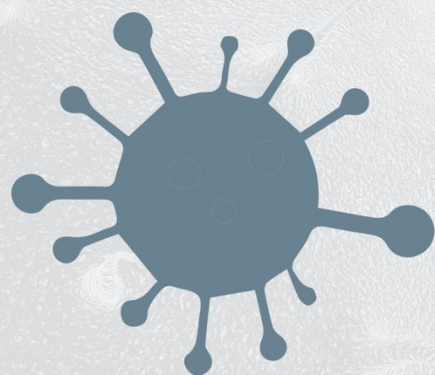




INFORME COVID-19

Chile al 21.06.2020

Mauricio Canals L. (Escuela de Salud Pública Universidad de Chile)

Andrea Canals C. (Escuela de Salud Pública Universidad de Chile, Dirección Académica Clínica Santa María)

Cristóbal Cuadrado (Escuela de Salud Pública Universidad de Chile)

Escuela
de Salud
Pública

DR. SALVADOR ALLENDE
UNIVERSIDAD DE CHILE

1. Evolución COVID-19 en el mundo

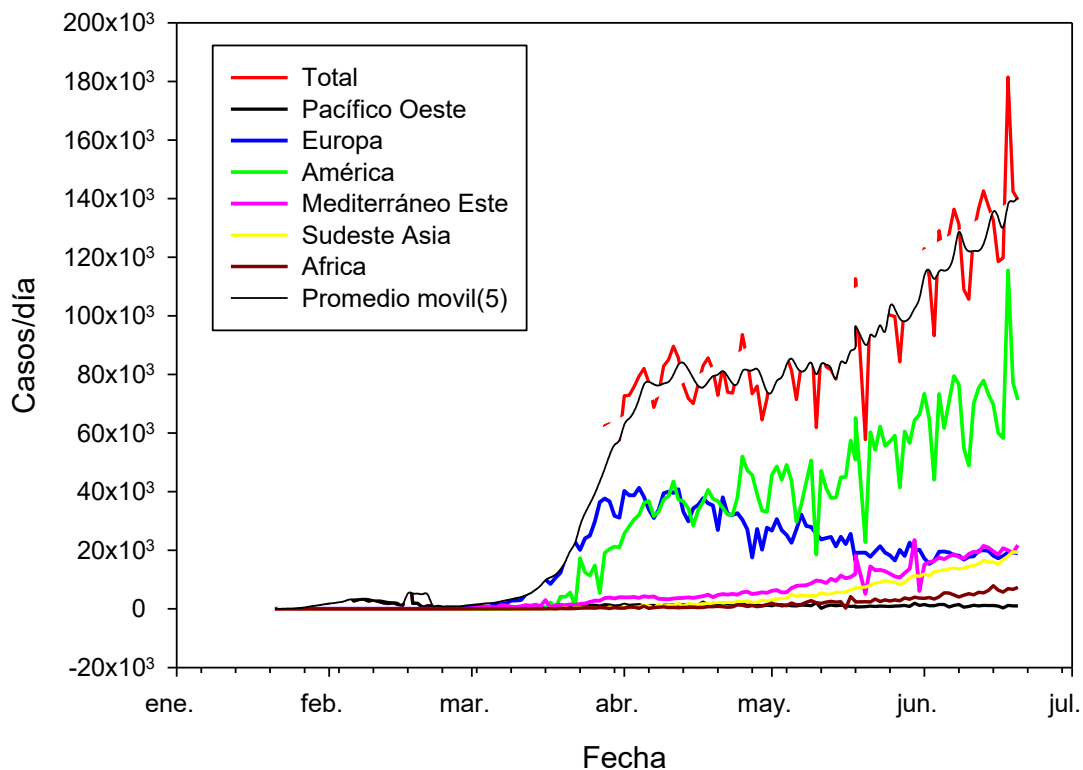


Figura 1. Evolución de casos diarios en el mundo.

Sigue preocupando:

- 1) Aun se aprecia un aumento en el número de casos/día en el mundo.
- 2) La cantidad de casos en América sigue siendo muy alta, siendo dominante en todo el proceso
- 3) El descenso de Europa es muy lento, casi parece haberse estabilizado en una endemia alta (¿relajación de las intervenciones?).
- 4) El sudeste de Asia y el Mediterráneo Oriental siguen con una curva ascendente que podría desencadenar una nueva “ola”, aunque hay un pequeño quiebre en la curva que se debe seguir observando.
- 5) Los bajos porcentajes de seroprevalencia implican que hay gran cantidad de susceptibles aún, por lo que es probable la existencia de nuevos brotes.
- 6) La forma e importante irregularidad de las curvas disminuyen la predictibilidad y modelación de la evolución de la pandemia.

Evolución de la letalidad en el mundo

La letalidad cruda (sin corregir por retraso) es 5,4% sobre casos reportados.

2. Evolución COVID-19 en Chile al 21 de junio de 2020

Hoy se informan un total de **242.355 infectados**, con **5.607 casos nuevos**. El **total de fallecidos: 4.479 oficiales confirmados**. Esto eleva las tasas de “incidencia acumulada” de casos y muertes reportadas hoy: Chile 1.269,0 casos/cien mil y 123,5 muertes/cien mil (usando Población de Chile = 19.098.423 personas).

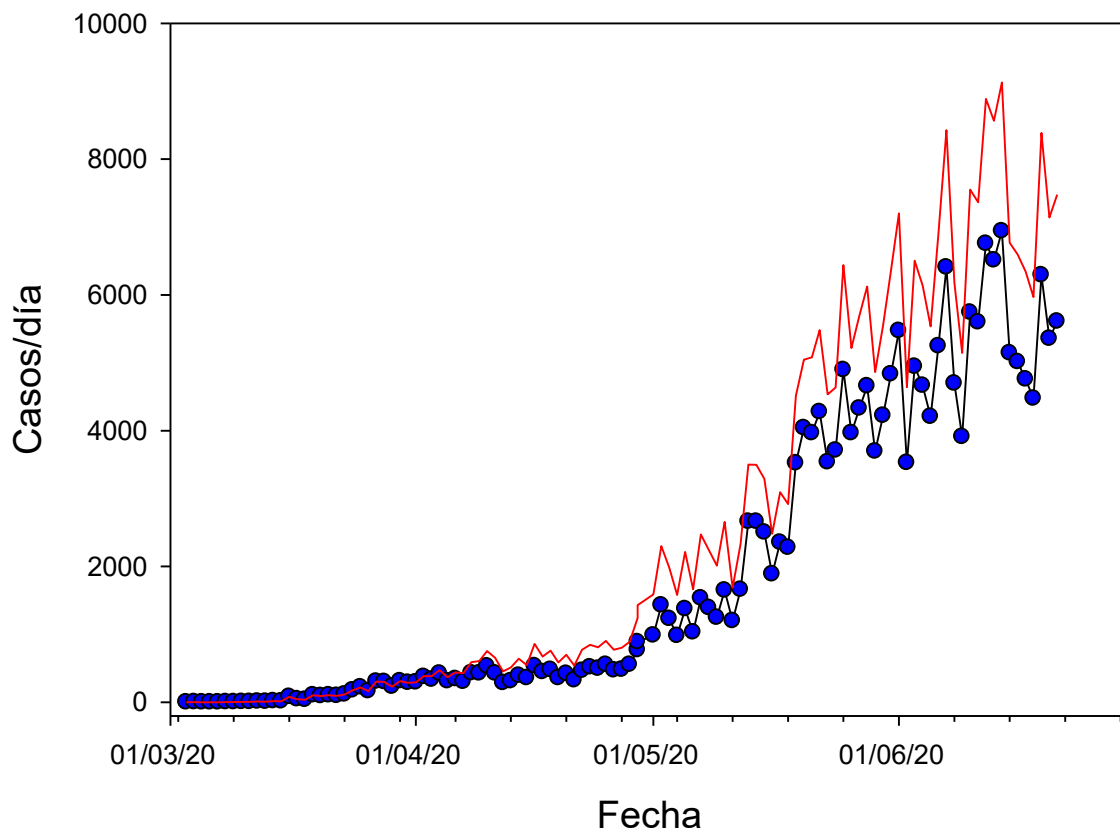


Figura 2. Casos nuevos reportados diarios (MINSAL)

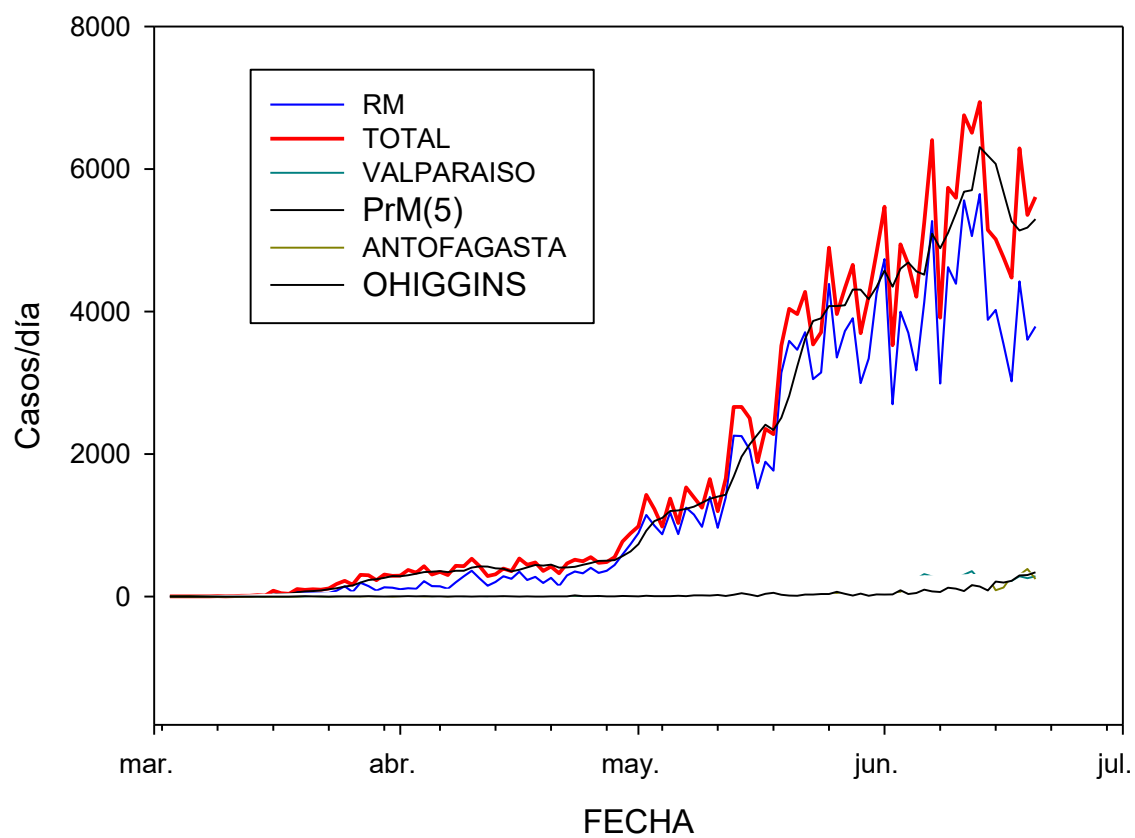


Figura 3. Contribución de los casos de la RM al total

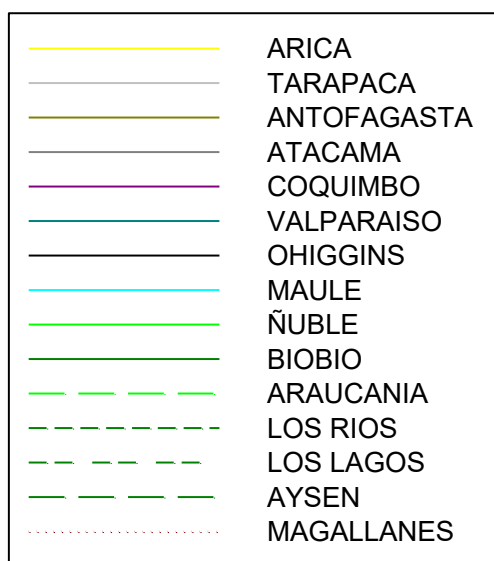
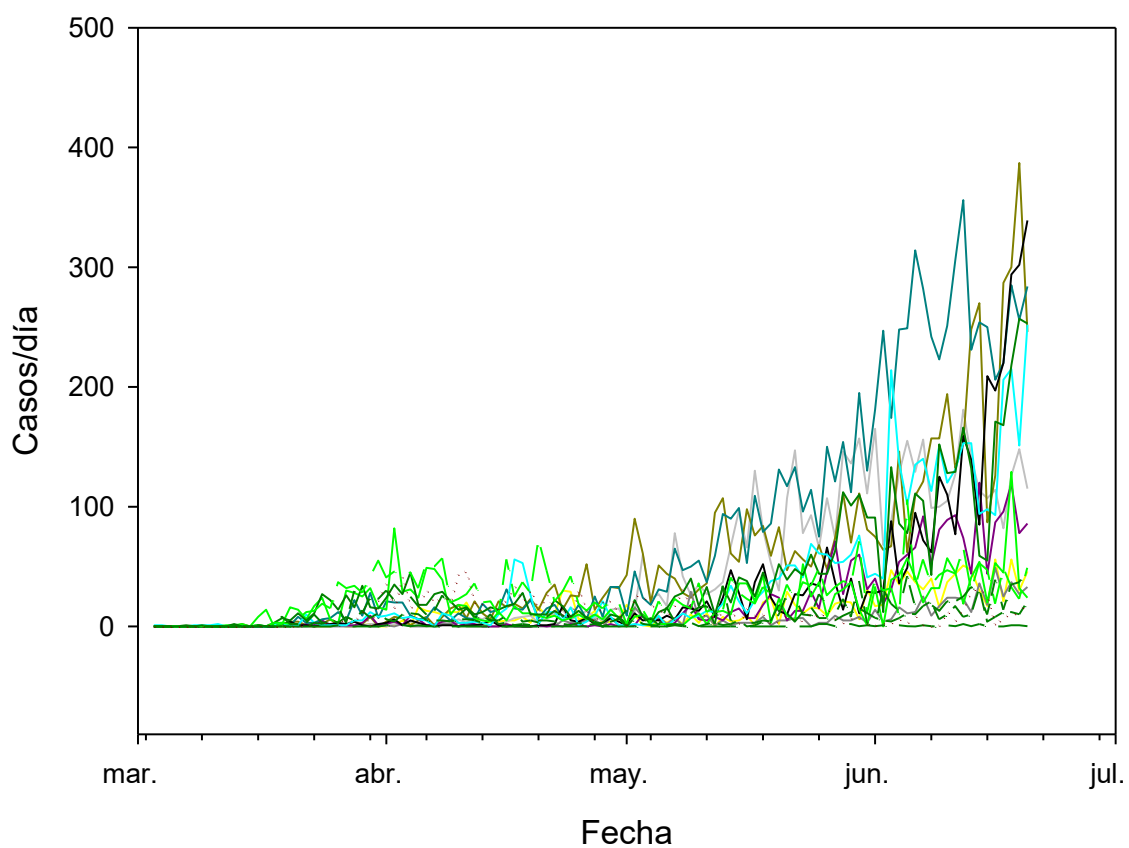


