

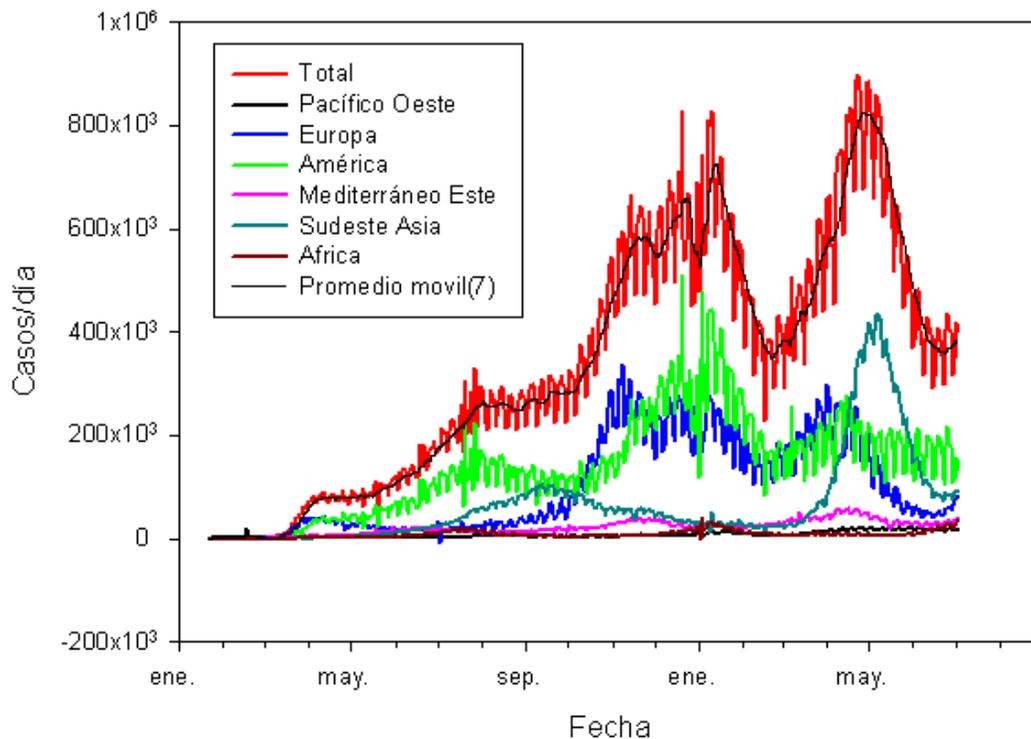
INFORME COVID-19 CHILE AL 04/07/2021

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

Seguimos mejor; podrá ser efecto de la vacuna?

COVID-19 en el mundo

Figura 1: Evolución de casos diarios en el mundo.



Observaciones:

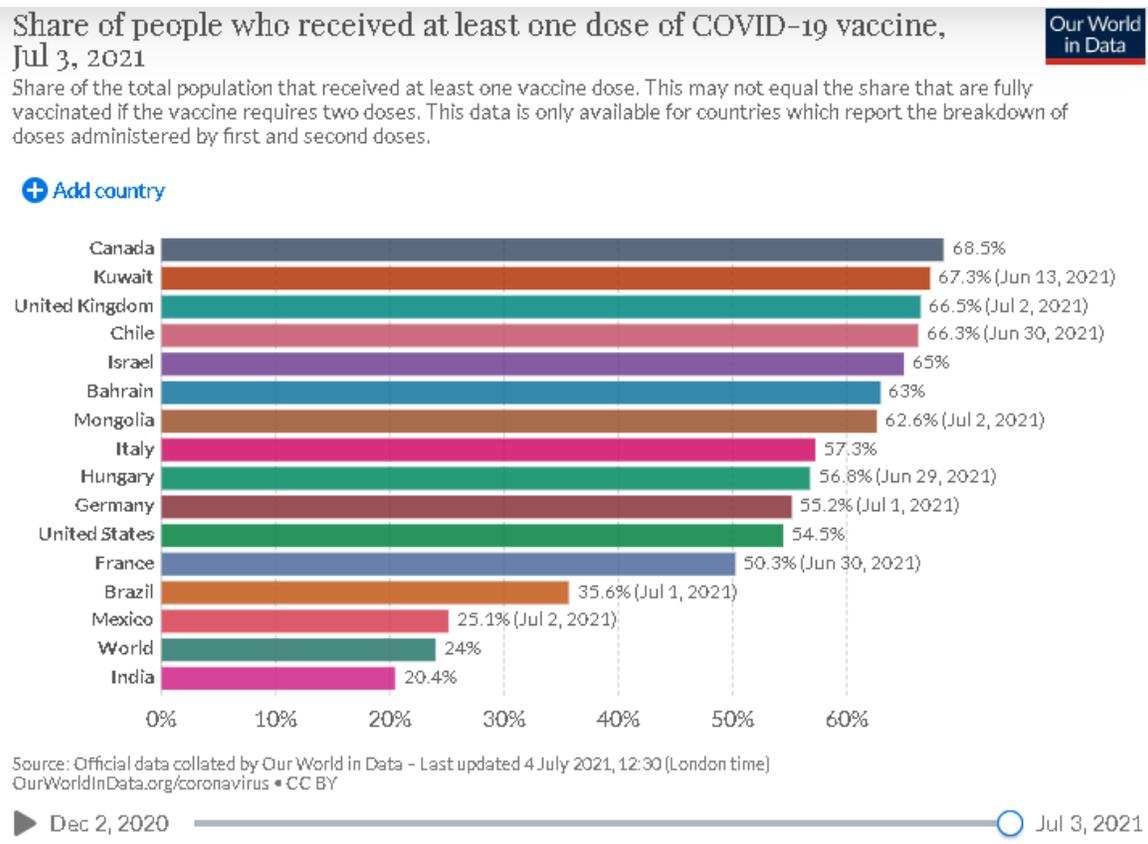
Se está deteniendo el descenso de los casos. Se estabiliza Asia y América y Europa tiene un ascenso. Sigue siendo América la que aporta más casos. Los casos en el mundo llegan a 182.319.261 y los fallecidos a 3.954.324.

Evolución de la letalidad en el mundo

La letalidad cruda (CRF) y la **corregida por retraso** son aproximadamente 2,073%; y **2,143% sobre casos reportados**. No hay cambios significativos de letalidad respecto a la semana pasada. Esto es importante de seguir monitoreando ya que constantemente van apareciendo nuevas variantes.

Un **24,0%** de la población mundial ha recibido al menos una dosis, pero con una distribución muy desigual. **Sólo el 1% de la población de los países de escaso desarrollo ha recibido al menos una dosis** (Our world in Data, 2021).

Figura 2.- Proporción de vacunados con al menos una dosis



Porcentaje de vacunados de los países con mayor cobertura y tasas de casos nuevos actuales

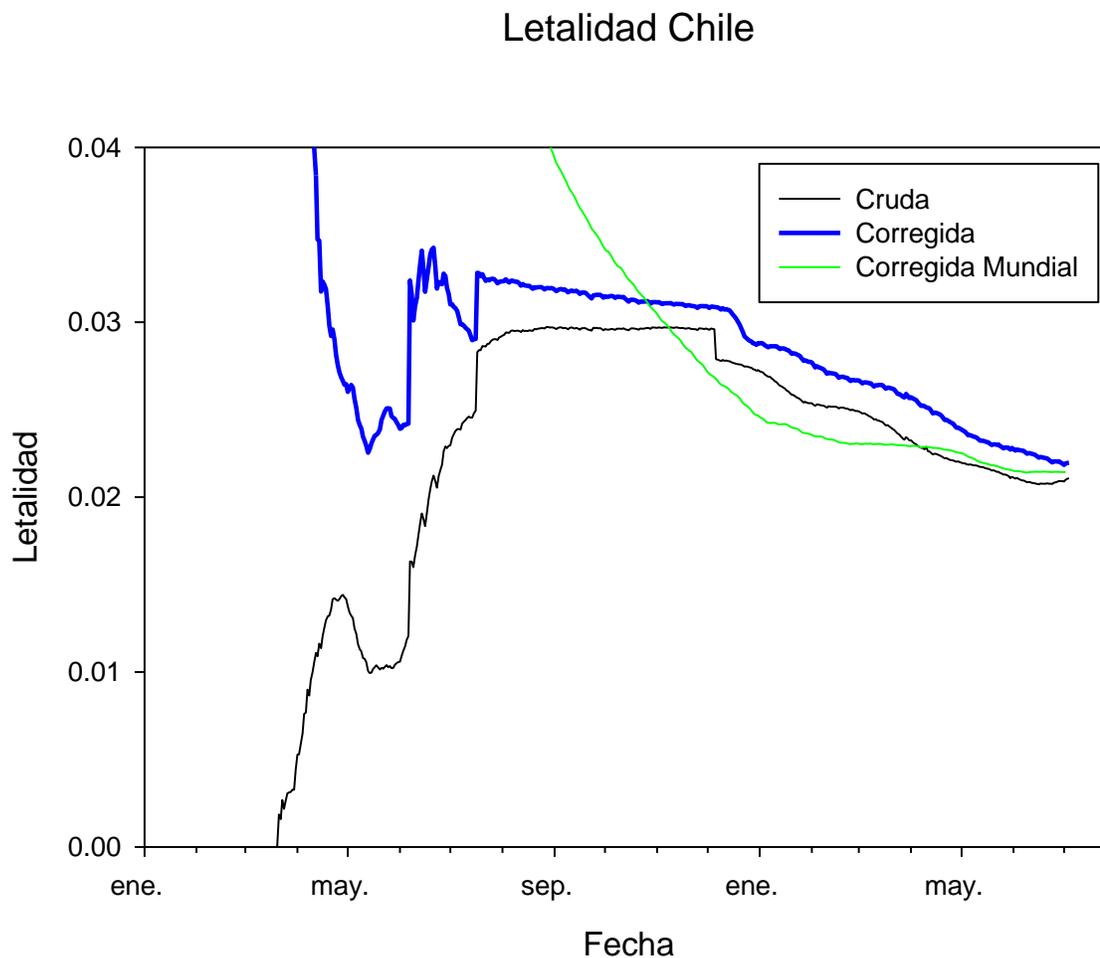
PAIS	%VACUNA	CASOS	POBLACION	TASA (/Cienmil)
KUWAIT	67.3	1761	4207000	41.86
CANADA	68.5	548	37590000	1.46
ISRAEL	65	319	9053000	3.52
UK	66.5	27556	66650000	41.34
CHILE	66.3	3368	19098423	17.63
BAHREIN	63	184	1641000	11.21
MONGOLIA	62.6	2485	3225000	77.05
HUNGRIA	56.8	0	9773000	0.00
EEUU	54.5	10959	328200000	3.34
ITALIA	57.3	879	60360000	1.46
ALEMANIA	55.2	649	83020000	0.78
FRANCIA	50.3	2572	67060000	3.84

Interesante evolución. Notamos que la mayoría de los países con alta cobertura tienen tasas menores a 10/cienmil. **Preocupa UK que sigue con un ascenso en los casos a pesar de alta cobertura. Podría ser un efecto de la introducción de la variante δ o bien el relajo total de las intervenciones y disminución de la percepción de riesgo (variante Eurocopa).** También tenemos que notar que UK ha vacunado a gran parte de su población, pero con una dosis. Chile, algo mejor. Barhein, también mejor. Kuwait y Mongolia a pesar de una alta cobertura, aún tienen tasas muy altas. Kuwait, Barhein y Mongolia tienen tamaño poblacional pequeño y entonces pequeñas variaciones en el número de casos producen importantes variaciones en las tasas, por lo que sus valores son difíciles de interpretar.

COVID-19 en Chile

Hoy se informan un total de 1.569.784 casos totales, con 3.368 nuevos. El total de fallecidos: 33.103 confirmados.. La tasas de “incidencia acumulada” de casos y muertes reportadas oficiales hoy: Chile **8,22%** y **1,733 muertes/mil** (usando Población de Chile = 19098423 personas). Notemos que DEIS al **19/6** estimaba **40.455 muertes** (incluyendo casos probables) lo que llevaría la última cifra a **2,07 muertes/mil**, con las más altas tasas en la región de Magallanes (**2,93 muertes/mil**), la RM (**2,59 muertes/mil**), Arica & Parinacota (**2,34 muertes/mil**) y Tarapacá (**2,10 muertes/mil**). **Si consideramos la tasa de muertes/mil confirmados, nos encontramos en la posición 21 de un total de más de 200 países.** La letalidad cruda en Chile es hoy **2,108%** y corregida por retraso **2,197%**. Hoy en Chile se reportan **21.709** casos activos. Por fórmula OMS basada en casos reportados serían 51.548. Como de estos casos reportados aproximadamente $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$ son sintomáticos, se podrían estimar entre 25.774 y 34.365 activos, superior a la cifra a la reportada por MINSAL (la diferencia es probablemente por las correcciones que es necesario hacer a posteriori en la reconstrucción y depuración de las series).

