

INFORME COVID-19

Chile al 31.05.2020

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)

1. Evolución COVID-19 en el mundo

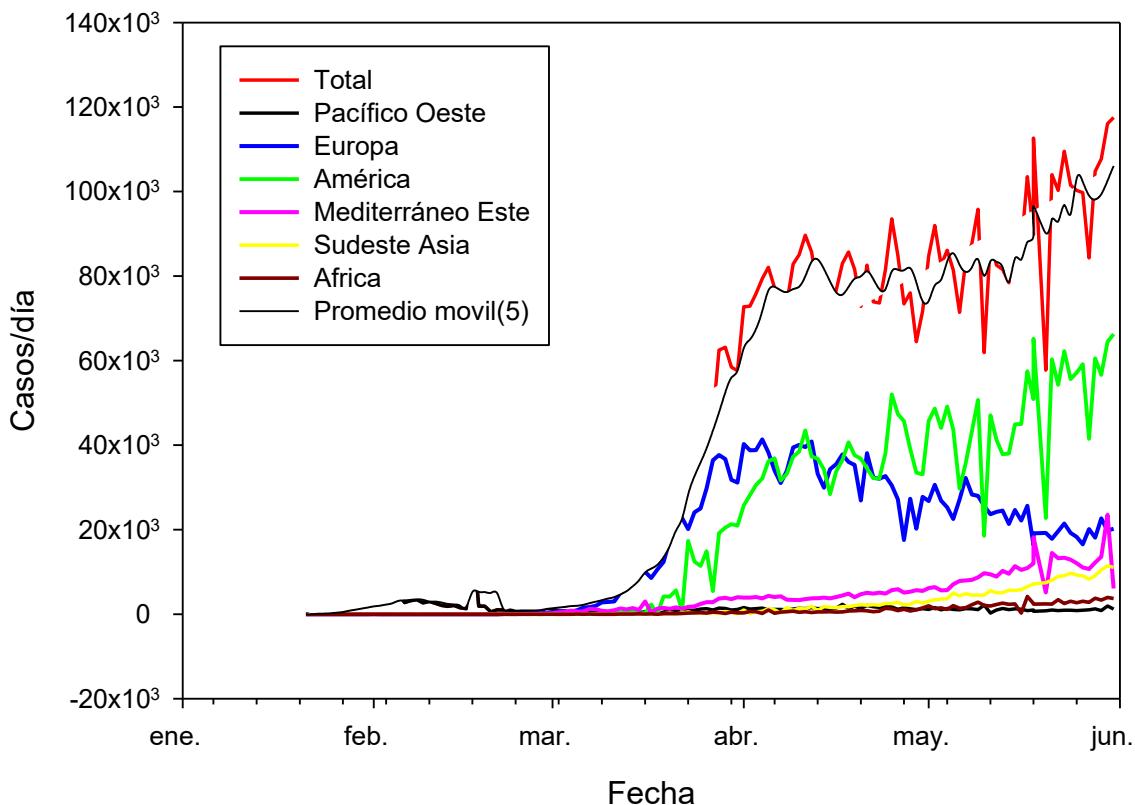


Figura 1. Evolución de casos diarios en el mundo

En la última semana, aunque Europa sigue descendiendo casi linealmente con una proyección de “término” a mediados de Julio ($16/7$; $R^2 = 0,75$, $F_{1,56} = 174,2$, $p <<0,01$), la curva europea ha tenido en los últimos días una disminución en la pendiente de decaimiento, lo que puede proyectar el “término” a más largo plazo. La curva mundial sigue ascendiendo a niveles de más de 110 mil casos/día. Esto se explica por el fuerte incremento en América, que se suma a los ascensos en el Mediterráneo Oriental y el Sudeste de Asia.

El ascenso tan importante de la última semana, hace difícil predecir lo que podría suceder. La estabilización que se apreció en gran parte del mes de abril y las dos primeras semanas de mayo ha desaparecido. La gran magnitud de casos en América mantiene esta pandemia en niveles muy elevados.

Preocupan:

- 1) La cantidad de casos en América es muy alta.
- 2) El descenso de Europa es lento.
- 3) El sudeste de Asia y el Mediterráneo Oriental siguen con una curva ascendente que podría desencadenar una nueva “ola”.
- 4) 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 6,2% sobre los casos reportados. Es probablemente muchísimo menor sobre la base de todos los casos (incluyendo sub-clínicos y asintomáticos). Se ha determinado una letalidad de caso 1,38% (95% Crl: 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%. Esta letalidad tan alta sería entonces explicada por sub-reporte de casos.

2. Evolución COVID-19 en Chile al 31 de mayo 2020

Al día 31 de mayo, se informan un total de **99.688 infectados**, con **4.830 casos nuevos**, de estos, **393** asintomáticos. Se estiman **55.907 activos**. El total de **fallecidos** es de **1.054**. Esto eleva las tasas de “incidencia acumulada” de casos y muertes reportadas hoy: **Chile 522 casos/cien mil y 5,52 muertes/cien mil** (usando como Población de Chile = 19.098.423 personas)

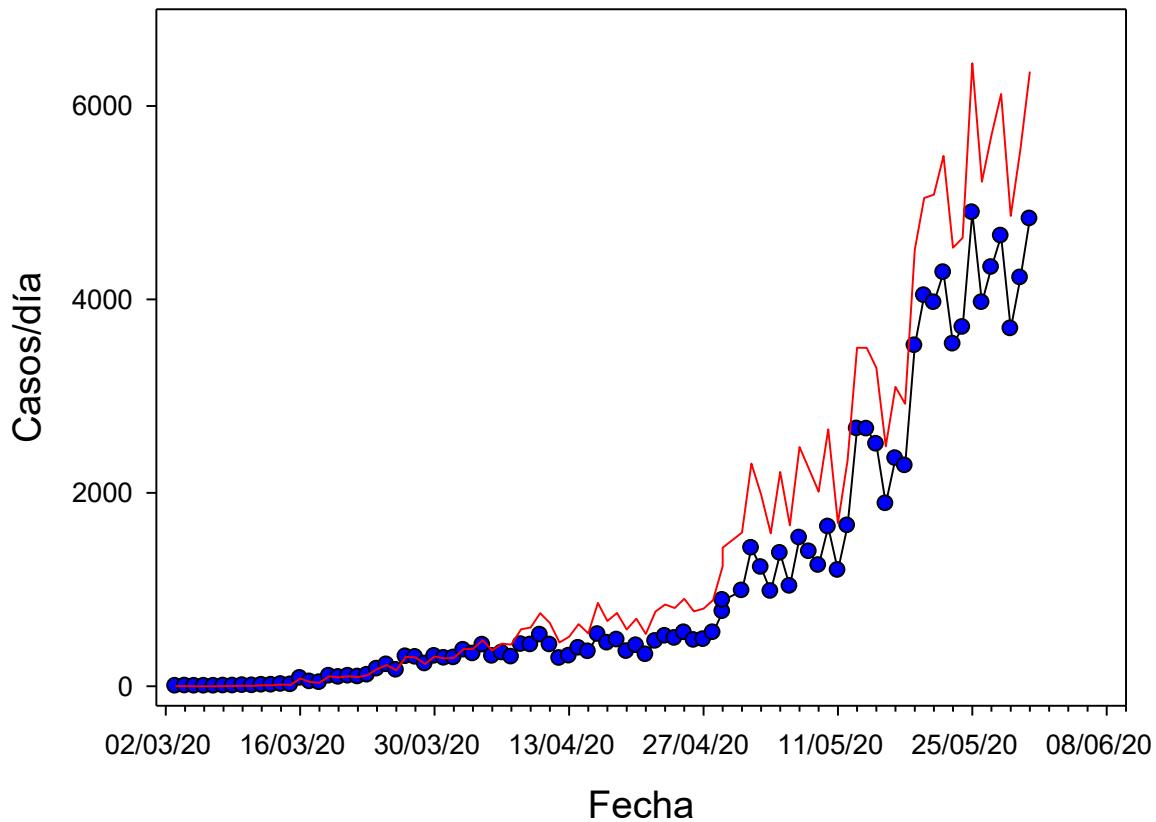


Figura 2. Casos nuevos reportados diarios (MINSAL)

El R efectivo calculado por método Bayesiano de Cori et al. 2014 de hoy para Chile, usando los últimos 14 días, se encuentra entre **1,15 y 1,33** (ICr0,95). Usando $\tau = 5$ días (3-7 días) el valor de Re es igual a **1,23**. Esto sigue siendo negativo, considerando la carga de **infectados activos** que llega hoy a **55.907**.

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].

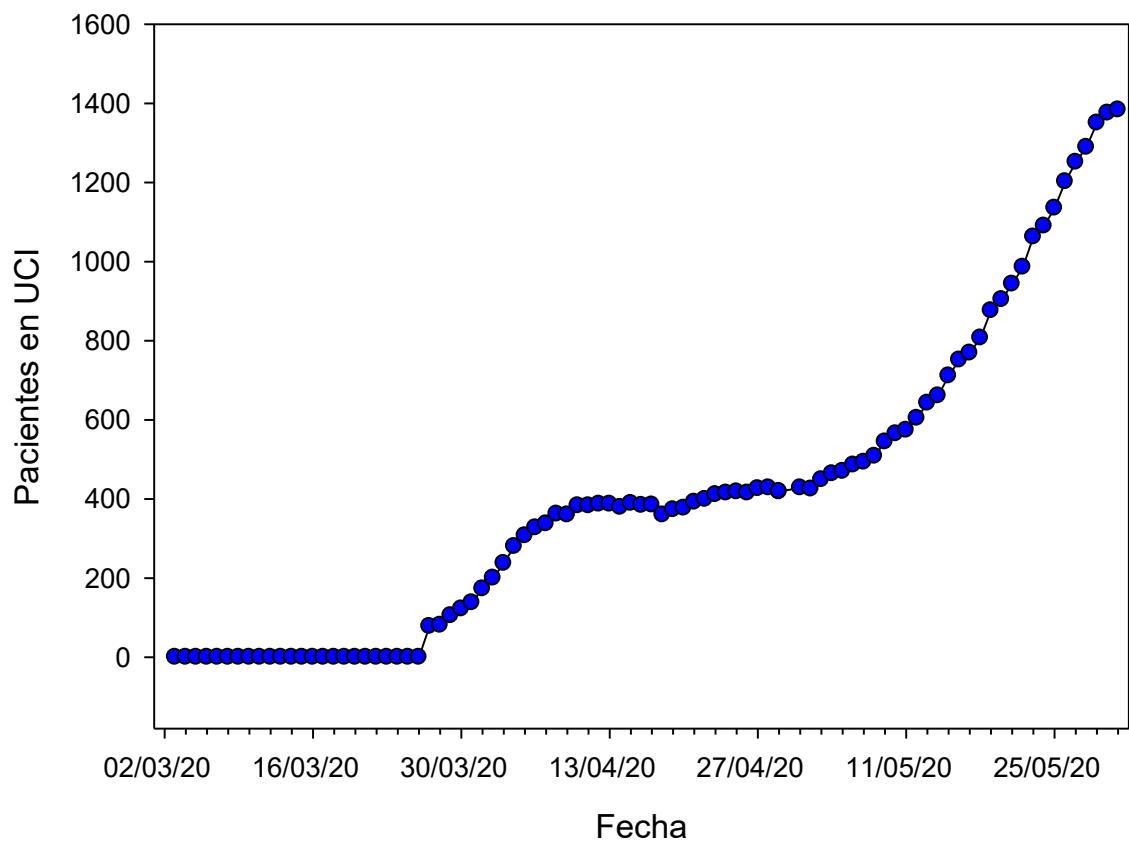


Figura 3. Evolución del número de pacientes UCI

Evolución del subreporte de casos COVID-19

Utilizando la metodología propuesta por Russel et al., el subreporte de casos sintomáticos hoy es de **24%** (IC95% 10% - 36%). Estas estimaciones son útiles, si y sólo si, no existe un subreporte importante en las muertes. Esto ha estado en entredicho en los últimos días, dado que MINSAL no está reportando las muertes de casos sospechosos en espera de confirmación, con cuadro clínico compatible o personas con un scanner patognomónico, si es que no tienen una PCR confirmatoria al momento del reporte. Esto hace pensar que las cifras de subreporte de casos sintomáticos son probablemente mucho mayor a lo estimado por el método de Russel.

