

INFORME COVID-19

Chile al 24.05.2020

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

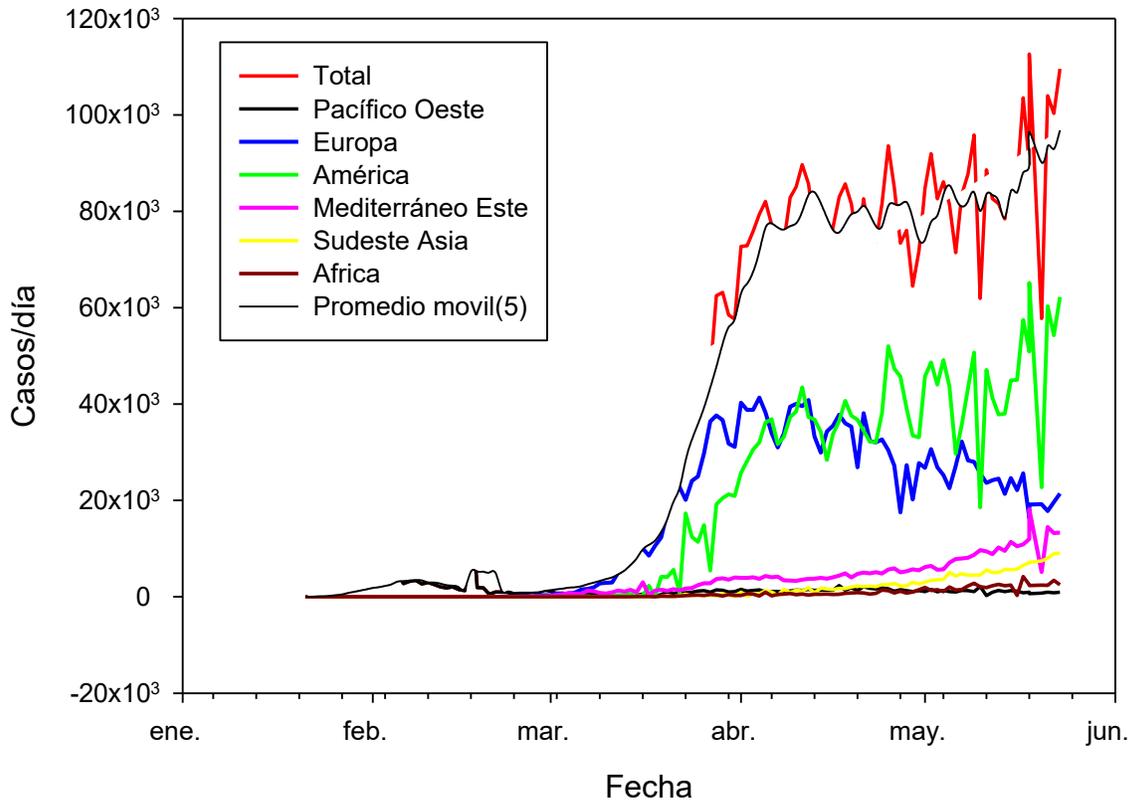


Figura 1. Evolución de casos diarios en el mundo.

En la última semana, aunque Europa sigue descendiendo con una proyección de “término” a mediados de Julio ($11/07$; $R^2 = 0,75$, $F_{1,51} = 149,6$, $p << 0,01$), la curva mundial ha ascendido a un nuevo nivel, con alrededor de 100 mil casos diarios. Esto se explica por el fuerte incremento en América, que se suma a los ascensos en el Mediterráneo Oriental y el Sudeste de Asia.

Aún así, sigue siendo válida la hipótesis que no habrá que esperar una prevalencia del 57,4% de la población afectada para que la curva descienda. Estudios actuales en España detectan una prevalencia de positividad para SARS-CoV-2 de un 5% (ENE-COVID 2020) y en Francia proyectan, al 11 de mayo, que un 4,4% (2,8-7,2%) de la población esté infectada (Salje et al. 2020). Sigue siendo probable que la pandemia decaiga en los próximos meses, siguiendo el comportamiento de Europa, y que deje de ser un gran problema de salud pública mundial. Esto no significa que desaparecerá la enfermedad (COVID-19) o el virus (SARS-CoV-2), sino que los sistemas de salud podrían ser capaces de soportar la

demanda y atender adecuadamente a los pacientes, mientras avanza el conocimiento científico para lograr contar con tratamiento y vacuna eficiente.

Cabe mencionar que esto se cumplirá solamente si los gobiernos adoptan medidas precoces y efectivas ante incrementos de casos, para lograr aplanar la curva. De lo contrario, nada descarta que puedan generarse nuevos brotes epidémicos de gran magnitud, como los registrados en esta primera “ola”.

Preocupan:

- 1) La cantidad de casos en América es muy alta.
- 2) El sudeste de Asia y el Mediterráneo Oriental siguen con una curva ascendente que podría desencadenar una nueva “ola”.
- 3) Los bajos porcentajes de seroprevalencia implican que hay gran cantidad de susceptibles aún, por lo que podrían ocurrir nuevos brotes.

Evolución de la letalidad en el mundo

La letalidad cruda (sin corregir por retraso) es 6,9% sobre casos reportados. Es probablemente mucho menor, sobre la base de todos los casos (incluyendo sub-clínicos y asintomáticos). Se ha determinado una letalidad de caso 1,38% (95% CrI: 1,23–1,53%) (Russell et al. 2020), estimándose una letalidad entre infectados en torno al 0,75% (0,49-1,01%) (Meyerowitz-Katz et al. 2020). Esto sugiere un subreporte mundial de aproximadamente 85% (sólo un 15% de los casos han sido confirmados). Esta letalidad tan alta sería entonces explicada mayoritariamente por un importante sub-reporte de casos.

2. Evolución COVID-19 en Chile al 24 de mayo 2020

Al día 24 de mayo, se informan un total de **69.102** infectados, con **3.709 nuevos**, de estos, 366 asintomáticos. Se estiman **40.236 activos**. Estos valores son elevados en referencia a otros países del mundo, cuando usamos tasas de “incidencia acumulada” de casos y muertes reportadas: **Chile 361,8 casos/cien mil y 3,8 muertes/cien mil** (usando Poblacion de Chile = 19.098.423 personas).

Para Santiago, resultados preliminares de estudio realizado por la Universidad del Desarrollo, estiman una seroprevalencia de **2,9%** (P. Vial en El Mercurio).

En la edición de El Mercurio del 24/05, comparten estimación para algunos países (usando valores previos de casos y muertes):

País	“incidencia”	mortalidad
Rusia	230,2	2,3
España	604,0	61,3
Reino Unido	379,0	54,1
Italia	379,2	54,1
Francia	279,6	43,4
Alemania	214,9	10,0
Turquía	184,8	5,1
Irán	159,2	8,8
Estados Unidos	503,9	29,8
Brasil	163,6	10,4
Perú	351,6	10,2
Ecuador	205,9	17,6
Colombia	39,7	1,4
Argentina	251,0	1,0
Bolivia	479,0	2,0
Paraguay	119,0	0,2
Uruguay	217,0	0,6

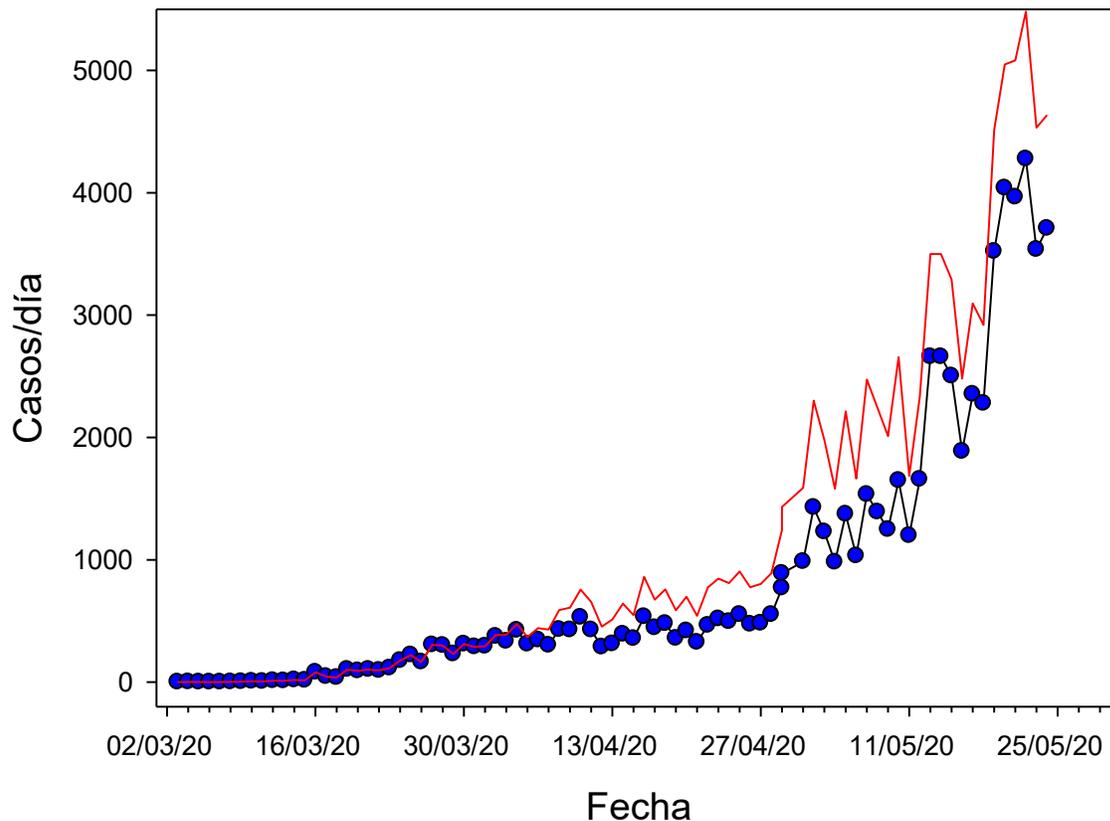


Figura 2. Casos nuevos reportados diarios (MINSAL).

El R efectivo calculado por método Bayesiano de Cori et al. 2014 de hoy para Chile usando los últimos 14 días se encuentra entre **1,26 y 1,56** ($IC_{0,95}$). Usando $\tau = 5$ días (3-7 días) el valor de R_e es igual a **1,32**. Esto sigue siendo preocupante, ya que implica que el número de casos sigue creciendo en un contexto con alta carga **de infectados activos** que llega hoy a **40.236**.

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].