Figura 4. Evolución de los casos en Regiones

Se puede observar que la epidemia **sigue centrada en la RM**, representando el **80,6% de los casos totales y el 67,6% de los casos nuevos** hoy. Esto es interesante porque implica una tendencia al descenso de la participación de la RM en el proceso. Sigue la **tendencia exponencial de los casos en Valparaíso** e **importante número de casos en Tarapacá, Antofagasta, O'Higgins, Maule y Biobío**. Notamos que estas regiones tienen ciudades de alta densidad poblacional. Se ha instaurado cuarentena en gran parte de Valparaíso. Hay un leve descenso en esta región. Hay que seguir la evolución para ver si el efecto es sostenido en el tiempo.

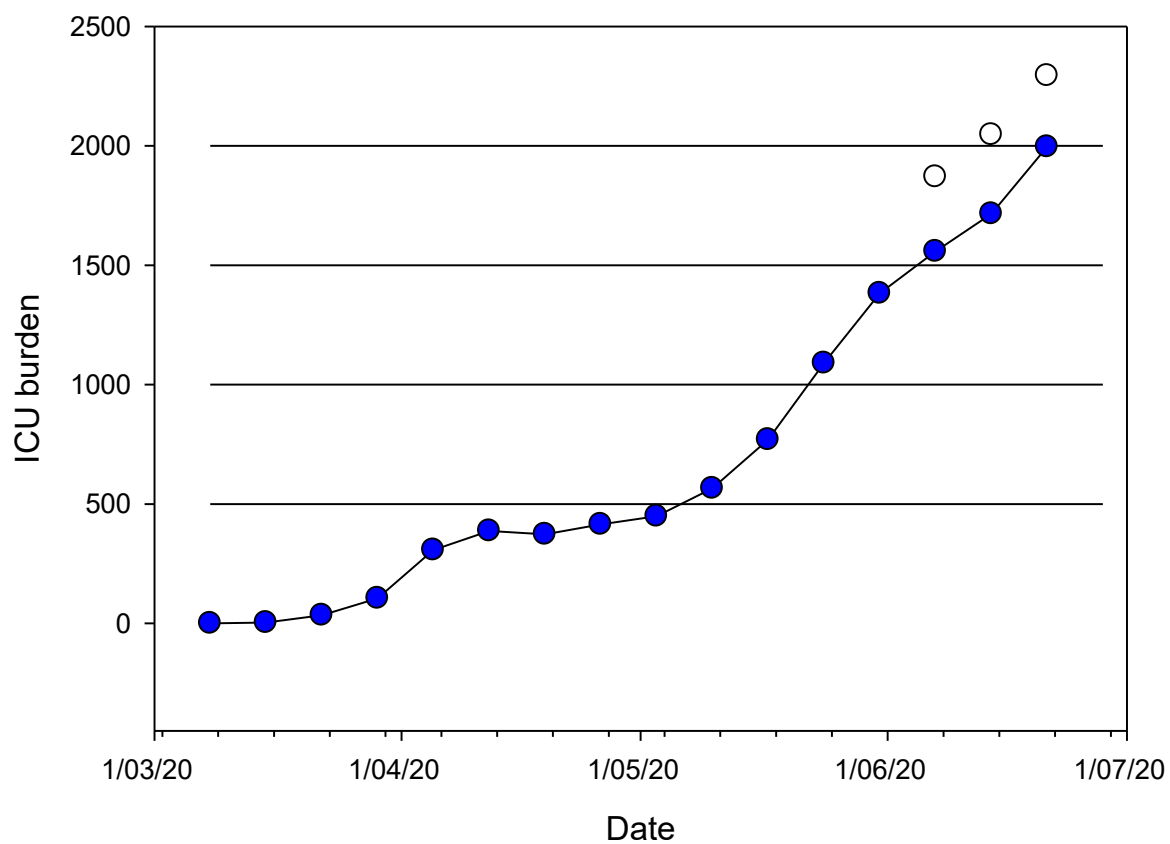


Figura 5. Evolución de la ocupación UCI. Círculo blanco indica UCI + pacientes ventilados fuera de UCI (298 casos, SOCHIMI 20 de junio)

Predicciones a corto plazo sobre casos reportados MINSAL.

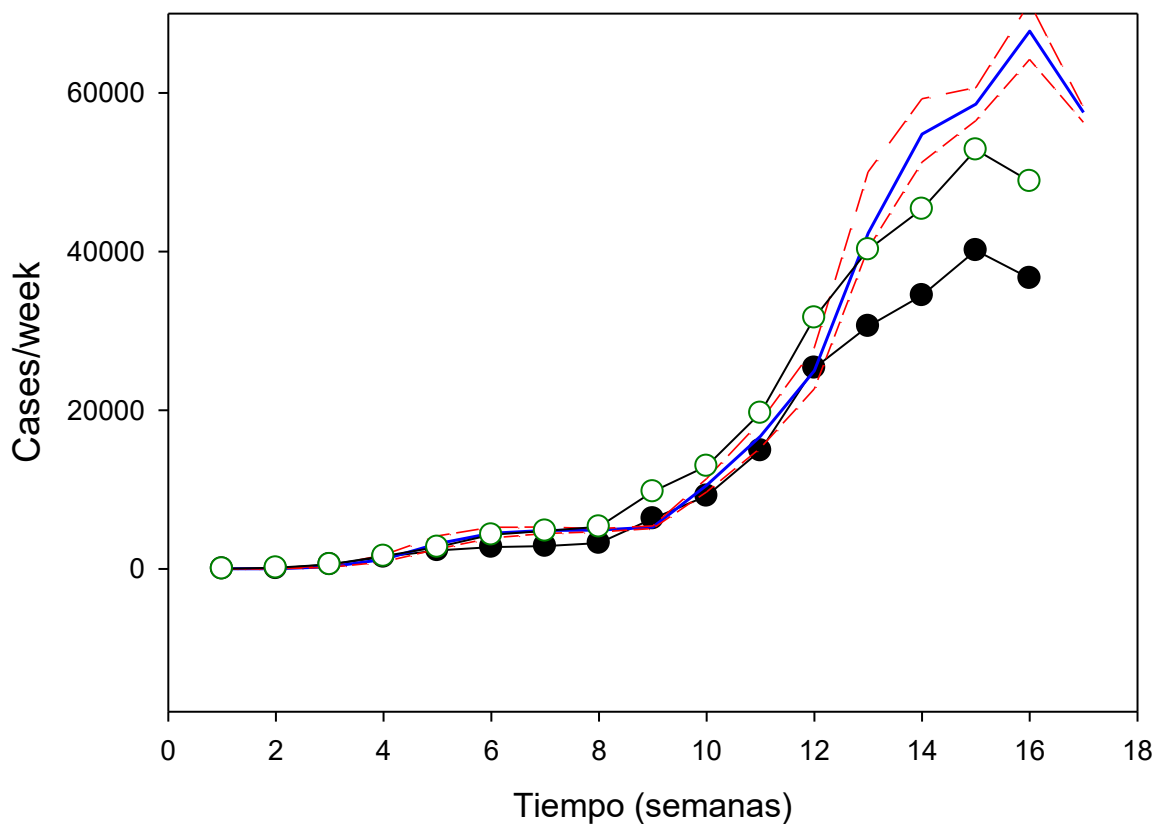


Figura 6. Evolución de los casos/semana reportados por MINSAL y predicción exponencial a corto plazo (1 semana). Círculos negros: casos reportados; círculos blancos: corregidos por sub-reporte. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza

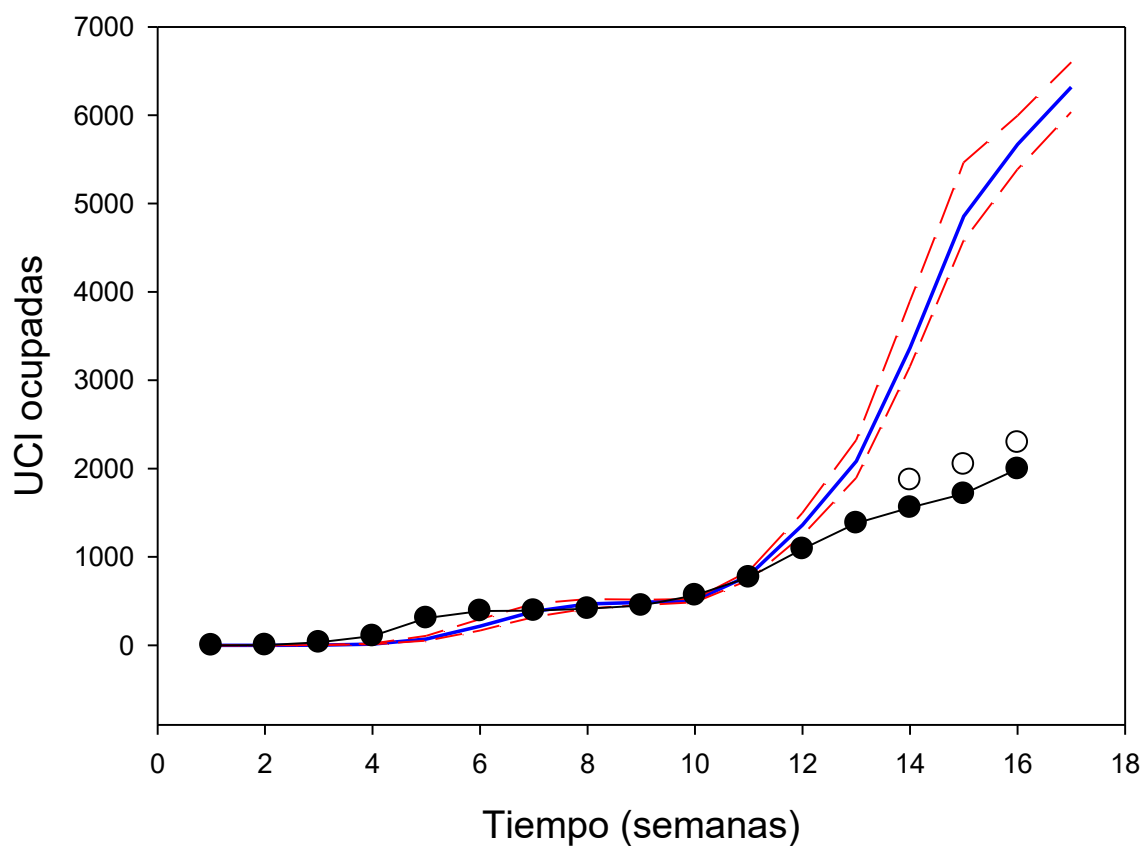


Figura 7. Evolución de la ocupación UCI reportada por MINSAL y predicción exponencial a corto plazo (1 semana). Círculos negros: ocupación reportada. Círculo blanco: UCI + pacientes ventilados fuera de UCI. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza