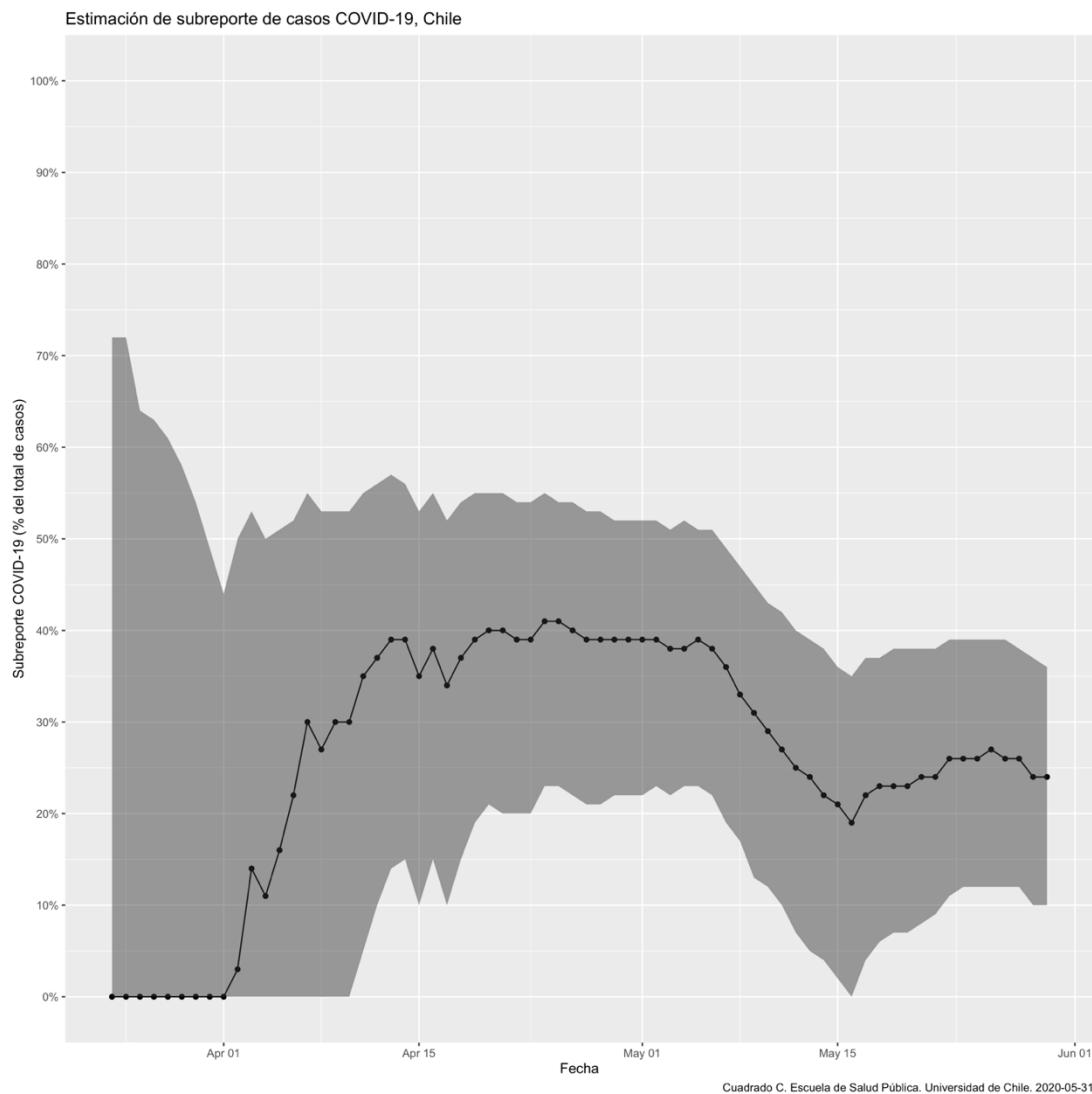


Figura 4. Evolución de la estimación del sub-reportaje (basado en Russell, 2020)

Evolución de la letalidad de casos

La letalidad de casos cruda se encuentra en **1,02%** (IC95% 0,96% - 1,09%), graficado en amarillo. Al ajustar por retraso entre casos y fallecimientos, la letalidad de casos en Chile es de **1,81%** (IC95% 1,7% - 1,94%), graficado en rojo. Al igual que en el subreporte de casos sintomáticos, hay que considerar que estas estimaciones asumen que los casos fallecidos reportados reflejan adecuadamente las muertes por COVID-19, lo cual puede que no se esté cumpliendo.

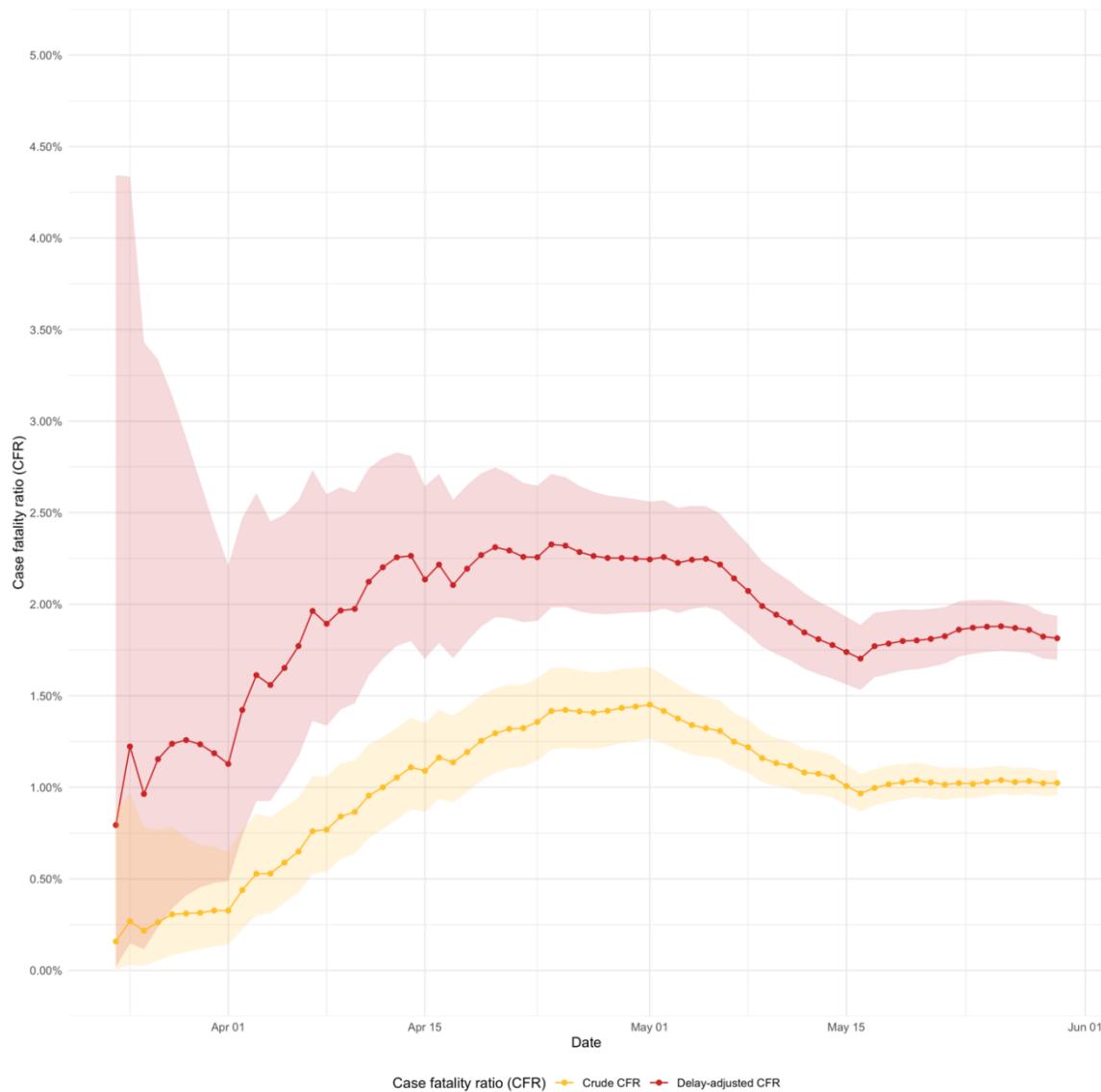


Figura 5. Evolución de la letalidad cruda y corregida por retraso.