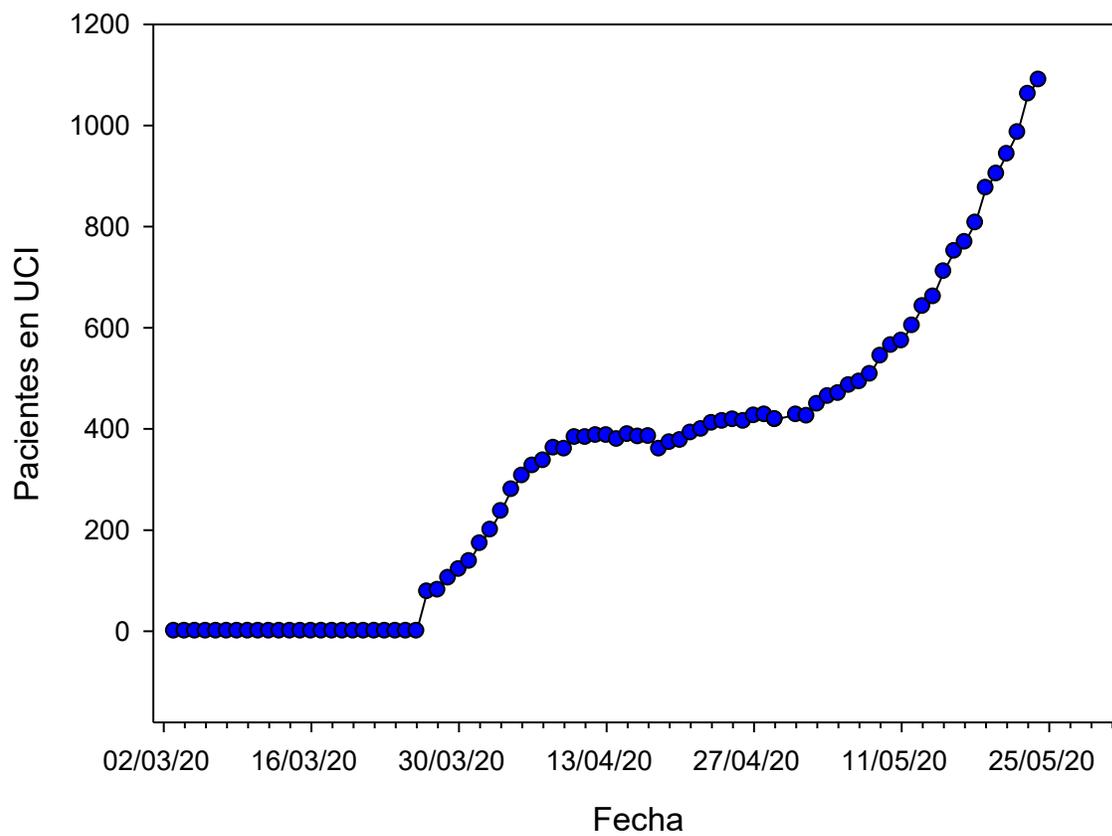


Figura 3. Evolución del número de pacientes en UCI.

Evolución de la letalidad de casos

La letalidad de casos cruda se encuentra en **1,01%** (IC 95% 0,94-1,10%), graficado en amarillo. Al ajustar por retraso entre casos y fallecimientos, la letalidad de casos en Chile es de **1,87%** (IC 95% 1,72% - 2,02%), graficado en rojo. Ha vuelto a incrementarse la letalidad estabilizándose en valores más cercanos a los que se habían observado a mediados de Abril.

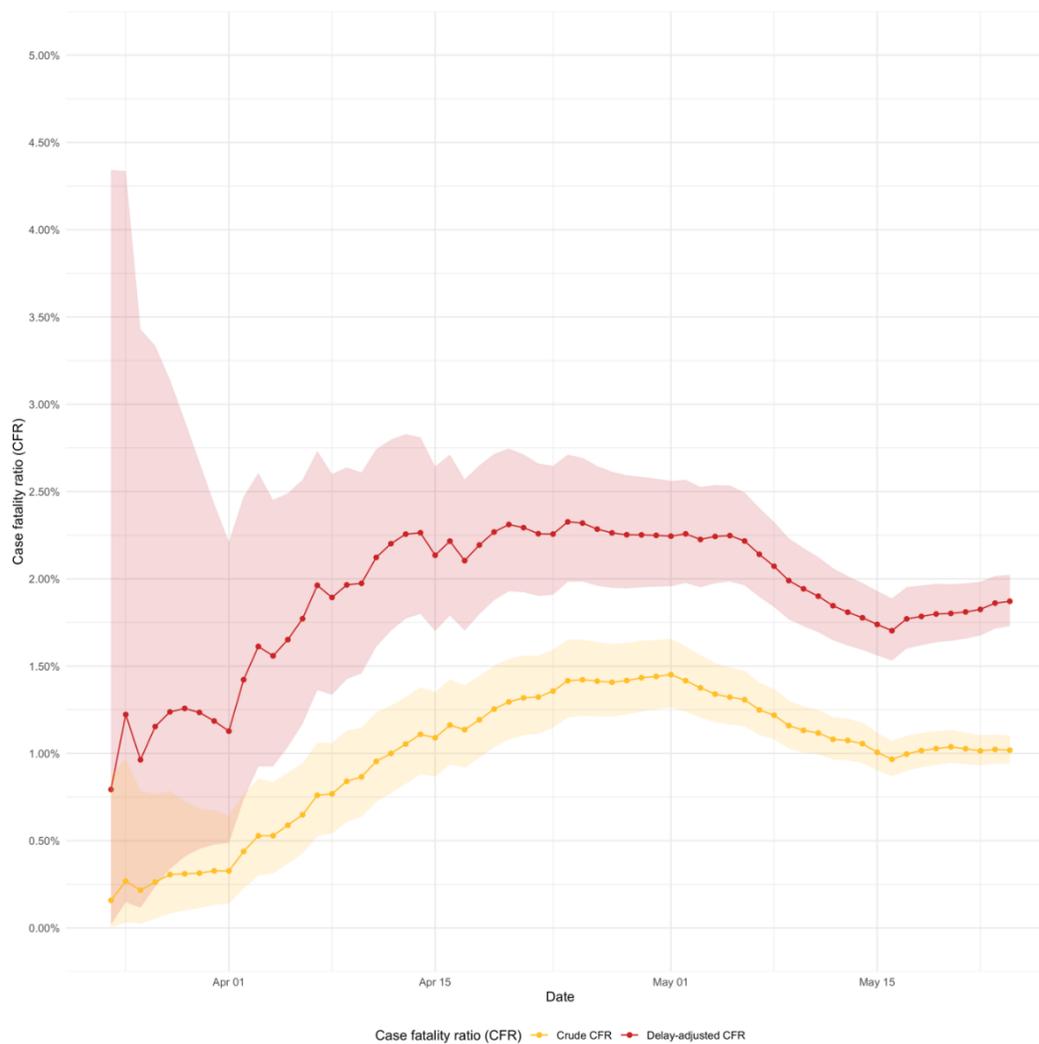


Figura 5. Evolución de la letalidad cruda y ajustada por retraso (basado en Russell, 2020)

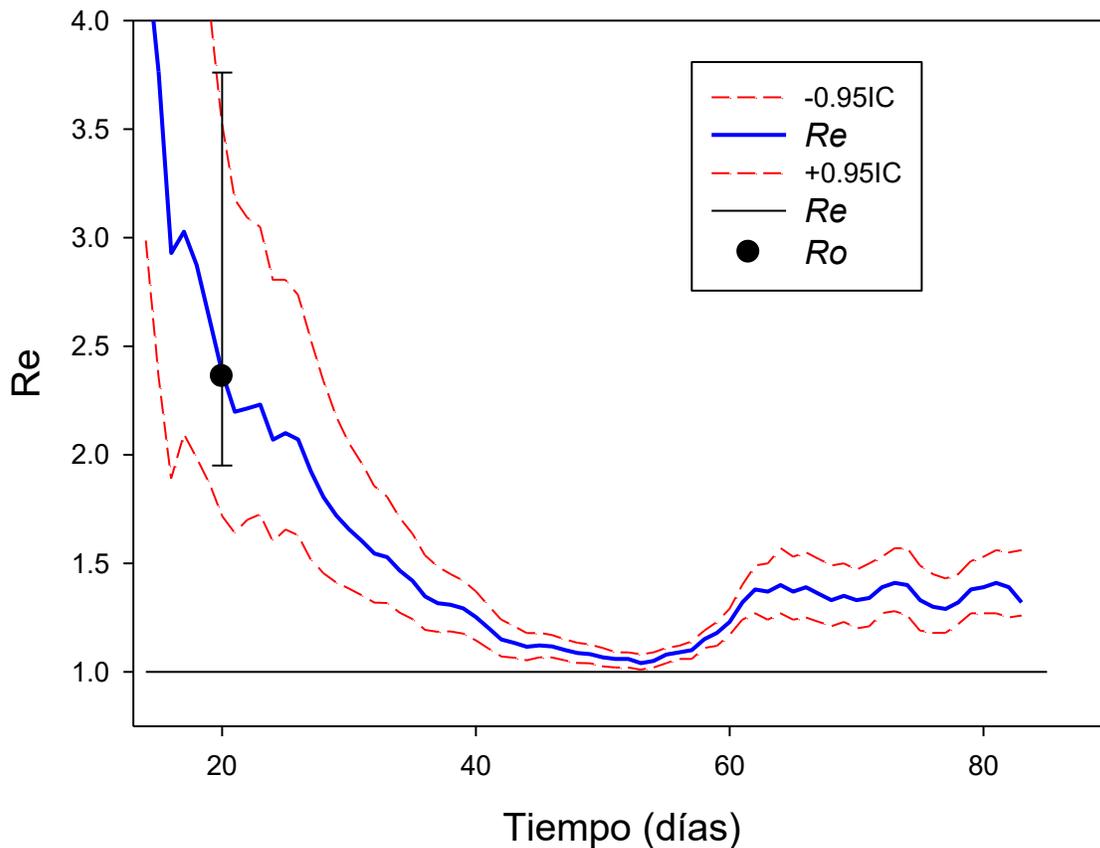


Figura 6. Evolución del R efectivo (R_e) en Chile desde los primeros 14 días

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

Incluimos todos los infectados (sintomáticos y asintomáticos, ya que no había diferencias significativas en el R_e). Se observa un **R_e en valores altos**, fluctuando levemente alrededor de **1,30-1,40**. Sobre un total de 55 países analizados, el R_e varía entre 0,6 y 2,0, con una mediana de 1,3 y un promedio \pm de: $1,34 \pm 0,28$.