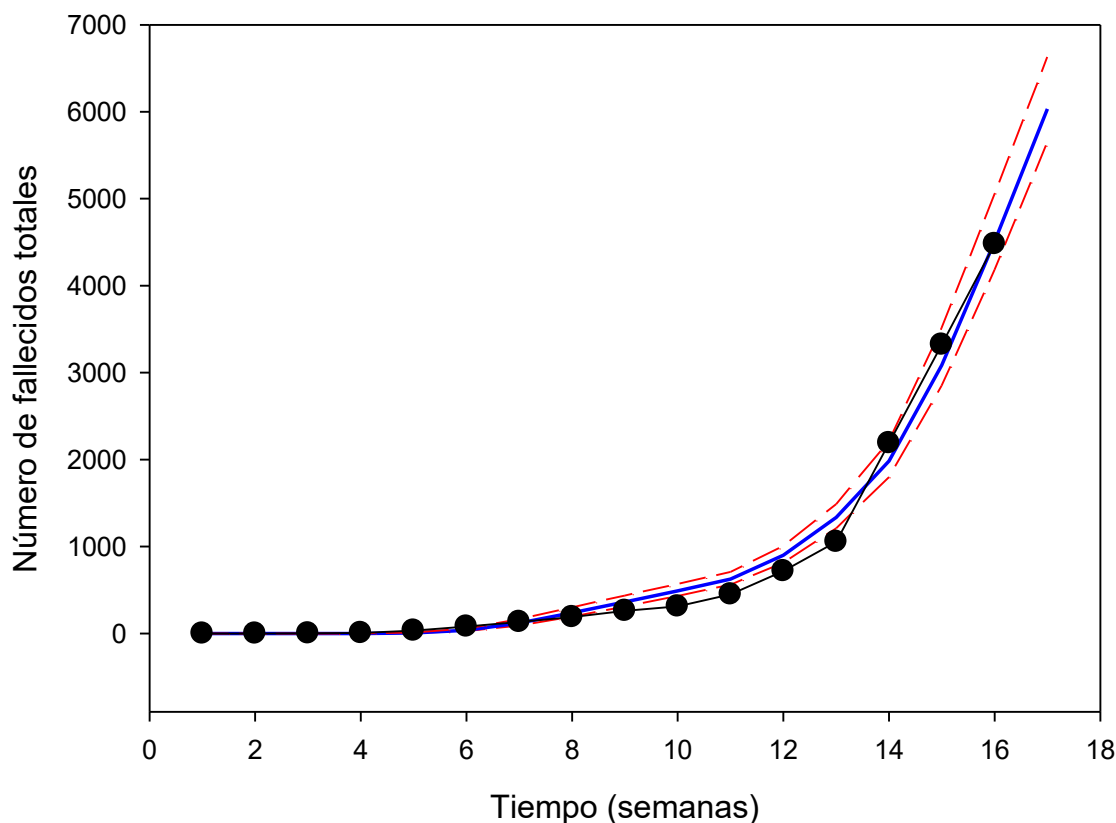


Figura 8. Fallecidos por COVID-19 en Chile.

Observaciones:

- 1) En la proyección de casos nuevos se pueden observar dos cosas: i) Este modelo sobre-estima los casos reportados. Esto era algo esperado. Se explica porque el modelo se basa en que los infectados activos generarán un crecimiento exponencial para la semana siguiente, lo que al inicio de la epidemia es correcto. Sin embargo, cuando la epidemia cambia la concavidad de la curva, el modelo “no alcanza” a predecirlo. La segunda observación es ii) el modelo es sensible a los cambios en la concavidad y es consistente con un quiebre en la curva epidémica.
- 2) En la proyección UCI apenas se comienza a esbozar un cambio en la concavidad, ya que tiene respuesta retardada respecto al número de casos nuevos. Existe una fuerte sobre-estimación de las UCI ocupadas, en parte explicada por un fenómeno de saturación. Otra explicación es que el requerimiento UCI en nuestro contexto sea menor que el 5% usado en la simulación en base a la experiencia internacional.
- 3) La proyección de fallecidos es consistente con lo reportado por el MINSAL. Sin embargo, esto no contempla fallecidos probables, que contempla el DEIS.

Evolución del subreporte de casos COVID-19

Utilizando la metodología propuesta por Russel et al, el **subreporte de casos sintomáticos hoy es de 53%** (IC95% 46% - 59%). A nivel regional, las **tres regiones con mayor subregistro son O'Higgins con 60%** (IC95% 42% - 73%), **Metropolitana 55%** (IC95% 43% - 66%) y **Valparaíso con 55%** (IC95% 43% - 66%). Estos cálculos están basados en una estimación de 4.479 fallecidos (muertes con PCR confirmada) y no incorpora aún los fallecidos informados por DEIS el 20 de junio con lo que el subreporte se incrementa de manera sustantiva.

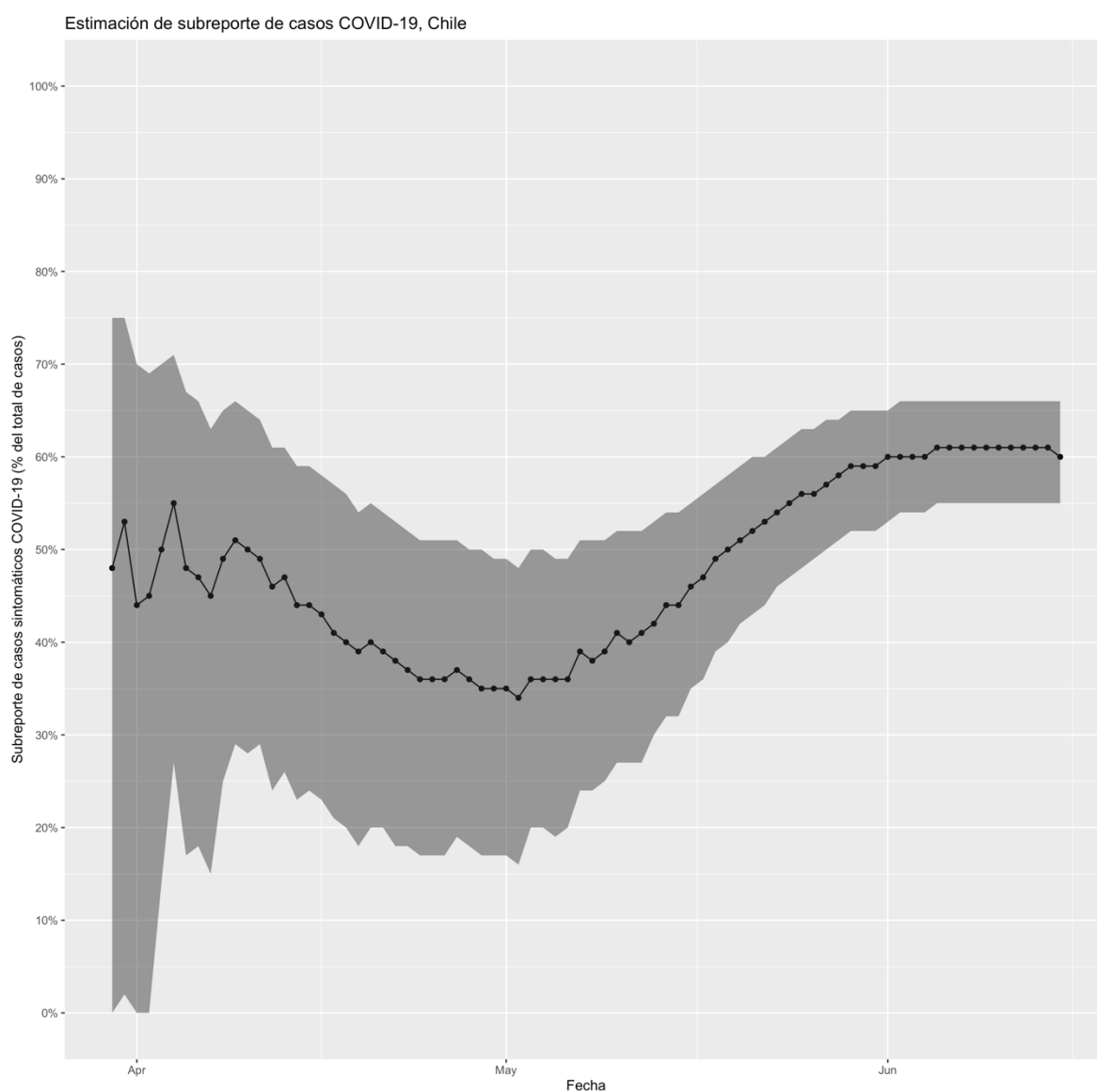


Figura 9. Evolución de la estimación del sub-reporte (basado en Russell, 2020)

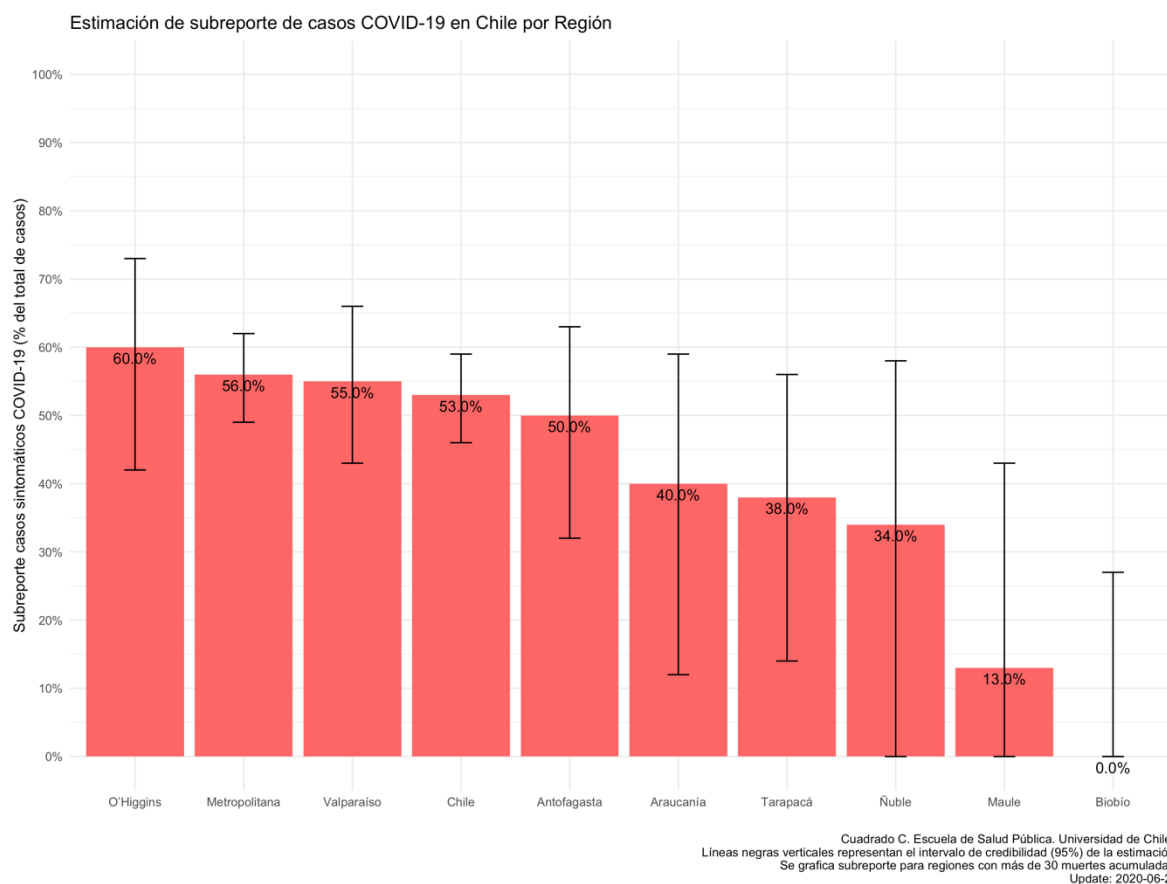


Figura 10. Estimación del sub-reporte según regiones de Chile

Evolución de la letalidad de casos

La letalidad de casos cruda se encuentra en **1,85%** (IC 95% 1,79% - 1,9%), graficado en amarillo. Al ajustar por retraso entre casos y fallecimientos, la letalidad de casos en Chile es de **2,92%** (IC 95% 2,84% - 3,01%), graficado en rojo. La **letalidad ajustada por retraso supera el 3% en O'Higgins, Región Metropolitana y Valparaíso** situación particularmente preocupante. Estos cálculos están basados en una estimación de 4.479 fallecidos (muertes con PCR confirmada) y no incorpora aún los fallecidos informados por DEIS el 20 de junio con lo que la letalidad se incrementa de manera sustantiva.