Figura 3.- Evolución de la letalidad en Chile. Curva negra es la letalidad cruda (Fallecidos totales/Casos totales). Curva azul letalidad corregida por retraso (los fallecidos hoy en realidad se enfermaron días antes bajo una cierta distribución de probabilidades)



Observamos que la letalidad en Chile es algo mayor que la letalidad mundial (curva azul vs curva verde).

Figura 4: Infectados nuevos reportados diarios (MINSAL). En rojo casos corregidos por sub-reporte con método de Russell, bajo supuesto de letalidad promedio mundial de 2,3% esto representa el subreporte respecto al promedio mundial. En amarillo casos corregidos por sub-reporte con método de Russell, bajo supuesto de letalidad real de 1,4% esto representa el subreporte real. La línea verde representa el inicio de la campaña de vacunación.

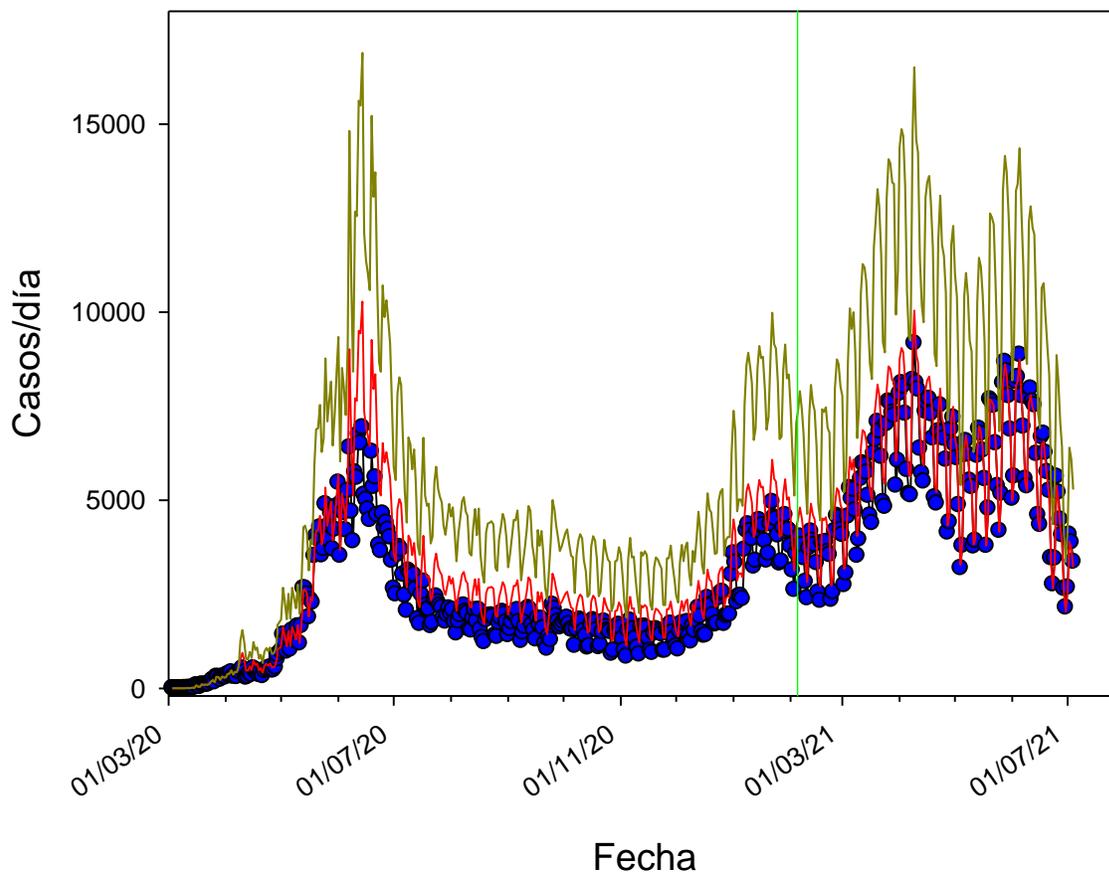


Figura 5: Evolución del sub-reporte en Chile estimado con el método de Russell, bajo supuesto de letalidad real de 1,4% esto es una estimación del subreporte real.

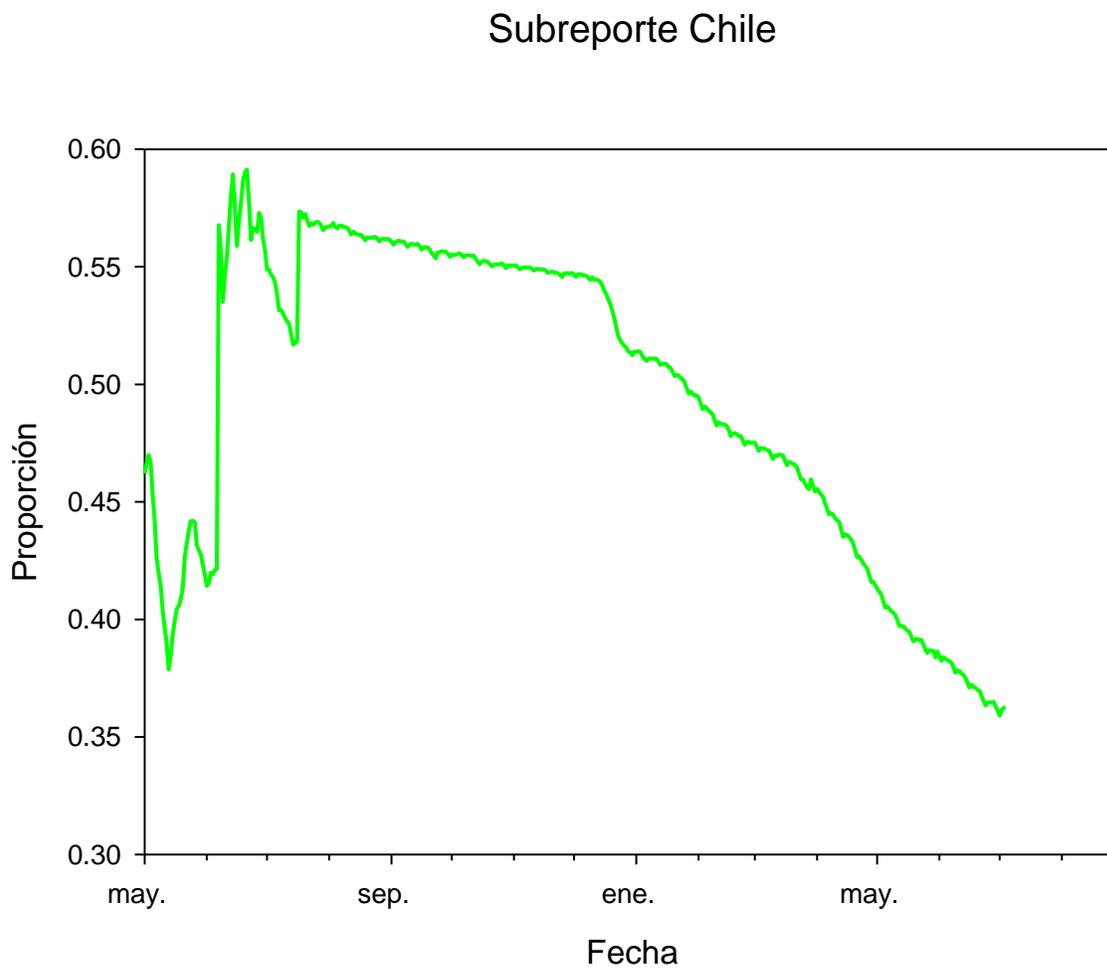


Figura 6.- Contribución de los casos de la RM al total de casos

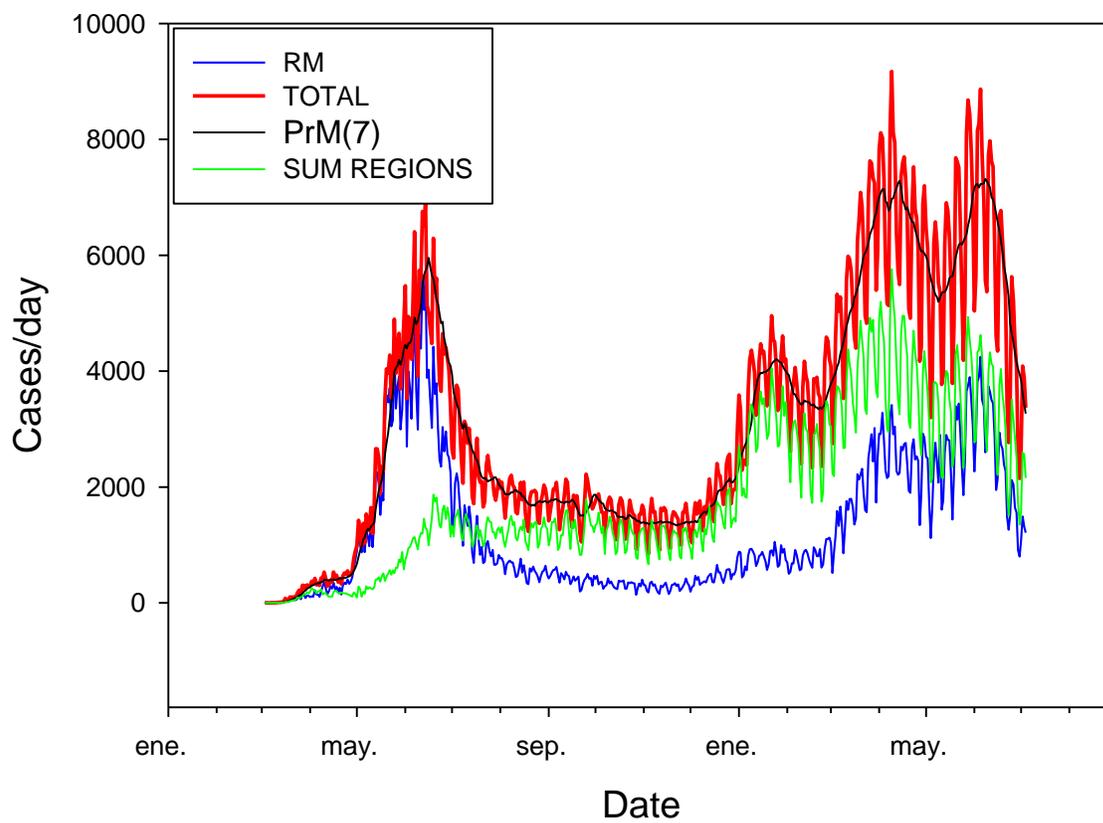
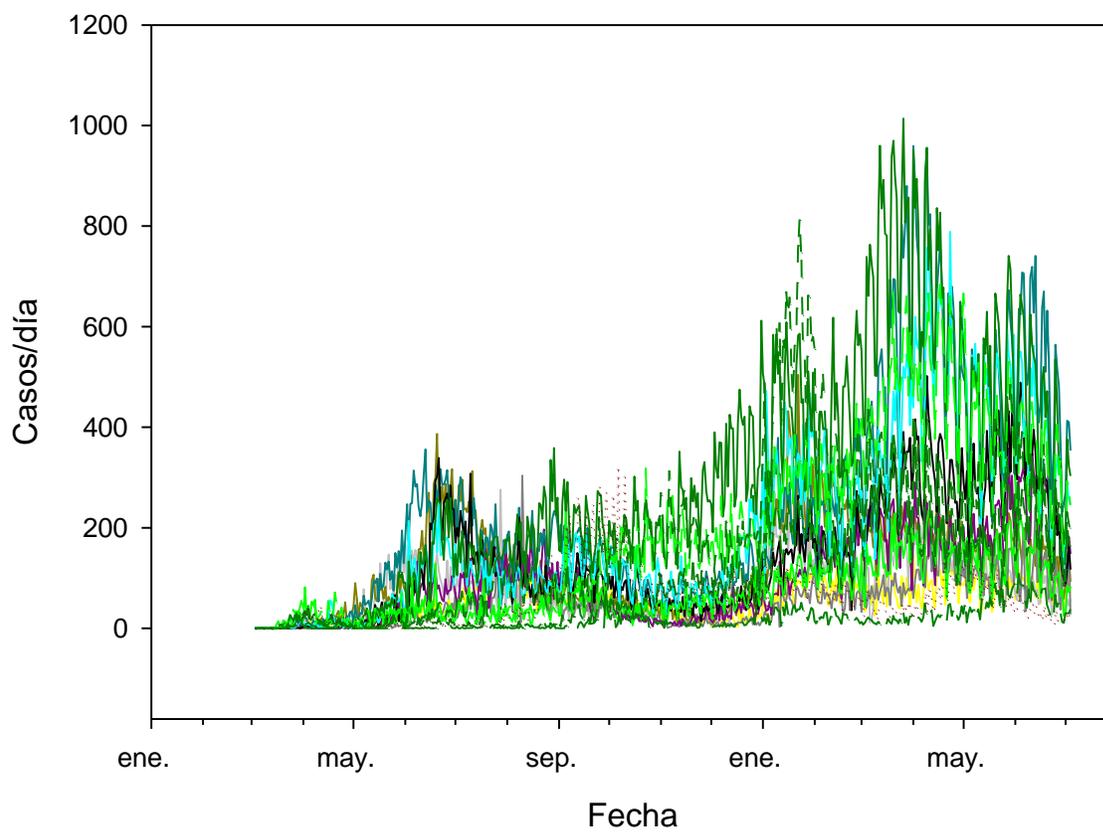


