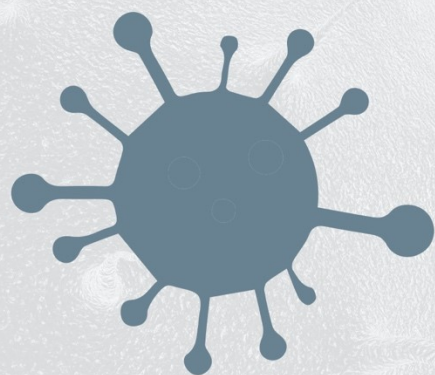




INFORME COVID-19

Chile al 10.05.2020

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

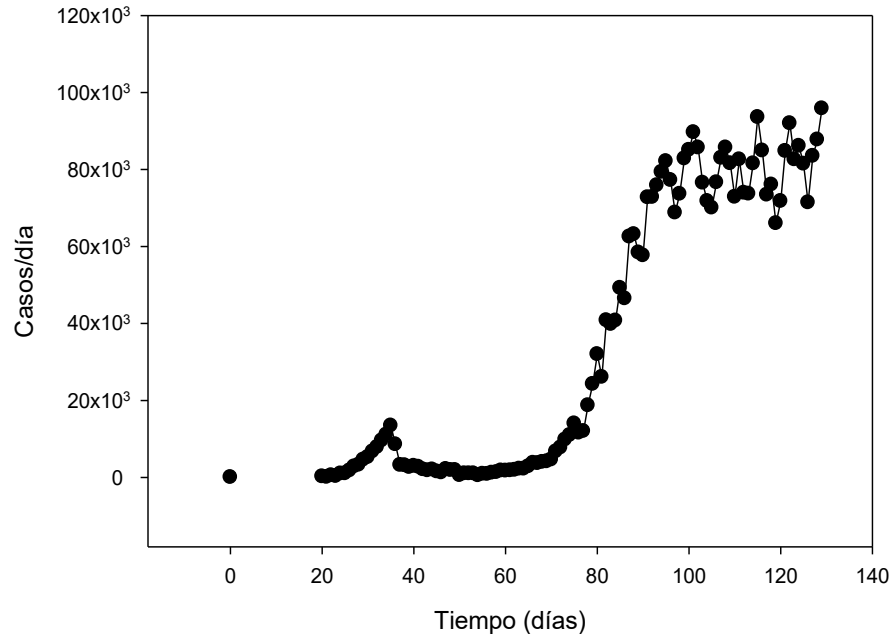


Figura 1. Evolución de casos diarios en el mundo.

El descenso de Europa ya no es tan claro y es muy lento, podría decrecer con una meseta larga y con suerte “terminar” en Julio. Sin embargo, esta pandemia no se está comportando en la forma habitual, lo que podría ser explicado porque en realidad hoy es fundamentalmente la suma de dos grandes olas en Europa y América, y porque las intervenciones epidemiológicas (fundamentalmente cuarentenas y clausura de establecimientos educacionales) han cambiado la forma habitual de la curva, desplazando el efecto rebaño. Siguen siendo aspectos preocupantes:

- 1) La cantidad de casos en América es muy alta. Los casos totales en Europa son 1.682.338 y en América 1.636.841, pero los casos nuevos ya son casi el doble en América v/s Europa: 50.712 v/s 27.993.
- 2) El descenso europeo es muy lento.
- 3) El sudeste de Asia sigue con una pequeña curva levemente ascendente.

Figure 2. Number of confirmed COVID-19 cases, by date of report and WHO region, 30 December 2019 through 9 May 2020**

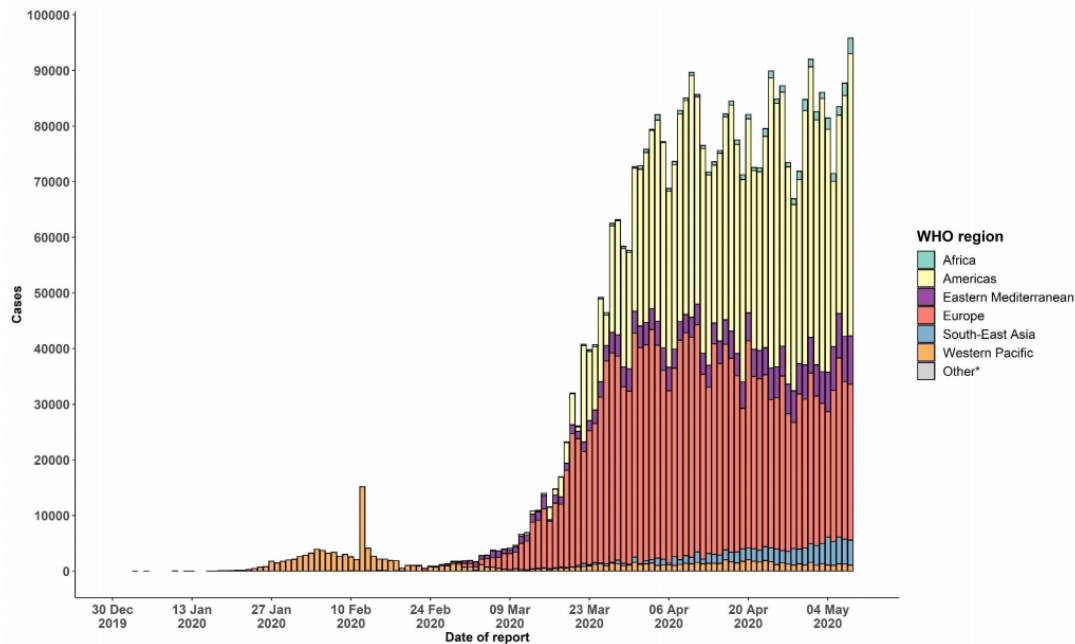


Figura 2. Evolución de casos en el mundo y participación de los diferentes continentes (OMS 09/05/2020).

Evolución de la letalidad en el mundo: la letalidad es 7% sobre casos reportados. Es probablemente muchísimo menor sobre la base de todos los casos (incluyendo sub-clínicos y asintomáticos), que algunos estiman en alrededor de un 1,38-2,3%. Esto sugiere un subreporte mundial de aproximadamente 14%. Esta letalidad tan alta sería entonces explicada por sub-reporto de casos.

2. Evolución COVID-19 en Chile al 10 mayo 2020

Hoy se informan un total de 28.866 infectados, con 1.647 nuevos, de estos, 241 asintomáticos. Se estiman 15.442 activos.

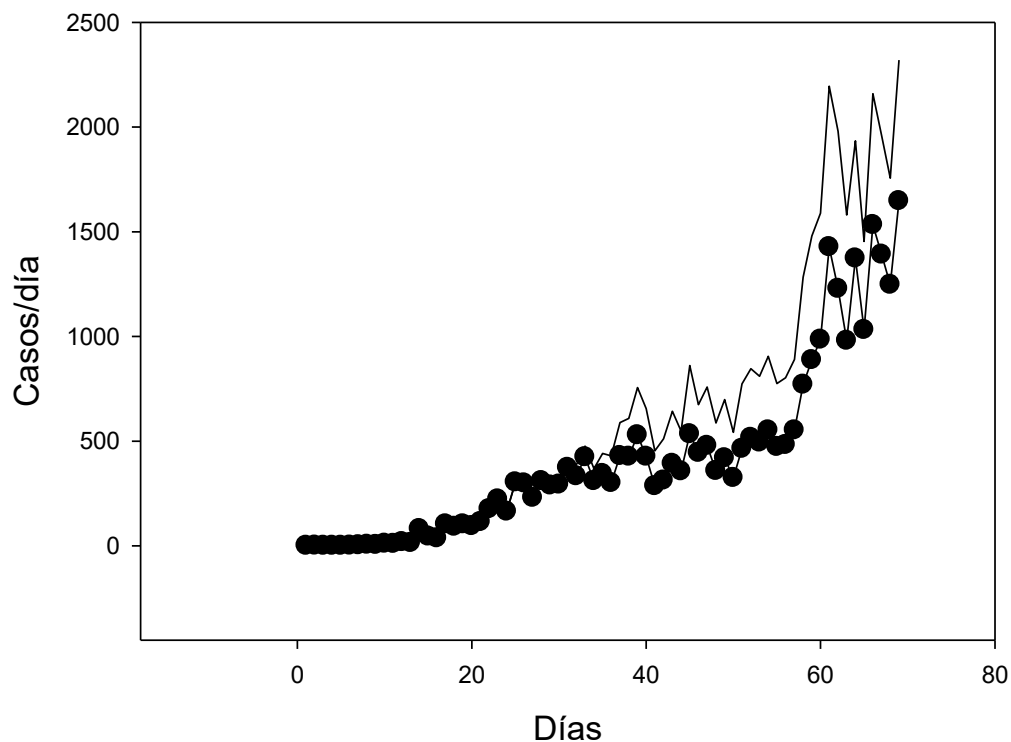


Figura 3. Casos nuevos reportados diarios (MINSAL).