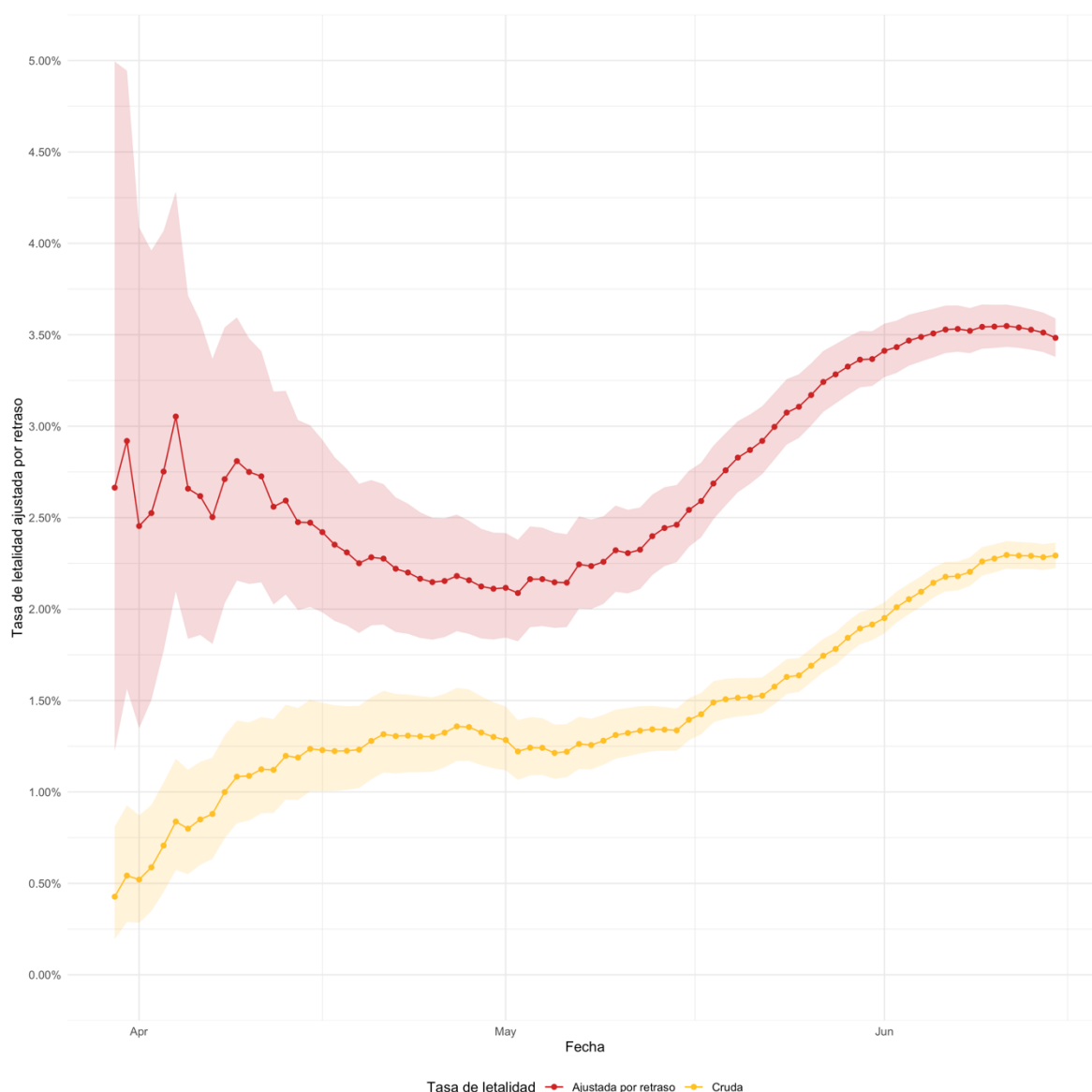


Figura 11. Evolución de la letalidad cruda y corregida por retraso.

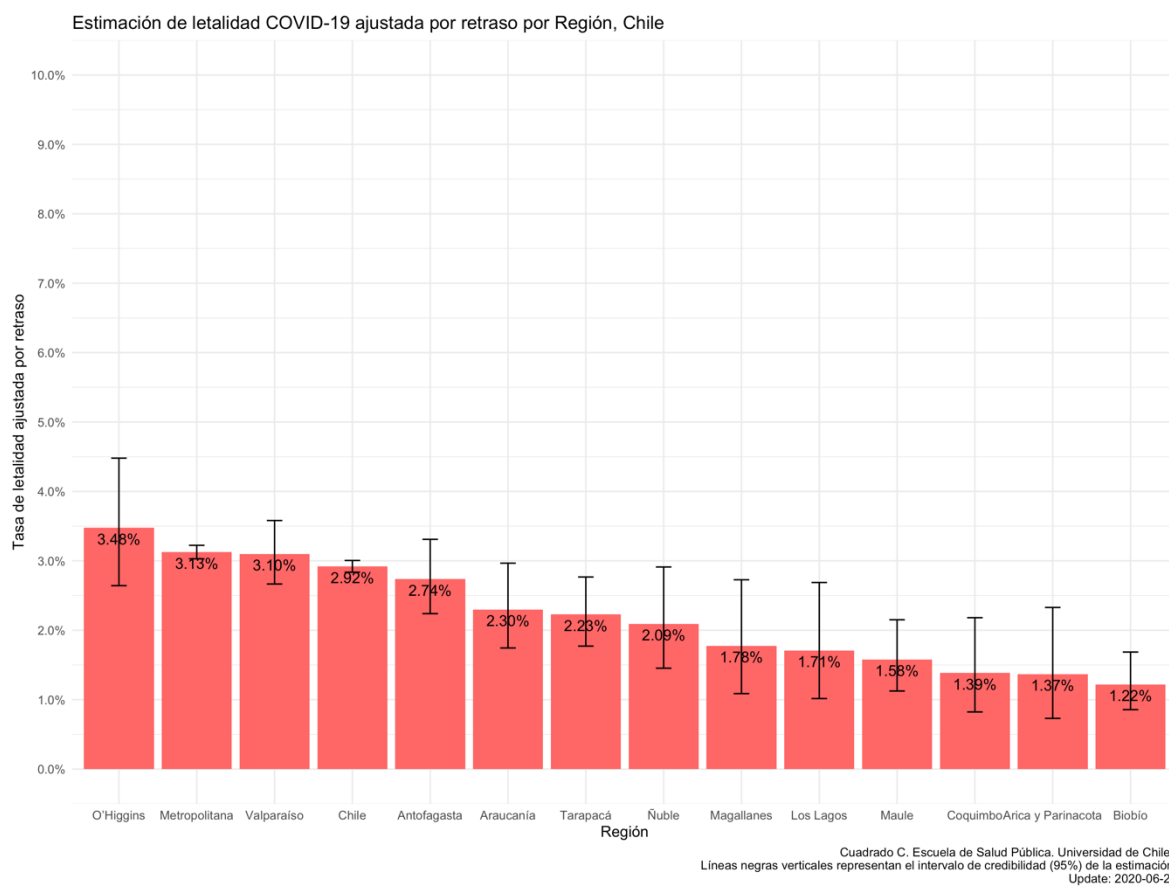


Figura 12. Estimación de la letalidad ajustada por retraso según regiones de Chile

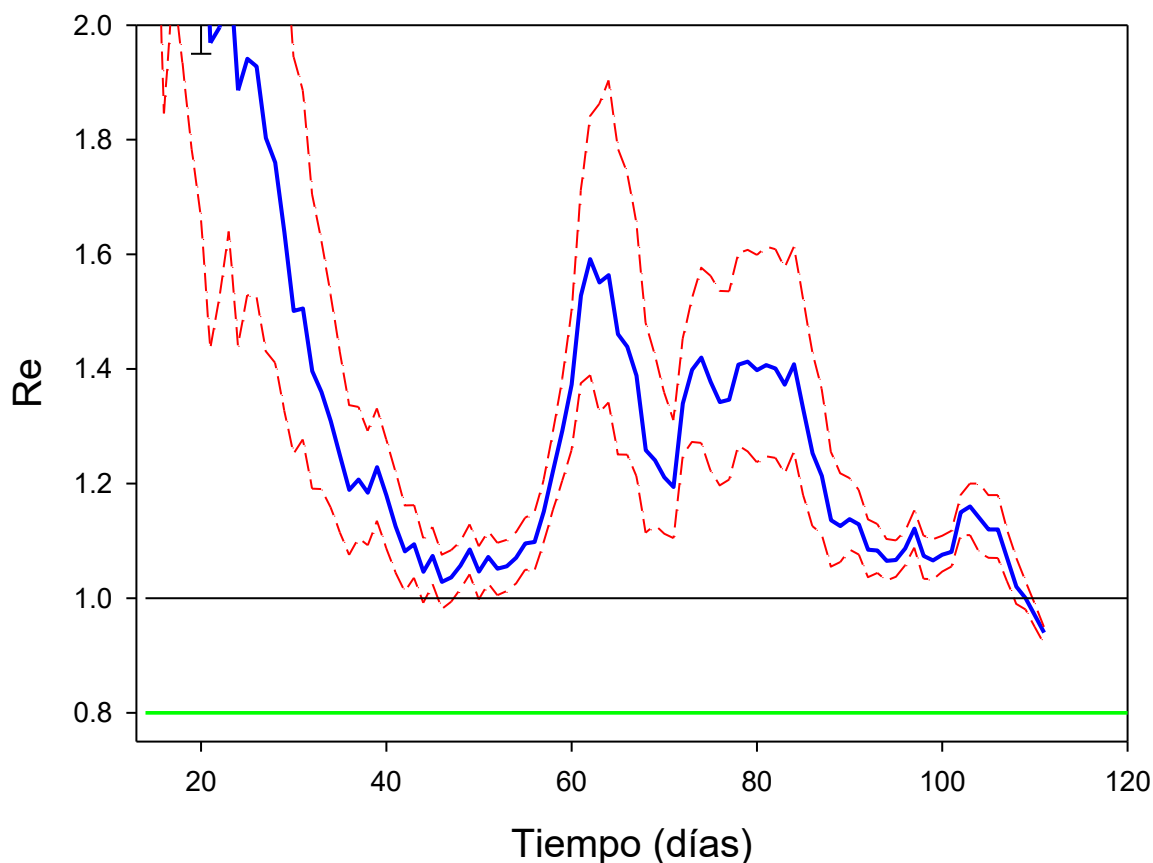


Figura 13. Evolución del R efectivo (Re) en Chile desde los primeros 14 días usando un “delta” de 7 días. Se incluye una línea verde, que podemos considerar un nivel de seguridad con Re claramente < 1.

El círculo negro corresponde al valor de R_0 estimado al quiebre de la curva. El ICr considera la variabilidad en τ entre 3-7 días, con una media de 5 días.

Se observa un **Re decreciente**, que abre una esperanza. Hay que seguir la evolución de esta semana. El **R efectivo** calculado por método Bayesiano de Cori et al. 2014 de hoy para Chile **usando los últimos 14 días** se encuentra entre 0,92 y 0,95 (ICr0.95). Usando $\tau = 5$ días (3-7 días) el valor de Re es igual a **0,94**. Esto es importante porque por primera vez en toda la epidemia COVID-19 en Chile se tiene un valor menor que uno. Sin embargo, esto hay que tomarlo con cautela, ya que otros métodos producen resultados levemente diferentes, por ejemplo, con la estimación lineal de Re se obtiene **Re = 1,1**; IC_{0.95}(0,86-1,38).

Si consideramos todo el proceso desde el primer día (considerando 14 días), el R_0 es igual a **2,36**, sin diferencia con el resto del mundo IC_{0.95} [1,72-3,52].

3. COVID-19 en regiones (Lic. Mat; Mg. Bioestadística Andrea Canals)

Tabla I: Estimación R0 y Re por región.					
Región	R0	(IC 95%)	Re 14 junio	Re 21 junio (IC 95%)	
Arica y Parinacota	1,57	(1,22-2,53)	1,16	0,99	(0,87-1,12)
Tarapacá	1,34	(1,12-1,93)	1,02	0,92	(0,86-0,99)
Antofagasta	1,39	(1,11-2,17)	1,42	1,34	(1,18-1,50)
Atacama	1,09	(0,97-1,37)	1,25	1,34	(1,14-1,58)
Coquimbo	1,18	(0,96-1,72)	1,14	1,13	(1,05-1,23)
Valparaíso	1,62	(1,31-2,55)	1,09	0,97	(0,92-1,02)
Metropolitana	2,09	(1,73-3,28)	1,13	0,86	(0,85-0,88)
O'Higgins	0,99	(0,82-1,38)	1,53	1,73	(1,44-2,00)
Maule	1,21	(0,99-1,77)	1,12	1,22	(1,13-1,31)
Ñuble	1,66	(1,28-2,74)	1,11	1,17	(1,03-1,33)
Biobío	1,95	(1,59-3,10)	1,22	1,41	(1,27-1,54)
Araucanía	1,87	(1,53-2,94)	0,98	0,90	(0,80-1,02)
Los Ríos	1,70	(1,41-2,60)	1,05	1,15	(0,93-1,37)
Los Lagos	1,62	(1,30-2,55)	1,08	1,30	(1,11-1,52)
Aysén	1,11	(0,99-1,42)	1,22	1,01	(0,36-2,21)
Magallanes	1,86	(1,47-3,05)	2,21	1,10	(0,88-1,40)
Chile	2,36	(1,95-3,76)	1,14	0,94	(0,92-0,95)

El **R efectivo** estimado para Chile se encuentra **bajo 1,0**, al igual que en la **Región de Tarapacá y en la Región Metropolitana**.

Respecto de la estimación de hace una semana (14 junio), se observa una **aceleración en la propagación de la enfermedad** en las regiones de:

- Atacama
- O'Higgins
- Maule
- Ñuble
- Biobío
- Los Ríos
- Los Lagos

Índice de carga UCI por región:

$$\text{Índice de carga UCI observado} = \frac{\text{Total casos UCI}}{0,5 \times n^{\circ} \text{ camas críticas}}$$

Tabla II: Índice de carga observado por región.	
Región	IC observado
Arica y Parinacota	1,00
Tarapacá	1,95
Antofagasta	1,31
Atacama	0,78
Coquimbo	1,03
Valparaíso	1,13
Metropolitana	1,77
O'Higgins	0,92
Maule	1,67
Ñuble	2,00
Biobío	0,82
Araucanía	0,55
Los Ríos	0,67
Los Lagos	0,56
Aysén	0,22
Magallanes	0,22
Chile	1,48

Información camas UCI: SOCHIMI 20 junio (2.694)

Positividad

El siguiente gráfico muestra la evolución de la positividad por semana epidemiológica.