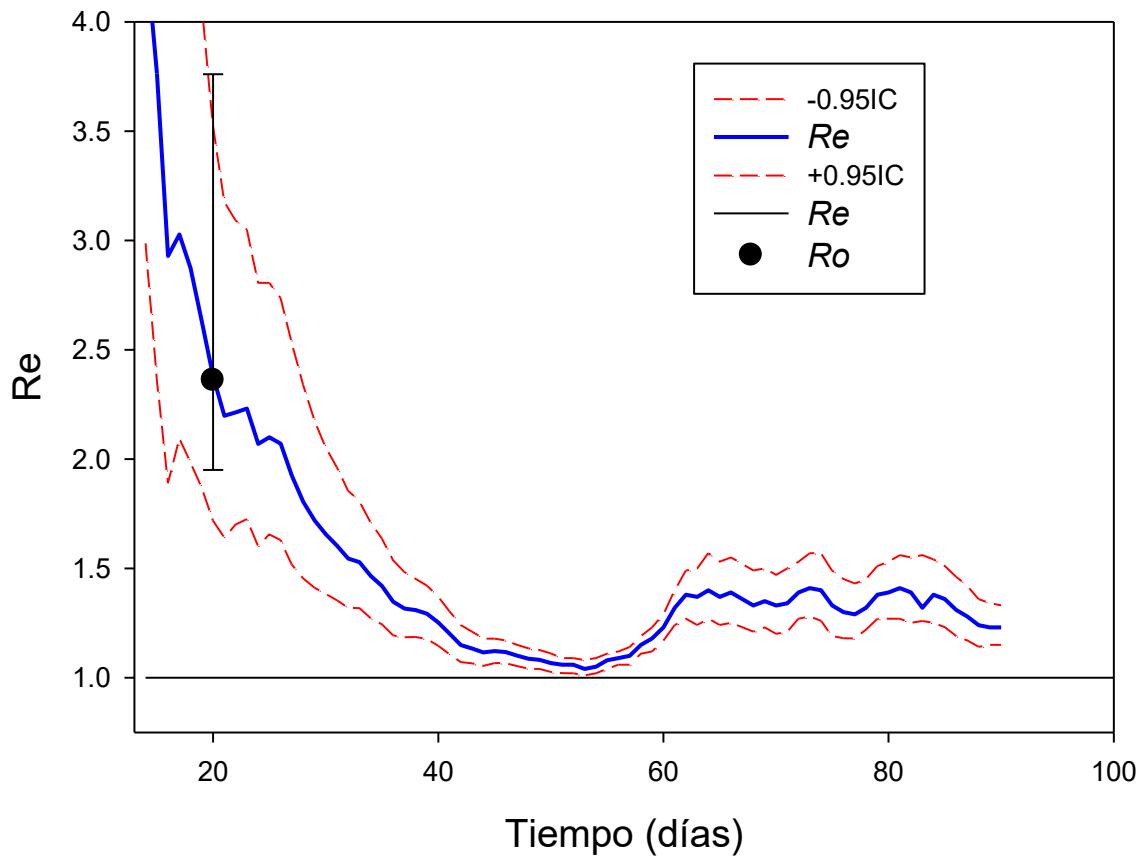


Figura 6. Evolución del R efectivo (Re) en Chile desde los primeros 14 días

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. Se observa un **Re en valores altos**, fluctuando levemente alrededor de **1,20-1,40**.

Predicciones

Hasta ahora hemos usado el modelo: $C_{t+1} = Re(C_t + C_{t-1})$. 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 $= 0,3$ quedando el modelo $C_{t+1} = cRe(C_t + C_{t-1})$.

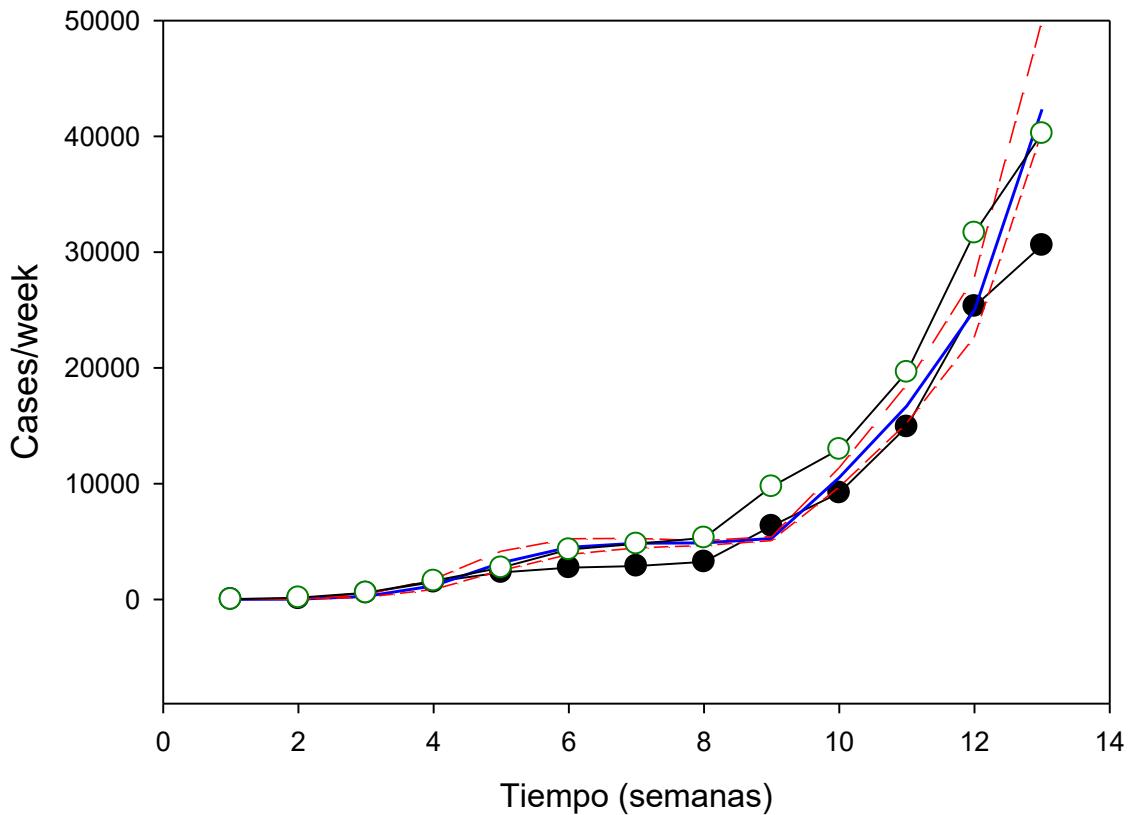


Figura 7. Evolución de los casos/semana y sus predicciones. Círculos negros: casos reportados; círculos blancos: corregidos por sub-reportes. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza.

Observamos que los casos tienen una **pequeña desaceleración en su tasa de crecimiento**, lo que se puede atribuir a un cambio en la concavidad en la curva cuando se está cerca del peak o, lo que es altamente probable, al efecto retardado de las cuarentenas de alto volumen de población.

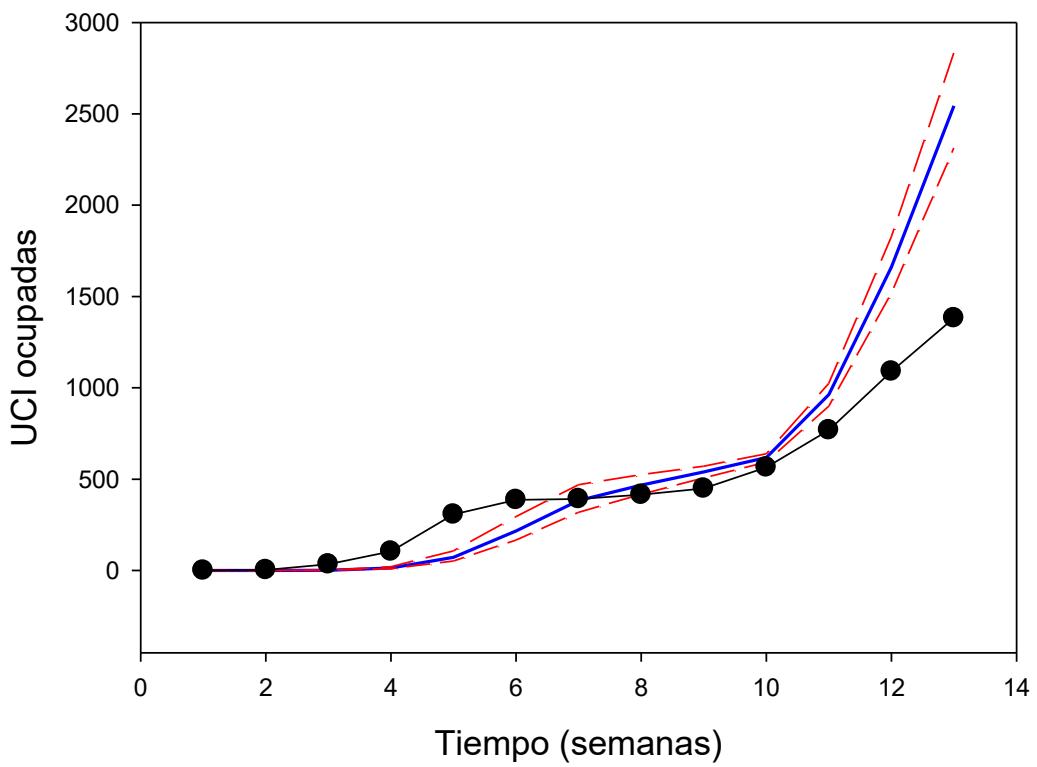


Figura 8. Evolución de la ocupación UCI y sus predicciones. Círculos negros: ocupación reportada. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza

Observamos que las UCI ocupadas se encuentran por debajo de las predicciones (afortunadamente). Una explicación podría ser que el 5% de casos con necesidad de UCI podría ser exagerado, y otra es que el retardo en la ocupación UCI fuera más tardío que una semana como supone este modelo.

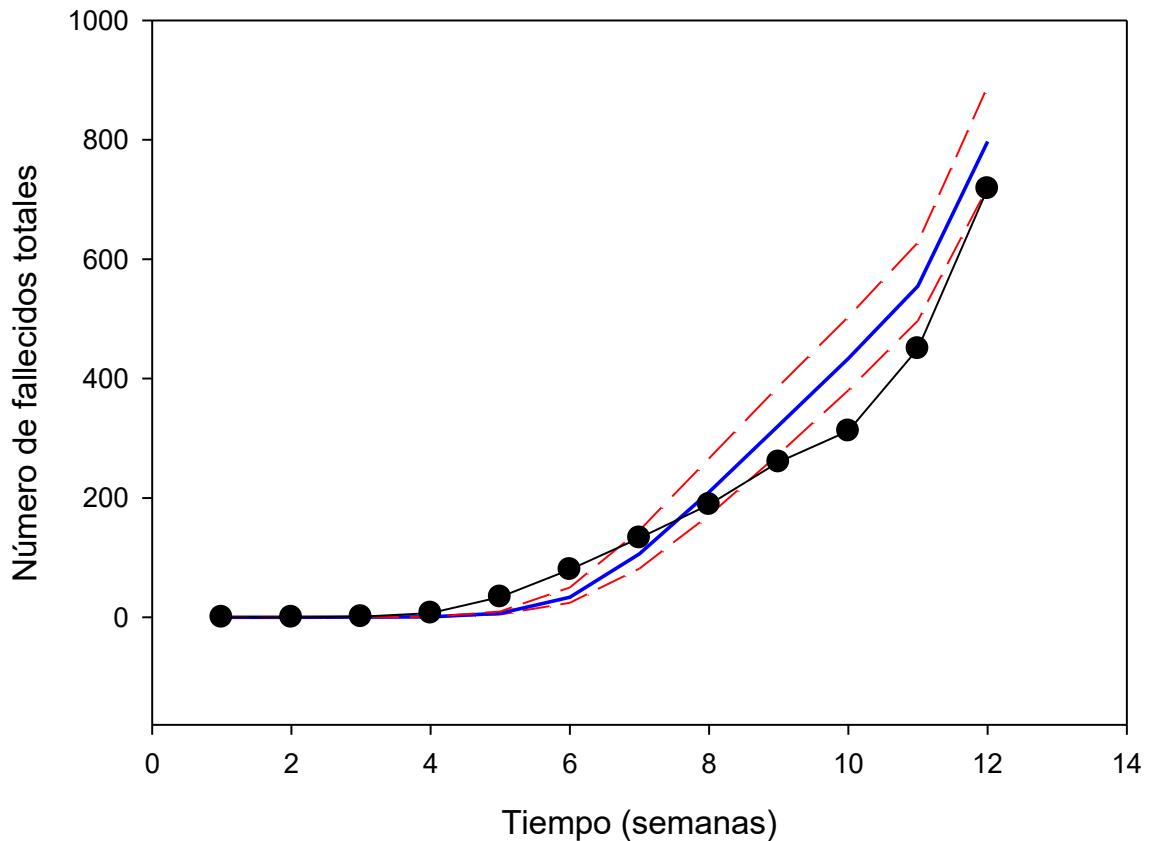


Figura 9. Evolución de las defunciones por COVID. Círculos negros: casos reportados. Líneas azul y rojas, predicciones con sus respectivas bandas de confianza.