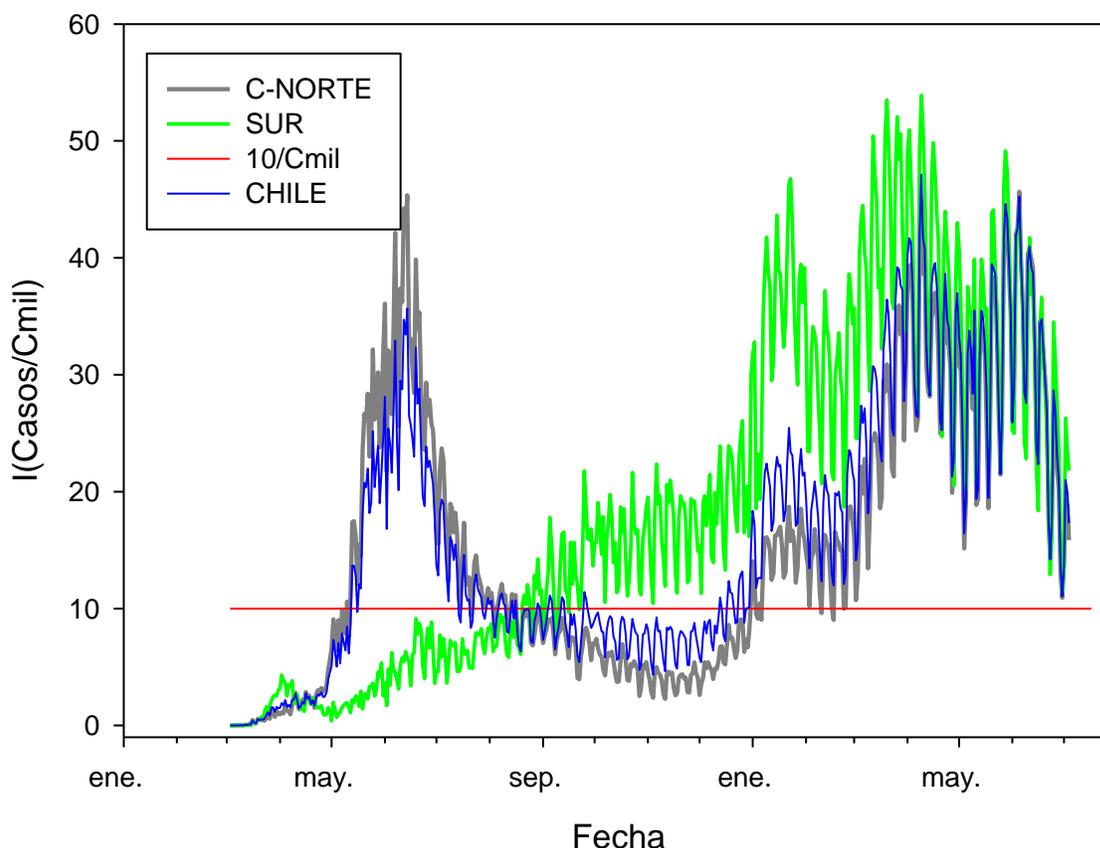
Figura 7. Evolución de los casos en Regiones



—	ARICA
—	TARAPACA
—	ANTOFAGASTA
—	ATACAMA
—	COQUIMBO
—	VALPARAISO
—	OHIGGINS
—	MAULE
—	ÑUBLE
—	BIOBIO
- - -	ARAUCANIA
- - -	LOS RIOS
- - -	LOS LAGOS
- - -	AYSEN
.....	MAGALLANES

La participación de la RM en la incidencia es menor a los esperado por su tamaño poblacional. La participación de la RM es hoy 36,02 % . La población de RM representa un 41,76% de la población del país.

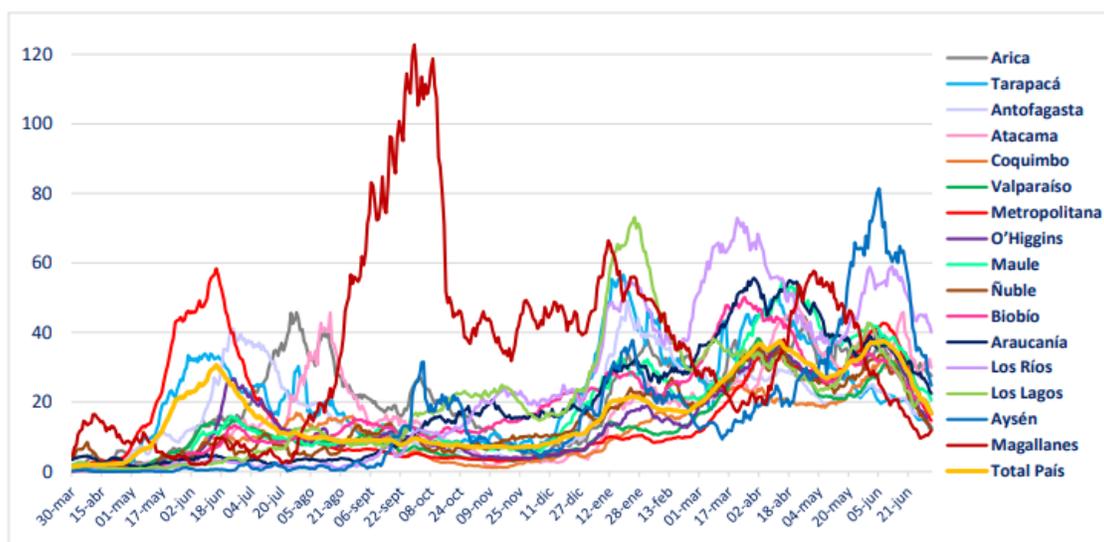
Figura 8. Incidencias diarias en la macro zona centro-norte (A&P – Maule) (gris) y en la macro zona sur (Ñuble-Magallanes) (verde)



Se puede ver que la región Sur y la región Centro-Norte tienen curvas muy similares: Chile, pero se comienzan a separar de nuevo las curvas: Sur: **21,81/ cien mil**; Centro-Norte: **15,84/cienmil** y Chile: **17,31/cienmil**; **6,3 puntos por debajo de la incidencia de la semana pasada (un 26,7% de descenso)**. Seguimos aún en una situación grave, con tasas casi 2 veces lo máximo tolerable (10/cien mil), **pero ahora mejorando claramente**. El problema sigue siendo la carga de infectados, que está provocando en la práctica una sobrecarga importante del sistema de salud, especialmente de sus UCIs.

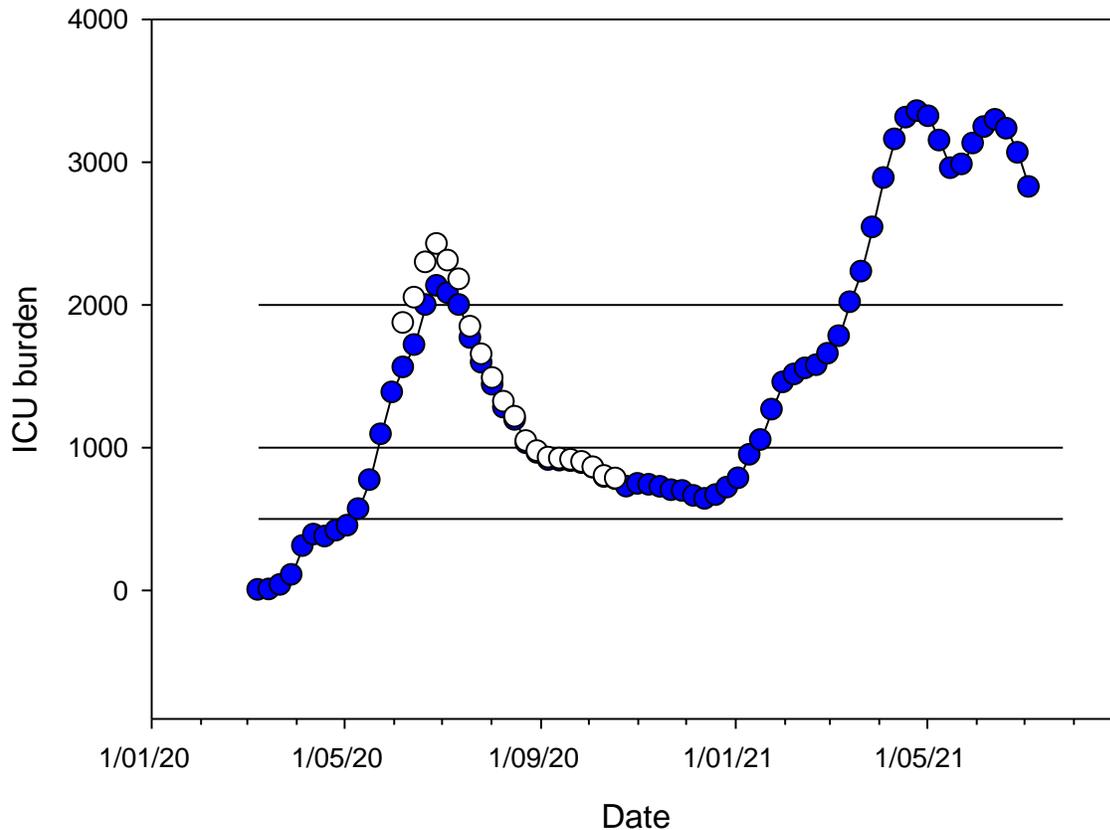
Figura 9. Tasas/cien mil. Datos MINSAL

5. Evolución de nuevos casos confirmados por 100 mil habitantes (media móvil 7 días)



Ya hay 12 regiones con incidencias menores de 20/cienmil habitantes. **La RM tiene una tasa hoy de 14,93/cien mil. La tasa de casos reportados en Chile hoy es 17,31/cien mil y el promedio de los últimos 7 días PR(7) = 16,82/cien mil, 7,7 puntos menor que la semana pasada (24,1% de descenso).**

Figura 10: Evolución del número de pacientes UCI. Círculo blanco indica UCI + número de pacientes ventilados fuera de UCI (círculos blancos).



Observación. Hay un claro descenso. Hoy hay 2823 pacientes COVID en UCI, 238 pacientes menos que la semana pasada .

La ocupación UCI llega a 94%, levemente menor que la semana anterior. El uso de camas UCI por pacientes con COVID ha disminuido en la última semana (67; 72; 72,7% las tres últimas semanas). Tasa de variación semanal en hospitalizaciones COVID acelera el descenso a -7% lo que es muy positivo (ICOVID, informe 47).

Figura 11. Número de pacientes COVID en UCI, según edad (Fuente Ministerio de Ciencias, producto 9).