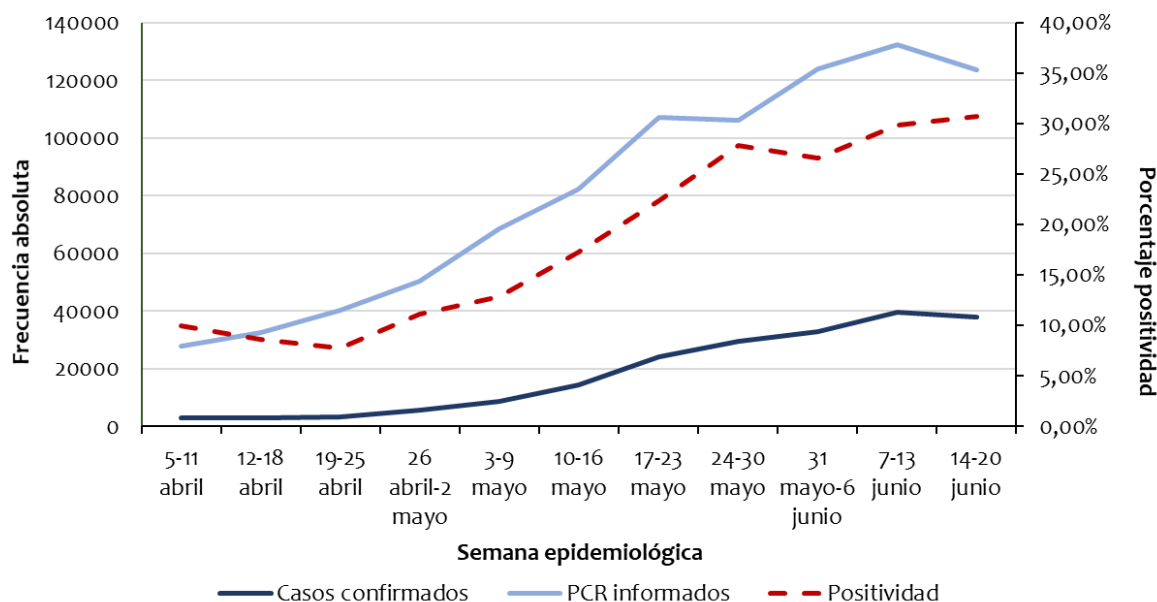


Figura 15. Evolución positividad diaria (05/04 – 20/06)

Tabla III: Porcentaje de positividad por semana epidemiológica.			
Semana epidemiológica	Casos nuevos confirmados	PCR informados	% positividad semanal
15 (5-11 abril)	2.766	27.761	9,96%
16 (12-18 abril)	2.803	32.517	8,62%
17 (19-25 abril)	3.128	40.321	7,76%
18 (26 abril-2 mayo)	5.577	50.188	11,11%
19 (3-9 mayo)	8.784	68.504	12,82%
20 (10-16 mayo)	14.209	82.421	17,24%
21 (17-23 mayo)	23.965	107.007	22,40%
22 (24-30 mayo)	29.465	105.988	27,80%
23 (31 mayo-6 junio)	32.887	123.872	26,55%
24 (7-13 junio)	39.610	132.491	29,90%
25 (14-20 junio)	37.971	123.594	30,72%

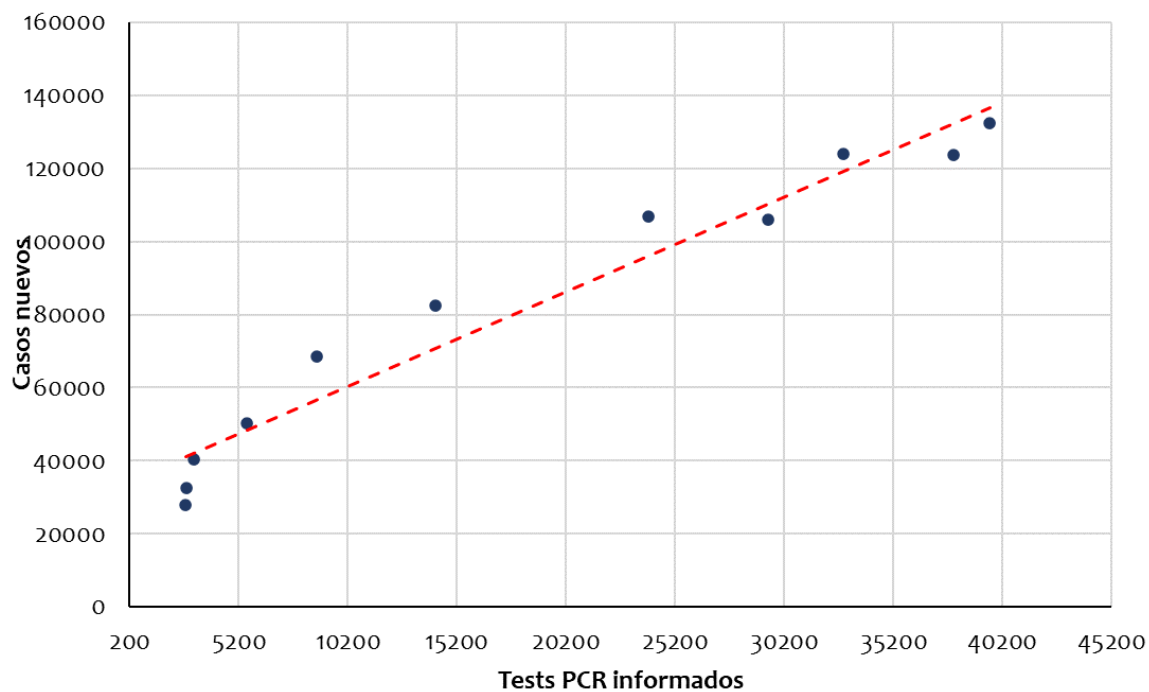


Figura 16. Relación entre PCR informados y casos nuevos por semana epidemiológica (5 abril – 20 junio).

La pendiente de la recta ajustada es **0,3657**, con un valor- $p < 0,001$. Esto indica que por cada 100 PCR informados, se confirmarían en promedio 36,6 casos nuevos.

Esfuerzo diagnóstico

Se presenta un análisis del esfuerzo diagnóstico entre el 10 y el 21 de junio. No se cuenta con la información de las últimas dos semanas completas ya que entre el 2 y 9 de junio el Ministerio de Salud no reportó la distribución de los exámenes de PCR por región.

El esfuerzo diagnóstico por región fue calculado como el promedio de PCR diarios entre el 10 y 21 de junio, dividido por la población total de la región, por 100.000 habitantes. Este valor representa la cantidad promedio diaria de PCR por cada 100.000 habitantes en la región.

Además, se presenta el promedio de casos nuevos diarios por región, del mismo período, y la razón entre estos valores. Esta razón nos indica cuánto aumenta el promedio de casos nuevos por cada punto de aumento en el esfuerzo diagnóstico (por 100.000 habitantes).

Tabla IV: Promedio de casos nuevos diarios por región y del esfuerzo diagnóstico entre el 10-21 junio, y la razón entre estos valores.			
Región	Promedio casos nuevos 10-21 junio	Promedio esfuerzo diagnóstico 10-21 junio (por 100.000 hab.)	Razón
Arica	37,6	78,3	0,5
Tarapacá	121,6	100,3	1,2
Antofagasta	215,6	82,6	2,6
Atacama	27,1	72,8	0,4
Coquimbo	84,3	40,9	2,1
Valparaíso	260,2	43,9	5,9
Metropolitana	4.295,8	128,0	33,6
O'Higgins	188,0	38,6	4,9
Maule	151,4	60,6	2,5
Ñuble	45,9	69,6	0,7
Biobío	157,3	96,2	1,6
Araucanía	41,9	56,7	0,7
Los Ríos	41,9	60,9	0,7
Los Lagos	27,1	118,9	0,2
Aysén	0,6	70,7	0,0
Magallanes	14,4	69,9	0,2
Chile	5.681,2	93,0	61,1

Número de reproducción efectivo en áreas pequeñas

Evolución por Servicio de Salud

A continuación, presentamos la evolución del R_e calculado mediante el método de Cori et al., con los mismos parámetros supuestos por Mauricio Canals a partir de la información entregada por MINSAL a nivel comunal, a partir de lo cual agregamos los casos a nivel de servicio de salud.

En el primer gráfico se presenta la evolución completa desde el inicio del brote en Chile (3 de marzo), actualizado con datos hasta el día 15 de junio (último informe con datos de nivel comunal). Nótese que, si bien hay un informe con datos de nivel comunal del Departamento de Epidemiología con fecha 20 de junio, estos datos incorporan casos probables (y probablemente casos sin notificación previa), sin posibilidad de reconstruir las series retrospectivas para asegurar comparabilidad. Con este cambio se hace muy difícil seguir realizando análisis de áreas pequeñas.

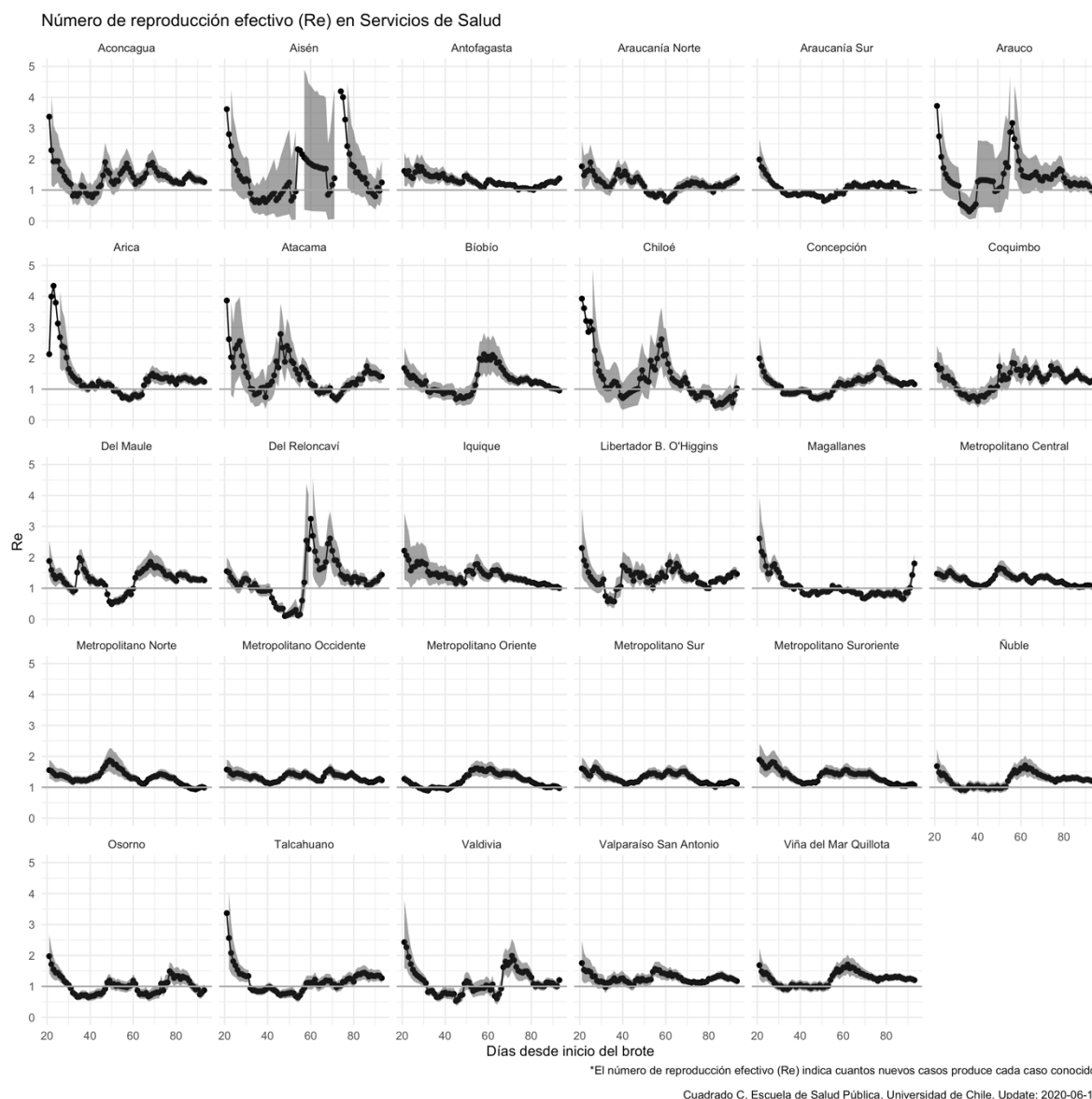


Figura 17. Evolución de Re a nivel de Servicios de Salud (03 marzo – 15 junio)

En el segundo gráfico acotamos a lo ocurrido en las últimas 2 semanas para facilitar una escala que permita observar las tendencias. **Magallanes tuvo un incremento rápido e importante del Re indicando un rebrote epidémico ($Re = 1,8$).** Adicionalmente, los **SS de O'Higgins (establemente elevado), Reloncaví (al alza), Atacama (establemente elevado), Araucanía Norte (al alza) y Antofagasta (al alza)** se encuentran con $Re > 1,3$. Chiloé y Valdivia que mostraban Re a la baja, vuelve a aumentar. Todo esto indica una situación muy preocupante en la mayor parte de los territorios del país.