El R efectivo calculado por método Bayesiano de Cori et al. 2014 de hoy para Chile usando los últimos 14 días se encuentra entre **1.23 y 1.50 (IC 0.95)**. Usando $\tau = 5$ días (3-7 días) el valor de R_e es igual a **1.35**. Esto es francamente negativo, considerando la carga de infectados activos que llega hoy a **15.442**.

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 IC0.95[1.72-3.52].

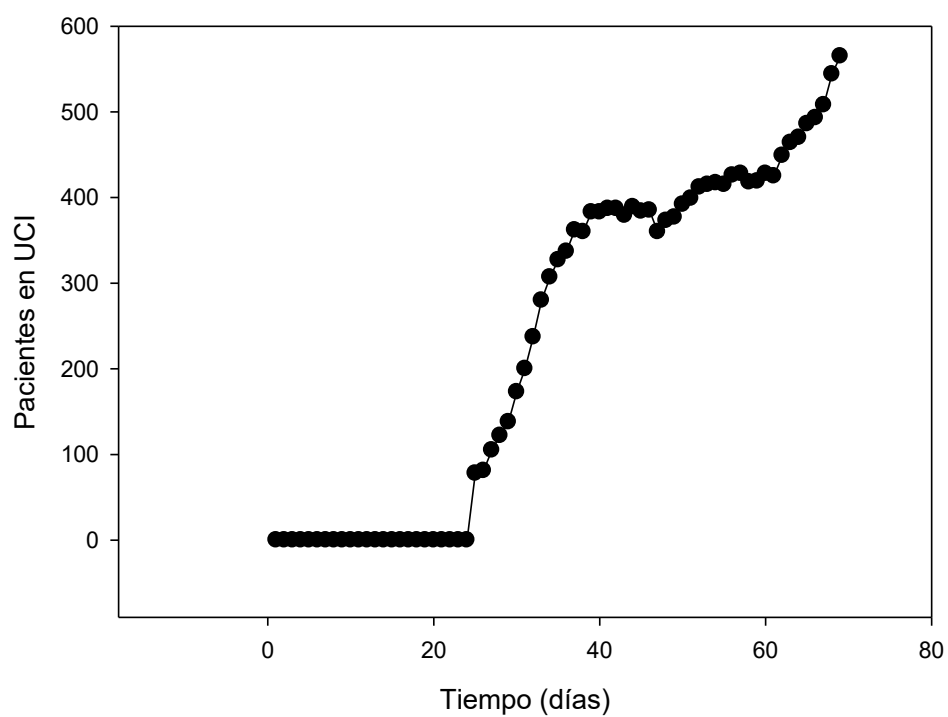


Figura 4. Evolución del número de pacientes en UCI.

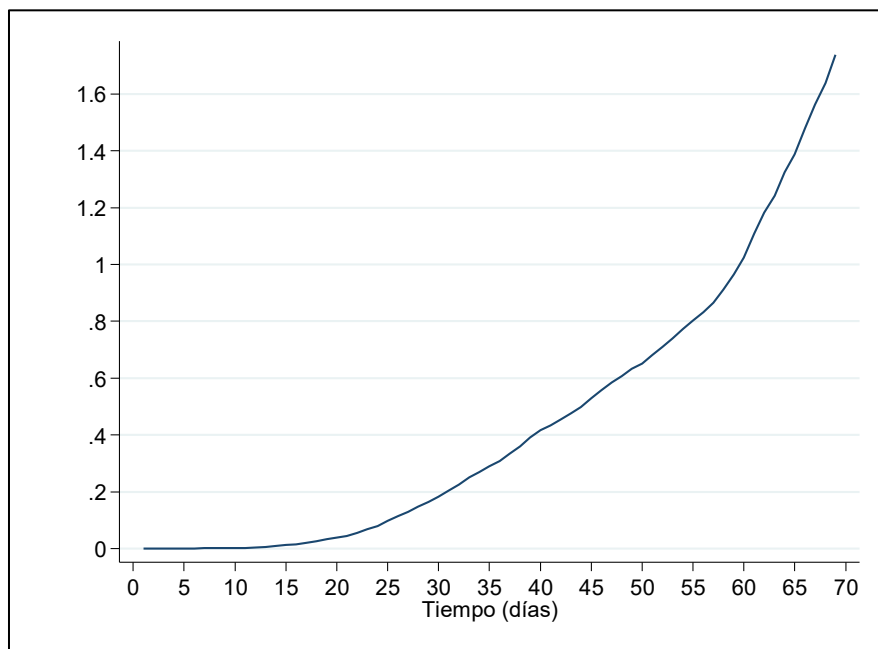


Figura 5. Índice de carga UCI (modificado de González et al).

Índice de carga UCI:

$$\text{Índice de carga UCI} = \frac{0,05 \times \text{Total casos (t)}}{0,5 \times 1661}$$

La información de cantidad de camas UCI se obtuvo a partir de la encuesta sobre ocupación de camas críticas de la Sociedad Chilena de Medicina Intensiva al día 9 de mayo (1.661 camas UCI totales en Chile). El índice de carga sobre las UCI es muy elevado.

Evolución de la letalidad de casos

La letalidad de casos cruda se encuentra en **1,13%** (IC 95% 1,01 – 1,29%), graficado en amarillo. Al ajustar por retraso, la letalidad de casos en Chile es de **1,94%** (IC 95% 1,72% - 2,22%), graficado en rojo. Utilizando la metodología propuesta por Russel et al, el subreporte de casos se encuentra a la baja, llegando a un 29% (IC 95% 12% a 43%).

Figura 6.-Evolución de la letalidad

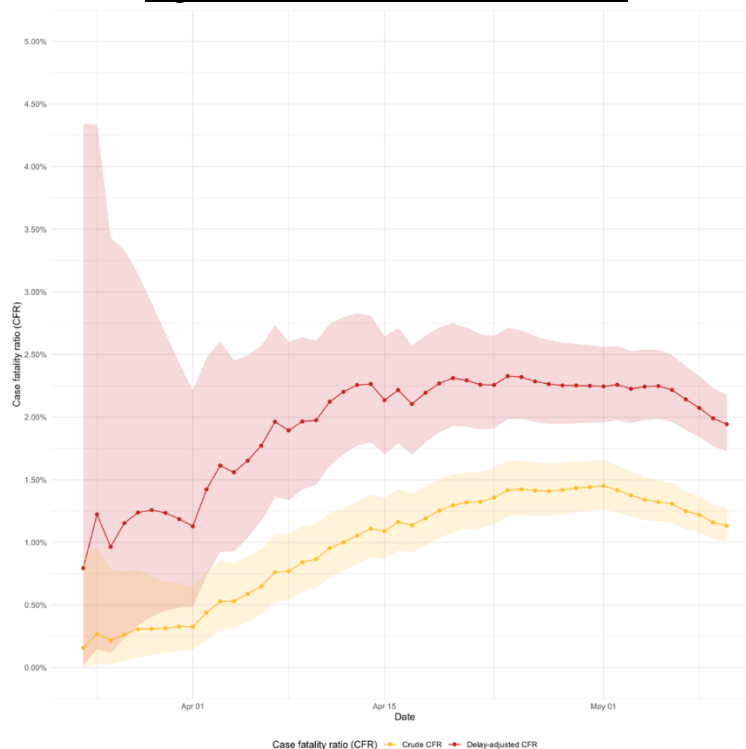


Figura 6. Evolución de la letalidad ajustada por retraso (basado en Russell, 2020)