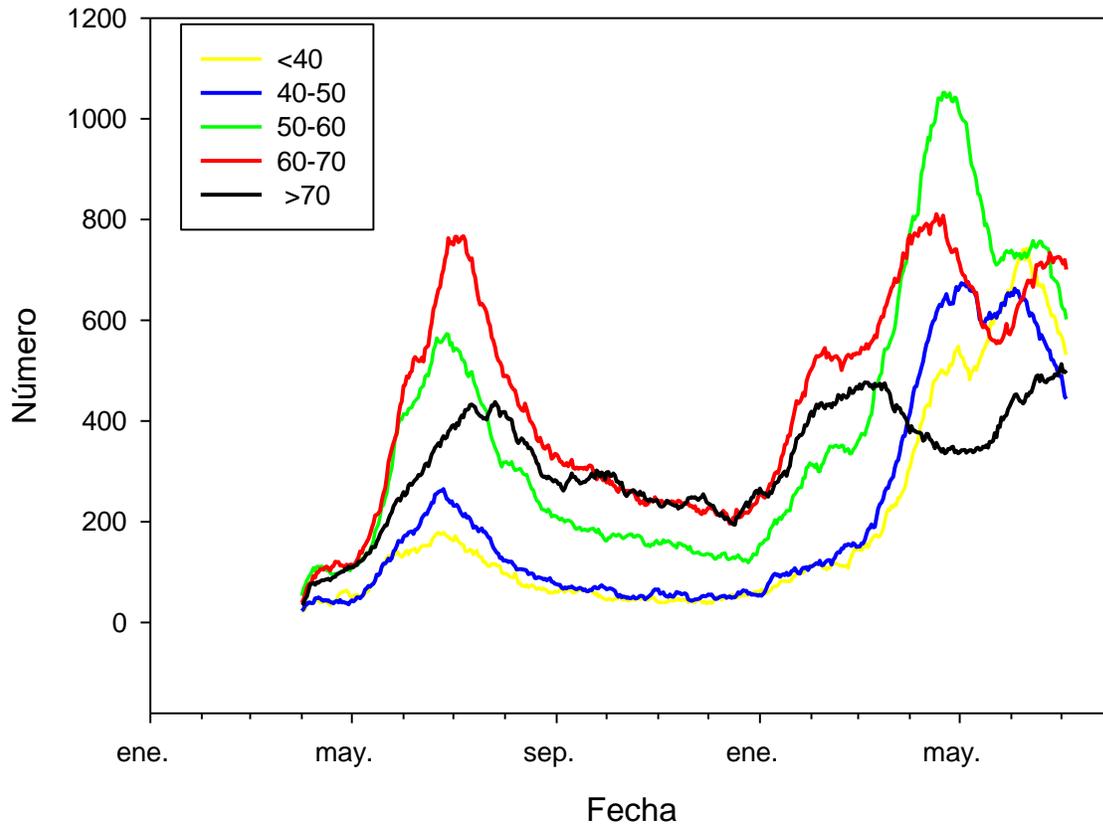


Figura 11. Evolución de la estructura de edades de pacientes COVID en UCI (proporción de la incidencia). Fuente Ministerio de Ciencias, producto 9.

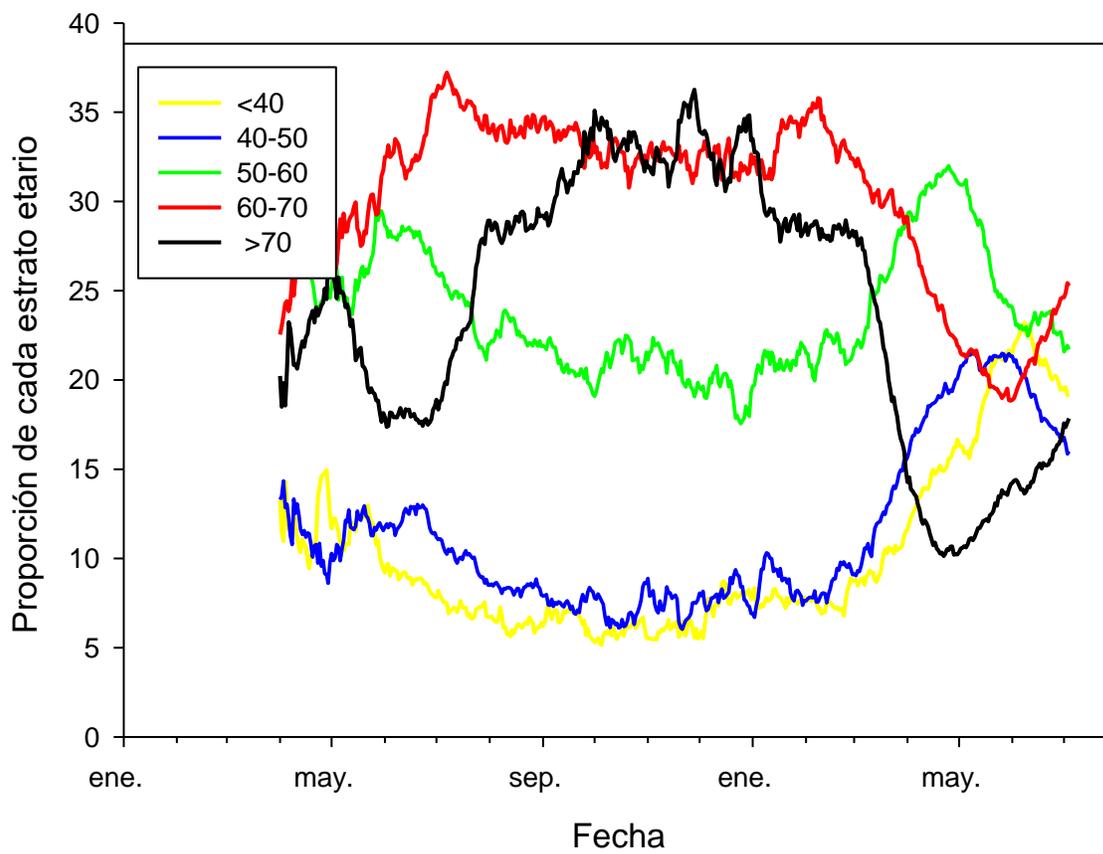
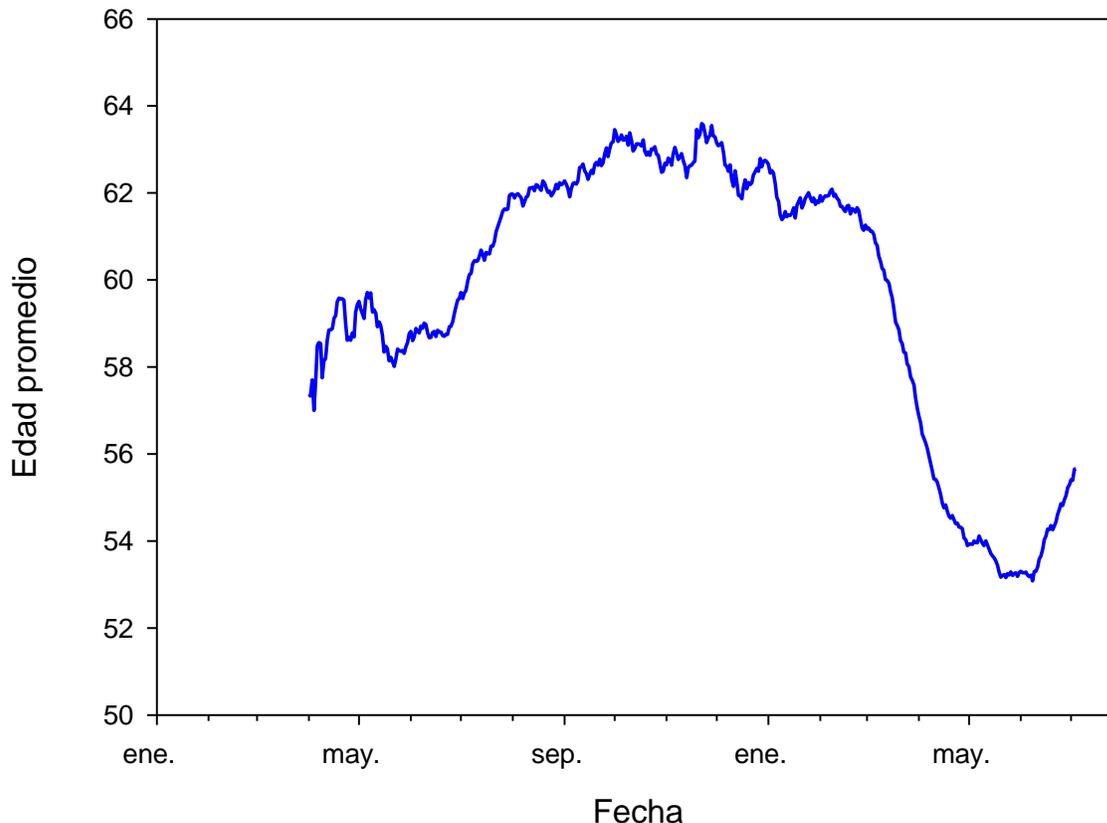


Figura 12. Evolución del promedio de edad a lo largo de la pandemia. Estimado a partir de datos agrupados del Ministerio de Ciencias. Sensible a la determinación de las marcas de clase en los intervalos abiertos.



Observación: basados en datos Mis Ciencia, producto 9. Ahora se aprecia una cierta estabilización de los dos grupos etarios mayores de 60 años. Notemos que el número absoluto de pacientes > 60 y > 70 años en UCI son de los valores más altos de toda la pandemia. Esto último debe ser seguido con interés ya que podría ser consecuencia de la menor calidad inmunitaria y las co-morbilidades de estos grupos. Sin embargo hay que notar que las curvas de mayores de 60 y de 70 años tiene una forma de “M” que reproduce la forma de “M” de la curva UCI y de la curva de casos, por lo que estos supuestos ascensos que hemos interpretado como menor calidad inmunitaria, pueden ser un “espejo” de la curva de casos, reflejando en realidad una mayor susceptibilidad de estos grupos a aumentos en la trasmisión. La edad media está ascendiendo. Ahora es $55,67 \pm 13,75$ años (basada en datos agrupados; sensible a las marcas de clase de los extremos).

Se observa una tendencia general a reestablecer las proporciones originales. En la medida que se inmunice en forma proporcional a toda la población se debieran re—establecer las proporciones originales al llegar al equilibrio (con todas las clases de edad vacunadas en la misma proporción) y debiera estabilizarse la edad media. .

Modelo de máxima carga potencial, basado en crecimiento exponencial.

Figura 13. Cargas máximas predichas (1 semana) vs casos/día notificados en los reportes MINSAL. Círculos negros son los casos/semana notificados; los círculos blancos son los casos corregidos por subreporte basados en letalidad global de **1,4%**.

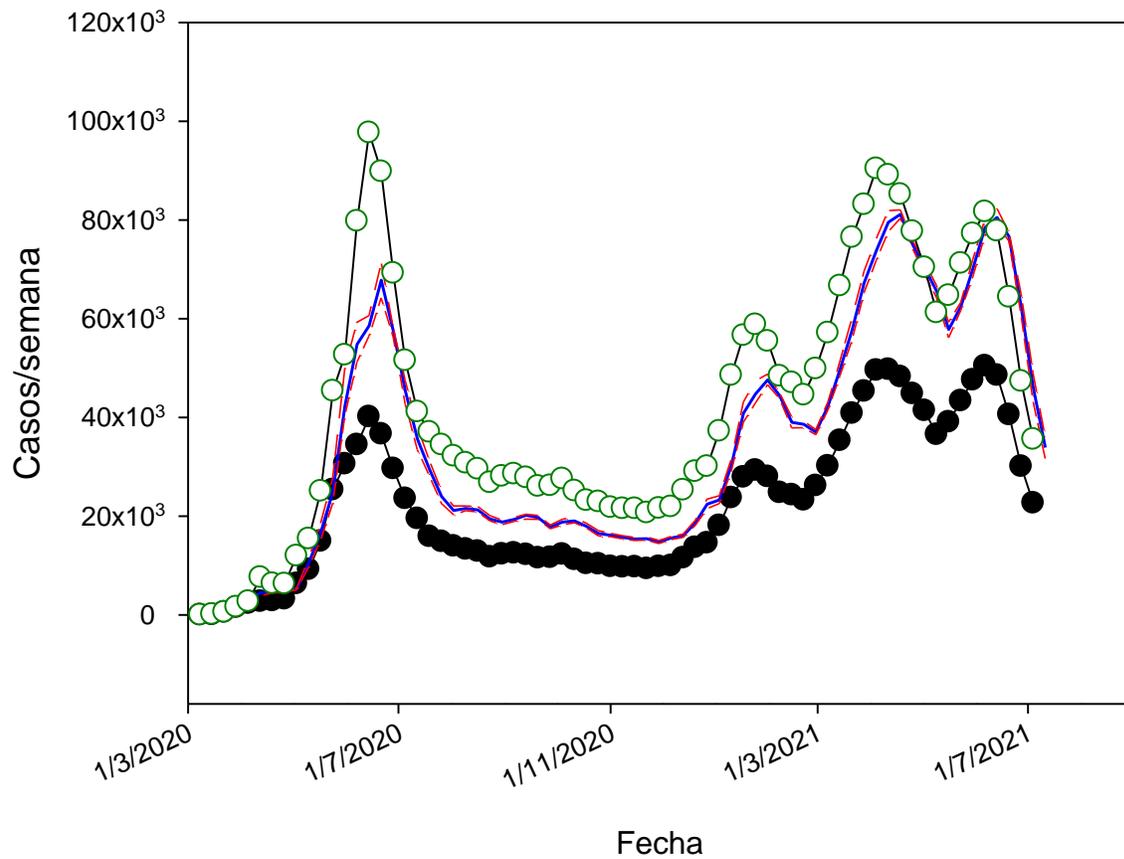


Figura 14. Ocupación UCI esperada con modelo de predicción exponencial a tiempo corto (1 semana) vs UCIs ocupadas notificadas en los reportes MINSAL (círculos negros; círculos blancos con ventilados fuera de UCI).