La **mortalidad se ha incrementado en la última semana**, encontrándose en el límite inferior de la banda de confianza de las predicciones.

Tabla I: Comparación predicciones para la semana 13 (25/05-31/05).

Semana		Predichos	Observados
25/05-31/05	Casos en la semana	40.406-50.026	30.586(40.245)
	UCI ocupadas	2.313-2.833	1.382

*En azul datos corregidos por subreporte.

Proyecciones a largo plazo

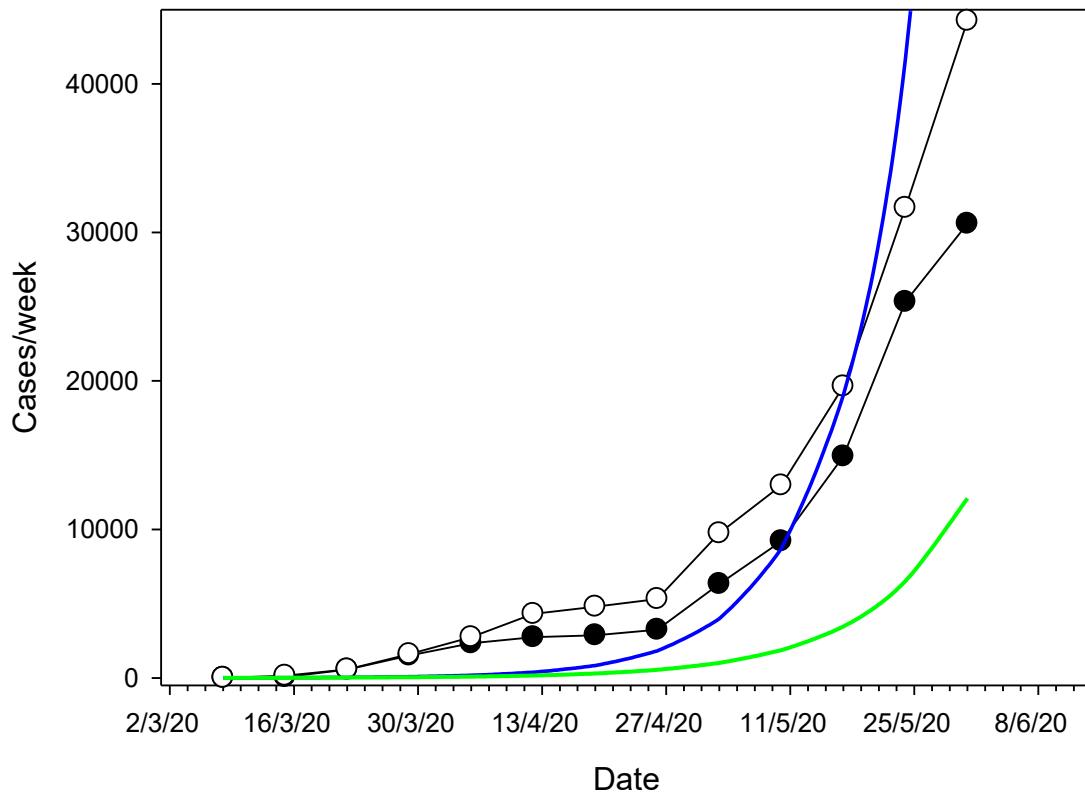


Figura 10. Proyección de casos/semana. Líneas azul y verde: proyecciones para $R_e = 1,5$ y $1,2$ constantes. Círculos negros: casos observados; círculos blancos: corregidos por sub-report

Continúa un crecimiento exponencial cercano al predicho con $R_e = 1,5$, 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 ($R_e = 1,2$), lo que es consistente con el R_e actual: 1,23. Se aprecia una leve desaceleración en el número de casos en la última semana.

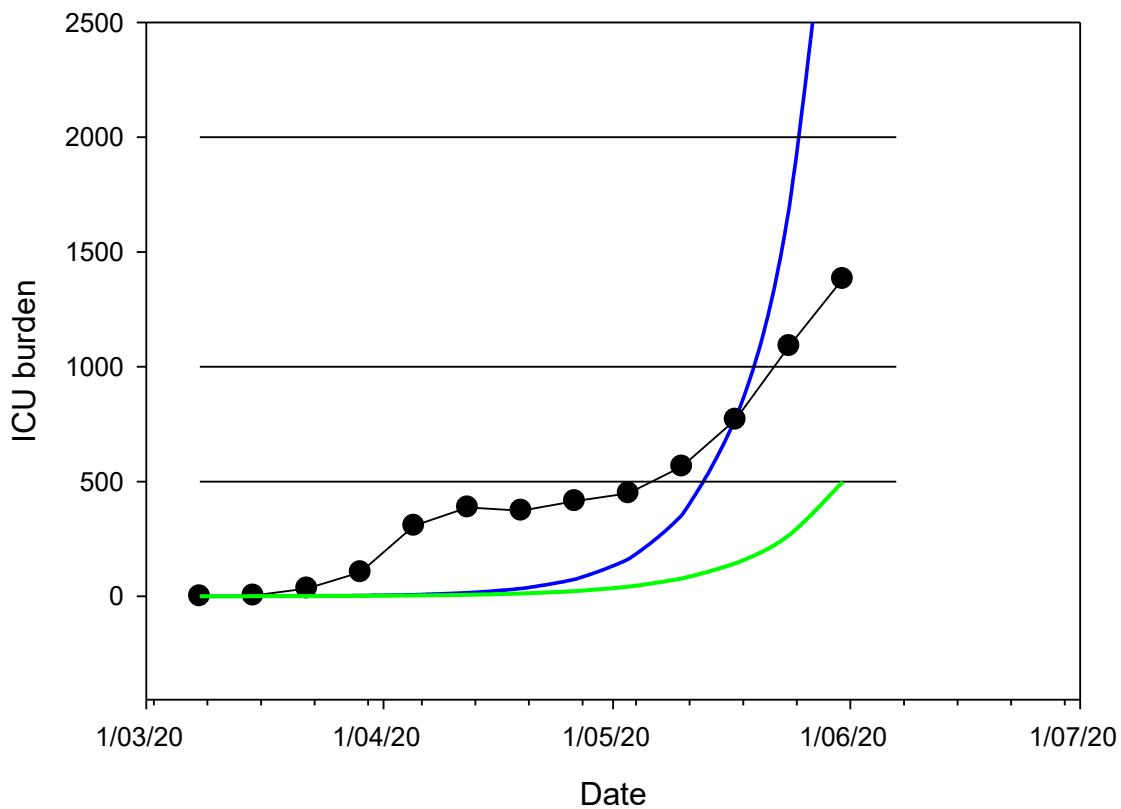


Figura 11. Proyección de UCI ocupadas en la semana

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 24 mayo	Re 31 mayo (IC 95%)
Arica y Parinacota	1,57	(1,22-2,53)	1,40	1,35 (1,17-1,60)
Tarapacá	1,34	(1,12-1,93)	1,35	1,20 (1,09-1,33)
Antofagasta	1,39	(1,11-2,17)	1,15	1,06 (0,99-1,13)
Atacama	1,09	(0,97-1,37)	0,70	1,08 (0,85-1,36)
Coquimbo	1,18	(0,96-1,72)	1,34	1,59 (1,29-1,89)
Valparaíso	1,62	(1,31-2,55)	1,31	1,21 (1,12-1,32)
Metropolitana	2,09	(1,73-3,28)	1,35	1,23 (1,16-1,37)
O'Higgins	0,99	(0,82-1,38)	1,27	1,08 (0,97-1,20)
Maule	1,21	(0,99-1,77)	1,75	1,32 (1,17-1,53)
Ñuble	1,66	(1,28-2,74)	1,45	1,00 (0,89-1,14)
Biobío	1,95	(1,59-3,10)	1,28	1,44 (1,28-1,67)
Araucanía	1,87	(1,53-2,94)	1,13	1,17 (1,05-1,30)
Los Ríos	1,70	(1,41-2,60)	1,94	1,45 (1,19-1,80)
Los Lagos	1,62	(1,30-2,55)	1,14	1,24 (1,07-1,43)
Aysén	1,11	(0,99-1,42)	1,00	2,18 (0,96-4,37)
Magallanes	1,86	(1,47-3,05)	0,73	0,80 (0,64-0,99)
Chile	2,36	(1,95-3,76)	1,36	1,23 (1,15-1,33)

Se observa una **disminución de un 9,6% en el Re a nivel nacional**, al comparar con el valor de hace una semana (24 mayo).