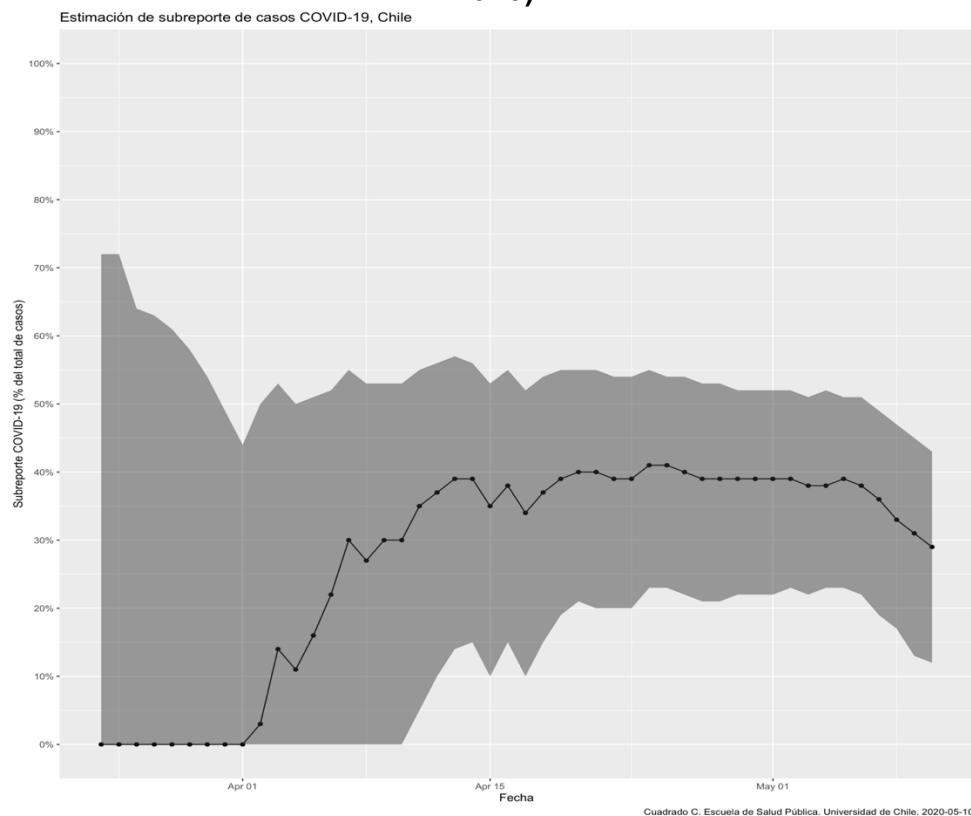


Figura 7. Estimación del subreporte (basado en Russell, 2020).

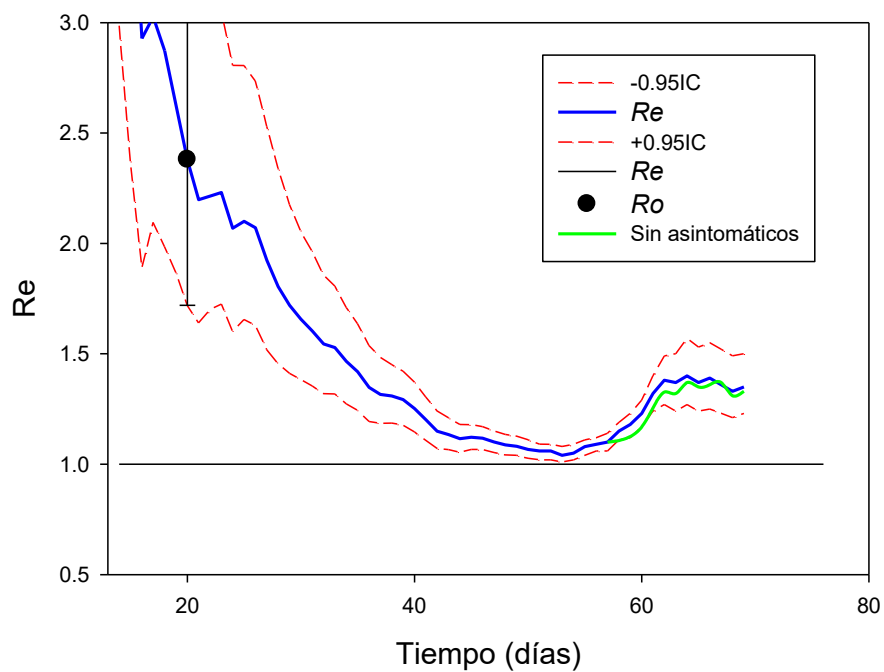


Figura 8. Evolución del R efectivo (R_e) en Chile desde los primeros 14 días

El punto negro corresponde al valor de R_0 estimado al quiebre de la curva. El IC considera la variabilidad en τ entre 3-7 días.

Se observa un **Re en valores altos**, fluctuando levemente alrededor de **1.30-1.40**. Esto no es explicado por los casos asintomáticos (observar la trayectoria de Re en verde excluyendo casos asintomáticos). Sobre un total de 55 países analizados, el Re varía entre 0,6 y 2,0, con una mediana de 1,3 y un promedio $\pm$ de: $1,34 \pm 0,28$.

Predicciones

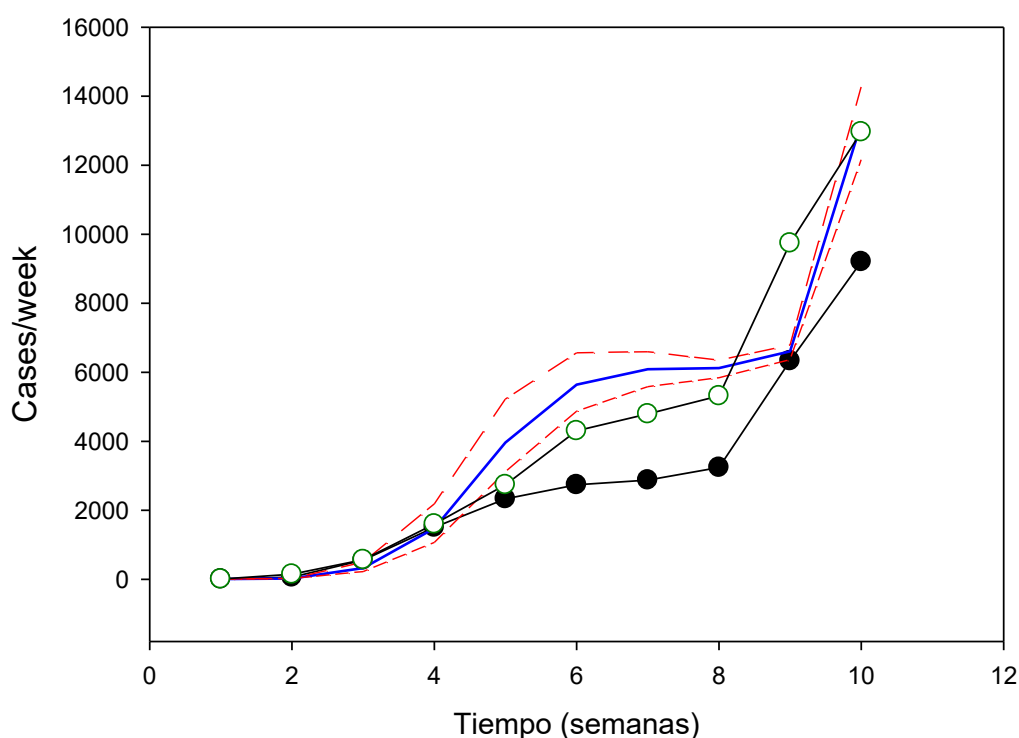


Figura 9. Evolución de los casos/semana y sus predicciones. Puntos negros: casos reportados; puntos blancos: corregidos por sub-reporte. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza

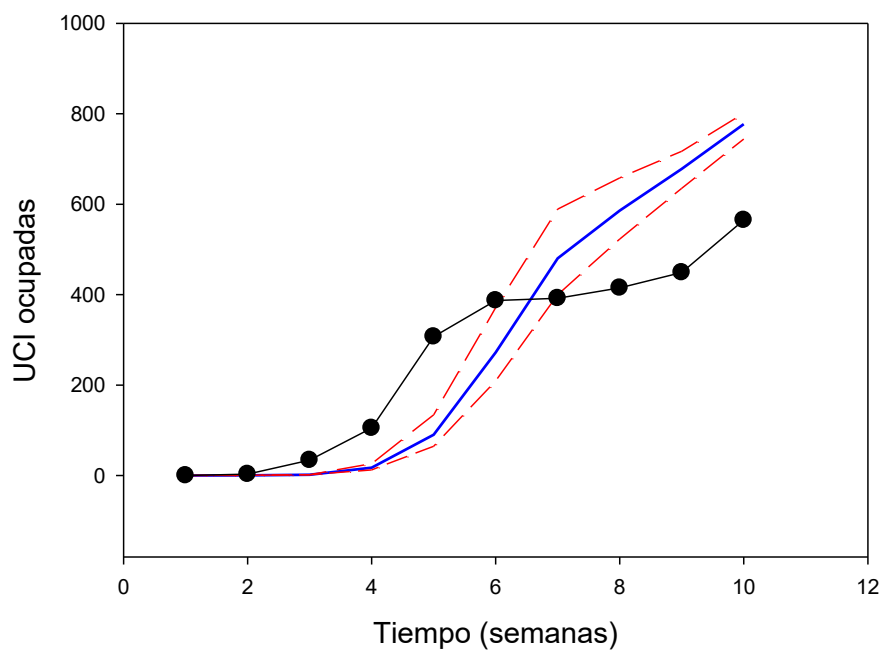


Figura 10.- Evolución de la ocupación UCI y sus predicciones. Puntos negros: ocupación reportada. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza.

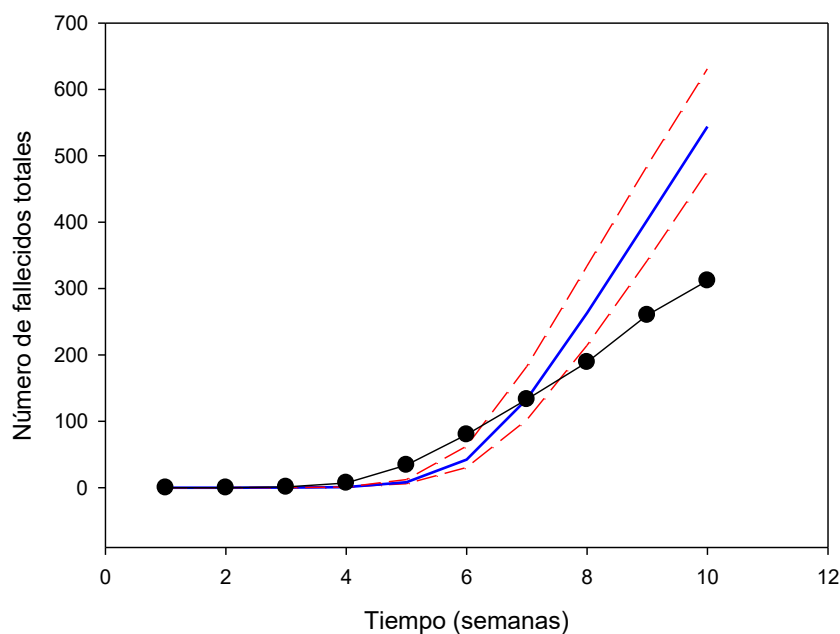


Figura 11.- Evolución de las defunciones por COVID. Puntos negros: casos reportados. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza.

Tabla I: Predicciones para las semanas 9 (27/04-03/05) y 10 (04/05-10/05).

Semana		Predichos	Observados
27/04-03/05	Casos en la semana	6363-6791	6332 (9742)
	UCI ocupadas	635-717	449
04/05-10/05	Casos en la semana	12160-14267	9203 (12962)
	UCI ocupadas	744-801	565

*En azul datos corregidos por subreporte.

Proyecciones a largo plazo

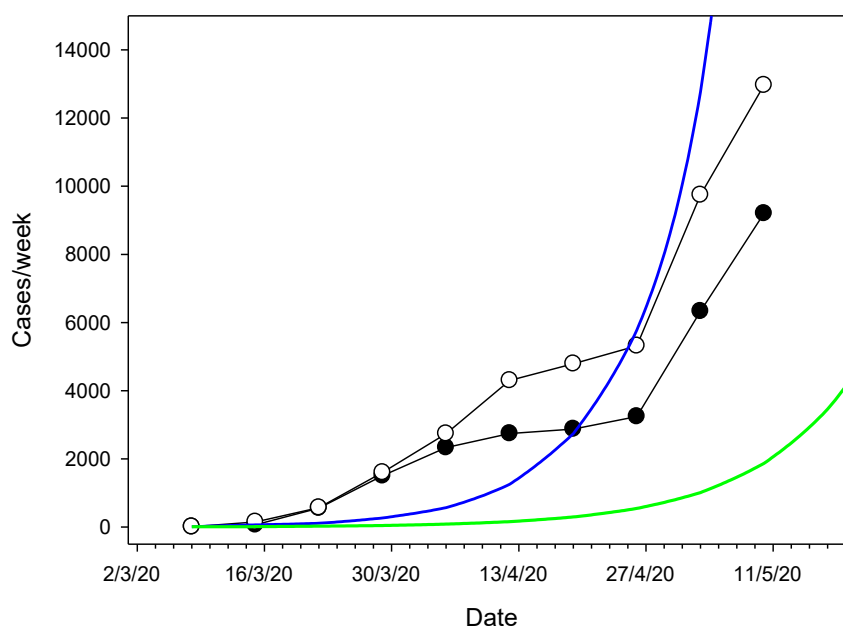


Figura 12: Proyección de casos/semana. Líneas azul y verde: proyecciones para $Re = 1,5$ y $1,2$ constantes. Puntos negros casos observados y puntos blancos, corregidos por sub-reportaje.

Se aprecia una importante aceleración en la tasa de casos nuevos/semana, acercándose a un crecimiento exponencial con $Re = 1,5$, lo que es consistente con lo esperado en un proceso epidémico. La curva de casos reportados está debajo de la curva azul y sobre la curva verde ($Re = 1,2$), lo que es consistente con el Re actual: **1,35**.

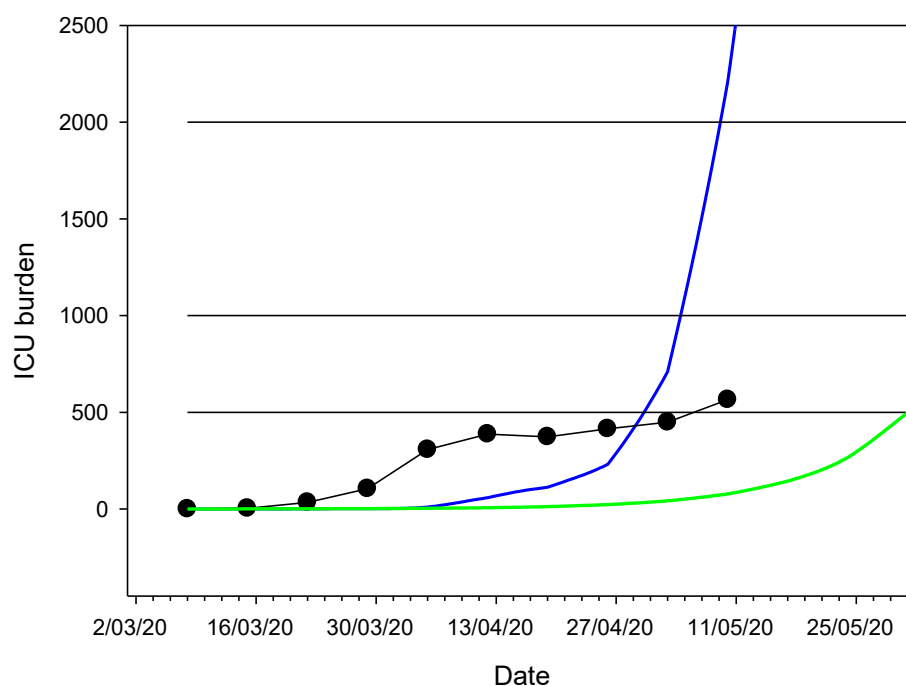


Figura 13: Proyección de UCI ocupadas en la semana.