Predicciones

Hasta ahora hemos usado el modelo: $C_{t+1} = Re(C_t + C_{t-1})$. Sin embargo esto supone que todos los infectados activos al final de la semana t van a producir casos secundarios en la semana $t+1$. Sin embargo el intervalo serial es 5 y no 7 días. Esto explica que nuestras estimaciones hasta ahora hayan estado levemente superior a los casos, UCIs y fallecidos. Factor de corrección igual a la probabilidad de dejar casos en una semana $P(X \leq 7) \approx 0,8$ en una distribución Gama con intervalo serial de promedio 5 y de $\alpha = 0,3$ quedando el modelo $C_{t+1} = cRe(C_t + C_{t-1})$.

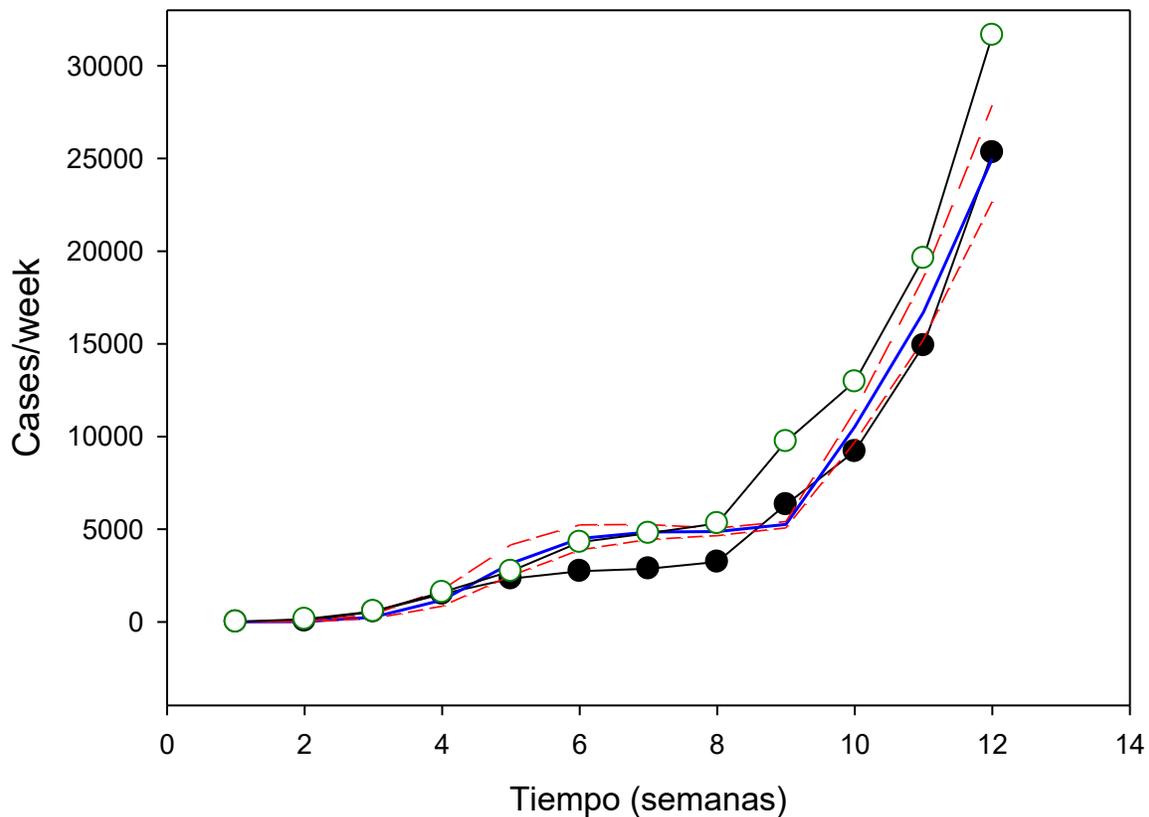


Figura 7. Evolución de los casos/semana y sus predicciones. Círculos negros: casos reportados; círculos blancos: corregidos por sub-reporte. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza

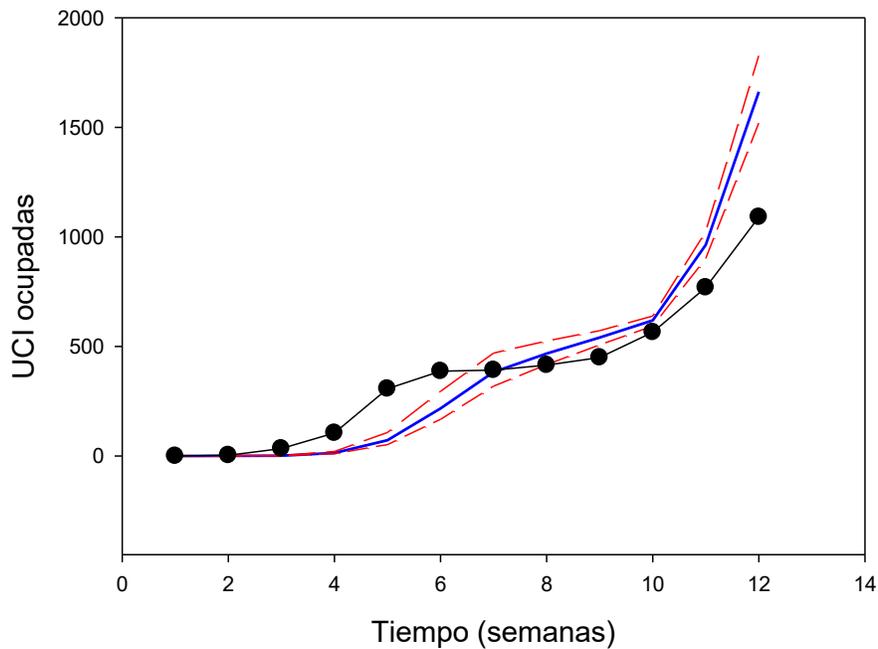


Figura 8.- Evolución de la ocupación UCI y sus predicciones. Círculos negros: ocupación reportada. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza.

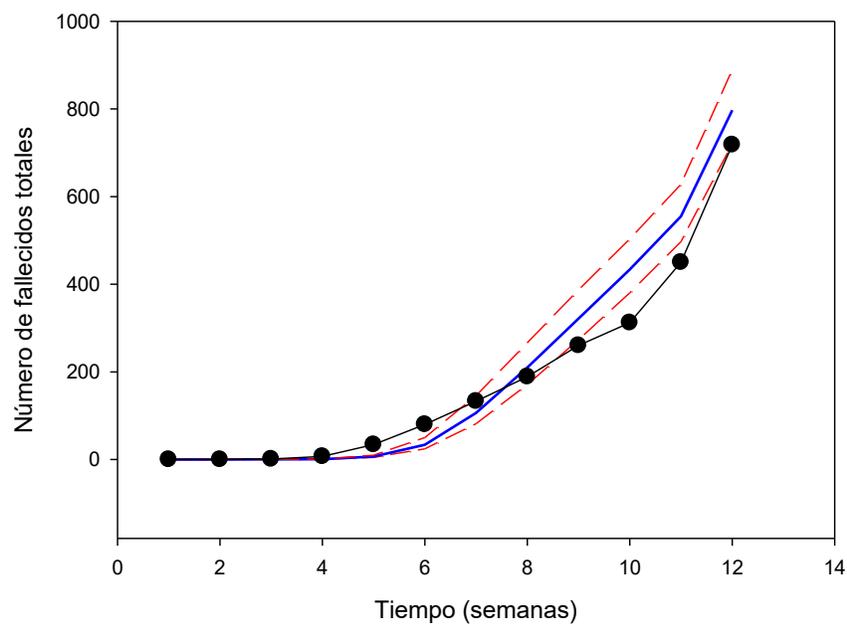


Figura 9.- Evolución de las defunciones por COVID. Círculos negros: casos reportados. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza.

Tabla I: Comparación predicciones para la semana 12 (18/05-24/05).

Semana		Predichos	Observados
18/05-24/05	Casos en la semana	22628-27872	25.321 (31.651)
	UCI ocupadas	1520-1826	1.090

*En azul datos corregidos por subreporte.

Proyecciones a largo plazo

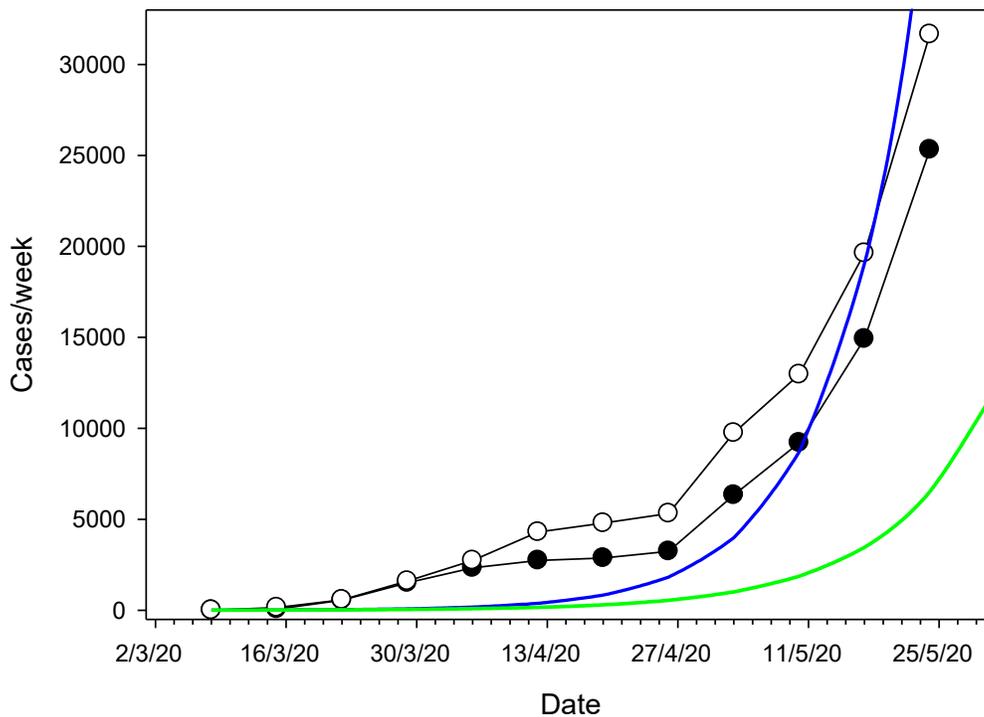


Figura 10. Proyección de casos/semana. Líneas azul y verde: proyecciones para $Re = 1,5$ y $1,2$ constantes. Círculos negros casos observados y círculos blancos, corregidos por sub-reporte.

Sigue un crecimiento exponencial cercano al predicho con $Re = 1,5$, lo que es consistente con lo esperado en un proceso epidémico. La curva de casos reportados esta debajo de la curva azul y sobre la curva verde ($Re = 1,2$), lo que es consistente con el Re actual: 1,32.