Todos los **Servicios Metropolitanos** muestran una **baja progresiva en las últimas semanas**, con la **excepción del Servicio de Salud Metropolitano Occidente** que mantiene **$Re > 1,2$** mayoritariamente por lo que ha estado sucediendo en las comunas rurales de la RM. Por primera vez, un **Servicio Metropolitano tiene un $Re < 1$** (**Servicio de Salud Metropolitano Oriente**). Todo esto indica que los efectos de las cuarentenas extensas en la RM ya están mostrando efectos claros.

La tendencia es estable y con un brote epidémico controlado ($Re < 1$) en los Servicios Metropolitano Oriente, Norte, Araucanía Sur, Biobío y Osorno, aunque sólo el primero de estos tiene un intervalo de credibilidad que no toca el 1 por lo que es posible asegurar que el brote esta en reducción.

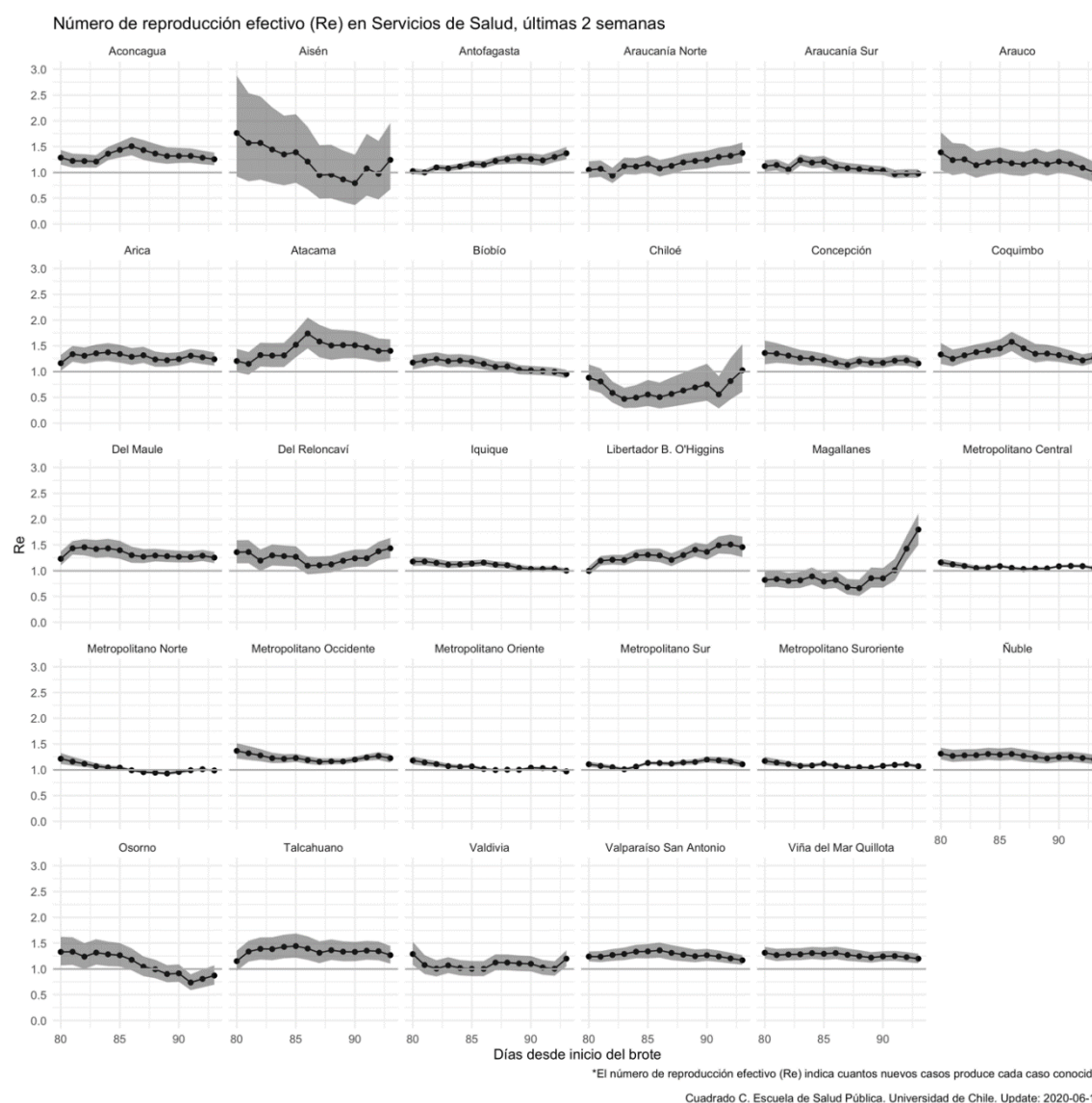


Figura 18. Evolución de Re en las últimas 2 semanas a nivel de Servicios de Salud

Evolución en Región Metropolitana

Presentamos además una visión más desagregada de lo que está ocurriendo al interior de la Región Metropolitana. Para tener en consideración, para aquellas comunas en que no es visible el intervalo de credibilidad 95% (banda gris), la estimación no es posible de manera fidedigna por el escaso número de casos o tiempos con casos observados.

Se observa que hay **24 comunas de la región Metropolitana con $Re > 1$** , una disminución con respecto a la semana pasada (28). **Se observa una desaceleración general en el contexto de las cuarentenas en la Región Metropolitana, con un estado casi estacionario (Re cercano a 1).** Se presenta primero la evolución durante todo el brote y luego el gráfico acotado a las dos últimas semanas.

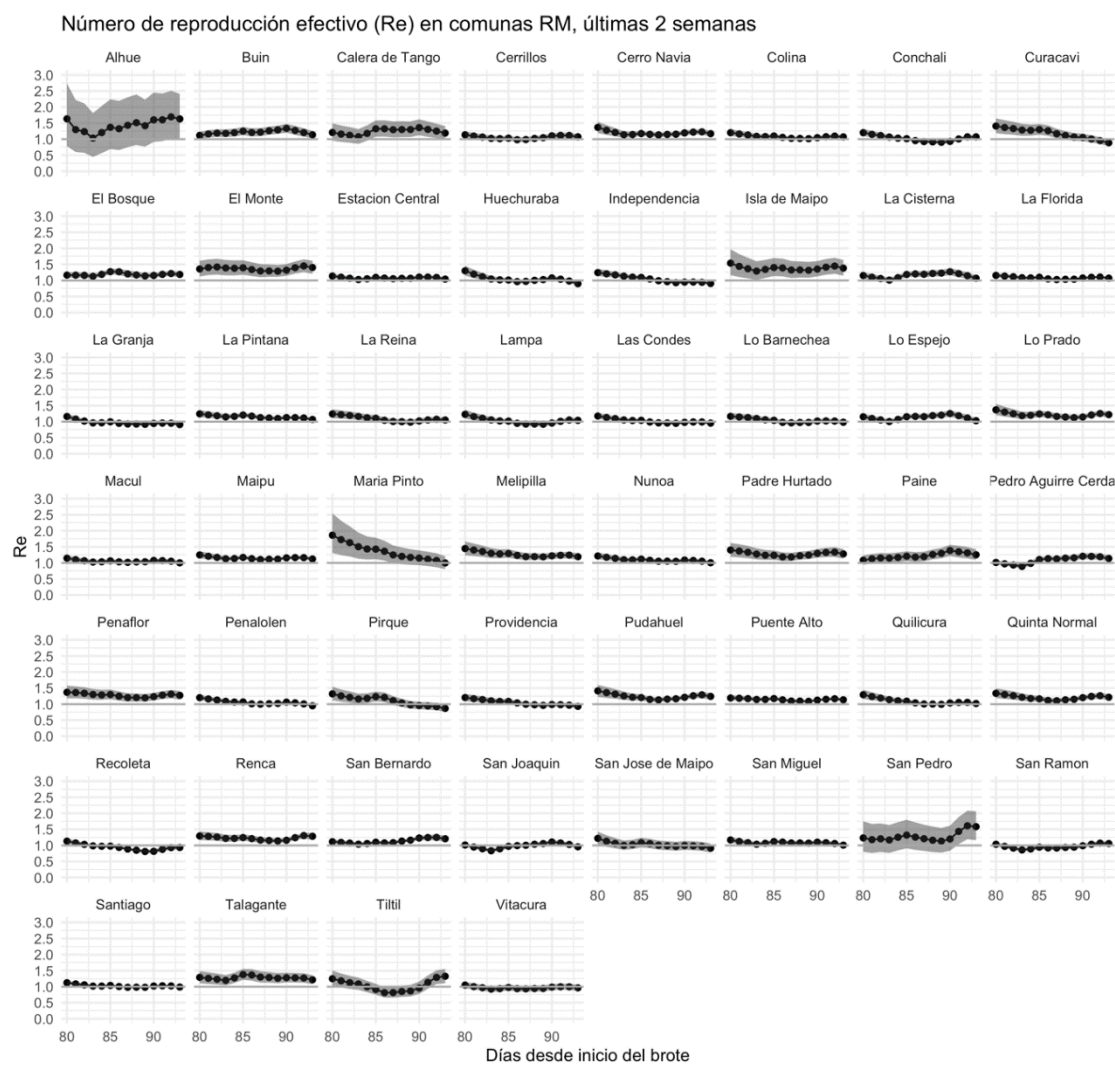


Figura 19. Evolución de Re en las comunas de la Región Metropolitana

Al 15 de junio 2020, sólo comunas rurales de la RM (San Pedro, El Monte, Isla de Maipo, y Tiltil) tienen $Re > 1,3$. Renca, Pudahuel, Lo Prado y Quinta Normal son las comunas urbanas que mantienen un Re más elevado. Los Re más altos siguen concentrados en las comunas rurales de la RM y en algunas comunas más densamente pobladas y vulnerables de los sectores occidente, norte y sur de Santiago. Listado completo en tabla anexa.

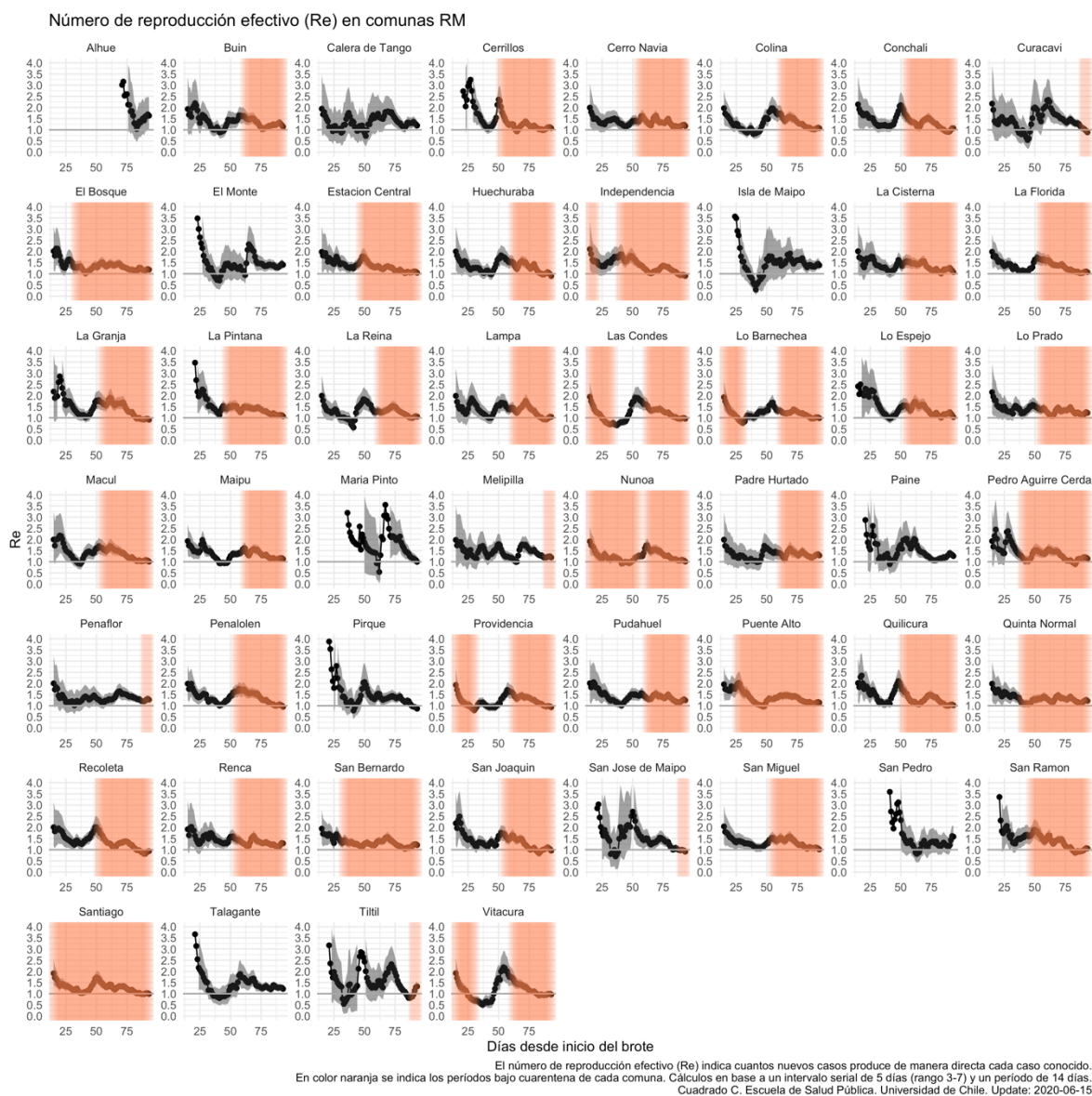


Figura 20. Evolución de Re en las últimas 2 semanas en las comunas de la Región Metropolitana