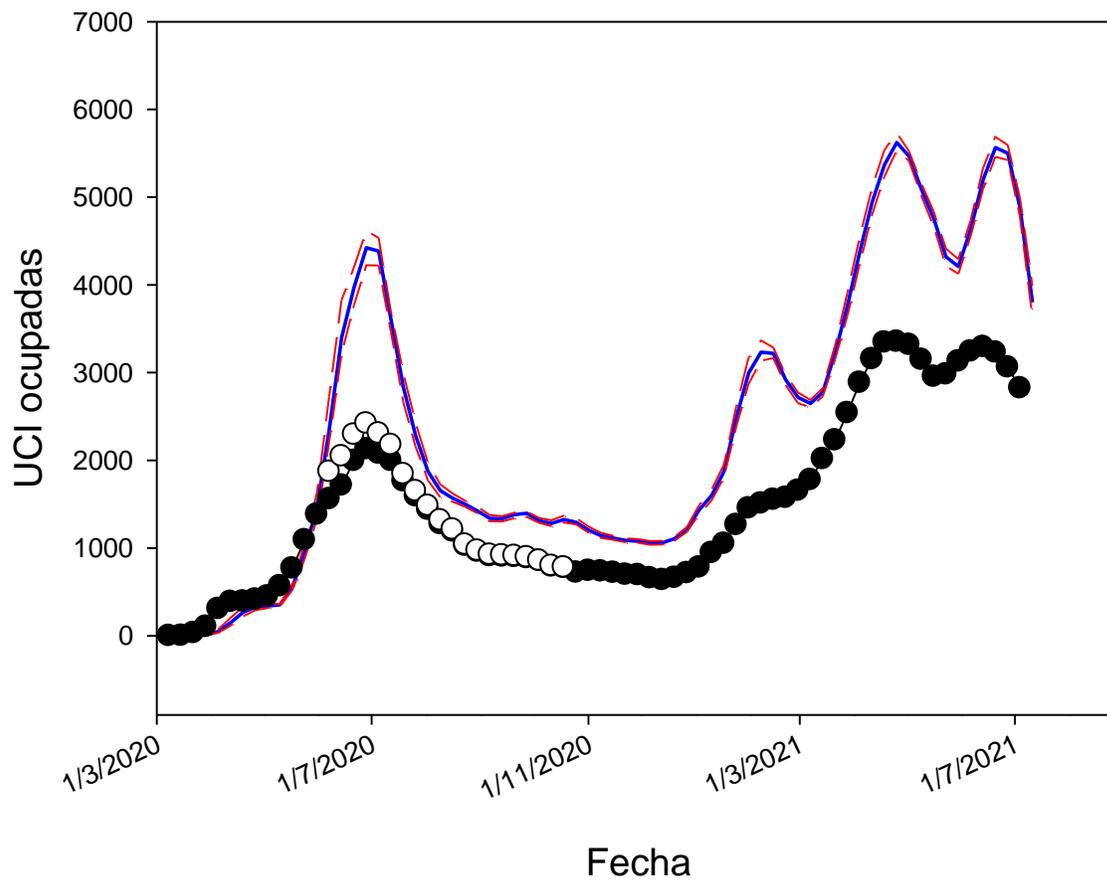
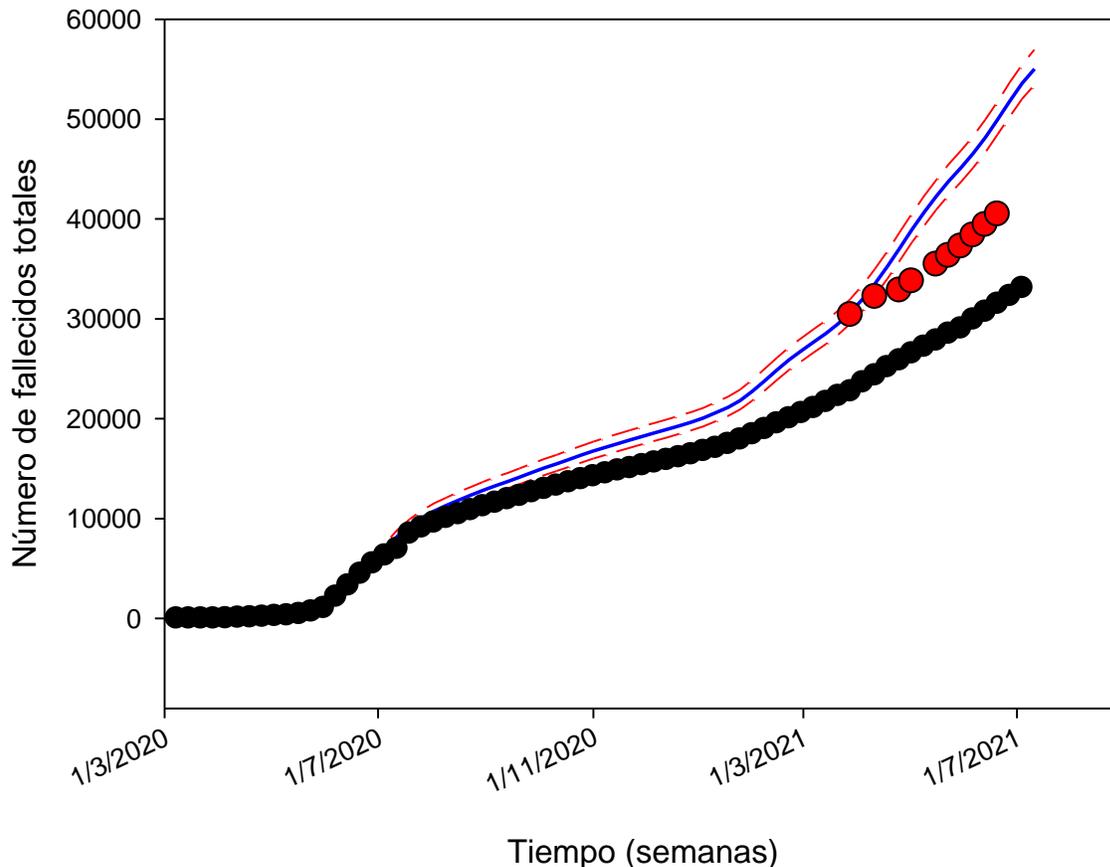


Figura 15. Modelo de carga máxima de Fallecidos por COVID-19 en Chile vs observados (círculos negros). Círculo rojo corresponde a muertes por causa probable DEIS, 22/5.



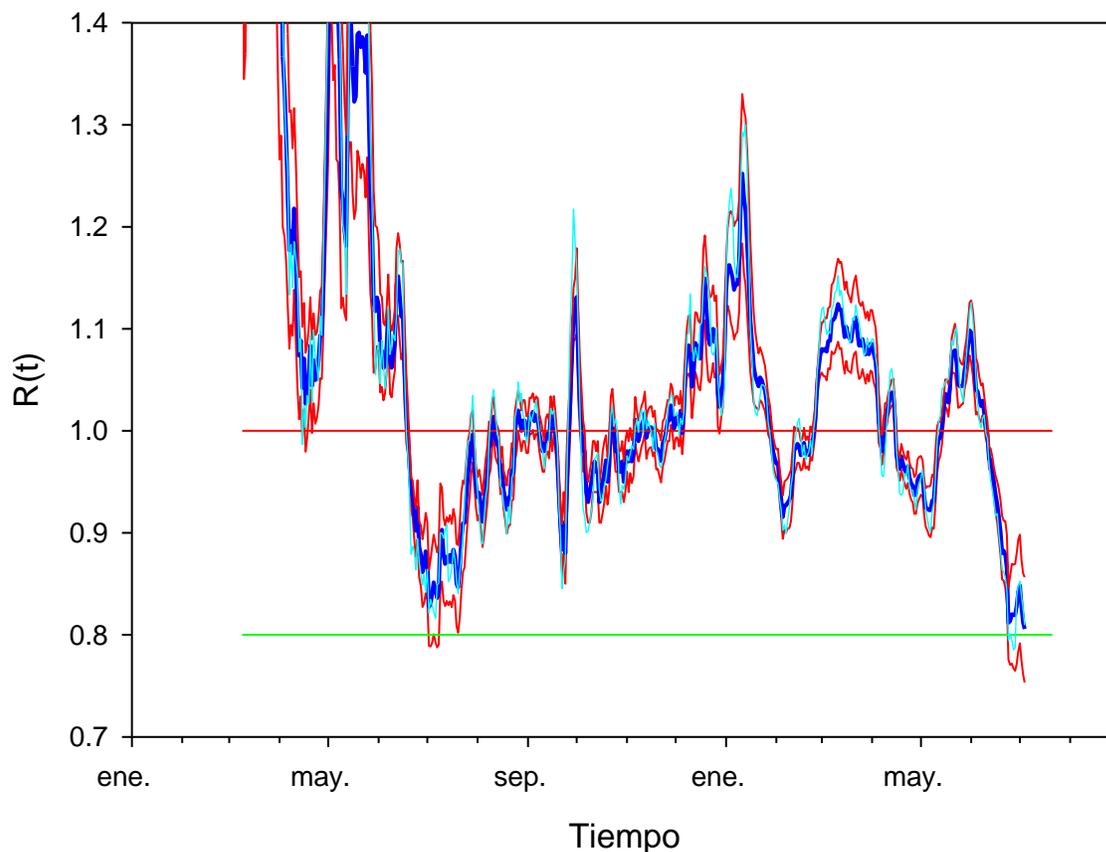
Observaciones.

Como se esperaba, los valores observados se han mantenido bajo los valores esperados en carga máxima (esto es suponiendo que todos los activos son contagiantes y producen casos a la semana siguiente). Este modelo contribuye a estimar una “cota superior” en la carga esperada de casos y UCIs. Sin embargo cuando corregimos por el subreporte estimado bajo la base de letalidad global de 1,4%, el número de casos semanales es muy similar a lo observado.

Observamos que este modelo que “late a un ritmo semanal” y muestra que de seguir todo igual, la carga máxima ahora debiera **seguir descendiendo y las UCIs debieran también descender**. El modelo de carga máxima de UCI puede

servir para estimar la máxima cantidad de UCIs que necesitaremos de seguir esto así.

Figura 16. Evolución del R efectivo (R_e) en Chile usando un “delta” de 7 días (método de Cori). En azul el valor calculado, en rojo las bandas de confianza. Se incluye una línea verde, que podemos considerar un nivel de seguridad con R_e claramente < 1 . Agregamos en este gráfico el valor de R_e calculado con el método RKI (en color celeste), que es completamente consistente con el método de Cori.



El R_e en valor muy cerca de 0,8 Hoy la estimación para los casos reportados es **0,806 (0,753-0,857)** con método de Cori. Con método RKI es **0,817**. El 26/6 ICOVID informaba **0,902** para casos sintomáticos.