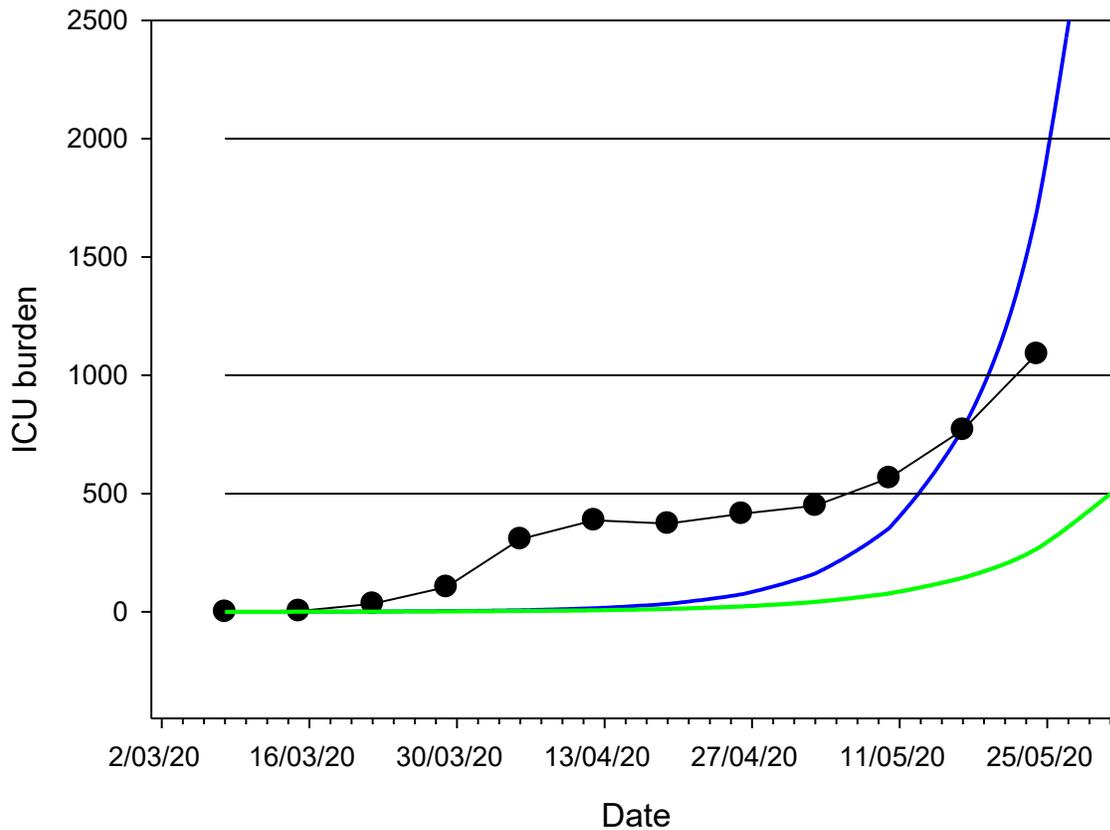


Figura 11: Proyección de UCI ocupadas en la semana.

La saturación se proyecta sobre la base de 3 umbrales de estrés: 500 UCI, 1000 UCI y 2000 UCI. Usaremos un escenario $R_0 = 1,5$ (azul), $R_0 = 1,2$ (verde). La ocupación UCI ya muestra una **aceleración** en los últimos días, **sobrepasando el segundo nivel de estrés** significando una sobrecarga de la red asistencial, consistente con el índice de carga elevado, en niveles críticos.

3. COVID-19 en regiones (Mg. Andrea Canals)

Tabla I: Estimación R0 y Re por región.					
Región	R0	(IC 95%)	Re 17 mayo	Re 24 mayo	(IC 95%)
Arica y Parinacota	1,57	(1,22-2,53)	0,80	1,40	(1,15-1,72)
Tarapacá	1,34	(1,12-1,93)	1,60	1,35	(1,21-1,53)
Antofagasta	1,39	(1,11-2,17)	1,17	1,15	(1,06-1,24)
Atacama	1,09	(0,97-1,37)	0,91	0,70	(0,54-0,90)
Coquimbo	1,18	(0,96-1,72)	1,43	1,34	(1,12-1,61)
Valparaíso	1,62	(1,31-2,55)	1,44	1,31	(1,17-1,51)
Metropolitana	2,09	(1,73-3,28)	1,29	1,35	(1,25-1,54)
O'Higgins	0,99	(0,82-1,38)	1,60	1,27	(1,12-1,45)
Maule	1,21	(0,99-1,77)	1,56	1,75	(1,41-2,24)
Ñuble	1,66	(1,28-2,74)	1,65	1,45	(1,23-1,75)
Biobío	1,95	(1,59-3,10)	1,40	1,28	(1,15-1,47)
Araucanía	1,87	(1,53-2,94)	1,11	1,13	(1,00-1,27)
Los Ríos	1,70	(1,41-2,60)	0,78	1,94	(1,45-2,73)
Los Lagos	1,62	(1,30-2,55)	1,04	1,14	(0,96-1,34)
Aysén	1,11	(0,99-1,42)	1,57	1,00	(0,04-5,63)
Magallanes	1,86	(1,47-3,05)	0,86	0,73	(0,59-0,90)
Chile	2,36	(1,95-3,76)	1,30	1,36	(1,22-1,52)

Se observa un **aumento de un 4,6% en el Re a nivel nacional**, al comparar con el valor de hace una semana (17 mayo).

Respecto de la estimación del 17 de mayo, se observa una **aceleración en la propagación** de la enfermedad en las regiones de:

- Arica y Parinacota
- Metropolitana
- Maule
- Araucanía
- Los Ríos
- Los Lagos

En las siguientes regiones se observa una **velocidad de propagación mayor que al inicio** de la epidemia:

- Tarapacá
- Coquimbo
- O'Higgins
- Maule
- Los Ríos

Índice de carga UCI por región: IC = 0,05 I/0,5*UCI

Tabla II: Índice de carga modificado y observado por región.	
Región	IC observado
Arica y Parinacota	0,73
Tarapacá	1,13
Antofagasta	0,77
Atacama	0,20
Coquimbo	0,18
Valparaíso	0,58
Metropolitana	1,52
O'Higgins	0,58
Maule	0,69
Ñuble	0,82
Biobío	0,31
Araucanía	0,57
Los Ríos	0,00
Los Lagos	0,24
Aysén	0,00
Magallanes	0,38
Chile	1,05

Información camas UCI por región: SOCHIMI 23 mayo

Esfuerzo diagnóstico

Se realizó el análisis considerando las últimas dos semanas (11-24 mayo).

Tabla III: Esfuerzo diagnóstico en regiones			
Región	Promedio casos nuevos 11 – 24 mayo	Promedio esfuerzo diagnóstico 11 – 24 mayo (por 100.000 hab.)	Razón
Arica	11,3	39,8	0,3
Tarapacá	74,6	67,2	1,1
Antofagasta	69,2	40,0	1,7
Atacama	4,1	37,3	0,1
Coquimbo	13,4	18,8	0,7
Valparaíso	92,6	29,2	3,2
Metropolitana	2442,2	109,0	22,4
O'Higgins	25,6	14,0	1,8
Maule	32,2	29,3	1,1
Ñuble	20,7	45,0	0,5
Biobío	36,8	58,1	0,6
Araucanía	25,3	42,1	0,6
Los Ríos	25,3	32,7	0,8
Los Lagos	11,5	98,0	0,1
Aysén	0,0	39,0	0,0
Magallanes	8,4	88,1	0,1
Chile	2874,0	70,1	41,0

Positividad

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

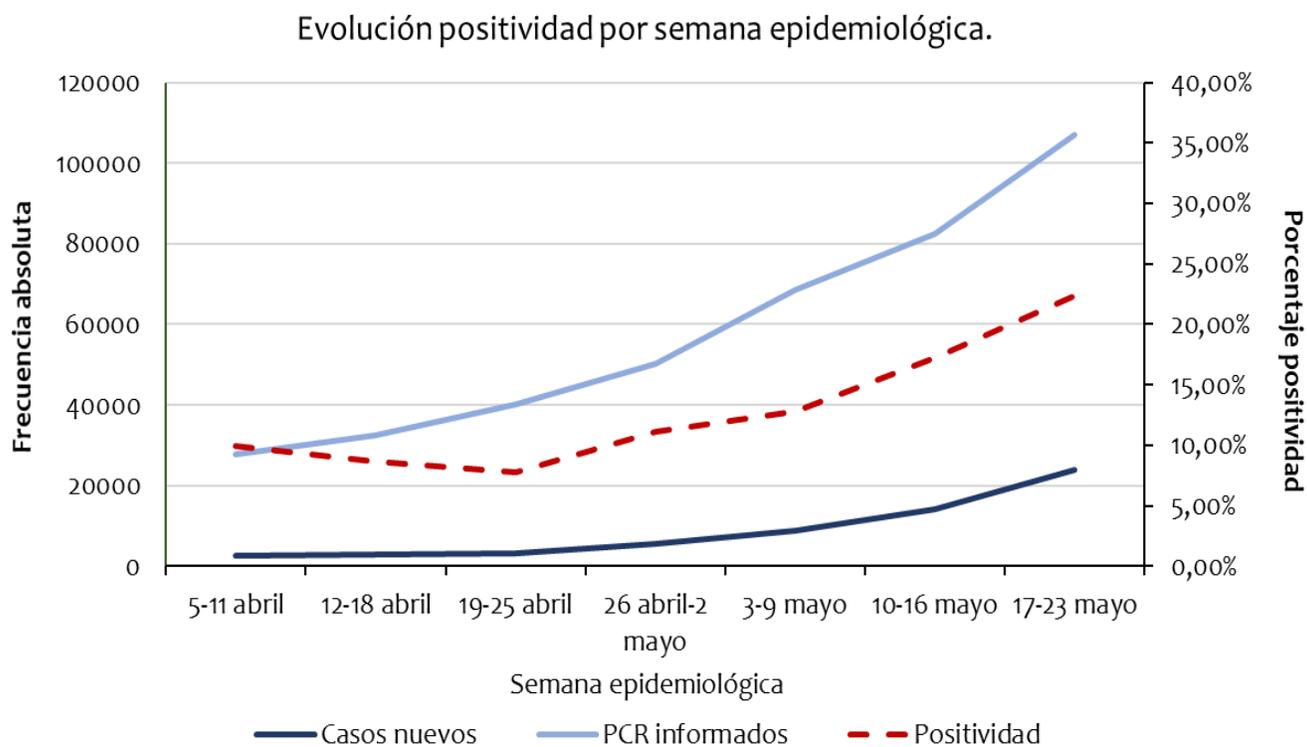


Figura 12. Evolución positividad diaria (05/04 – 23/05)

La siguiente tabla muestra la positividad por semana epidemiológica:

Tabla IV: 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%

Relación entre PCR informados y casos nuevos por semana epidemiológica (5 abril – 23 mayo).