Anexo 1. Número de reproducción efectivo para Servicios de Salud del País de la RM para la última fecha con datos oficiales a nivel comunal de contagios que permiten agregar casos a nivel de Servicio de Salud

Fecha	Servicio de Salud	Mean(R)	IC 95%	
15-06-20	Magallanes	1,80	1,46	2,17
15-06-20	Libertador B. O'Higgins	1,46	1,24	1,69
15-06-20	Del Reloncaví	1,44	1,21	1,68
15-06-20	Atacama	1,40	1,17	1,67
15-06-20	Araucanía Norte	1,38	1,16	1,62
15-06-20	Antofagasta	1,37	1,24	1,52
15-06-20	Talcahuano	1,27	1,08	1,48
15-06-20	Coquimbo	1,27	1,15	1,40
15-06-20	Aconcagua	1,26	1,12	1,41
15-06-20	Del Maule	1,26	1,13	1,39
15-06-20	Aisén	1,24	0,60	2,13
15-06-20	Arica	1,24	1,09	1,40
15-06-20	Metropolitano Occidente	1,23	1,13	1,32
15-06-20	Ñuble	1,20	1,10	1,31
15-06-20	Viña del Mar Quillota	1,20	1,10	1,31
15-06-20	Valdivia	1,20	1,03	1,39
15-06-20	Valparaíso San Antonio	1,17	1,07	1,29
15-06-20	Concepción	1,16	1,04	1,28
15-06-20	Metropolitano Sur	1,11	1,05	1,18
15-06-20	Metropolitano Suroriente	1,07	1,03	1,11
15-06-20	Metropolitano Central	1,05	1,01	1,09
15-06-20	Chiloé	1,03	0,55	1,65
15-06-20	Iquique	1,00	0,95	1,05
15-06-20	Arauco	1,00	0,78	1,24
15-06-20	Metropolitano Norte	0,99	0,97	1,01
15-06-20	Araucanía Sur	0,98	0,89	1,08
15-06-20	Metropolitano Oriente	0,97	0,95	0,99
15-06-20	Biobío	0,95	0,86	1,05
15-06-20	Osorno	0,87	0,67	1,12

Anexo 2. Número de reproducción efectivo para comunas de la RM para la última fecha con datos oficiales de nivel comunal de contagios.

Fecha	Comuna	Mean(R)		IC 95%
15-06-20	San Pedro	1,58	1,10	2,17
15-06-20	El Monte	1,40	1,17	1,65
15-06-20	Isla de Maipo	1,38	1,11	1,69
15-06-20	Tiltil	1,32	1,07	1,60
15-06-20	Renca	1,29	1,16	1,41
15-06-20	Padre Hurtado	1,28	1,11	1,46
15-06-20	Peñaflor	1,27	1,12	1,43
15-06-20	Paine	1,25	1,07	1,46
15-06-20	Pudahuel	1,24	1,12	1,36
15-06-20	Lo Prado	1,22	1,11	1,33
15-06-20	Quinta Normal	1,22	1,10	1,33
15-06-20	Talagante	1,21	1,06	1,38
15-06-20	San Bernardo	1,21	1,10	1,32
15-06-20	Melipilla	1,19	1,08	1,31
15-06-20	El Bosque	1,19	1,09	1,28
15-06-20	Cerro Navia	1,17	1,07	1,27
15-06-20	Pedro Aguirre Cerda	1,14	1,03	1,25
15-06-20	Puente Alto	1,14	1,07	1,20
15-06-20	Buín	1,14	1,01	1,28
15-06-20	Maipú	1,12	1,05	1,19
15-06-20	Conchalí	1,07	1,01	1,13
15-06-20	La Florida	1,07	1,02	1,12
15-06-20	Colina	1,07	1,00	1,14
15-06-20	La Pintana	1,07	1,01	1,13

Se listan sólo las comunas con un Re en que su intervalo de credibilidad inferior sea >1 (24 comunas al 15 de junio).

Tanto el código, las bases de datos, como los resultado de estas estimaciones se pueden acceder de manera abierta en el siguiente repositorio:

<https://github.com/ccuadrado/covid19-data/tree/master/analisis>

Anexo 1. Análisis de riesgo

Desde el punto de vista epidemiológico, ahora que se aproxima el peak, con todo lo que va a significar en cantidad de casos, fallecidos y carga sobre toda la red de salud, conviene ir estudiando indicadores que una vez pasado esto, permitan racionalizar las medidas y el ritmo de levantamiento de las intervenciones.

De lo que hemos logrado apreciar en nuestras discusiones en ESP, surgen algunas ideas cualitativas básicas. El **riesgo de levantar medidas será mayor mientras mayor el número de infectados activos, mientras mayor el Re, mientras mayor sea la carga sobre la red de salud y será menor mientras mayor sea el esfuerzo diagnóstico que permita trazabilidad y aislamiento**. Basados en esto ensayaremos tres indicadores:

- a) Momentum (p): Consideraremos que la masa de la epidemia está representada por la cantidad de infectados activos (I^*) y la velocidad de transmisión por el número reproductivo efectivo. Así $p = I^* \times Re$.
- b) Carga (C): este indicador intentará medir la relación entre la máxima carga potencial sobre el sistema de salud y la capacidad del sistema. Si todos los infectados activos producen casos con un número reproductivo efectivo Re y de éstos un 5% irá a UCI, entonces la presión sobre el sistema será $0.05p$. Como proxy de la capacidad del sistema usaremos el número de ventiladores mecánicos (V) libres que es un dato de fácil acceso y que se reporta diariamente en la página oficial del gobierno. Entonces, nuestro indicador de carga será:

$$C = 0.05p/V$$
Impondremos $V_{min} = 1$, ya que la división por 0 no está definida.
- c) Riesgo (R_g): Es claro que el riesgo es mayor si aumentan p y C y que disminuye si aumentamos el esfuerzo diagnóstico (D). Entonces usaremos el indicador $R = 0.05p/VD$. Como estimador de D usaremos la tasa de exámenes por 1000 habitantes.

Nota: Para los efectos de estos indicadores la estimación de los casos activos la seguiremos haciendo en base a los PCR, por las razones indicadas al inicio del informe. Utilizaremos la fórmula OMS que corresponde a:

Casos totales = casos activos + recuperados + fallecidos; esto conduce a:

Casos activos = Casos totales – recuperados - fallecidos.

Los casos recuperados los estimamos como:

Casos recuperados = Casos totales($t-14$) – fallecidos, ya que los casos que había hace 14 días si no han fallecido, ya no están activos.

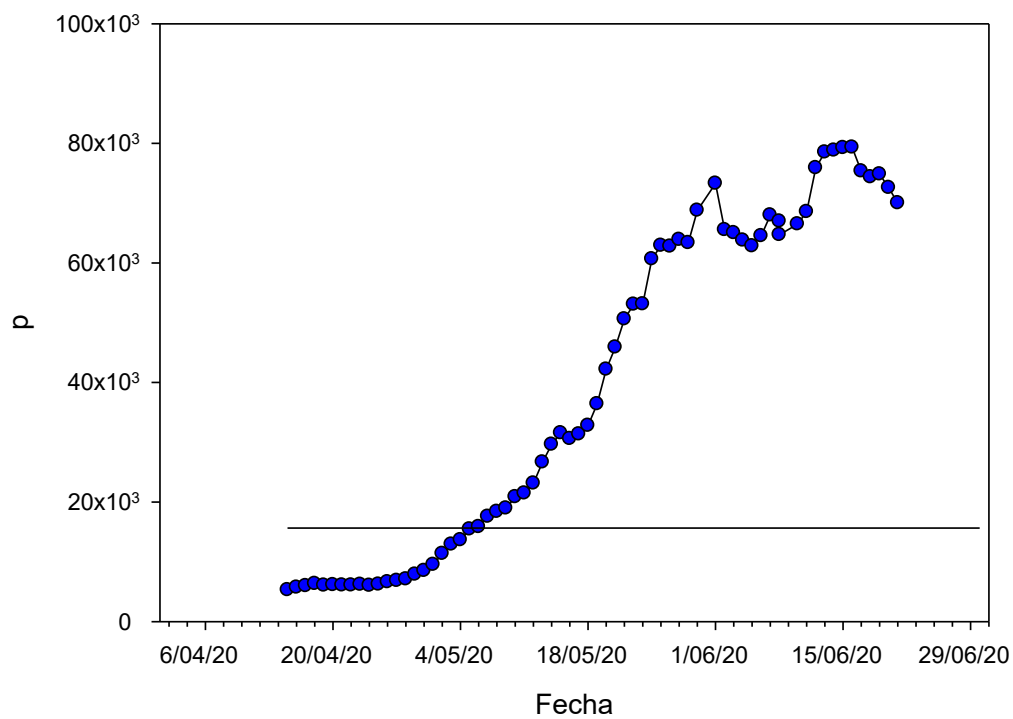


Figura A1. Evolución del momentum (p) a lo largo de la epidemia

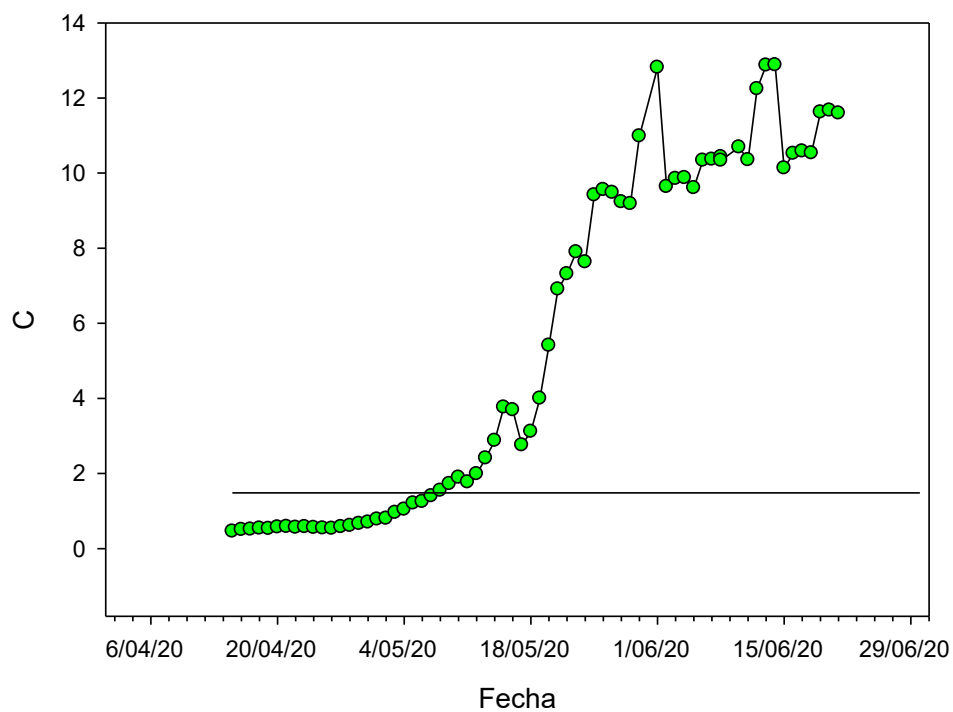


Figura A2. Evolución de la carga del sistema de salud (C)

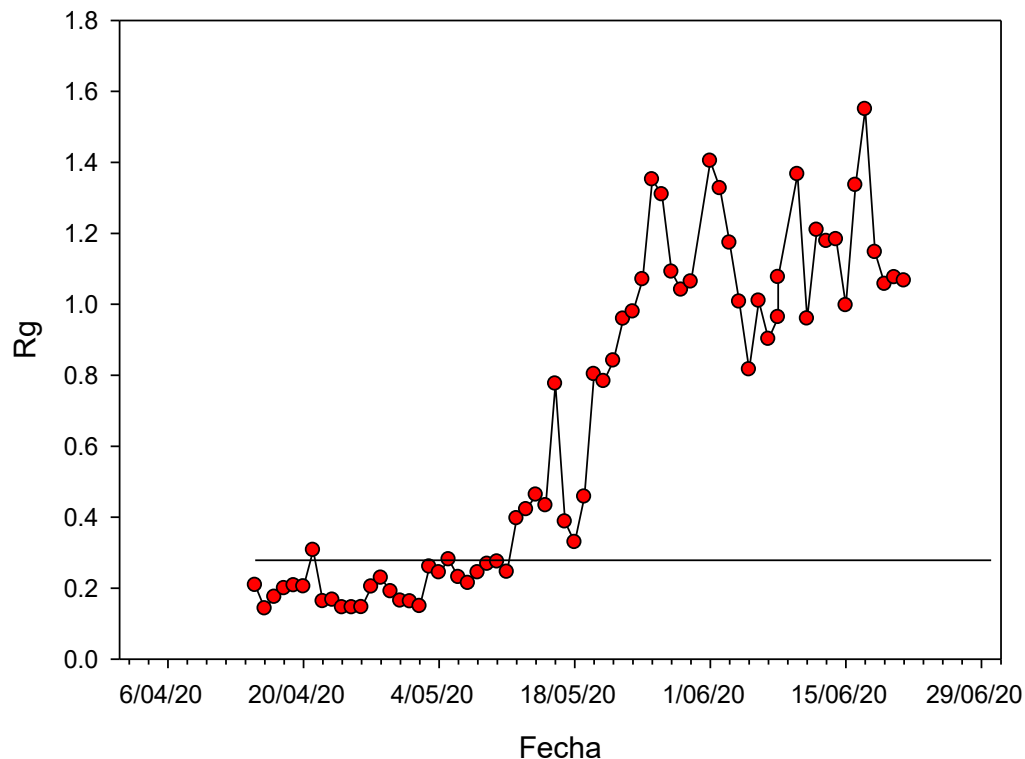


Figura A3. Evolución del Riesgo (Rg)

Así el Rg de hoy sería $R_g = (-) 1,07$. Seguiremos monitorizando estos parámetros a lo largo de la epidemia y re-estudiaremos los puntos de quiebre.