COVID-19 en regiones Métodos RKI según casos reportados

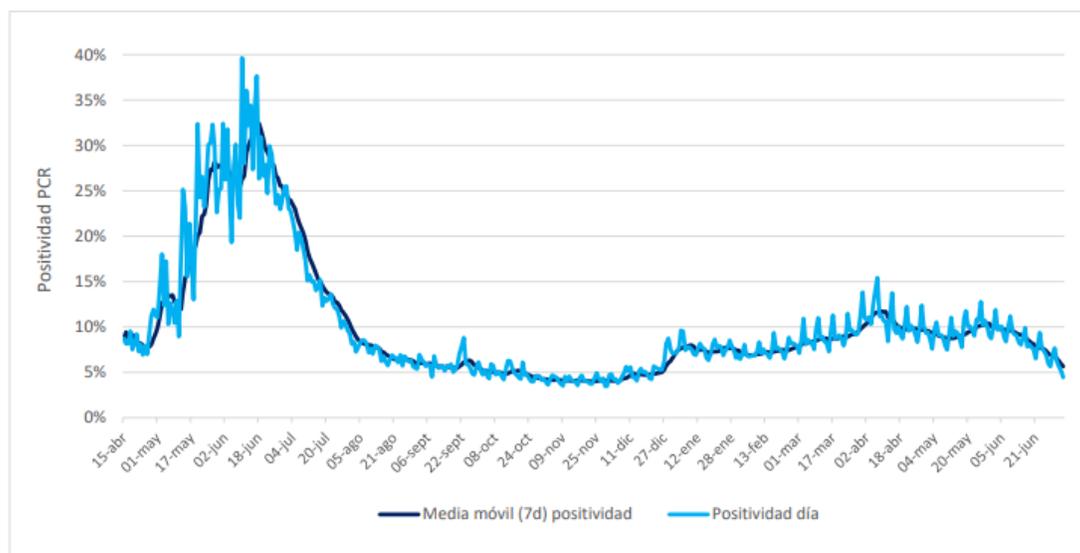
Región	23/5	30/5	6/6	13/6	20/6	27/6	4/7
Arica & Parinacota	0,967	0,911	1,071	0,861	1,104	0,918	0,919
Tarapaca	0,973	0,976	0,835	1,085	1,027	0,722	0,851
Antofagasta	1,043	1,054	0,913	0,897	1,042	0,770	1,028
Atacama	1,103	1,143	0,948	1,024	1,066	0,742	1,021
Coquimbo	1,190	1,121	1,075	0,959	0,993	0,783	0,805
Valparaíso	1,038	1,146	1,077	1,041	0,905	0,811	0,826
RM	1,138	1,107	1,047	0,950	0,807	0,743	0,757
O'Higgins	1,196	0,995	1,102	0,886	0,838	0,756	0,699
Maule	1,033	1,025	0,968	0,977	0,905	0,759	0,858
Ñuble	1,134	1,054	1,045	0,842	0,843	0,859	0,744
BioBio	1,075	1,095	0,942	0,922	0,886	0,835	0,840
La Araucanía	0,912	1,134	0,941	0,971	0,950	0,875	0,837
Los Ríos	1,175	1,250	0,915	1,086	0,894	0,911	0,899
Los Lagos	1,251	1,146	0,842	0,892	0,799	0,905	0,836
Aysén	1,287	1,054	1,131	0,858	0,956	0,667	0,738
Magallanes	0,934	0,722	0,905	0,854	0,774	0,703	1,205
CHILE	1,102	1,093	1,010	0,951	0,864	0,785	0,810

Observación. Notablemente mejor que la semana pasada; Hay 3 regiones con valores $Re > 1$, cuatro regiones con valores $< 0,8$.

Positividad

Figura 17.

6. Porcentaje y media móvil (siete días) de positividad de exámenes PCR



Datos MINSAL. **Observación. La positividad sigue disminuyendo.** En la última semana **5,65%** mucho mejor que la semana anterior (tres valores previos: 7,08%, 8,11%, 9,19%, 9,73%). **Ahora sólo hay 1 region con positividad $\geq 10\%$.**

3. Datos de exámenes PCR informados según laboratorios por región en las últimas 24 hrs.

Región	# exámenes PCR informados	# nuevos casos PCR positivos	Positividad PCR día ¹	Positividad última semana
Arica y Parinacota	1.042	58	6%	6%
Tarapacá	1.348	51	4%	3%
Antofagasta	2.712	86	3%	4%
Atacama	1.636	16	1%	6%
Coquimbo	3.695	144	4%	6%
Valparaíso	6.819	328	5%	6%
Metropolitana	22.425	1.040	5%	6%
O'Higgins	3.107	105	3%	5%
Maule	4.094	200	5%	6%
Ñuble	1.833	77	4%	5%
Biobío	6.883	273	4%	4%
Araucanía	3.389	211	6%	8%
Los Ríos	2.197	178	8%	10%
Los Lagos	4.492	151	3%	4%
Aysén	525	35	7%	6%
Magallanes	672	19	3%	3%
Desconocida	0	0	-	-
Total	66.869	2.972	4,44%	5,65%

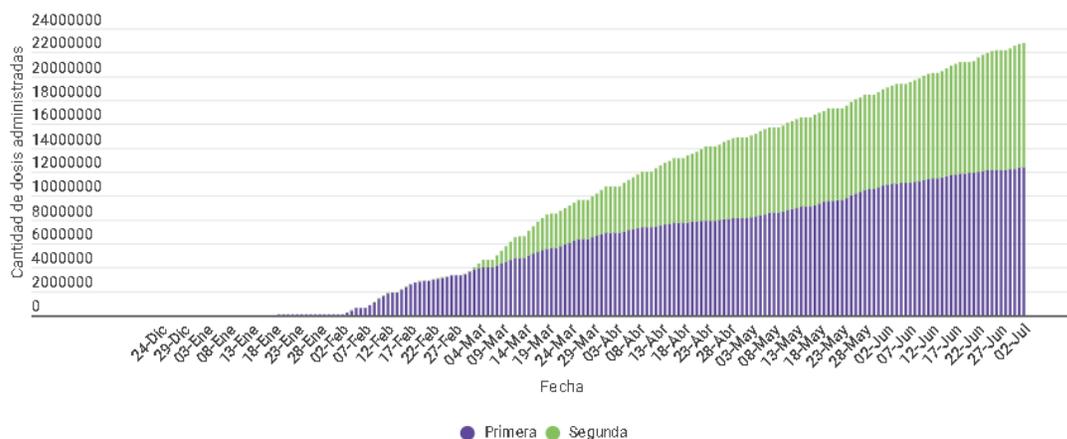
Datos MINSAL.

Campaña de vacunación

Figura 18. Evolución de la campaña de vacunación.

Avance campaña de vacunación COVID-19

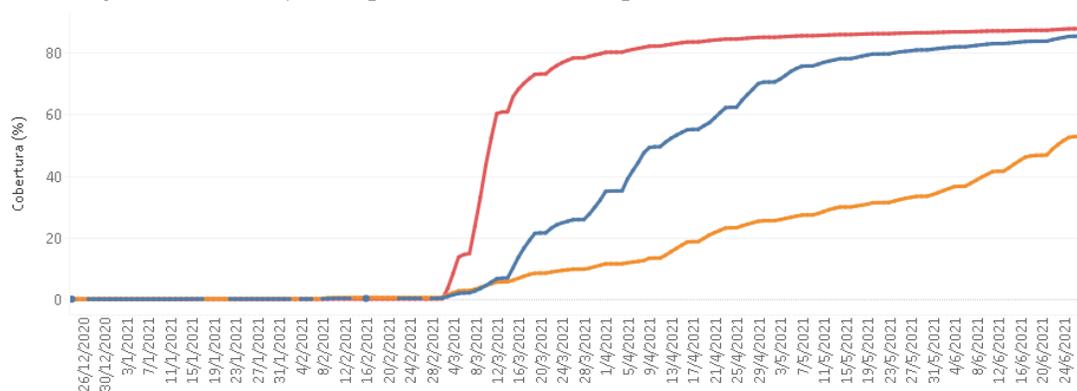
Se indica el avance en la administración de la vacuna contra el COVID-19 señalando el detalle de las dosis implementadas.



Observación. Se ha llegado a un 64,96% de la población con al menos una dosis (02/7). Un 54,52% de la población ya tiene las 2 dosis. Un 48,72% ya tiene dos semanas después de la segunda dosis (inmunidad teórica). Un 27,23% si consideramos un 56% de efectividad (dato de informe U de Chile; Diaz, Engels y Jofré). Si agregamos a los que ya han tenido COVID tendríamos un máximo de alrededor de 35,46% de inmunes (decimos máximo porque muchos pacientes que han tenido COVID se han vacunado).

Figura 19. Proporción de vacunados (respecto al total de la población) con la segunda dosis (Min Ciencias; ICOVID)

Porcentaje de vacunados por rango etario COVID-19 - segunda dosis*



*Numerador: datos de vacunados extraídos del producto 78 del GitHub del Ministerio de Ciencias. Denominador: proyecciones población INE 2021

Notamos que el 87,80% de los mayores de 70 años han recibido ya las 2 dosis; y un 85,39% del grupo etario entre 50 y 70 años también. Pero al 28/6 el 52,84% de los menores de 50 ya tenían 2 dosis. Este grupo es el actual núcleo de mantención de la transmisión del SARS CoV 2 y es proporcionalmente la población que más trabaja y más se desplaza.

Anexo 1 Que pasaría si todo sigue igual? Es decir seguimos haciendo lo mismo?

1.1 Proyecciones para 15 días más

Basado en Canals M, Canals A, & Cuadrado C. (2021). Incidence moments: A simple and accurate method to study the memory and short term forecast of the COVID-19 incidence time-series (submitted). Esto permite hacer proyecciones para el **19/7/2021**

	TASA PR(7)4/7	PROYECCION AL 19/7	POBLACION	CASOS PROYECTADOS
A&P	27.54	21.35	252110.00	53.84
T	12.76	7.86	382773.00	30.08
A	16.52	17.96	691854.00	124.26
AT	29.91	31.90	314709.00	100.41
C	16.74	8.72	836096.00	72.92
V	16.77	10.17	1960170.00	199.44
RM	14.72	6.39	8125072.00	518.82
OH	12.15	4.15	991063.00	41.13
M	20.56	13.00	1131939.00	147.13
Ñ	12.20	5.04	511551.00	62.43
BB	16.53	9.81	1663696.00	83.77
AR	22.46	13.18	1014343.00	133.74
LR	40.16	28.25	405835.00	114.65
LL	17.05	9.96	891440.00	88.75
AY	24.76	9.96	107297.00	10.68
MG	11.77	20.60	178362.00	36.74
CHILE	16.80	8.91	19458310.00	1734.69

Interpretación de la tabla. “si todo se mantiene exactamente como hasta ahora (es decir si no variamos drásticamente lo que hacemos hasta ahora), en 15 podemos esperar los casos de la última columna. **Observación:** El método es incapaz de predecir fluctuaciones estocásticas o problemas con el reporte y tiene la tendencia a sobre-estimar las incidencias en el caso de fluctuaciones bruscas. Notamos además que pequeñas desviaciones en la proyección de la incidencia (Casos/100mil) pueden implicar grandes diferencias en el número absoluto de casos ya que estas son multiplicadas por la población de una región determinada.

Observación: Si los casos siguen descendiendo a esta tasa, el 19/7 podríamos tener una tasa de incidencia menor que 10/cmil.