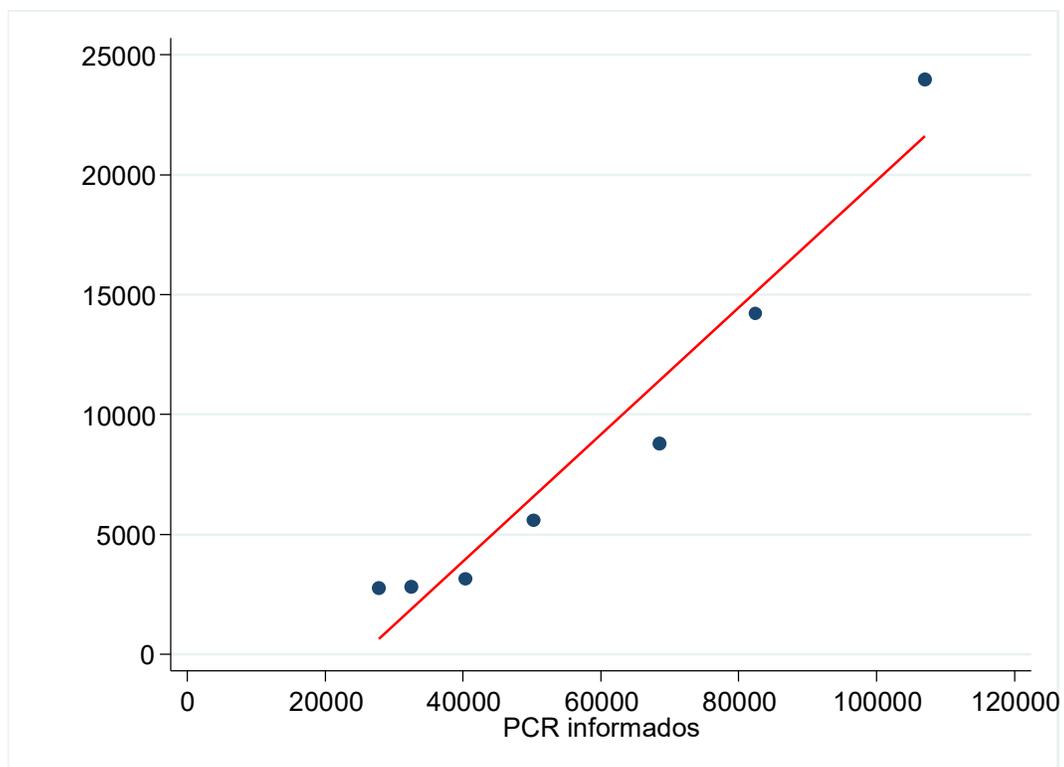


Figura 13. Relación entre PCR informados diariamente y casos nuevos por semana epidemiológica (05/04 – 16/05)

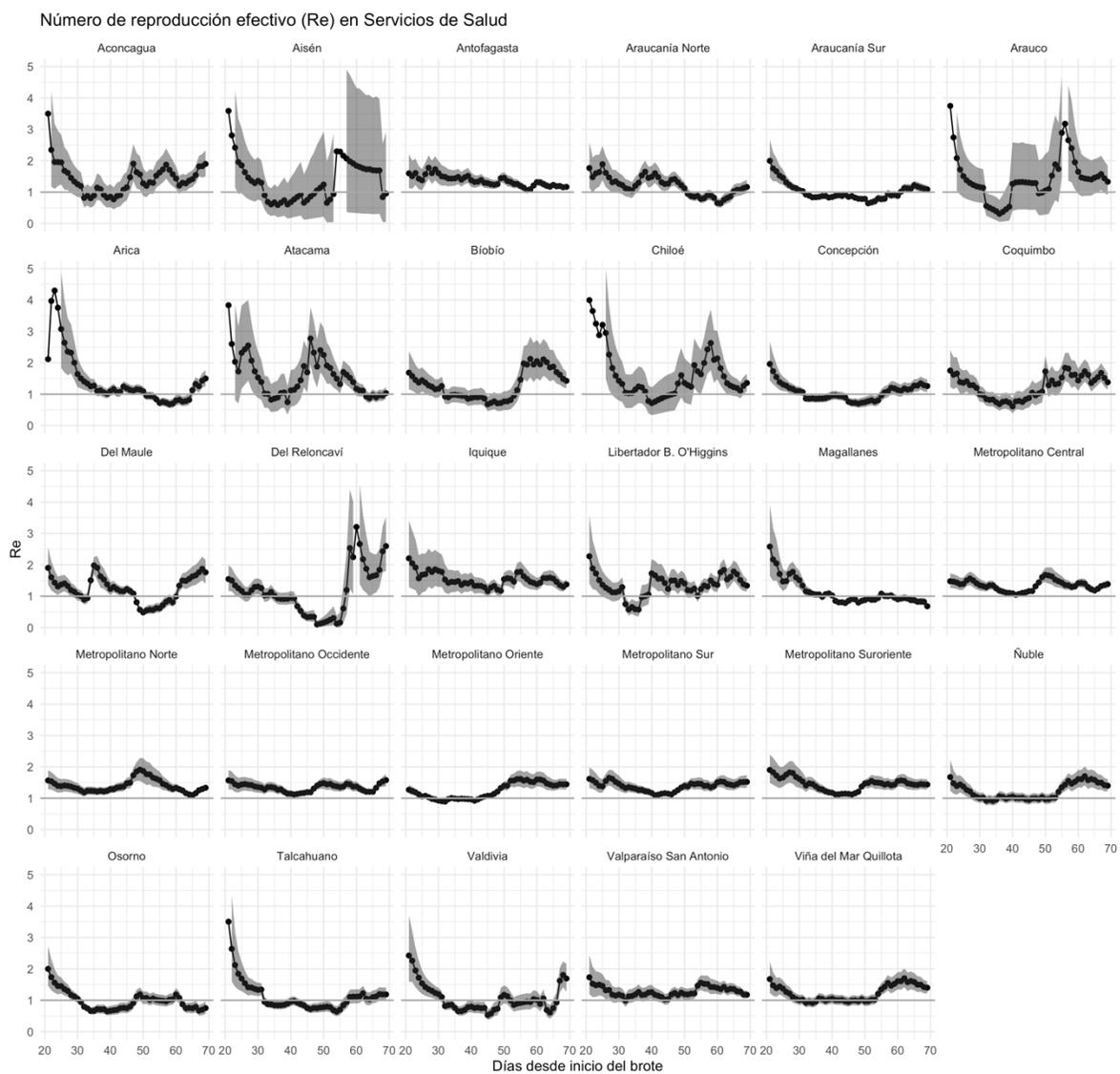
La pendiente de la recta ajustada es **0,2648**, con un valor- $p < 0,001$. Esto indica que **por cada 100 PCR informados, se confirmarían en promedio 26,5 casos nuevos.**

Numero de reproducción efectivo en áreas pequeñas (Dr. Cristóbal Cuadrado)

Evolución por Servicio de Salud

A continuación, presentamos la evolución del Re 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 22 de Mayo (último informe con datos de nivel comunal).



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

Cuadrado C. Escuela de Salud Pública. Universidad de Chile. Update: 2020-05-22

Figura 14. Evolución de Re a nivel de Servicios de Salud (03 marzo – 22 mayo)

En el segundo gráfico: últimas 2 semanas para facilitar una escala que permita observar tendencias. 7 servicios de salud tienen $Re > 1,5$. Se observan **niveles elevados sostenidos de Re en los Servicios Del Reloncaví, Aconcagua, Del Maule, Valdivia** (crecimiento muy rápido en últimos días), **Metropolitano Occidente** (vuelve a incrementarse Re), **Metropolitano Sur y Arica** (todos con $Re > 1,5$).

Los demás Servicios de Salud Metropolitanos registran **tendencias estables** con Re elevado en torno a 1,4. La tendencia es estable y con un **brote epidémico controlado ($Re < 1$) sólo en Magallanes y Osorno**.

Nótese que por los pocos casos no es posible sacar conclusiones sobre Aysén, con intervalos de confianza muy amplios.