Respecto de la estimación del 24 de mayo, se observa una **aceleración en la propagación de la enfermedad** en las regiones de:

- Atacama
- Coquimbo
- Biobío
- Araucanía
- Los Lagos
- Aysén
- Magallanes

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

- Coquimbo
- O'Higgins
- Maule
- Aysén

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	1,33
Tarapacá	1,39
Antofagasta	0,88
Atacama	0,15
Coquimbo	0,61
Valparaíso	0,95
Metropolitana	1,56
O'Higgins	0,80
Maule	1,41
Ñuble	0,74
Bío Bío	0,44
Araucanía	0,60
Los Ríos	0,22
Los Lagos	0,31
Aysén	0,00
Magallanes	0,22
Chile	1,21

Información camas UCI por región: SOCHIMI 30 mayo (total 2.287 camas)

Esfuerzo diagnóstico

El esfuerzo diagnóstico por región fue calculado como el promedio de PCR diarios en las últimas dos semanas (18-31 mayo), dividido por 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 III: Esfuerzo diagnóstico en regiones

Región	Promedio casos nuevos 18-31 mayo	Promedio esfuerzo diagnóstico 18-31 mayo (por 100.000 hab.)	Razón
Arica	17,2	52,4	0,3
Tarapacá	99,0	96,9	1,0
Antofagasta	71,8	45,5	1,6
Atacama	4,9	43,3	0,1
Coquimbo	31,0	25,8	1,2
Valparaíso	120,9	33,1	3,7
Metropolitana	3415,7	122,2	27,9
O'Higgins	29,9	14,5	2,1
Maule	51,7	36,0	1,4
Ñuble	22,5	57,7	0,4
Biobío	62,9	76,8	0,8
Araucanía	33,2	44,6	0,7
Los Ríos	33,2	42,3	0,8
Los Lagos	15,4	102,2	0,2
Aysén	0,6	44,4	0,0
Magallanes	6,8	101,5	0,1
Chile	3993,4	80,4	49,7

Positividad

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

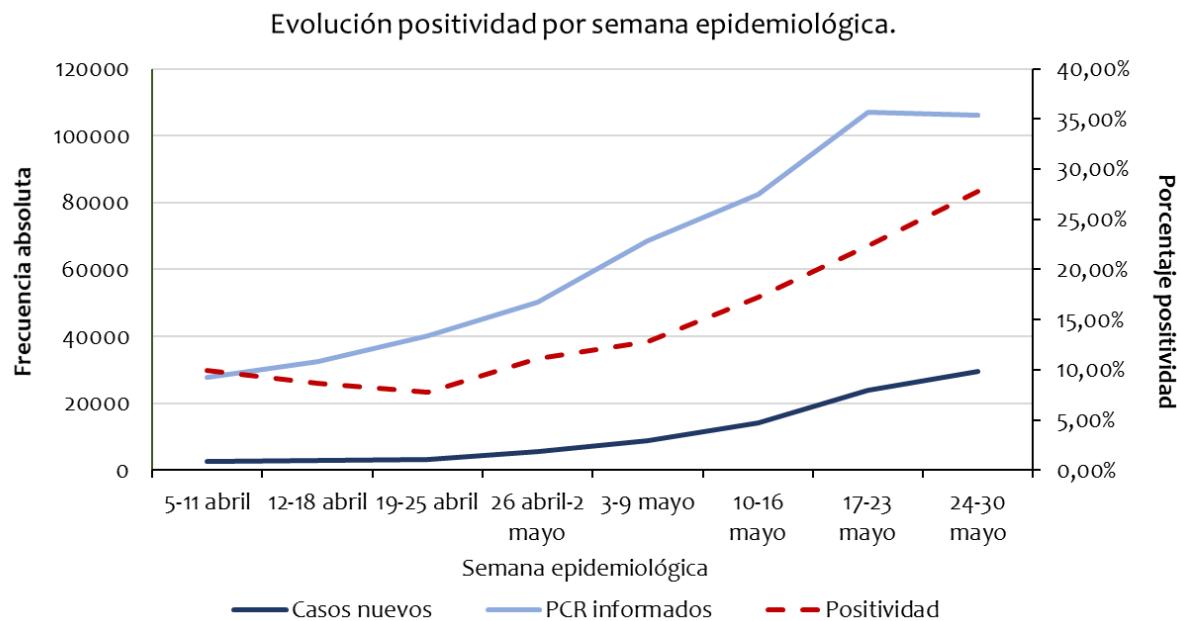


Figura 12. Evolución positividad diaria (05/04 – 23/05)

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%
22 (24-30 mayo)	29.465	105.988	27,80%

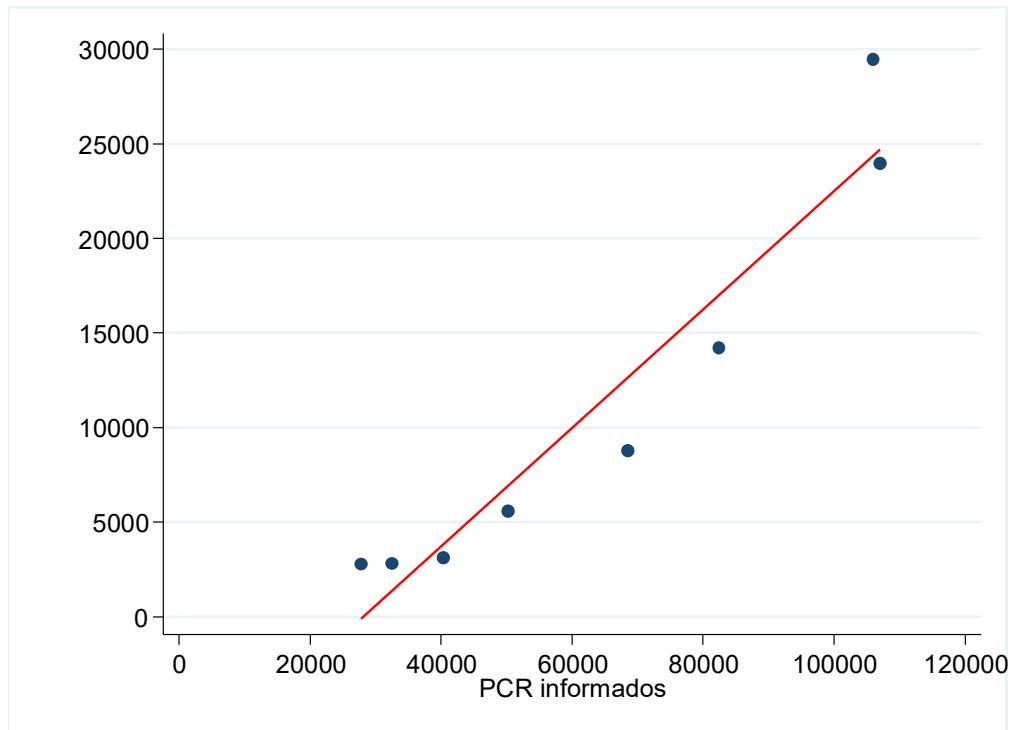


Figura 13. Relación entre PCR informados diariamente y casos nuevos por semana epidemiológica (05/04 – 30/05)

La pendiente de la recta ajustada es **0,3129**, con un valor-p<0,001. Esto indica que **por cada 100 PCR informados, se confirmarían en promedio 31,3 casos nuevos**.

Se ha observado un aumento en la pendiente a medida que se incorporan semanas al análisis. La semana pasada (24 mayo), la pendiente era de 26,5.

Número 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 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 29 de mayo (último informe con datos de nivel comunal).

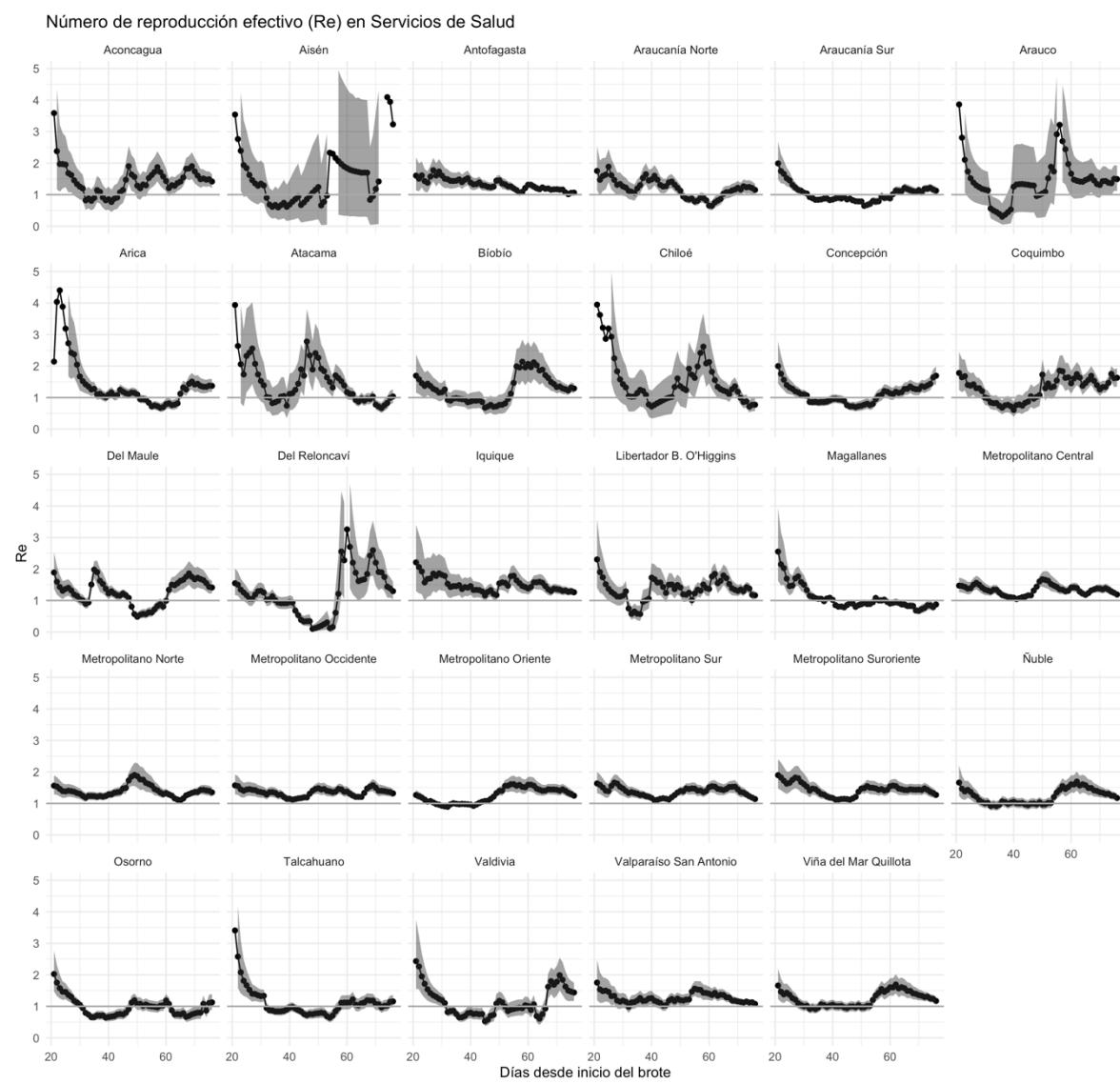


Figura 14. Evolución de Re a nivel de Servicios de Salud (03 marzo – 29 mayo)

En el segundo gráfico, acotamos a lo ocurrido en las últimas 2 semanas para facilitar una escala que permita observar las tendencias. **3 servicios de salud tienen $Re > 1,5$ y 4 entre 1,4 y 1,5.** En relación a la semana pasada se observa una reducción en varios Servicios de Salud. Se observa niveles más elevados en los Servicios Concepción (crecimiento muy rápido en últimos días), Coquimbo y Arauco (ambos con niveles altos sostenidos).

Los **Servicios Metropolitanos** muestran **Re entre 1,19 (Central) y 1,35 (Norte)** lo que sugiere los primeros efectos de desaceleración producto de la cuarentena total del Gran Santiago.

La tendencia es estable y con un brote epidémico controlado ($Re<1$) sólo en Magallanes y Chiloé, aunque en ambos casos los intervalos de credibilidad tocan el 1 por lo que tampoco es posible asegurar aún que el brote esté en reducción. Nótese que por los pocos casos no es posible sacar conclusiones sobre Aysén, con intervalos de credibilidad muy amplios.