Anexo 2. Modelando el efecto de la vacuna

La inmunización en Chile ha sido el punto positivo del manejo de la pandemia en Chile, sin embargo aún no se ve ningún efecto poblacional, aunque ya se notan cambios en la estructura de edades de los pacientes en UCI. Por este motivo trataré de modelar el efecto de la vacuna para ver si arroja alguna luz que nos permita visualizar mejor el futuro

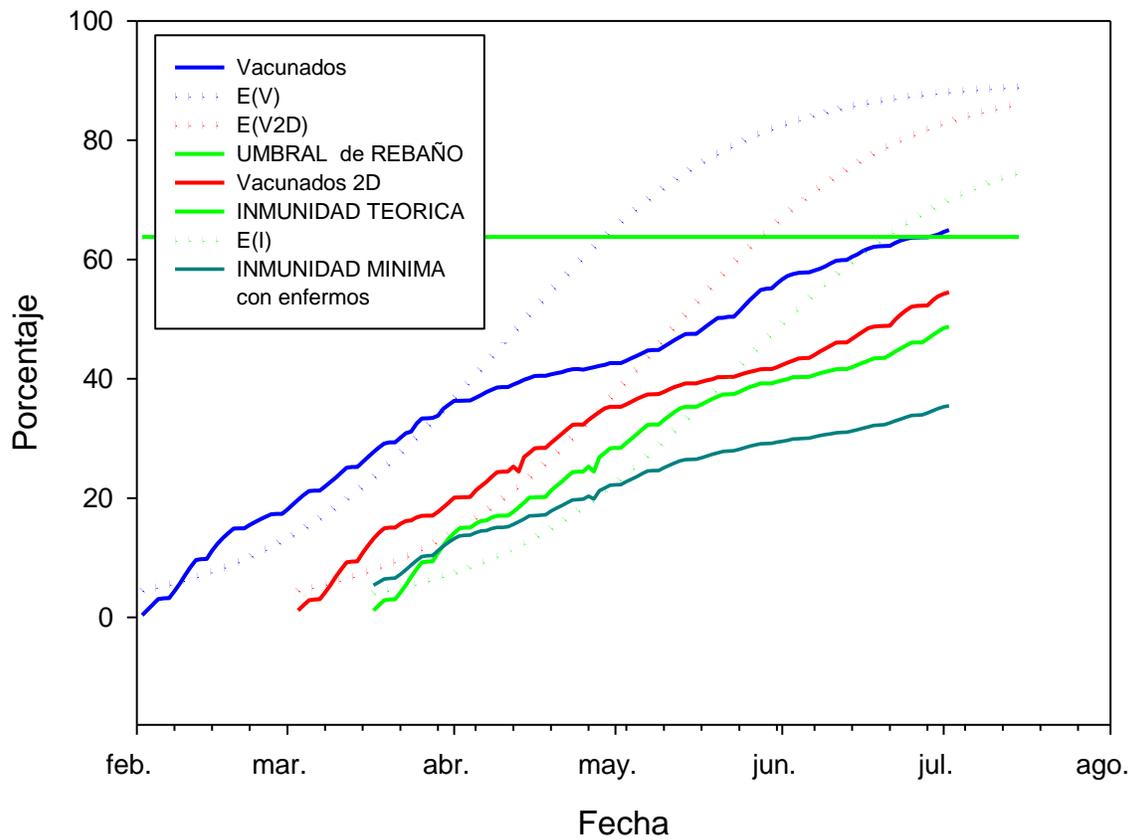
2.1 Modelando el proceso de vacunación

Ajustaremos un modelo de crecimiento logístico suponiendo que alcanzaremos en algún momento una cobertura de un 90%. El modelo logístico es un buen modelo con tasas aceleradas al inicio del proceso y desaceleración al final. Es un proceso ideal y no tiene por qué ser exactamente lo que ocurre ya que el proceso es afectado por la disponibilidad de stock.

Considerando un umbral de rebaño para una efectividad del 90% = $(P^* = (1 - 1/R_0)/E = (1 - 1/2,35)/0.9 = 0.638$ (63,8% de la población). Ajustando este modelo a los datos obtenemos el gráfico.

Se ha discutido si este umbral es correcto ya que depende de la efectividad de transmisión que aquí consideramos 0,9. En realidad este dato actual se estima mucho menor (56%), **lo que cuestiona alcanzar una inmunidad de rebaño por sólo el efecto de la vacuna.** Si la efectividad de transmisión es de un 56%, podría ser imposible tener inmunidad de rebaño $(1 - 1/2,35)/0,56 = 1,025$ (102,5% de la población!).

Sin embargo hay que hacer notar que existe un compromiso entre virulencia y transmisión y si la efectividad clínica (efectividad para evitar cuadros más graves) es de 0,8 para casos graves y muertes es probable que la efectividad de transmisión pueda acercarse a estos valores ya que los que los más virulentos (moderados y graves) son los que más transmiten. Entonces limitando estos grupos, también se limita la transmisión. Por otra parte existe un efecto de heterogeneidad de grupo que hace disminuir el umbral de rebaño. Entonces para efecto del siguiente gráfico seguiremos manteniendo el umbral en 63,8%.



Aún es muy lenta la tasa de vacunación. Vemos que a pesar de incluir a los que han tenido COVID entre los inmunizados, el avance es muy lento. Con la tasa actual sólo a finales de mediados de Octubre se logrará una cobertura cercana al supuesto umbral de rebaño.

Anexo 3.- Comentarios finales

El panorama es bastante mejor. Ya hay 12 regiones con incidencias menores de 20/cienmil habitantes. **La RM tiene una tasa hoy de 14,93/cien mil. La tasa de casos reportados en Chile hoy es 17,31/cien mil y el promedio de los últimos 7 días PR(7) = 16,82/cien mil, 7,7 puntos menor que la semana pasada (24,1% de descenso).**

Seguimos con una alta carga de infectados, que está provocando aún una alta ocupación del sistema de salud, especialmente de sus UCIs. El porcentaje de positividad de los PCR cerca del 5%.

Observación. Hay un claro descenso. Hoy hay 2823 pacientes COVID en UCI, 238 pacientes menos que la semana pasada .

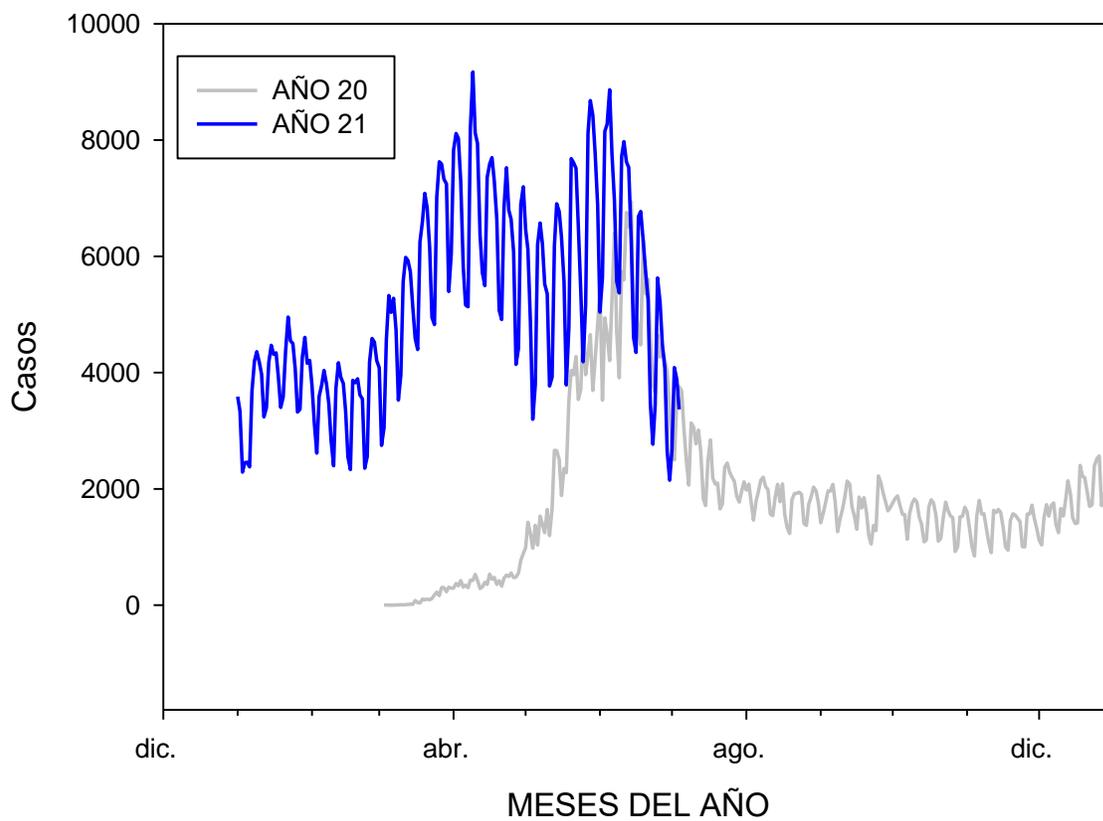
La ocupación UCI llega a 94%, levemente menor que la semana anterior. El uso de camas UCI por pacientes con COVID ha disminuido en la última semana (67; 72; 72,7% las tres últimas semanas). Tasa de variación semanal en hospitalizaciones COVID acelera el descenso a -7% lo que es muy positivo (ICOVID, informe 47).

El Re en valor muy cerca de 0,8 Hoy la estimación para los casos reportados es **0,806 (0,753-0,857)** con método de Cori. Con método RKI es **0,817**. El 26/6 ICOVID informaba **0,902** para casos sintomáticos.

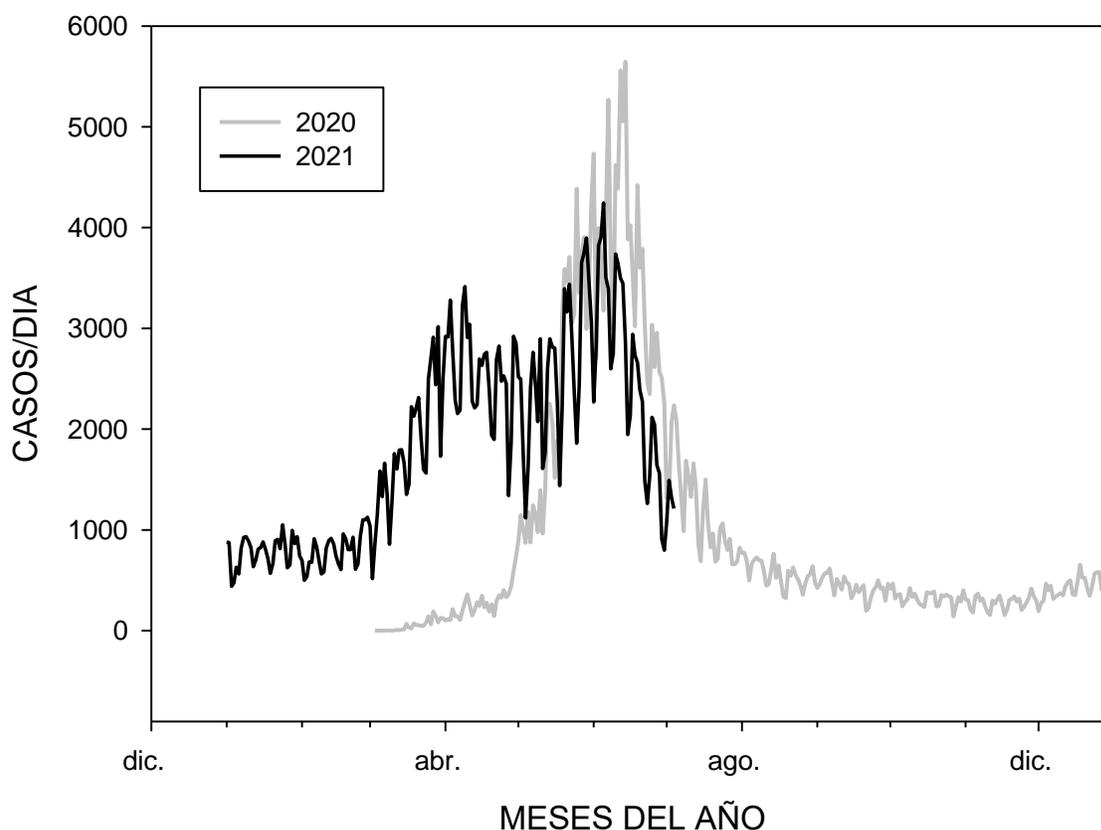
Ahora se aprecia una cierta estabilización de los dos grupos etarios mayores de 60 años. Esto último debe ser seguido con interés ya que podría ser consecuencia de la menor calidad inmunitaria y las co-morbilidades de estos grupos. **Sin embargo hay que notar que las curvas de mayores de 60 y de 70 años tiene una forma de “M” que reproduce la forma de “M” de la curva UCI y de la curva de casos, por lo que estos supuestos ascensos que hemos interpretado como menor calidad inmunitaria, pueden ser un “espejo” de la curva de casos, reflejando en realidad una mayor susceptibilidad de estos grupos a aumentos en la trasmisión. La edad media está ascendiendo. Ahora es 55,67 ± 13,75 años.** Se observa una tendencia general a reestablecer las proporciones originales. En la medida que se inmunice en forma proporcional a toda la población se debieran re–establecer las proporciones originales al llegar al equilibrio (con todas las clases de edad vacunadas en la misma proporción) y debiera estabilizarse la edad.