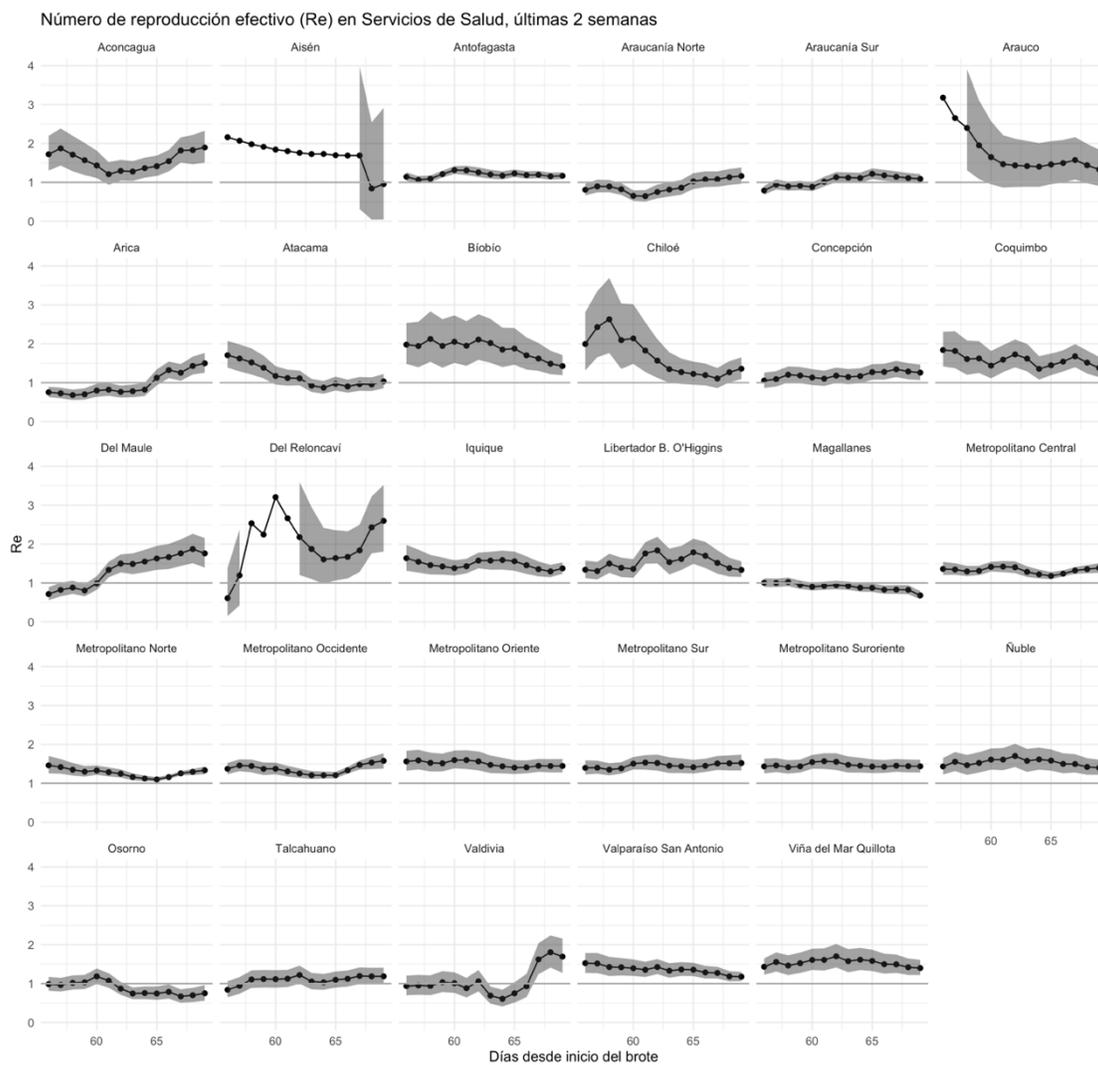
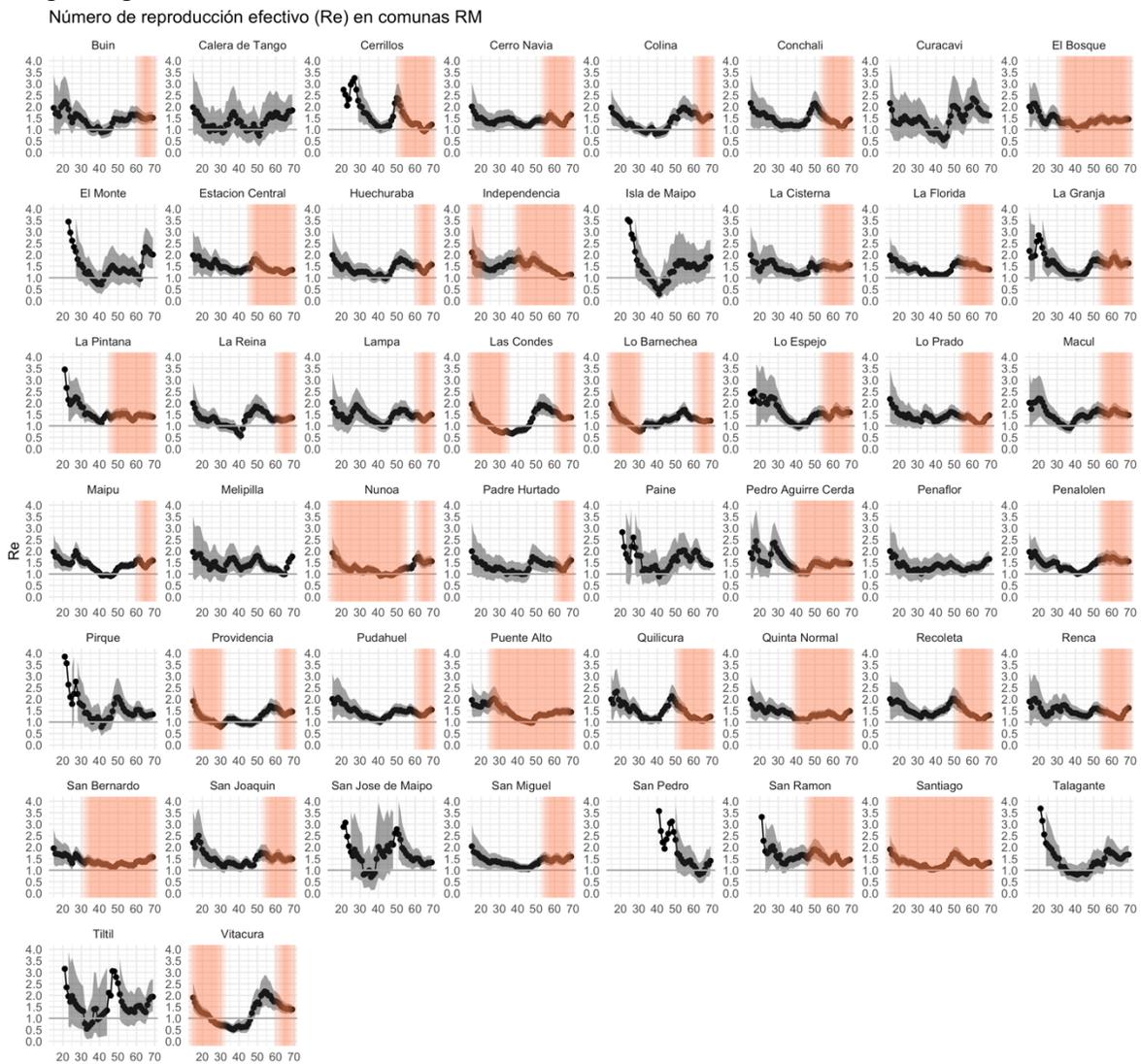


Figura 15. Evolución de Re en las últimas 2 semanas a nivel de Servicios de Salud

Evolución en Región Metropolitana

Presentamos además una visión más desagregada de lo que está ocurriendo en la Región Metropolitana. Para tener en consideración, en 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 prácticamente todas las comunas de la región Metropolitana (50) el Re se encuentra >1 . Se presenta primero la evolución durante todo el brote y luego el gráfico acotado a las dos últimas semanas.



Días desde inicio del brote

El número de reproducción efectivo (Re) indica cuantos nuevos casos produce de manera directa cada caso conocido. En color naranja se indica los períodos bajo cuarentena de cada comuna. Cálculos en base a un intervalo serial de 5 días (rango 3-7) y un período de 14 días. Cuadrado C. Escuela de Salud Pública. Universidad de Chile. Update: 2020-05-22

Figura 16. Evolución de Re en las comunas de la Región Metropolitana (03 marzo – 22 mayo)

Al 22 de Mayo 2020, hay 22 comunas con un Re >1,5 en la RM. Listado completo en tabla anexo.

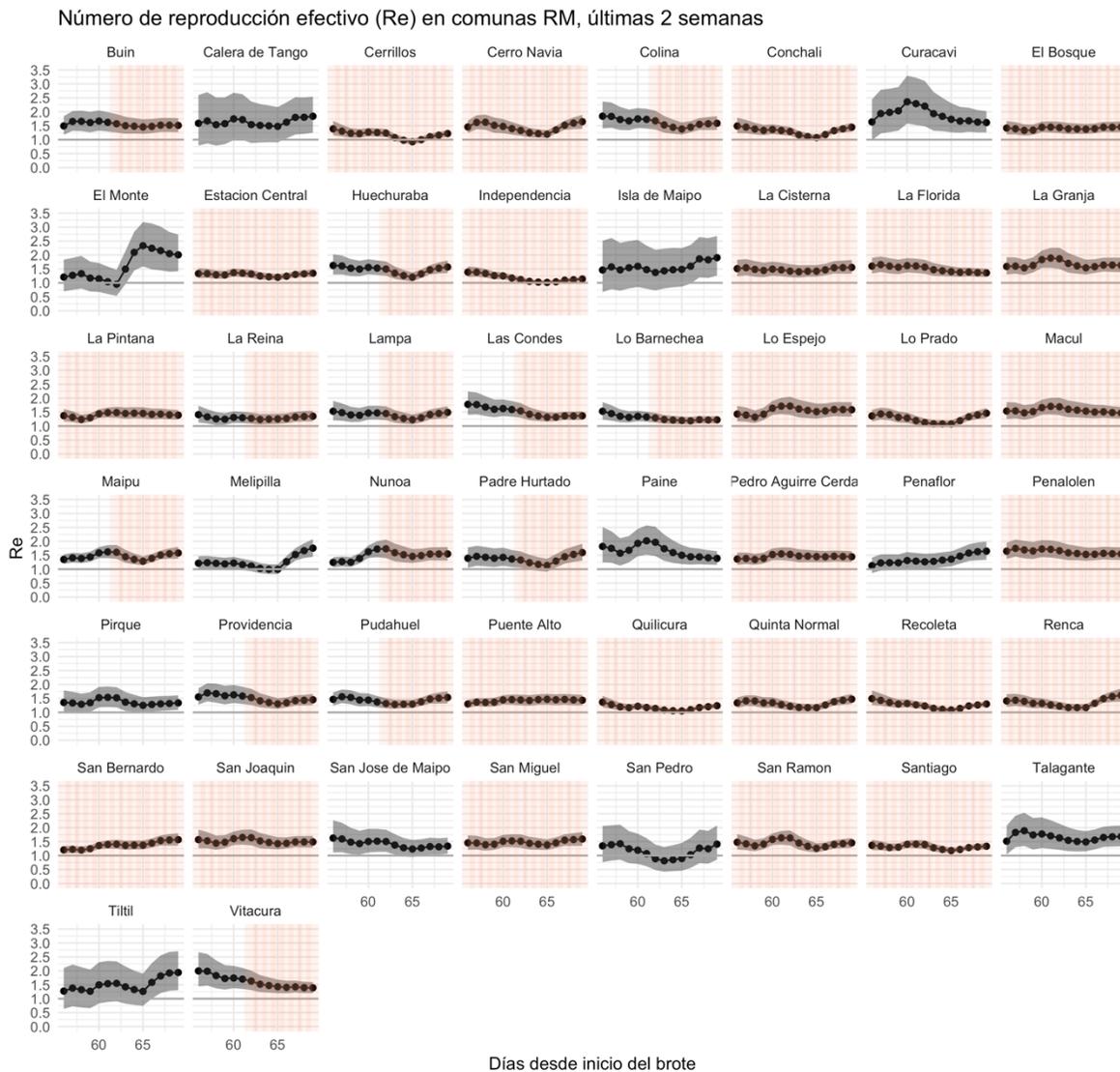


Figura 17. Evolución de Re en las últimas 2 semanas en las comunas de la Región Metropolitana