La saturación se proyecta sobre la base de 3 umbrales de saturación: 500 UCI, 1000 UCI y 2000 UCI. Usaremos un escenario $R_0 = 1.5$ (azul), $R_0 = 1.2$. La ocupación UCI ya muestra una **aceleración en los últimos días**, sobrepasando el primer umbral de saturación, significando una **alerta de sobrecarga de la red asistencial**, consistente con el índice de carga elevado.

3. COVID-19 en regiones

I. Número reproductivo

Tabla I: Estimación R0 y Re por región.				
Región	R0	(IC 95%)	Re	(IC 95%)
Arica y Parinacota	1,57	(1,22-2,53)	0,71	(0,55-0,89)
Tarapacá	1,34	(1,12-1,93)	1,50	(1,25-1,87)
Antofagasta	1,39	(1,11-2,17)	1,06	(0,96-1,19)
Atacama	1,09	(0,97-1,37)	1,57	(1,20-2,04)
Coquimbo	1,18	(0,96-1,72)	2,13	(1,47-3,09)
Valparaíso	1,62	(1,31-2,55)	1,50	(1,29-1,74)
Metropolitana	2,09	(1,73-3,28)	1,42	(1,28-1,64)
O'Higgins	0,99	(0,82-1,38)	1,35	(1,08-1,62)
Maule	1,21	(0,99-1,77)	0,84	(0,64-1,07)
Ñuble	1,66	(1,28-2,74)	0,84	(0,66-1,05)
Biobío	1,95	(1,59-3,10)	1,28	(1,10-1,48)
Araucanía	1,87	(1,53-2,94)	0,85	(0,71-1,00)
Los Ríos	1,70	(1,41-2,60)	0,86	(0,60-1,25)
Los Lagos	1,62	(1,30-2,55)	1,09	(0,89-1,31)
Aysén	1,11	(0,99-1,42)	2,70	(0,35-10,09)*
Magallanes	1,86	(1,47-3,05)	0,97	(0,85-1,11)
Chile	2,36	(1,95-3,76)	1,40	(1,24-1,56)

En las regiones **RM, Valparaíso, Tarapacá, Atacama, Coquimbo y O'Higgins**, se observa una mayor velocidad de propagación que al inicio de la epidemia.

*El Re de **Aysen** corresponde al rebote después de muchos días sin casos.

II. Índice de carga UCI por región:

$$\text{Índice de carga UCI} = \frac{0,05 \times \text{Total casos (t)}}{0,5 \times \text{n}^\circ \text{ camas críticas por región}}$$

Se calculó además el índice de carga UCI “observado” por región de la siguiente forma:

$$\text{Índice de carga UCI} = \frac{\text{Total casos UCI}}{0,5 \times \text{n}^\circ \text{ camas críticas (total país o región)}}$$

Tabla II: Casos de COVID-19 en UCI e índice de carga por región.		
Región	IC modificado	IC observado
Arica y Parinacota	1,42	0,58
Tarapacá	2,89	0,67
Antofagasta	1,19	0,76
Atacama	0,69	0,22
Coquimbo	0,33	0,00
Valparaíso	0,61	0,24
Metropolitana	2,40	0,98
O'Higgins	0,30	0,16
Maule	0,85	0,15
Ñuble	2,80	0,55
Biobío	0,77	0,32
Araucanía	2,08	0,66
Los Ríos	0,86	0,17
Los Lagos	0,76	0,26
Aysén	0,07	0,00
Magallanes	2,55	0,86
Chile	1,74	0,68

Información camas UCI: Sociedad Chilena de Medicina Intensiva (9 de mayo). Los índices de carga se están elevando en todas las regiones siendo especialmente preocupantes **RM, Magallanes, Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y la Araucanía.**

III. Esfuerzo diagnóstico

Tabla IV: Esfuerzo diagnóstico por región, 9 abril – 10 mayo.			
Región	Promedio casos nuevos 9 abril - 10 mayo	Promedio esfuerzo diagnóstico 9 abril - 10 mayo (por 100.000 hab.)	Razón
Arica	8,7	32,0	0,3
Tarapacá	15,4	17,7	0,9
Antofagasta	28,2	27,6	1,0
Atacama	3,6	22,1	0,2
Coquimbo	2,5	6,4	0,4
Valparaíso	22,1	14,6	1,5
Metropolitana	556,4	55,7	10,0
O'Higgins	4,8	8,3	0,6
Maule	10,1	24,7	0,4
Ñuble	7,8	24,8	0,3
Biobío	14,4	23,2	0,6
Araucanía	24,5	25,4	1,0
Los Ríos	24,5	18,7	1,3
Los Lagos	7,8	35,5	0,2
Aysén	0,0	18,3	0,0
Magallanes	19,6	35,6	0,6
Chile	728,8	35,4	20,6

IV. Positividad

El día de hoy la positividad es de **12,9%** (porcentaje de casos nuevos sobre el total de PCR nuevos informados el 10 de mayo). El siguiente gráfico muestra la evolución de la positividad diaria.

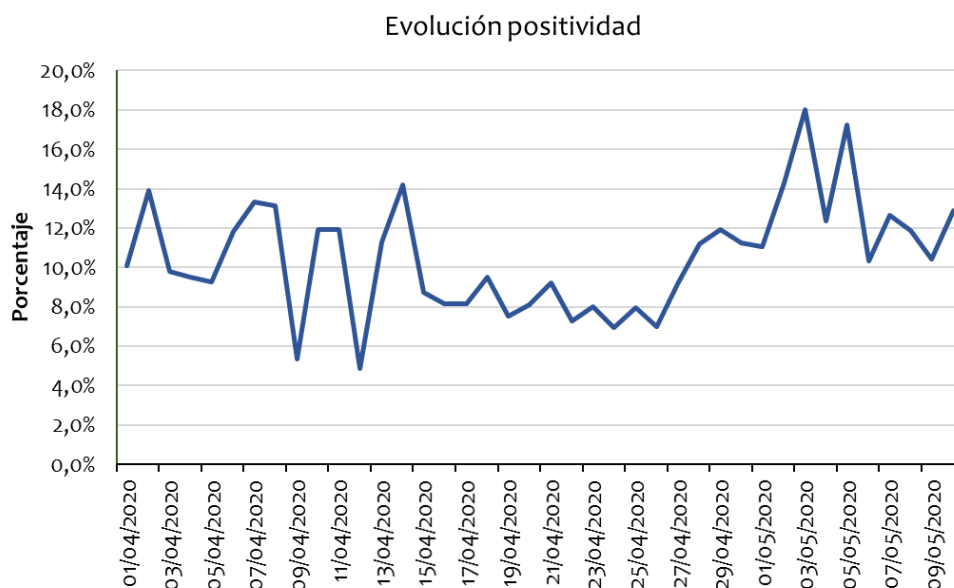


Figura 14. Evolución positividad diaria (01/04 – 10/05)

La siguiente tabla muestra la positividad por semana epidemiológica:

Tabla V: 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%

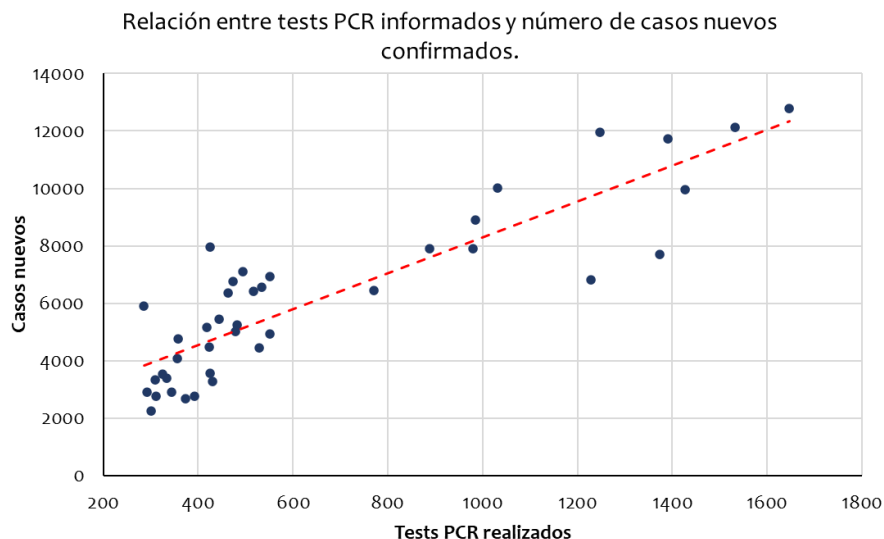


Figura 15. Relación entre PCR informados diariamente y casos nuevos (01/04 – 10/05)

La pendiente de la recta ajustada es **0,1229**, con un valor- $p < 0,001$. Esto indica que al aumentar la cantidad de PCR, aumenta la cantidad de casos nuevos informados, y que por cada 100 PCR informados, se confirmarían en promedio 12,3 casos nuevos.