Observamos un leve descenso del momentum con una carga estable, lo cual es relativamente bueno. El riesgo también ha disminuido, con un aumento en el testeo. Hay que redoblar los esfuerzos en la trazabilidad.

Anexo 2.

Modelos SEIR ajustado a los casos, bajo los siguientes supuestos. Inmunidad de rebaño 57,4% (Anderson 2020). Relación casos reportados/casos reales: 1:20 (arbitrario, plausible). Corrección por heterogeneidad 50% (arbitrario, plausible). No fue necesario actualizarlo.

El objetivo de esta modelación es estimar cuándo ocurrirá la carga máxima sobre el sistema de salud, representada por el número de casos diarios y la ocupación estimada de camas UCI. No pretende dar cuenta de la cantidad de fallecidos.

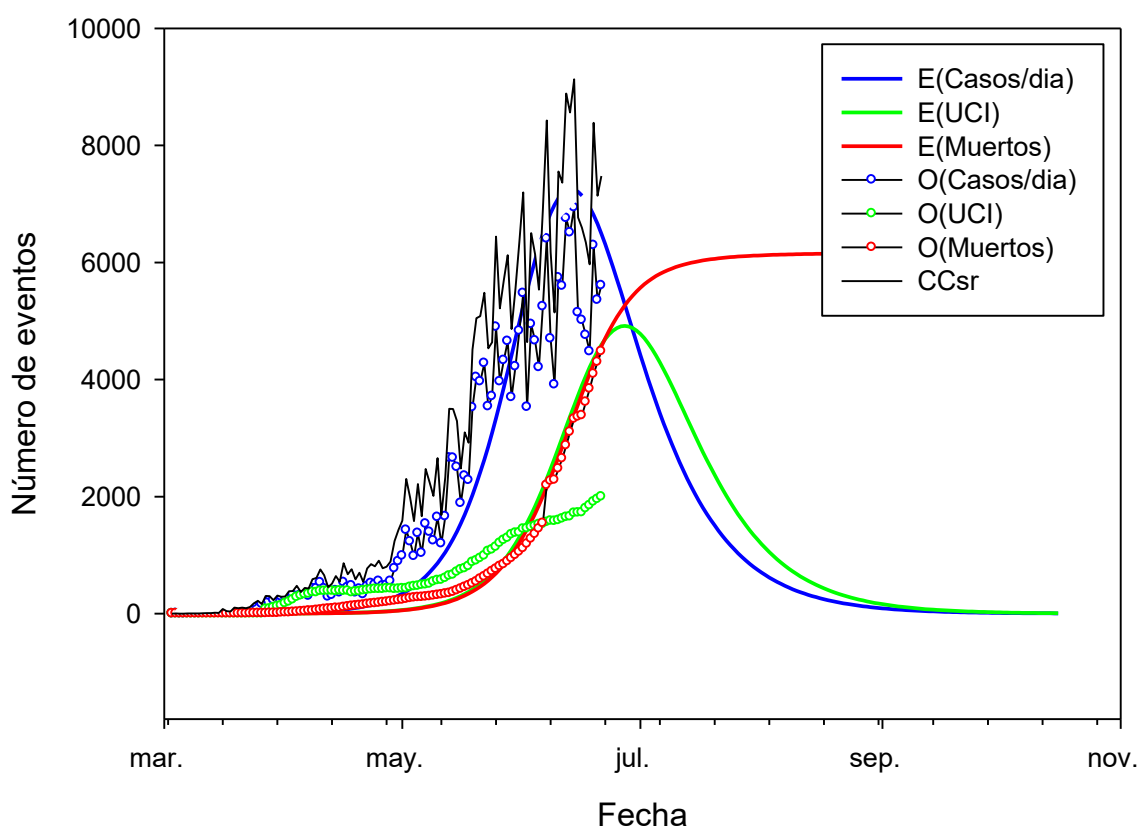


Figura A4. Modelo SEIR y casos reportados, UCI y fallecidos.

Ajustes: a) para E(casos totales) vs CT: $R^2 = 0.97$, $F_{1,109} = 3706,0$, $p < 0.001$ b) para Casos: E(C) vs C: $R^2 = 0.91$, $F_{1,109} = 1039,2$; $p < 0.001$; E(C) vs Ccorregidos: $R^2 = 0.90$, $F_{1,109} = 993,8$, $p < 0.001$. c) Para UCIs: E(UCI) vs UCI: $R^2 = 0.80$, $F_{1,109} = 423,1$, $p < 0.001$; d) para fallecidos: E(M) vs M: $R^2 = 0.99$, $F_{1,109} = 11129,7$, $p < 0.001$.

Observamos excelentes ajustes entre el modelo y la información reportada, para casos nuevos/día y para fallecidos. Se pierde el ajuste en el caso de las UCIs ocupadas, lo que atribuimos a un efecto de saturación parcial que, aunque se manifiesta localmente, afecta los valores totales ya que probablemente estén ingresando a UCI, solo los casos más críticos. Notamos que en el caso de fallecidos el ajuste es sobre casos confirmados reportados, sin considerar casos probables.

Dado que el mundo nos enseña que las curvas reales son completamente diferentes de las curvas epidémicas teóricas, sobreponemos la curva que está desarrollando Europa (verde) re-escalada al máximo esperado en Chile (según este modelo: 6954 casos) y desplazada temporalmente para hacer coincidir el peak (día 104: 14/6).

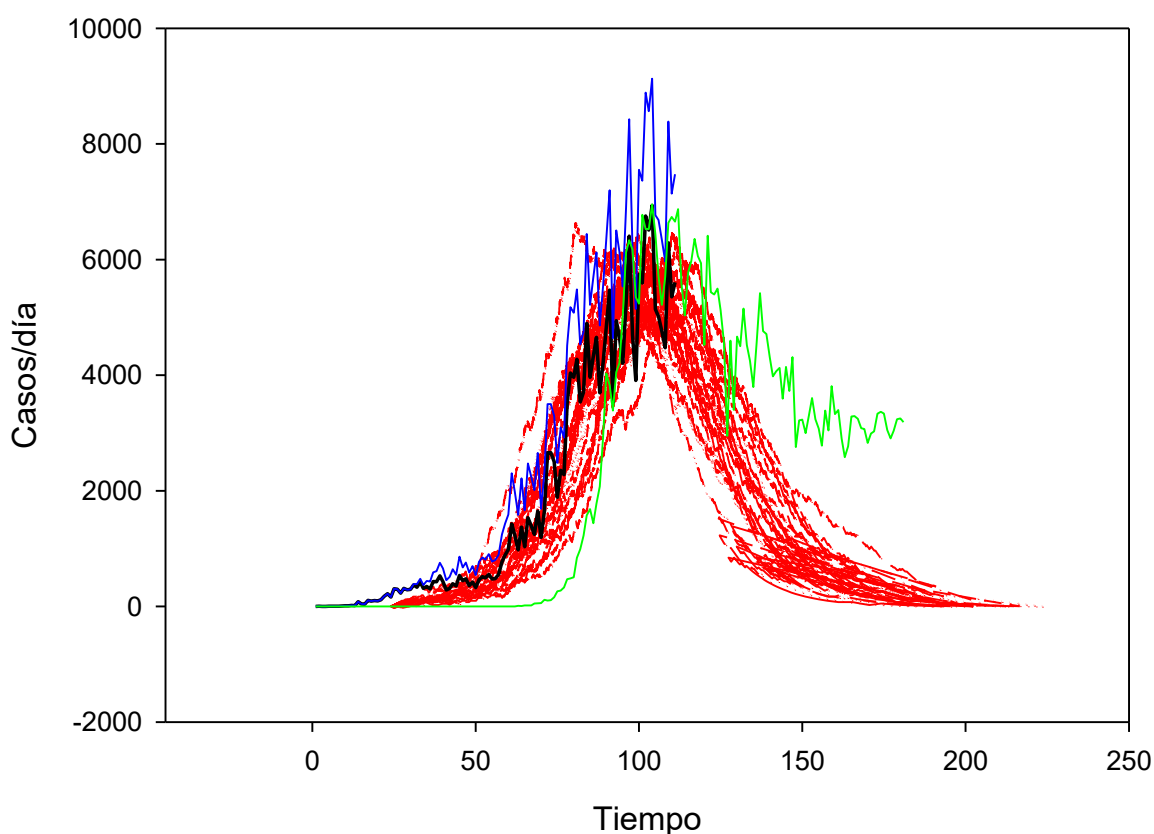


Figura A5. Modelo estocástico con el método de Montecarlo (Algoritmo de Gillespie) (Wearing H, 2014) (25 simulaciones sobrepuestas ajustadas al día 25 de la epidemia, con los mismos parámetros). Sobreponemos la curva de casos corregidos (azul).

El modelo estocástico **predice el peak entre el 1 de junio y el 26 de junio**, con un máximo de casos reportados promedio 5.900 ± 538 , un total de casos reportados 235.278 ± 1.256 (suponiendo que no hay rebrotes). Este modelo es sensible a las intervenciones epidemiológicas que se vayan tomando y se irá

ajustando semana a semana dinámicamente lo que puede hacer variar las predicciones.

Observamos hasta ahora un buen ajuste entre lo predicho y lo reportado, soportando los cambios metodológicos en los cálculos MINSAL.

Esto puede tener dos explicaciones:

1) que los supuestos fueron los adecuados.

2) que como la epidemia es en gran parte comandada por lo que sucede en la RM, en realidad podríamos estar modelando sólo lo que ocurre en la RM. Esto no es necesariamente malo, ya que indicaría que de mantenerse controladas las regiones, la epidemia podría comenzar a descender a finales de junio-inicios de Julio, lo que es consistente con los cambios que está teniendo la curva epidémica.

Lo que ocurre en el mundo nos da una pauta de lo que puede suceder con la curva, que se convierte en una envolvente de epidemias asincrónicas. Así, por ejemplo, podríamos tener una ola RM, a la que después se le agrega una ola de otra región etc. Esto hay que evitarlo a toda costa. La curva europea nos muestra que el reclutamiento de los casos regionales en aumento podría hacer que el descenso (si es que se produce) fuera muy lento y que la mortalidad asociada a COVID fuera mayor.

Comentarios finales

Seguimos en momentos muy críticos de la epidemia, es esperable que siga un importante número de casos y en la utilización de UCI en esta semana (22-28/6).

El requerimiento UCI llega hoy a 1.996 UCI con signos de saturación a nivel de muchos hospitales, con pacientes que requieren UCI y están en urgencia, o ventilados fuera de UCI. SOCHIMI informa una **ocupación UCI que llega a un 90% a nivel nacional y 95% a nivel de la RM**, con **298 pacientes en ventilación mecánica fuera de UCI**.

De mantenerse las últimas cifras reportadas, y en la medida que estas sean un proxy de la situación epidémica real del COVID en Chile, hay cierta esperanza de que la reducción de R_e a números menores que 1 continúe y que comience a disminuir el número de casos al final de junio y julio. Sin embargo, hay que mirar esto con cautela. El efecto que produzcan en la dinámica los meses más fríos del año es aún una incógnita.

La situación es heterogénea en el país y la RM, aunque hay una reducción en la velocidad de contagio, aún hay 24 comunas en la RM con $R_e > 1$ (epidemia en crecimiento).

El esfuerzo diagnóstico sigue teniendo valores altos en el porcentaje de positividad en la última semana. Esto es concordante con un alto subreporte de casos (53%). Aunque el número absoluto es importante, se debe **seguir incrementando este esfuerzo para conocer la realidad de la magnitud de la infección y para tener una adecuada trazabilidad de los casos**, lo que hará **descender el riesgo en el momento en que des-escalen las intervenciones epidemiológicas**. Los indicadores de riesgo están teniendo una relativa estabilización en la última semana.

Aunque los indicadores son mejores que la semana pasada y hay indicios de una leve mejoría en la situación epidémica, **es el momento de reforzar los esfuerzos con intensificación de los llamados a disminuir la movilidad, reforzar las cuarentenas y el distanciamiento social**.

Es importante hacer notar que **las intervenciones resultan, haciendo disminuir la transmisión y que se necesita el esfuerzo de todos para lograr niveles de seguridad con R_e menores que 0.8 o 0.7 por dos semanas o más**, asegurando una reducción en la carga.

Es importante observar como **Valparaíso y Santiago han reducido su R_e** . Es también importante **aprender de lo ocurrido en Santiago, reaccionando precozmente en regiones evitando a toda costa un aumento en la carga de infectados activos, especialmente en las Regiones populosas, que están dando signos de alerta como Antofagasta, O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío**.

Mauricio Canals L. Prof. Titular ESP, Facultad de Medicina, U. de Chile
21 de junio de 2020