1. Número de reproducción efectivo para Servicios de Salud del país 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%	
22-05-20	Del Reloncaví	2,60	1,69	3,70
22-05-20	Aconcagua	1,90	1,45	2,41
22-05-20	Del Maule	1,76	1,35	2,23
22-05-20	Valdivia	1,69	1,21	2,26
22-05-20	Metropolitano Occidente	1,58	1,35	1,80
22-05-20	Metropolitano Sur	1,52	1,31	1,77
22-05-20	Arica	1,50	1,21	1,82
22-05-20	Metropolitano Oriente	1,45	1,26	1,65
22-05-20	Metropolitano Suroriente	1,44	1,25	1,63
22-05-20	Bíobío	1,43	1,16	1,77
22-05-20	Ñuble	1,40	1,19	1,65
22-05-20	Viña del Mar Quillota	1,40	1,19	1,65
22-05-20	Metropolitano Central	1,39	1,25	1,52
22-05-20	Coquimbo	1,38	1,11	1,72
22-05-20	Iquique	1,38	1,22	1,56
22-05-20	Chiloé	1,36	1,05	1,71
22-05-20	Libertador B. O'Higgins	1,34	1,13	1,60
22-05-20	Metropolitano Norte	1,33	1,22	1,44
22-05-20	Arauco	1,33	0,84	1,96
22-05-20	Concepción	1,26	1,04	1,51
22-05-20	Talcahuano	1,19	0,95	1,46
22-05-20	Valparaíso San Antonio	1,18	1,05	1,33
22-05-20	Antofagasta	1,17	1,07	1,27
22-05-20	Araucanía Norte	1,16	0,93	1,43
22-05-20	Araucanía Sur	1,09	0,95	1,24
22-05-20	Atacama	1,03	0,83	1,26
22-05-20	Aisén	0,96	0,02	3,58
22-05-20	Osorno	0,75	0,53	1,01
22-05-20	Magallanes	0,68	0,56	0,81

2. **Número de reproducción efectivo para comunas de la RM para la última fecha con datos oficiales de nivel comunal de contagios.** Se listan sólo las comunas con un R_e en que su intervalo de credibilidad inferior sea >1 (50 comunas al 22 de mayo).

Fecha	Comuna	Mean(R)	IC 95% inf	
22-05-20	María Pinto	3,01	1,25	5,80
22-05-20	El Monte	2,01	1,33	2,89
22-05-20	Tiltil	1,94	1,21	2,88
22-05-20	Isla de Maipo	1,90	1,17	2,85
22-05-20	Calera de Tango	1,84	1,16	2,70
22-05-20	Melipilla	1,75	1,39	2,14
22-05-20	Talagante	1,68	1,28	2,16
22-05-20	Peñaflor	1,65	1,29	2,06
22-05-20	Cerro Navia	1,65	1,35	1,93
22-05-20	La Granja	1,63	1,35	1,96
22-05-20	Curacaví	1,62	1,21	2,11
22-05-20	Renca	1,61	1,35	1,89
22-05-20	Padre Hurtado	1,60	1,26	1,98
22-05-20	San Miguel	1,59	1,31	1,89
22-05-20	Colina	1,59	1,32	1,89
22-05-20	Lo Espejo	1,59	1,30	1,90
22-05-20	Maipú	1,58	1,35	1,83
22-05-20	San Bernardo	1,57	1,32	1,84
22-05-20	Huechuraba	1,57	1,32	1,84
22-05-20	La Cisterna	1,56	1,30	1,86
22-05-20	Ñuñoa	1,55	1,28	1,84
22-05-20	Peñalolén	1,55	1,30	1,82
22-05-20	Pudahuel	1,54	1,29	1,79
22-05-20	Buin	1,51	1,23	1,82
22-05-20	Lampa	1,49	1,24	1,75
22-05-20	San Joaquín	1,49	1,26	1,74
22-05-20	Quinta Normal	1,48	1,27	1,70
22-05-20	Macul	1,47	1,24	1,72
22-05-20	Lo Prado	1,46	1,25	1,68
22-05-20	El Bosque	1,45	1,24	1,69
22-05-20	San Ramón	1,45	1,25	1,66
22-05-20	Providencia	1,45	1,23	1,70
22-05-20	Pedro Aguirre	1,45	1,23	1,68

	Cerda			
22-05-20	Conchalí	1,45	1,26	1,63
22-05-20	Puente Alto	1,44	1,23	1,66
22-05-20	La Pintana	1,39	1,21	1,61
22-05-20	Paine	1,39	1,12	1,70
22-05-20	Vitacura	1,39	1,17	1,64
22-05-20	Las Condes	1,37	1,20	1,55
22-05-20	La Florida	1,36	1,20	1,53
22-05-20	La Reina	1,35	1,14	1,59
22-05-20	Estación Central	1,34	1,20	1,50
22-05-20	Pirque	1,34	1,05	1,67
22-05-20	San José de Maipo	1,34	1,02	1,71
22-05-20	Santiago	1,33	1,20	1,46
22-05-20	Recoleta	1,30	1,19	1,42
22-05-20	Quilicura	1,24	1,13	1,34
22-05-20	Lo Barnechea	1,22	1,08	1,38
22-05-20	Cerrillos	1,22	1,08	1,36
22-05-20	Independencia	1,14	1,06	1,22

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 (arbitrario, plausible). Corrección por heterogeneidad 50% (arbitrario, plausible).

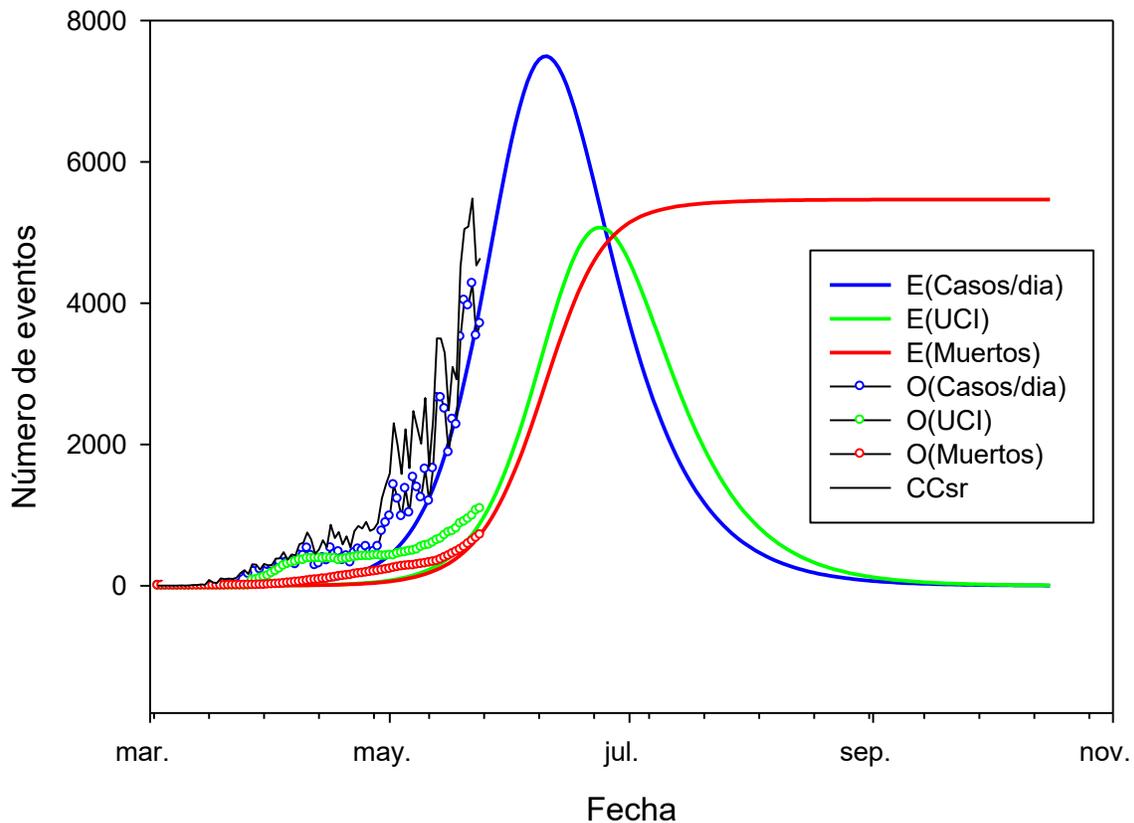


Figura anexa 1. Modelo SEIR y casos reportados, UCI y fallecidos

Ajustes: a) para E(casos totales) vs CT: $R^2 = 0.96$, $F_{1,81} = 1792,6$, $p << 0.001$; b) para Casos: $E(C)$ vs C : $R^2 = 0.93$, $F_{1,81} = 1128,6$; $p << 0.001$; c) $E(C)$ vs C corregidos: $R^2 = 0.90$, $F_{1,81} = 756,9$, $p << 0.001$. d) Para UCIs: $E(UCI)$ vs UCI : $R^2 = 0.72$, $F_{1,81} = 209,1$, $p << 0.001$; e) para fallecidos: $E(M)$ vs M : $R^2 = 0.87$, $F_{1,81} = 557,5$, $p << 0.001$.

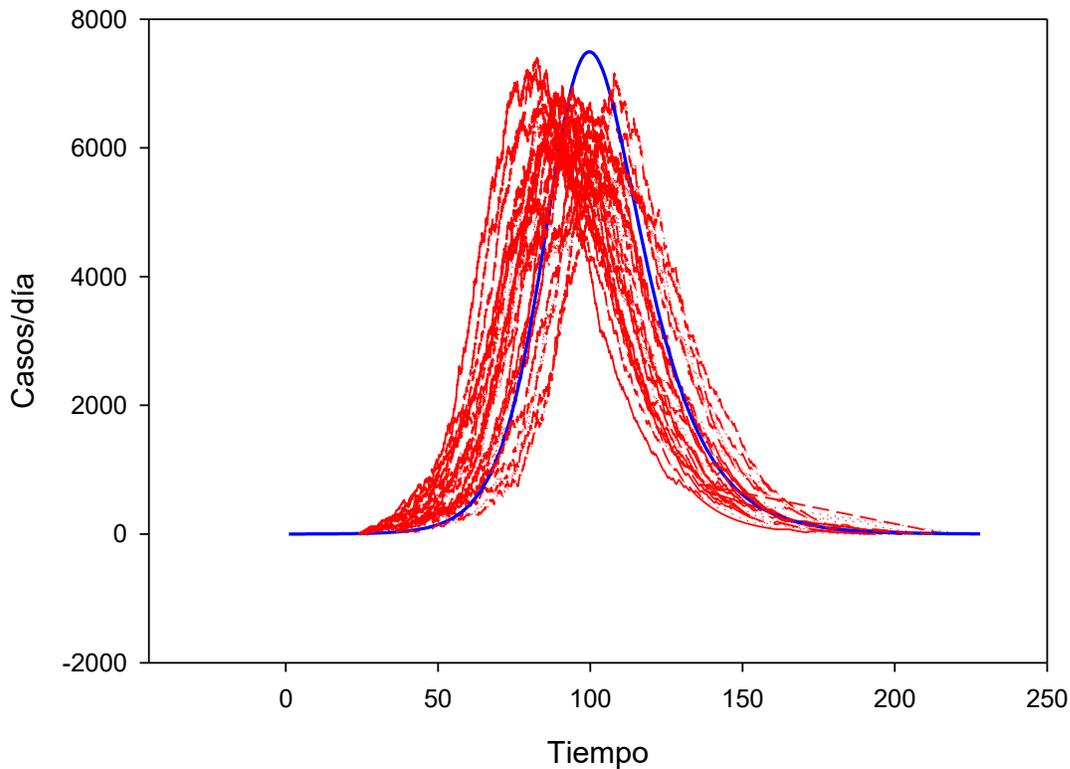


Figura anexa 2. Modelo estocástico con el método de Montecarlo (Algoritmo de Gillespie) (Wearing H, 2014) (25 simulaciones sobrepuestas ajustadas al día 25 de la epidemia, con los mismos parámetros)

Observamos que de darse esta dinámica se **proyecta el peak para el 8 de junio**, con un **peak de uso de UCI el 23 de junio** y una **elevación** muy importante de la **mortalidad desde el mes de junio**. Tal como predijo el modelo ya se sobrepasaron las 1.000 UCI ocupadas en la semana 12. El **modelo estocástico predice el peak para el 2 de Junio (6 días antes)** con un rango entre el 20 de Mayo y el 17 de Junio, con un máximo de casos reportados 6.334 ± 447 , un total de casos 238.251 ± 1.198 y 5486 ± 28 fallecidos (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.

