



Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2021

Investigación de base

Crónica de la pandemia Covid-19 en Costa Rica

Investigadores:

Luis Rosero Bixby

Pamela Jiménez-Fontana

San José|2021



361.61
R795c

Rosero Bixby, Luis

Crónica de la pandemia Covid-19 en Costa Rica / Luis Rosero Bixby, Pamela Jiménez-Fontana. -- Datos electrónicos (1 archivo : 4.000 kb). -- San José, C.R. : CONARE - PEN, 2021.

ISBN 978-9930-607-89-3

Formato PDF, 28 páginas.

Investigación de Base para el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2021 (no. 27)

1. COVID-19. PANDEMIA. 3. MEDIDAS SANITARIAS. 4. POBLACION. 5. ESTADÍSTICAS. 6. COSTA RICA. I. Jiménez-Fontana, Pamela. II. Título.



Tabla de contenidos

Presentación	1
Antecedentes	1
La pandemia de covid-19 en el mundo	2
severidad de la pandemia de covid-19 en costa rica.....	4
Exceso de mortalidad y posible sub-registro de muertes por C19	8
Dinámica de la pandemia en costa rica	10
Las olas y picos pandémicos	10
La tasa de reproducción $R(t)$	13
La tasa $R(t)$ y algunas de las medidas de mitigación	16
<i>Incidencia relativa del Covid-19 en diferentes tipos de distritos.....</i>	<i>19</i>
Conclusiones	22
Referencias bibliográficas	24

Presentación

Esta Investigación se realizó para el Informe Estado de la Nación 2021. El contenido de la ponencia es responsabilidad exclusiva de su autor, y las cifras pueden no coincidir con las consignadas en el Informe Estado de la Nación 2021 en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Antecedentes

A lo largo de la historia, Costa Rica ha enfrentado diez crisis de mortalidad, la mayoría vinculadas a las epidemias de la viruela y el cólera durante el siglo XIX. Los episodios más violentos en términos de mortalidad se registran entre 1851 y 1875 por la enfermedad del cólera, cuyo contagio inicial ocurrió en tropas costarricenses que luchaban en Nicaragua durante la Guerra Nacional (Botey, 2008). Esta epidemia generó aproximadamente 8.000 muertos que representaban el 7% de la población (Bolaños y Campos, 1996), la mayor catástrofe en términos de esperanza de vida en el país. Posteriormente, el país tuvo algunos rebrotes de viruela, y otros aumentos en la mortalidad ocasionados por epidemias de sarampión, tos ferina y fiebre tifoidea. La propagación de enfermedades infecciosas durante el siglo XIX se explica, en parte, por la deficiente infraestructura sanitaria. De acuerdo con Botey (2008), en el siglo XIX, el agua era un medio de contaminación y propagación de enfermedades.

En el siglo XX, Costa Rica enfrentó menores distorsiones sobre la mortalidad. El impacto de la gripe española que golpeó al país entre el 1919 y 1920 fue muy inferior al experimentado con la viruela o el cólera. Entre inicios del siglo XIX y mediados del siglo XX, el país se encaminó en la tradicional transición epidemiológica con una transformación en el perfil de las causas de muertes. Entre 1920 y 2000, el peso de las muertes ocasionadas por enfermedades infecciosas y parasitarias pasó de 65% a 5%, mientras que las causadas por enfermedades crónicas y degenerativas aumentó de 8% a 56%.

La rápida reducción de las muertes causadas por enfermedades infecciosas no fue casualidad. El éxito del sistema de salud costarricense permitió que en un periodo corto el país pudiera más que duplicar la esperanza de vida al nacer. Pérez Brignoli (2010) destaca que uno de los eventos fundamentales en la formación de la política de salud costarricense fue la labor de la Fundación Rockefeller que inició en 1914 para apoyar inicialmente con la lucha de anquilostomiasis (enfermedad infecciosa por parásitos). Esta Fundación apoyó con la mejora de prácticas higiénicas, construcción de letrinas, campañas de educación en temas de salud, e inspecciones sanitarias. Posteriormente, en 1922, los esfuerzos de esta Fundación fueron transformados en la Subsecretaría de Higiene y Salud Pública, que posteriormente se convirtió en el Ministerio de Salud.

Los avances en la política de salud continuaron con la creación de la Caja Costarricense del Seguro Social en 1941, con lo cual se logra ampliar la cobertura de servicios hospitalarios en el Valle Central, y diez años más tarde se amplía los servicios al resto del país. Uno de los principales logros del siglo XX fue la reforma del sector salud que inició en 1995, que entre sus

varios objetivos estaba la ampliación de la cobertura de los servicios del primer nivel de atención y una mayor efectividad. La reforma permitió la reducción significativa en la mortalidad de niñas y niños menores de 5 años en 8% y personas mayores de 14 años en 2% (Rosero Bixby, 2004).