Se ha llegado a un 64,96% de la población con al menos una dosis (02/7). Un 54,52% de la población ya tiene las 2 dosis. Un 48,72% ya tiene dos semanas después de la segunda dosis (inmunidad teórica). Un 27,23% si consideramos un 56% de efectividad. Si agregamos a los que ya han tenido COVID tendríamos un máximo de alrededor de **35,46%** de inmunes (decimos máximo porque muchos pacientes que han tenido COVID se han vacunado).

Afortunadamente ha mejorado el pronóstico, con un descenso en los casos y descenso UCI. Si todo sigue igual, ahora el pronóstico es mejor para el 19/7. Podríamos bajar de 10/cmil y tener alrededor de 1700 casos diarios y tal vez alrededor de 500 en RM.

Anexo 4. Comparando 2020 con 2021.**CHILE**

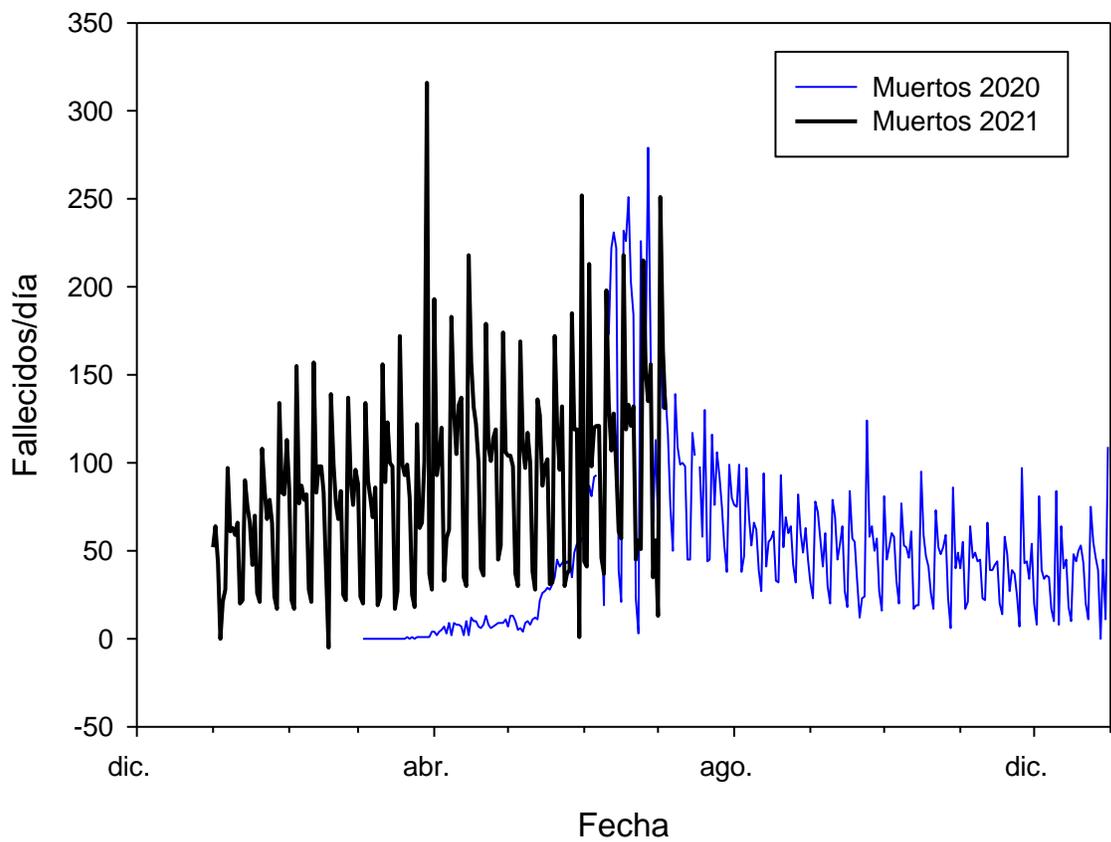
REGION METROPOLITANA



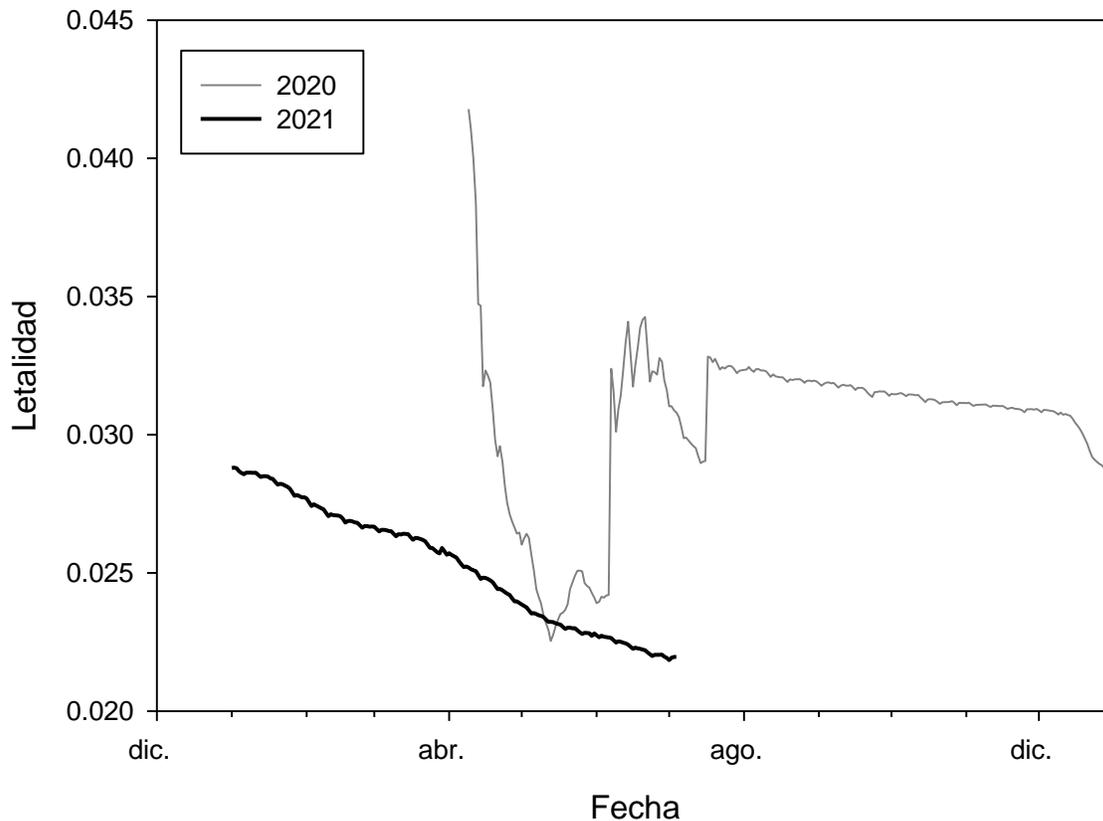
Ambos gráficos nos muestran claramente que la situación es muy diferente. En 2021 tenemos un progreso masivo y simultáneo a nivel de todo el país.

Llama poderosamente la atención la similitud del descenso en el número de casos diarios, en los años comparados. Las situaciones son muy diferentes! El año 2020 no había vacunas. En que se pueden asemejar? Es sólo casualidad? Es un curioso efecto estacional? Diferentes estrategias conducen a un mismo resultado? Ha aumentado la percepción de riesgo en la población?. Comienza el “efecto vacuna”? (cada vez al virus le resulta más difícil encontrar susceptibles?). **Creo que hay que plantear que se comienza a manifestar un efecto de la alta proporción de vacunados.**

Muertes



Letalidad corregida



Estos gráficos nos muestran que este año tenemos muchos más fallecidos, pero que esto se explica porque hemos tenido muchos más casos, ya que la letalidad corregida por retraso (fallecidos/casos con corrección por retraso) claramente ha disminuido. Actualmente la letalidad corregida es 2,2%, mientras que en gran parte del 2020 fue superior al 3% (sobre casos reportados). Posibles explicaciones para esta disminución son: a) una mejoría en la detección de los casos (aumento del denominador). Esto es muy posible para Chile ya que se ha evolucionado con una búsqueda activa de casos con alto testeo. Esta disminución de la letalidad también ha ocurrido en el resto del mundo. Es probable también que en todo el mundo los mecanismos de detección hayan mejorado; b) Un mejor manejo de los pacientes. Este factor es posible que este influyendo en la disminución de la letalidad. Sin embargo sólo en los pacientes que acceden al servicio de salud. Recordemos que muchos pacientes fallecen fuera de los servicios de salud; c) Una disminución de la virulencia del virus. Es una conjetura interesante.....pero esto necesita más tiempo de observación.

Anexo 5. Reflexión

Inmunidad de rebaño revisitada (aunque sea majadero)

El umbral de rebaño es la proporción (p) de inmunizados necesaria para un número reproductivo efectivo menor que 1.

Es decir $Re = qR_0 < 1$, donde q son los susceptibles ($q = 1-p$)

O sea $(1-p)R_0 < 1$. Si despejamos p , obtenemos $p > 1-1/R_0$.

Si estamos vacunando una proporción V con una efectividad e , entonces los inmunizados son $p = Ve$; de donde

$Ve > 1-1/R_0$. Así si no hay pérdida de inmunidad tenemos que vacunar a

$$V = \frac{1 - 1/R_0}{e}$$

Si usamos una efectividad del 60% ($e = 0.6$) y un $R_0 = 2.35$

$$V = \frac{1 - \frac{1}{2,350}}{0,6} = 0,96$$

Es decir bajo el supuesto que no existe pérdida de inmunidad por la vacuna, tendríamos que vacunar el 96% de la población para lograr un $Re < 1$, con sólo la vacuna.

Y....entonces ...Cómo es posible que hoy tengamos $Re < 1$ ya por dos semanas si recién llevamos un 48,7% de la población con las dos dosis y las dos semanas posteriores para asegurar inmunidad?

Hay algunas consideraciones. La vacunación ha sido acompañada con intervenciones epidemiológicas como las cuarentenas.**Pero es esto cierto?**

Bien sabemos que las intervenciones han sido muy ineficientes con numerosas excepciones y mensajes equívocos y que la población casi no las ha respetado. Por otra parte las últimas dos semanas, lejos de endurecer las intervenciones, estas se han relajado.

Ah! Pero entonces lo que pasa es que la población se está cuidando más.....será cierto? y sólo esto será capaz de producir un $Re < 1$?

Intentemos otra explicación

Una primera observación es que los países que disminuyeron su incidencia de vacunas como Israel y UK (en sus inicios) y otros países después, lo hicieron con coberturas mucho menores que el umbral de rebaño.

La relación que permite calcular la proporción V de vacunados para alcanzar la inmunidad de rebaño se basa en un supuesto muy restrictivo. **Población homogénea. Es decir que toda persona en cualquier parte es capaz de contagiar a cualquier susceptible en cualquier parte. Bien sabemos que esto no es posible, especialmente en Chile.**

El contagio (transmisión) NO es sólo un problema de número de susceptibles. Es también un problema espacial. Un enfermo en Punta Arenas No puede contagiar a un susceptible en Arica.

De hecho la propagación de una enfermedad en una población puede modelarse espacialmente con modelos de difusión y de percolación, estos últimos muy usados en propagación de incendios y de parásitos en predios agrícolas.

Hay estudios recientes que muestran que el umbral de rebaño se puede reducir significativamente (por ejemplo < 30 a 40%) en sistemas heterogéneos, donde existen “clusters” de población inmune que actúan como “murallas de contención” impidiendo la propagación de la enfermedad. Estos clusters pueden ser subconjuntos de la población donde localmente se haya vencido el umbral de rebaño o subgrupos poblacionales lo suficientemente aislados para impedir el “paso” de la enfermedad.

Pienso, y sé que puedo equivocarme, que esto podría estar sucediendo hoy en Chile.

Pienso que la explicación más probable para la baja del R_e y por tanto del número de casos diarios hoy, es que la progresiva acumulación de inmunizados hoy esta produciendo este efecto, acentuado por la clara heterogeneidad espacial de nuestro territorio. Se podrían estar produciendo clusters de inmunizados que podrían actuar como murallas de contención a la transmisión. Si esto es así, debiera manifestarse claramente en la evolución de la dinámica del COVID hacia una endemia de menor magnitud. Sin embargo esto no sólo depende la vacuna y la población, sino también de la capacidad del virus para evadir nuestra inmunidad. **Hay que seguir estudiando la dinámica.....**

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

4de Julio de 2021.