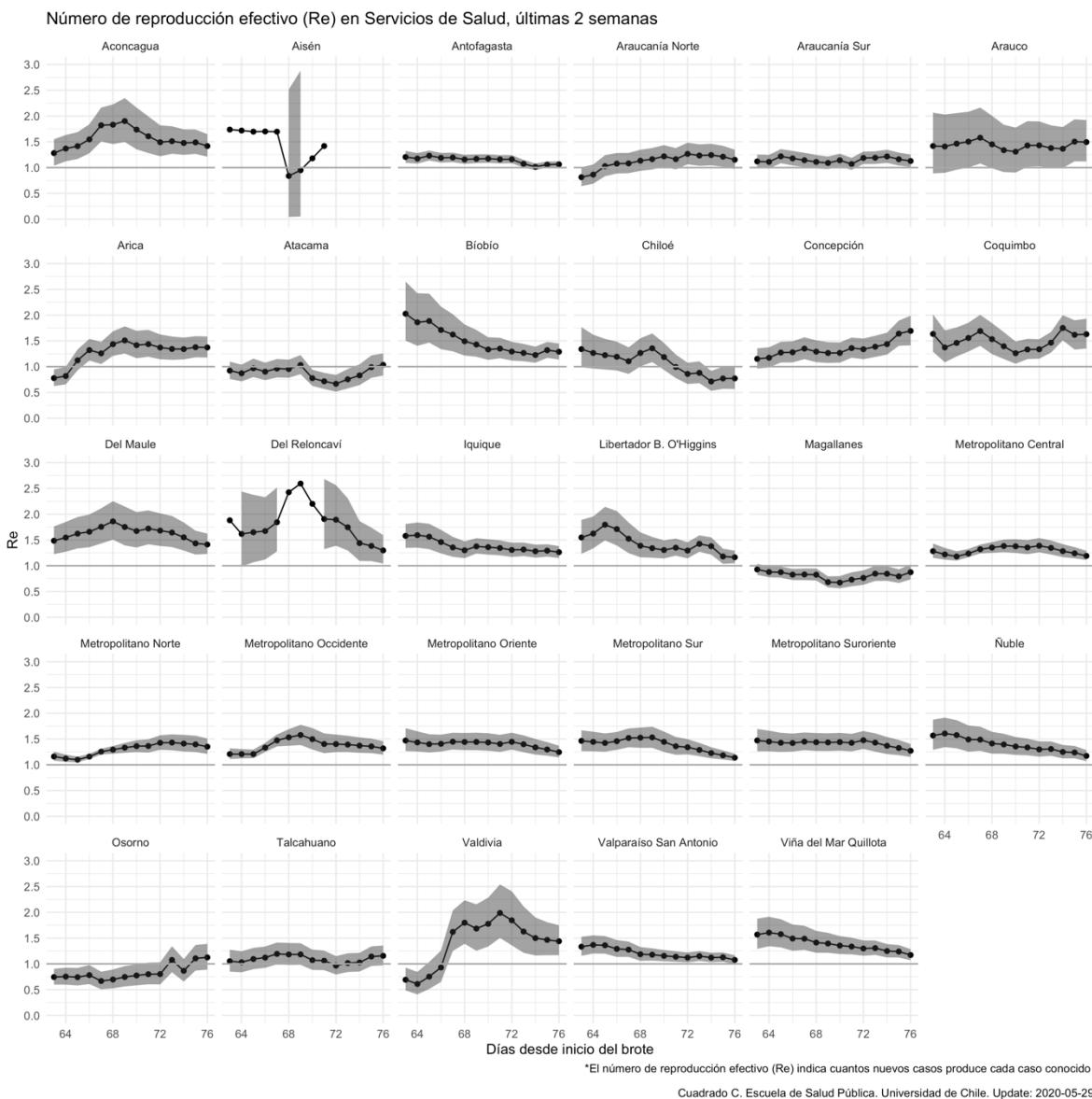


Figura 15. Evolución de R_e en las últimas 2 semanas a nivel de Servicios de Salud

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, 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 la **mayoría de las comunas de la región Metropolitana (43) el R_e se encuentra >1**. Se presenta primero la evolución durante todo el brote y luego el gráfico acotado a las dos últimas semanas. Se incluye en color naranja el tiempo en el que cada comuna ha estado sobre cuarentena total o parcial desde el inicio del brote.

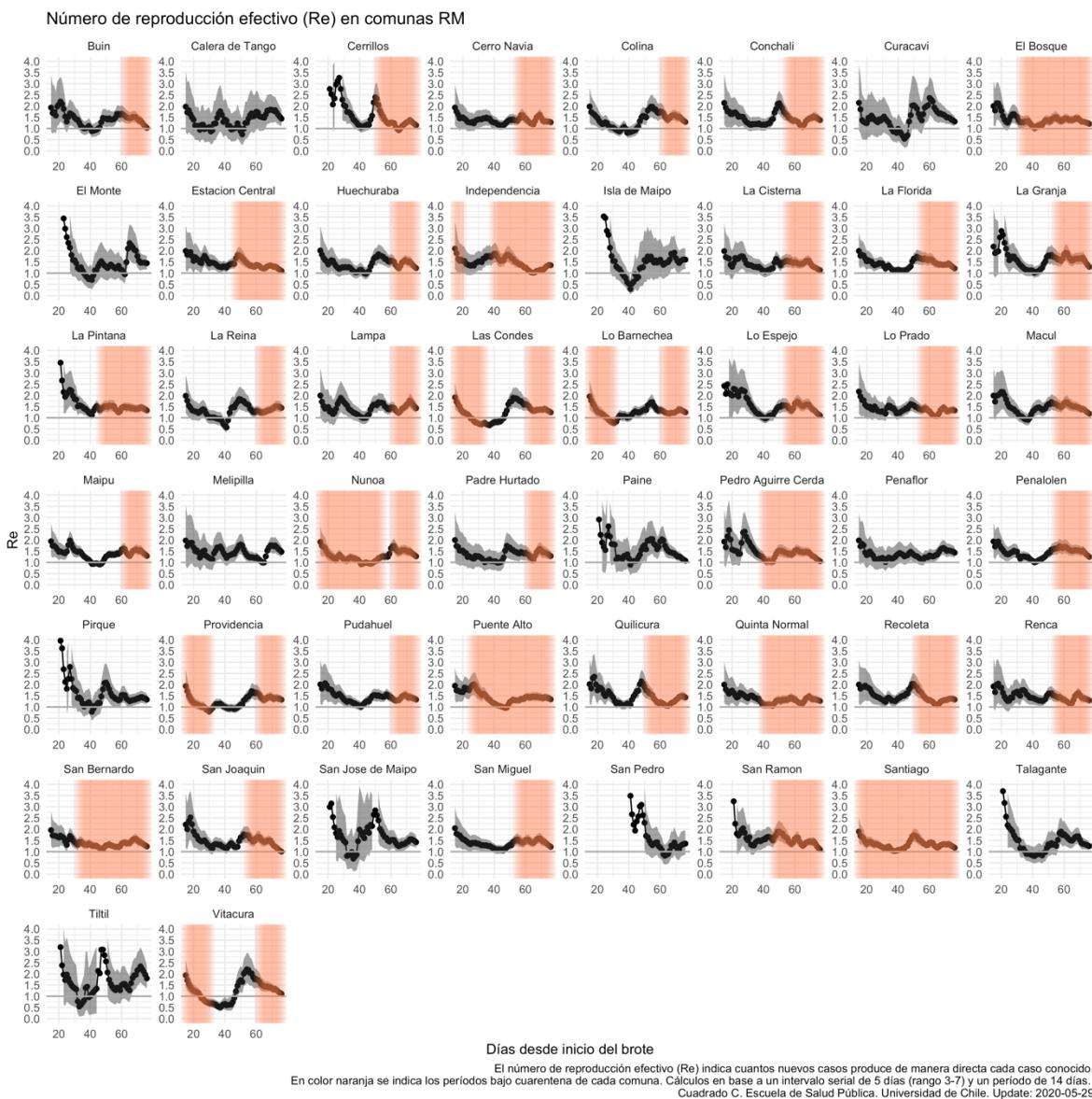
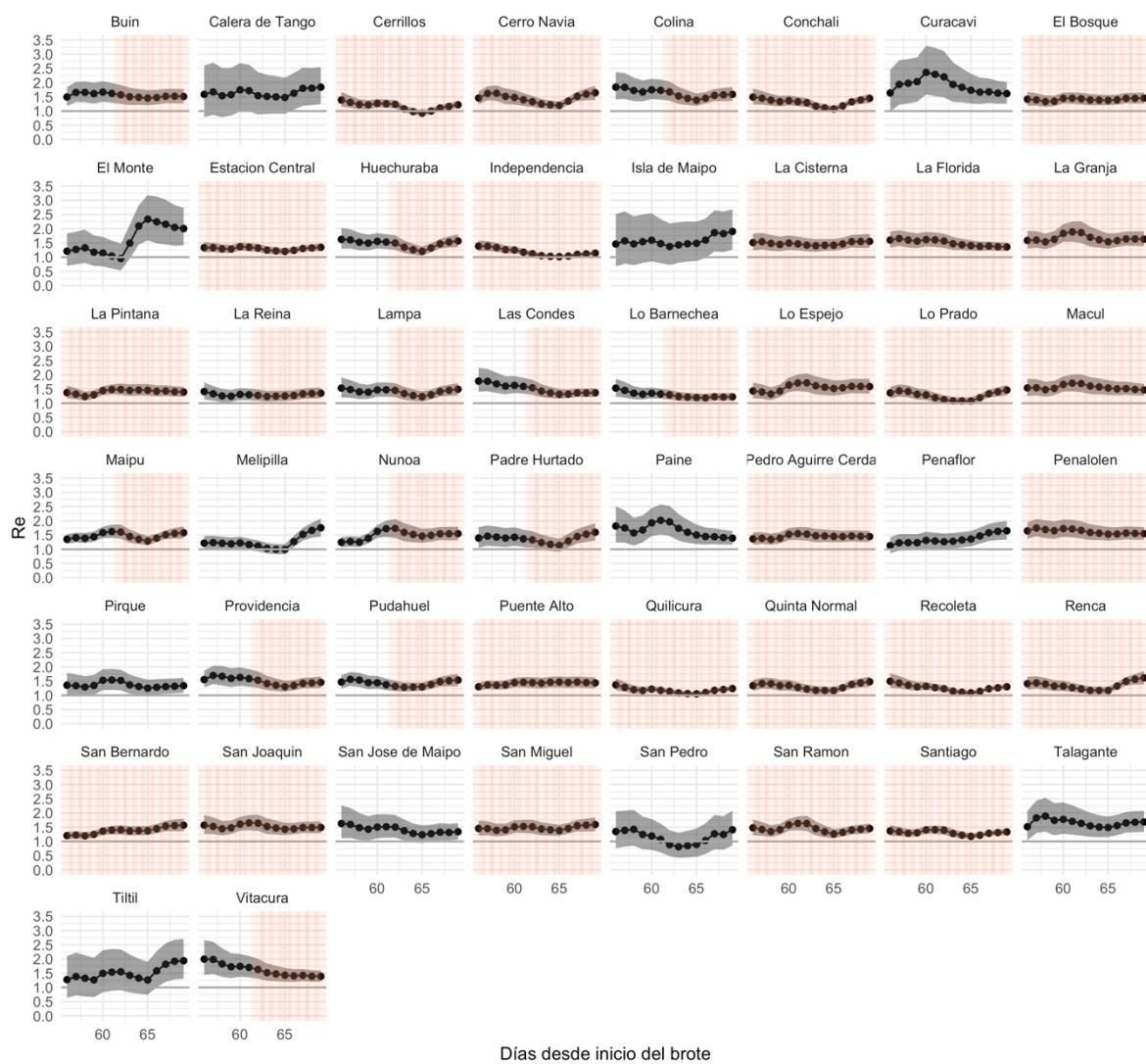


Figura 16. Evolución de Re en las comunas de la Región Metropolitana (03 marzo – 29 mayo)

Al 29 de mayo 2020, hay **3 comunas con un $Re > 1,5$ y 8 con Re entre 1,4 y 1,5 en la RM**. Los Re más altos se concentran en las comunas rurales de la RM y en las comunas más densamente pobladas y vulnerables de los sectores norte, poniente y sur de Santiago. Listado completo en tabla I y II.