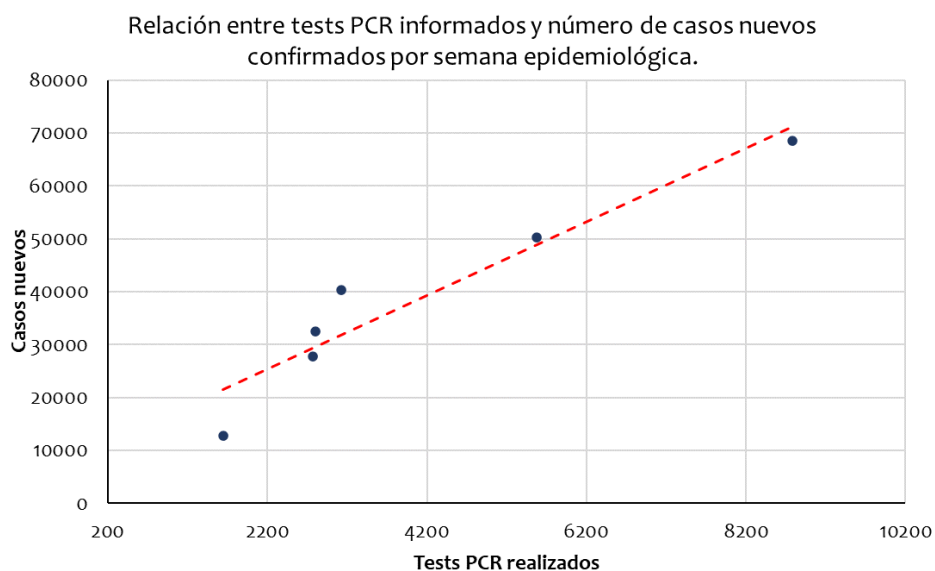


Figura 16. Relación entre PCR informados semanalmente y casos nuevos (05/04 – 09/05)

La pendiente de la recta ajustada es **0,1302**, con un valor- $p=0,003$. Esto indica que al aumentar la cantidad de PCR semanales, aumenta la cantidad de casos nuevos reportados, y que por cada 100 PCR informados, se confirmarían en promedio 13 casos nuevos.

V. Numero 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 cuál 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 8 de mayo (último informe con datos de nivel comunal).

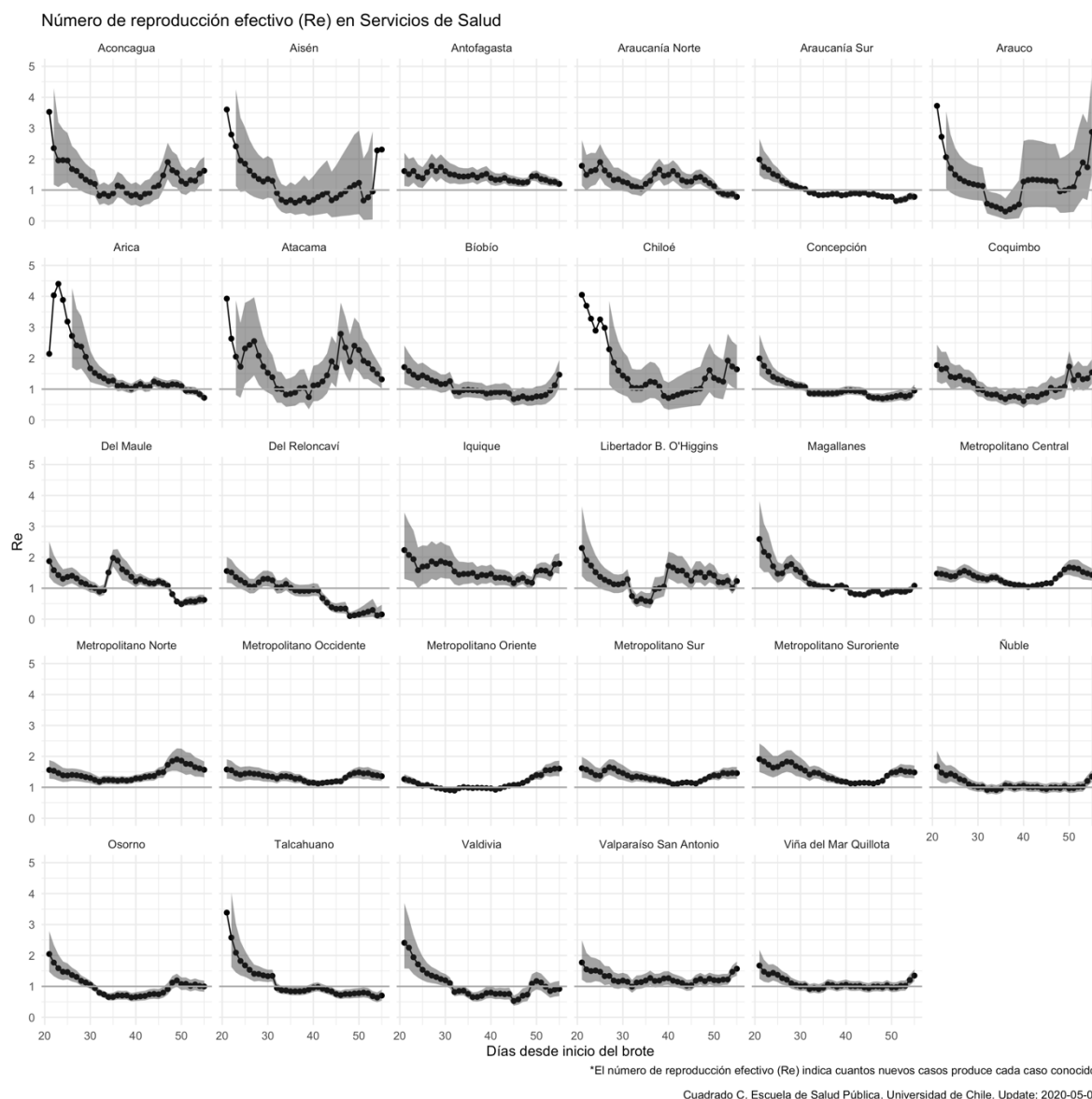


Figura 17. Evolución de Re a nivel de Servicios de Salud (03 marzo – 08 mayo)

En el segundo gráfico acotamos a lo ocurrido en las últimas 2 semanas para facilitar una escala que permita observar las tendencias. Se observa con claridad el **crecimiento de los Re** en los Servicios Aconcagua, Arauco, Biobío, Chiloé, Coquimbo, Iquique, O'Higgins, Metropolitano Oriente, Metropolitano Sur, Metropolitano Sur Oriente, Ñuble, Valparaíso San Antonio y Viña del Mar Quillota. La tendencia es estable con **Re<1** en Araucanía Sur, Maule, Reloncaví y Talcahuano.