Anexo 2.

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 la Escuela de Salud Pública, surgen algunas ideas cualitativas básicas. El **riesgo de levantar medidas será mayor mientras mayor sea el número de infectados activos, mientras sea 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)**: este concepto en mecánica Newtoniana corresponde al producto de la masa por la velocidad. En forma análoga a esta epidemia consideraremos que la masa está representada por la cantidad de infectados activos (I^*) y la velocidad por el número reproductivo efectivo. Así $p = I^* \times Re$
- b) **Carga (C)**: este indicador intentará medir la relación entre la presión máxima sobre el sistema de salud y la capacidad del sistema. Utilizaremos como indicador de la presión sobre el sistema la máxima carga esperada sobre las UCI en un intervalo serial. 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 $0.05 p$. 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 (Rg)**: 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.

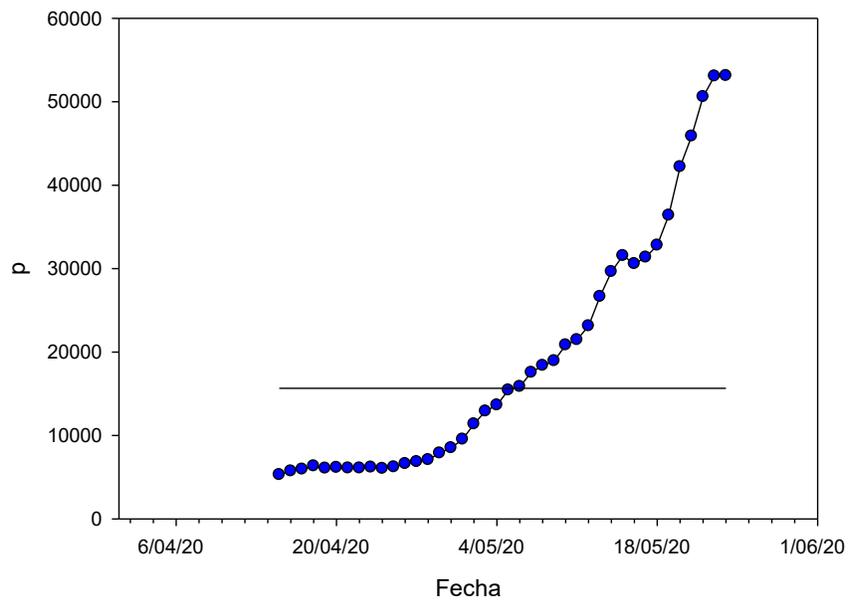


Figura A1. Evolución del momentum (p) a lo largo de la epidemia

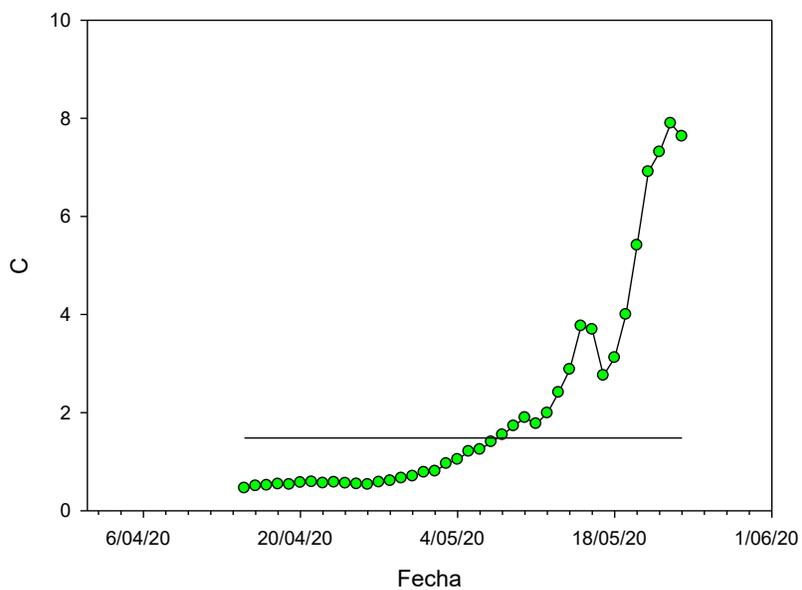


Figura A2. Evolución de la carga del sistema de salud (C)

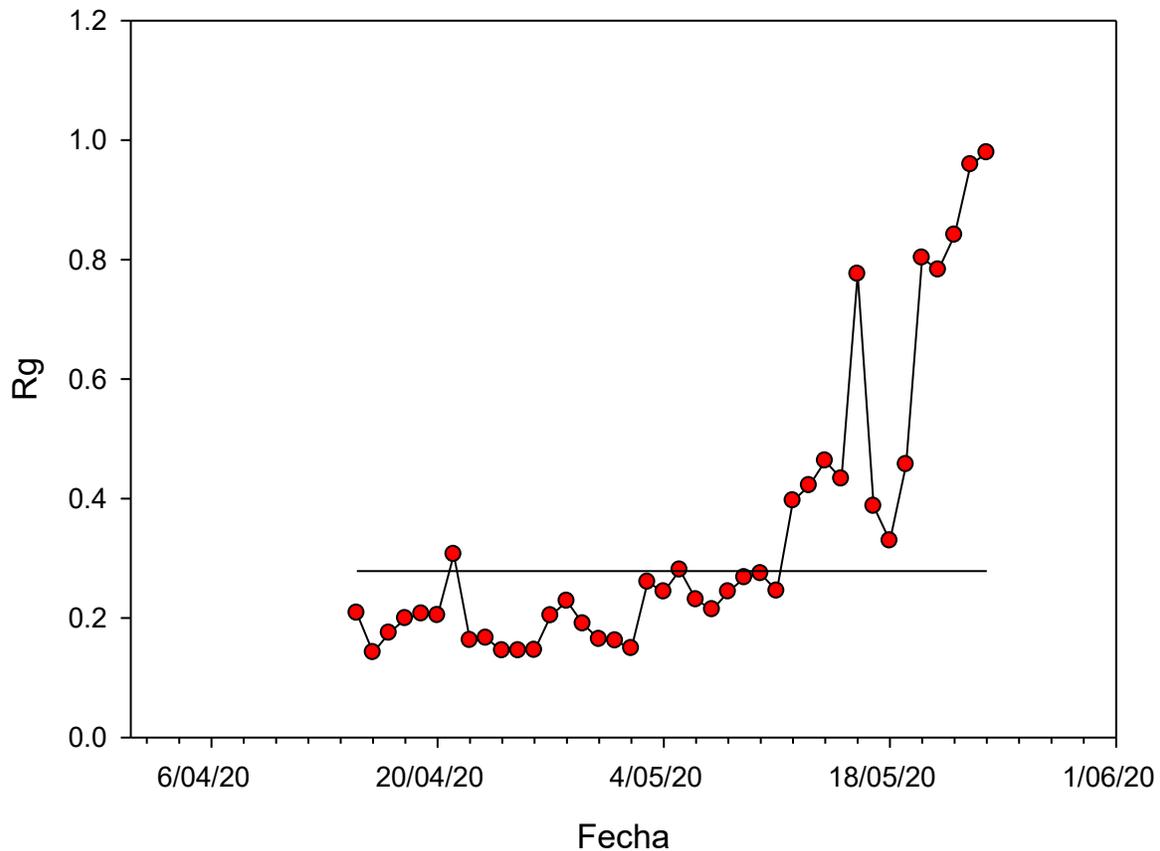


Figura A3. Evolución del Riesgo (Rg)

Las regresiones piecewise sugieren puntos de quiebre $U_p = 15648,9$ para el momentum, $U_C = 1,484$ para la carga y $U_{Rg} = 0.278$ para el Riesgo.

El indicador que promete más es este último (Rg), ya que en los gráficos hay un claro quiebre de la curva, coincidiendo con el umbral U_{Rg} . En cambio, p y C parecen variar en una curva más continua. Creo que además se le podría agregar un signo (+) si la tendencia es ascendente y (-) si es descendente. Así el Rg de hoy sería $Rg = + 0.802$. Seguiremos monitorizando estos parámetros a lo largo de la epidemia y reestudiaremos los puntos de quiebre.

Comentario final

- Toda la evidencia presentada, muestra que es esperable que continúe una **importante alza en el número de casos y en la utilización de UCI en la semana 13 (25-31/5), la cual será crítica.**
- El requerimiento UCI ya es mayor que 1000 UCI, lo que sugiere una **posible saturación completa del sistema esta semana.**
- Hay **8 regiones con Re mayor que 1,3, dos de ellas con muy alta población (RM y Valparaíso).**
- Hay gran cantidad de **comunas y servicios de salud con Re mayores que 1,5**, lo que es un indicador de que a todo nivel la epidemia sigue ascendiendo con gran carga.
- **Los infectados activos han aumentado en 5,2 veces el número reportado al primero de mayo.**
- El **Re ha aumentado en un 10%**, lo que confiere al proceso un momento o “inercia” (producto de alta cantidad de infectados x Re) difícil de contener.
- La **ocupación UCI llega a un 86%** a nivel nacional y más de un **97% a nivel de la RM (datos SOCHIMI)**
- La **carga UCI desigual** en el territorio, con gran concentración en la **RM**, provocará un **problema de disponibilidad en las regiones que será difícil de manejar.**

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

24 de mayo de 2020.