Número de reproducción efectivo (Re) en comunas RM, últimas 2 semanas



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 periodo de 14 días.
Cuadrado C. Escuela de Salud Pública. Universidad de Chile. Update: 2020-05-22

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

Tabla I. 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%
29-05-20	Concepción	1,69	1,37
29-05-20	Coquimbo	1,63	1,31
29-05-20	Arauco	1,49	1,05
29-05-20	Valdivia	1,44	1,13
29-05-20	Aconcagua	1,42	1,18
29-05-20	Del Maule	1,41	1,20
29-05-20	Arica	1,37	1,15
29-05-20	Metropolitano Norte	1,35	1,20
	Metropolitano		
29-05-20	Occidente	1,32	1,18
29-05-20	Del Reloncaví	1,30	1,00
29-05-20	Bío Bío	1,29	1,11
	Metropolitano		
29-05-20	Suroriental	1,27	1,14
29-05-20	Iquique	1,26	1,13
29-05-20	Metropolitano Oriente	1,25	1,13
29-05-20	Metropolitano Central	1,19	1,10
29-05-20	Ñuble	1,17	1,05
29-05-20	Viña del Mar Quillota	1,17	1,05
	Libertador B.		
29-05-20	O'Higgins	1,16	1,03
29-05-20	Talcahuano	1,16	0,94
29-05-20	Araucanía Norte	1,15	0,94
29-05-20	Metropolitano Sur	1,14	1,07
29-05-20	Araucanía Sur	1,13	0,99
29-05-20	Osorno	1,13	0,85
	Valparaíso San		
29-05-20	Antonio	1,08	0,97
29-05-20	Antofagasta	1,06	0,99
29-05-20	Atacama	1,03	0,79
29-05-20	Magallanes	0,87	0,71
29-05-20	Chiloé	0,77	0,53
			1,07

Tabla II: 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%
29-05-20	María Pinto	1,98	1,18
29-05-20	Tiltil	1,80	1,28
29-05-20	Isla de Maipo	1,60	1,11
29-05-20	Melipilla	1,47	1,21
29-05-20	El Monte	1,44	1,11
29-05-20	Calera de Tango	1,44	1,04
29-05-20	La Reina	1,44	1,20
29-05-20	Peñaflor	1,43	1,18
29-05-20	Quilicura	1,43	1,22
29-05-20	Lampa	1,43	1,19
29-05-20	San José de Maipo	1,42	1,12
29-05-20	Conchalí	1,37	1,19
29-05-20	Independencia	1,35	1,20
29-05-20	Puente Alto	1,34	1,18
29-05-20	Pirque	1,33	1,07
29-05-20	Pudahuel	1,33	1,16
29-05-20	Recoleta	1,33	1,18
29-05-20	La Pintana	1,33	1,16
29-05-20	Providencia	1,33	1,15
29-05-20	Lo Prado	1,33	1,15
29-05-20	Curacaví	1,31	1,06
29-05-20	Renca	1,29	1,14
29-05-20	Colina	1,29	1,13
29-05-20	Maipú	1,29	1,14
29-05-20	Padre Hurtado	1,28	1,06
29-05-20	Cerro Navia	1,28	1,13
29-05-20	La Granja	1,28	1,12
29-05-20	Ñuñoa	1,27	1,12
29-05-20	Quinta Normal	1,27	1,12
29-05-20	Talagante	1,25	1,03
29-05-20	Peñalolén	1,25	1,11
29-05-20	Lo Barnechea	1,24	1,09
29-05-20	Las Condes	1,24	1,11
29-05-20	San Bernardo	1,23	1,11
29-05-20	Huechuraba	1,22	1,08
29-05-20	San Miguel	1,21	1,08

29-05-20	El Bosque	1,21	1,09	1,35
29-05-20	La Florida	1,21	1,10	1,34
29-05-20	Macul	1,18	1,07	1,31
29-05-20	Santiago	1,17	1,08	1,28
29-05-20	Cerrillos	1,14	1,02	1,29
29-05-20	La Cisterna	1,13	1,02	1,26
29-05-20	Estación Central	1,10	1,01	1,19

Se listan sólo las comunas con un Re en que su intervalo de credibilidad inferior sea >1 (43 comunas al 29 de mayo).

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).

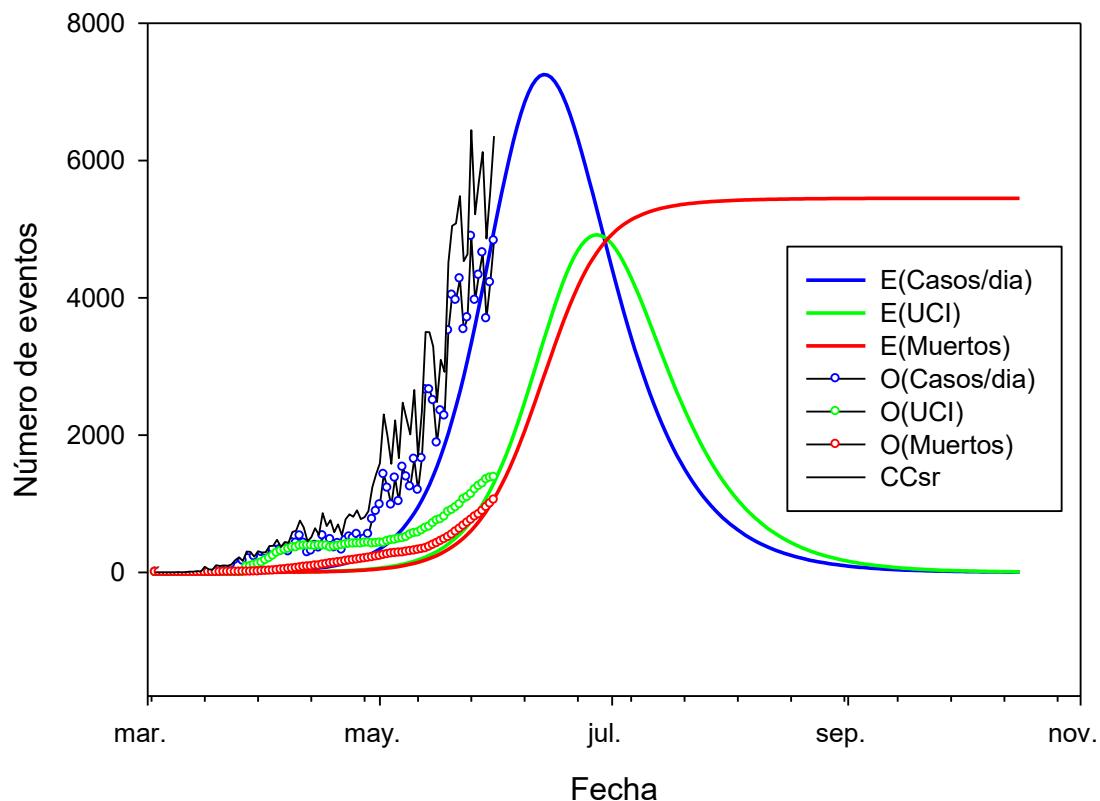


Figura A1. Modelo SEIR y casos reportados, UCI y fallecidos

Ajustes: a) para E(casos totales) vs CT: $R^2 = 0.97$, $F_{1,88} = 3408,4$, $p << 0.001$ b) para Casos: E(C) vs C: $R^2 = 0.91$, $F_{1,88} = 852,4$; $p << 0.001$; c) E(C) vs Ccorregidos: $R^2 = 0.89$, $F_{1,88} = 721,3$, $p << 0.001$. d) Para UCIs: E(UCI) vs UCI: $R^2 = 0.81$, $F_{1,88} = 365,7$, $p << 0.001$; e) para fallecidos: E(M) vs M: $R^2 = 0.92$, $F_{1,88} = 1017,9$, $p << 0.001$.