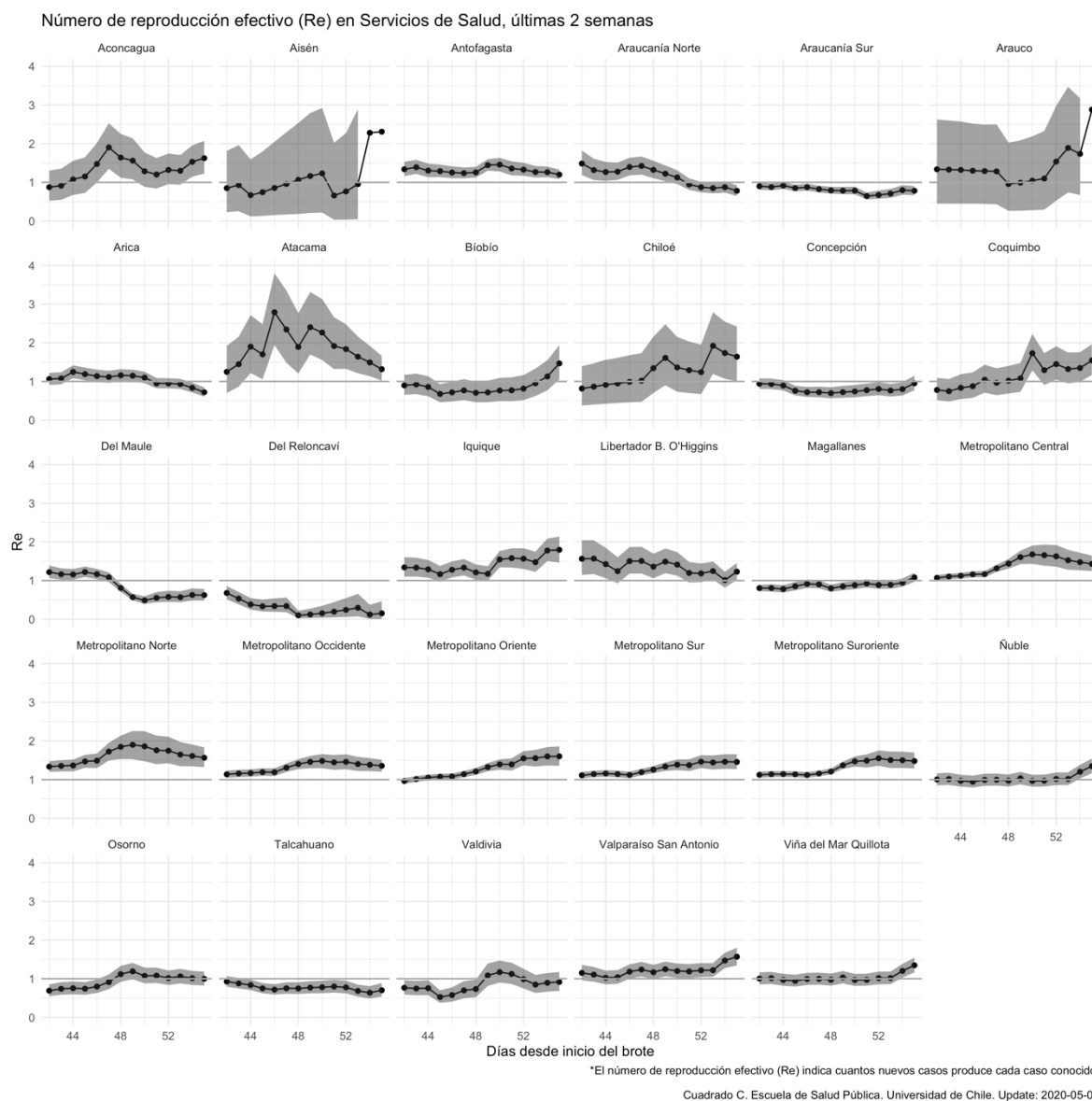


Figura 18. Evolución de Re en las últimas 2 semanas a nivel de Servicios de Salud

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 para un número importante de comunas de la región Metropolitana hay un claro despegue en el Re. Se presenta primero la evolución durante todo el brote y luego el gráfico acotado a las dos últimas semanas.

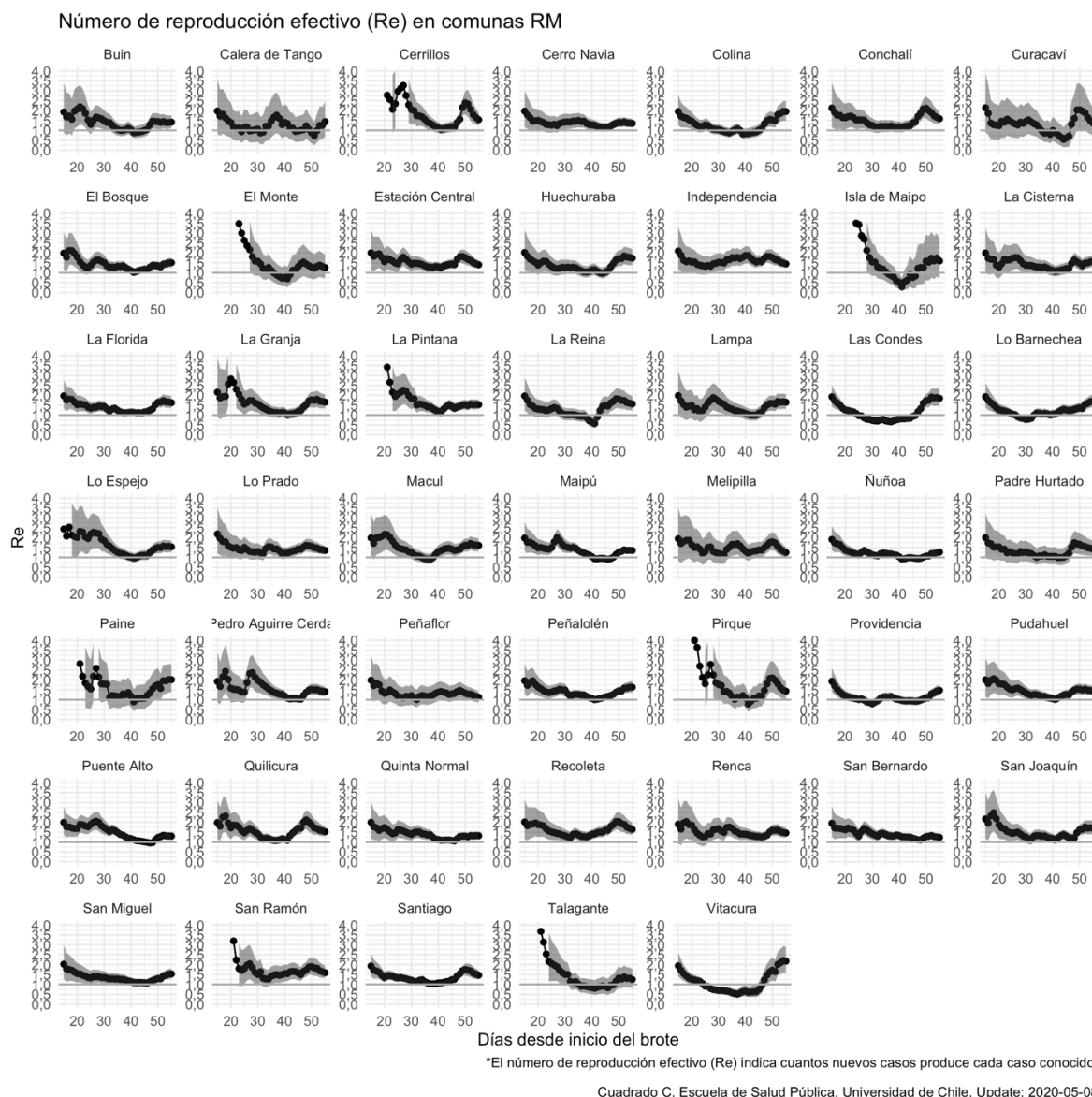
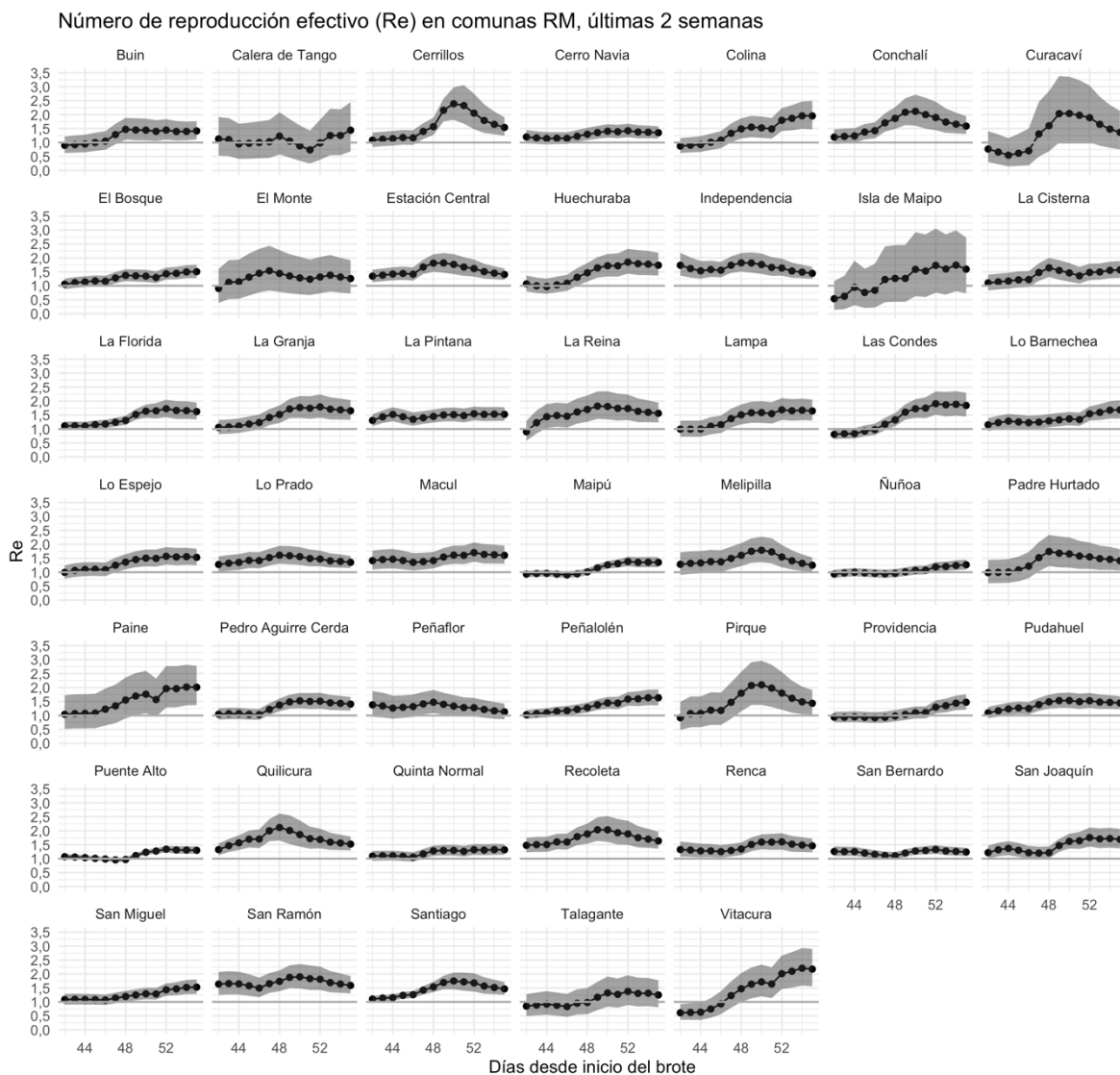


Figura 19. Evolución de Re en las comunas de la Región Metropolitana (03 marzo – 08 mayo)

Al 8 de mayo de 2020, hay **25 comunas con un Re >1,5 en la RM**. En orden decreciente: Vitacura, Paine, Colina, Las Condes, San José de Maipo, Huechuraba, San Joaquín, Lo Barnechea, La Granja, Lampa, Peñalolén, Recoleta,

La Florida, Macul, Isla de Maipo*, San Ramón, Conchalí, La Cisterna, La Reina, Cerrillos, Lo Espejo, San Miguel, La Pintana, Quilicura y El Bosque.

*Intervalo de credibilidad 95% muy amplio, por lo que no se puede asegurar que sea distinto de 1.



*El número de reproducción efectivo (Re) indica cuantos nuevos casos produce cada caso conocido

Cuadrado C. Escuela de Salud Pública. Universidad de Chile. Update: 2020-05-08

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

Anexo 1. Modelos SEIR ajustado a los casos, bajo los siguientes supuestos. Inmunidad de rebaño 57,4% (Anderson 2020). Relación casos reportados/casos reales: 1:20 (artificial, plausible). Corrección por heterogeneidad 50% (Artificial, plausible)

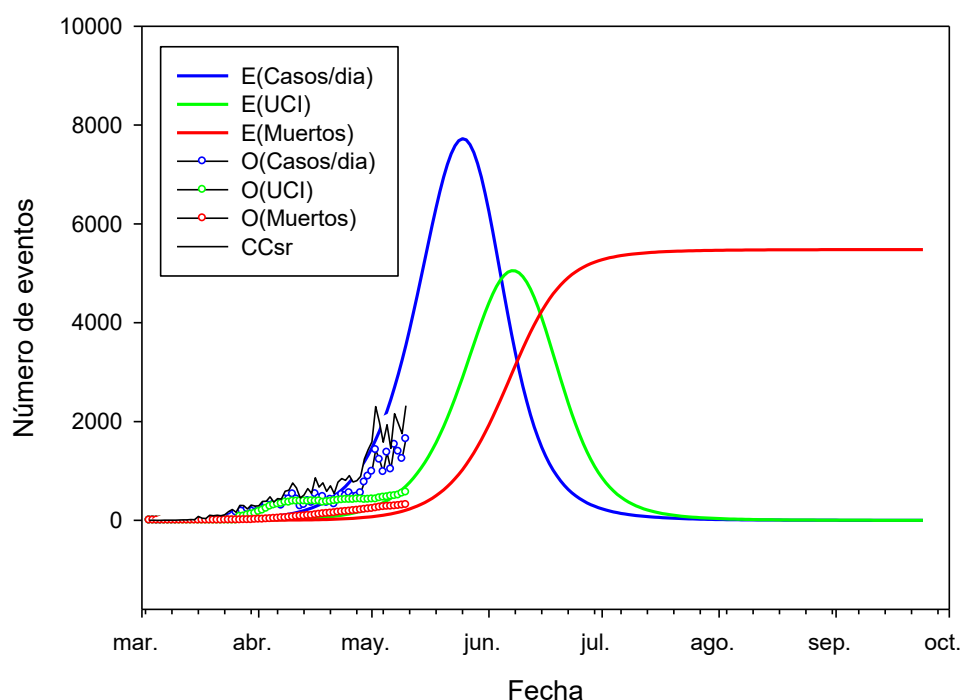


Figura anexa 1. Modelo SEIR y casos reportados, UCI y fallecidos

Ajustes: a) para Casos: $E(C)$ vs C : $R^2 = 0.86$, $F_{1,67}=407.5$, $p <<0.001$; $E(C)$ vs C_{corr} : $R^2 = 0.88$, $F_{1,67} = 505,6$, $p <<0.001$. b) Para UCIs: $E(UCI)$ vs UCI : $R^2 = 0.45$, $F_{1,67} = 57,5$, $p <<0.001$; c) para fallecidos: $E(M)$ vs M : $R^2 = 0.79$, $F_{1,67} = 263,8$, $p <<0.001$.

Observamos que de darse esta dinámica se proyecta el **peak** para **finales de mayo o Principios de Junio**, con un **peak de uso de UCI** la **primera semana de junio** y una **elevación** muy importante de la **mortalidad desde junio**. Una dinámica como esta **saturaría el sistema de salud**, probablemente desde la **próxima semana o la subsiguiente**. 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. Aún así es un modelo bastante conservador ya que sugiere un total de casos de 240.000 en la epidemia principal (suponiendo que no hay rebotes) y un total de aproximadamente 5.000 defunciones.

Comentario final

Toda la evidencia presentada, muestra que es esperable que siga una importante alza en el número de casos y en la utilización de UCI en la semana 11 y 12 (11-17/5 y 18-24/5). El requerimiento UCI podría llegar a ser muy importante y es **posible una saturación completa del sistema**. Aunque gran parte de la RM entró en cuarentena, sus efectos sólo podrían ser evidentes en la semana 12. La carga de infectados es altísima y el R_e es alto lo que le confiere al proceso una “inercia” difícil de contener. La carga UCI es desigual en el territorio, con gran concentración en la RM, lo que provocará un problema de disponibilidad en las regiones que será difícil de manejar.