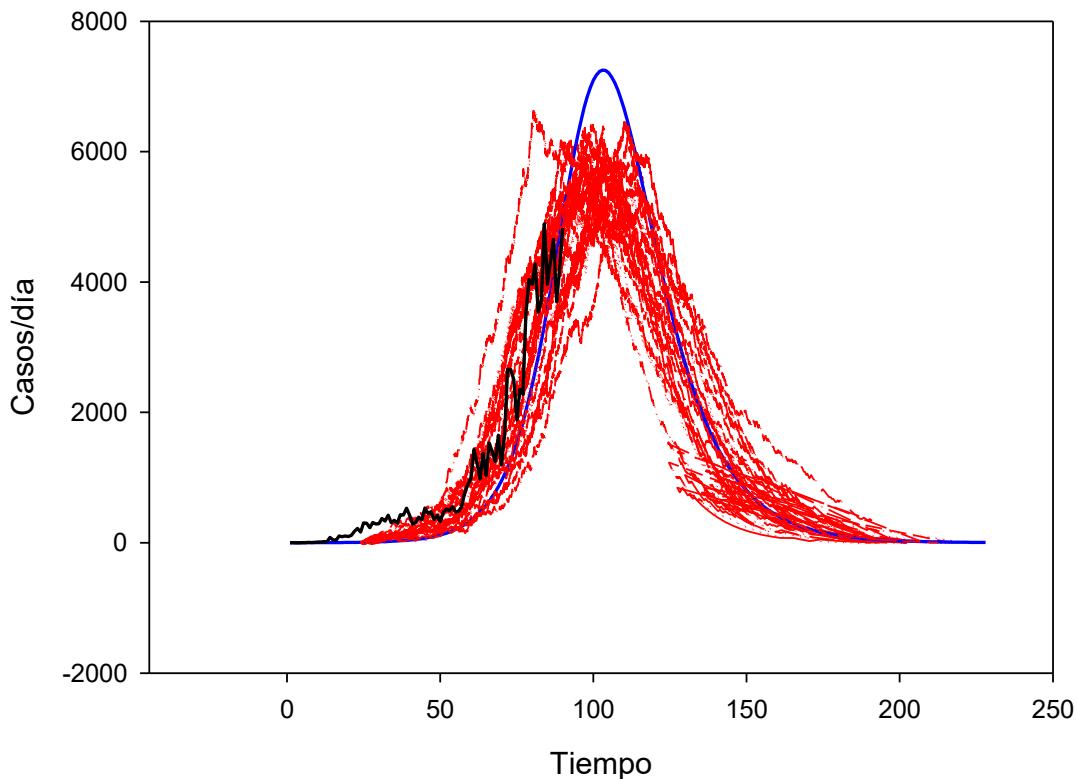


Figura A2. Modelo estocástico con el método de Montecarlo (Algoritmo de Gillespie) (Wearing H, 2014) (25 simulaciones sobreuestas ajustadas al día 25 de la epidemia, con los mismos parámetros)

Observamos que de darse esta dinámica se **proyecta el peak para el 13 de junio** (7251 casos/día), con un **peak de uso de UCI el 27 de junio** y una **elevación** muy importante de la **mortalidad desde junio**. Tal como predijo el modelo ya se sobrepasaron las 1000 UCI ocupadas en la semana 12. 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 235.278 ± 1.256 y 5.405 ± 29 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 ESP, surgen algunas ideas cualitativas básicas. El **riesgo de levantar medidas será mayor mientras mayor sea el número de infectados activos, mientras mayor sea 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:
$$C = 0.05p/V. \text{ Impondremos } V_{\min} = 1, \text{ ya que la división por 0 no está definida.}$$
- 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.

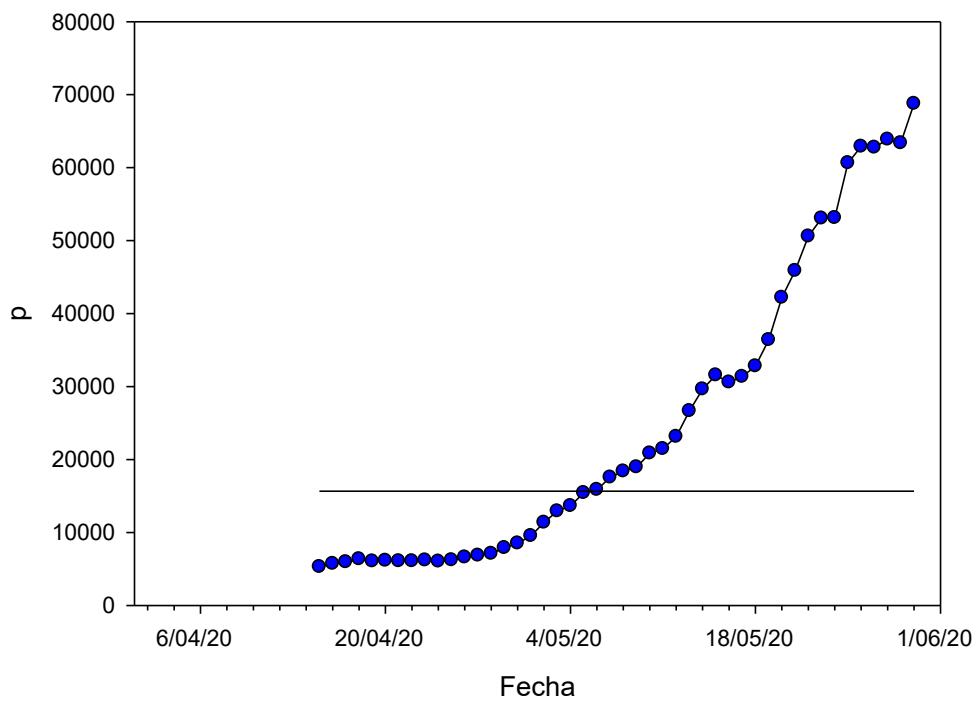


Figura A3. Evolución del momentum (p) a lo largo de la epidemia

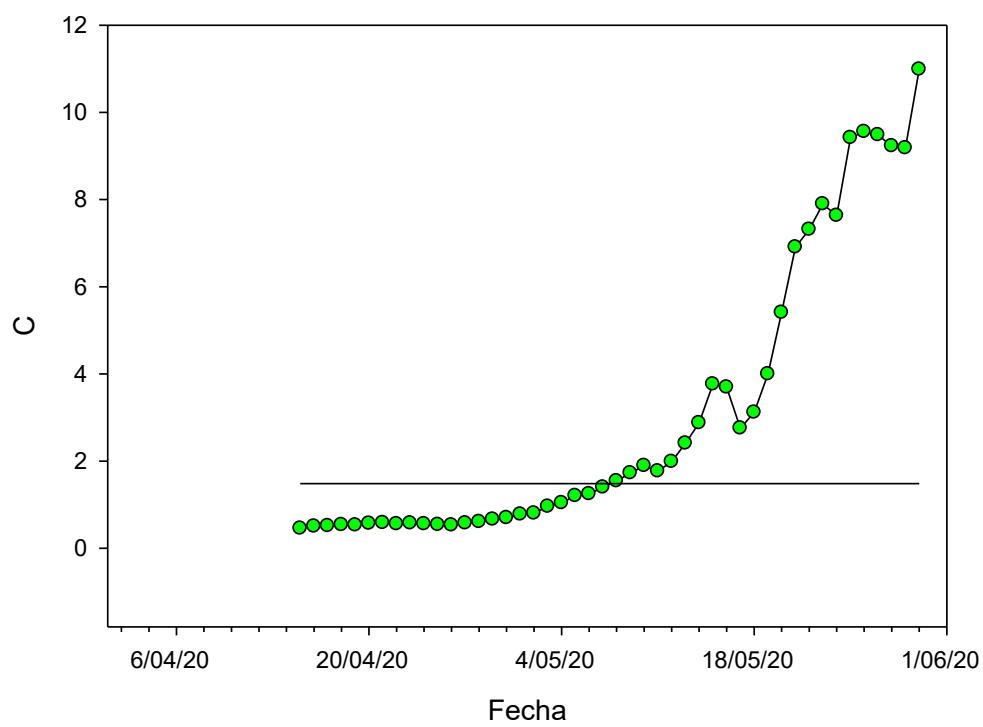


Figura A4. Evolución de la carga del sistema de salud (C)

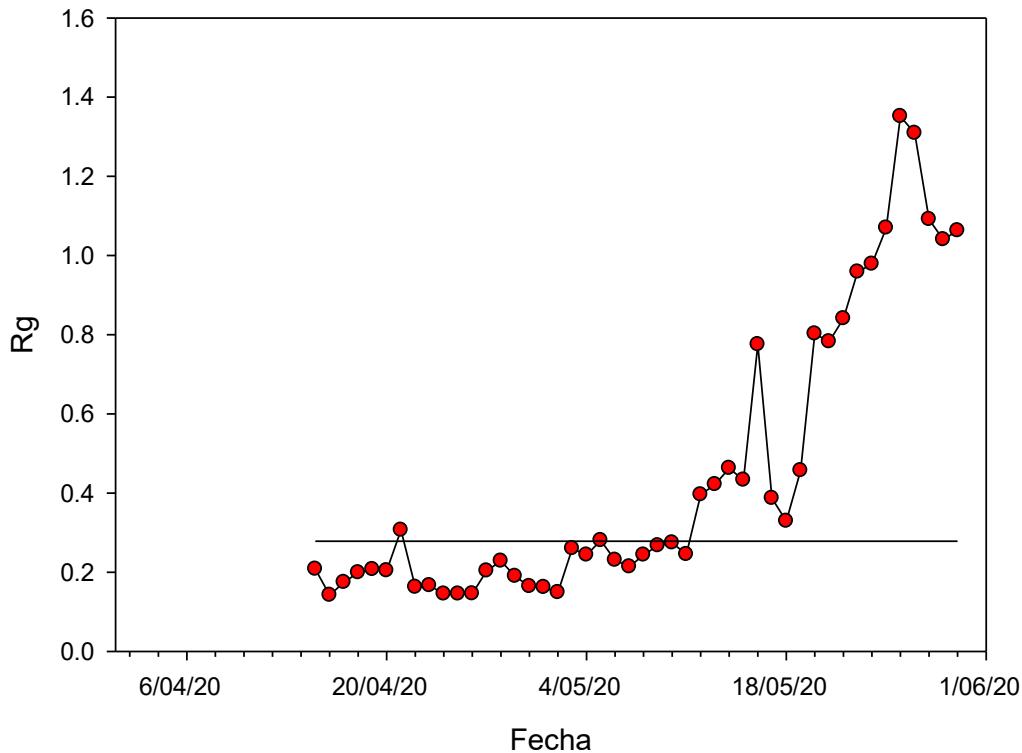


Figura A5. Evolución del Riesgo (Rg)

Las regresiones piecewise sugieren puntos de quiebre $Up = 15648,9$ para el momentum, $UC = 1,484$ para la carga y $URg = 0.278$ 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 URg . 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 $Rg = + 1.06$. Seguiremos monitorizando estos parámetros a lo largo de la epidemia y reestudiaremos los puntos de quiebre.

Comentario final

- Toda la evidencia presentada, muestra que estamos en momentos muy críticos de la epidemia y que es esperable que siga una **importante alza en el número de casos y en la utilización de UCI en la semana 14 (1-7/6)**.
- El requerimiento UCI ya es mayor que 1300 UCI, lo que sugiere una **posible saturación completa del sistema esta semana**.
- Hay **15 regiones con Re mayor que 1**, dos de ellas **con muy alta población (RM y Valparaíso)**.
- Hay **43 comunas de la RM con Re mayores que 1**, lo que es un indicador de que a todo nivel la epidemia sigue ascendiendo con gran carga.
- Los **infectados activos han aumentado en 7,2 veces el número el número reportado al primero de mayo**.
- El **Re se mantiene sobre 1 aunque ha desacelerado**, lo que se puede interpretar como efecto de las cuarentenas o bien cambio en la concavidad de la curva cuando nos acercamos al peak.
- La **ocupación UCI llega a un 87% a nivel nacional y 97% a nivel de la RM (datos SOCHIMI)**.
- El **esfuerzo diagnóstico aún muestra una relación positiva entre número de exámenes y positividad**, con ascenso en la pendiente en la última semana. 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 han mostrado una buena sensibilidad a los cambios que están ocurriendo. Se espera que sean de utilidad en la etapa de levantamiento de las intervenciones. Se necesitan indicadores claros que midan el efecto de las intervenciones, entre los cuales destacan la movilidad social y el Re.

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

31 de mayo de 2020.