Después de casi 130 años del último episodio violento en la mortalidad y con una mayor solidez en el sistema de servicios de salud, Costa Rica enfrenta en el 2020 una nueva crisis de mortalidad: la pandemia COVID-19. Las condiciones sociales, económicas, políticas, e institucionales son radicalmente distintas entre la última crisis y la que enfrenta el país actualmente. Los avances tecnológicos y la infraestructura en salud permiten que hoy las enfermedades puedan ser atendidas con mayor celeridad y conocimiento. Además, el flujo de información a nivel interno y con el mundo permiten una mejor toma de decisiones.

La pandemia de Covid-19 en el mundo

La enfermedad del coronavirus 2019 o Covid-19 (las siglas proceden de su nombre en inglés coronavirus disease o 2019-nCoV) es una enfermedad infecciosa ocasionado por el virus SARSii-CoV-2 (G. A., & Post-Acute Care Study Group, 2020). Los coronavirus son un tipo de virus esférico, que están formados por una única cadena de ARN. Este tipo de virus afectan principalmente el sistema respiratorio, pero también puede generar daños hepáticos y neurológicos con gravedad variable (He, Deng, y Li, 2020). En el pasado han existido varios coronavirus, los cuales en su mayoría causaron un bajo porcentaje de infecciones, pero destacan dos que tuvieron un impacto severo: el SARS-CoV en el 2003 y el MERS-CoV en el 2012. El primero infectó a más de 8.000 personas y causó 800 muertes, mientras que el segundo se reporta que infectó a 857 personas con una tasa de mortalidad más alta (35%).

Los primeros casos de Covid-19 fueron reportados en la ciudad de Wuhan, en la provincia Hubei en China entre diciembre del 2019 y enero del 2020. Inicialmente los casos se identificaban como neumonías de causa desconocida con las siguientes características: fiebre, evidencia de neumonía por radiografía, recuento bajo de glóbulos blancos o bajo en linfocitos. Además, los pacientes se caracterizaban sin mejoría después del tratamiento durante 3 a 5 días (Li et al., 2020). Este virus se transmite entre humanos similar a otros coronavirus, por contacto directo o indirecto a través de secreciones (saliva, gotículas respiratorias, entre otras) que expulsa una persona infectada, usualmente cuando tose, estornuda, habla o canta (OMS, 2020). La transmisión también puede ocurrir vía aérea por “la propagación de un agente infeccioso causada por la diseminación de núcleos goticulares que siguen siendo infectantes tras permanecer suspendidos en el aire por tiempos prolongados y viajar a distancias largas” (OMS, 2020).

Los primeros 425 pacientes confirmados por Covid-19 tenían vínculos con el mercado de ventas de mariscos y animales vivos de Huanan, lo cual se asocia a que el contagio ocurrió inicialmente de animales a humanos, y que posteriormente se propagó entre personas (Farmacéuticos, 2020). La rápida transmisión del virus resultó que en un lapso de 7,4 días el

número de casos reportados se duplicara. El 11 de enero del 2020, China reportó la primera persona fallecida a causa del virus Covid-19, la víctima fue un hombre de 61 años que frecuentaba el mercado de Wuhan. De acuerdo a Li et al. (2020), en el pasado, la propagación de otras variantes del virus SARS fueron controlados por la cuarentena de pacientes y el control de la infección; sin embargo, una de las principales dificultades para control del Covid-19 fue el aumento del contagio por casos asintomáticos o personas con síntomas leves.

A pesar de las advertencias de la OMS y las recomendaciones sobre el tratamiento y control de la enfermedad, la propagación del virus incrementó. El 30 de enero del 2020, la OMS declaró Emergencia de Salud Pública de Importancia Internacional, lo cual implicaba que la situación en materia de salud era grave, inusual, e inesperada (Farmacéuticos, 2020). Los brotes de Covid-19 se empezaron a manifestar rápidamente en diferentes partes del mundo. El 3 de febrero del 2020 se reportó un brote en el crucero Princess Diamond en la costa de Japón. Inicialmente se reportaron diez personas infectadas dentro del crucero, y para el 19 de febrero el indicador ascendió a 691 (17% del total de pasajeros). De acuerdo con Rocklöv et al. (2020), las condiciones del crucero que se asemejan a una población cerrada (sin migración) permitieron identificar los altos niveles de transmisibilidad del virus. Las medidas de cuarentena y aislamiento lograron prevenir que la mortalidad de este incidente fuera más alta, el cual terminó registrando 14 fallecimientos.

El 11 de marzo del 2020, la OMS declara el Covid-19 como pandemia. A pesar de las advertencias de la OMS, y las medidas de contención aplicadas en distintos países, el virus se expandió rápidamente en diferentes partes del mundo. Italia fue el país con el primer brote en Europa, en donde las regiones más afectadas fueron Lombardia y Emilia Romagna. De acuerdo con Megna (2020), la rápida expansión inicial del virus en Italia obedece a contagios que ocurrieron antes de que el Gobierno Italiano estableciera medidas de distanciamiento. El incremento en la transmisión del virus en Italia generó presiones sobre los servicios hospitalarios con miles de pacientes internados. A marzo del 2020, se tenían reportadas 101.739 personas que habían sido infectadas, 14.620 recuperados, y 11.591 fallecimientos (Megna, 2020).

El caso italiano no fue la excepción, España vivió un fuerte brote del coronavirus en marzo del 2020, especialmente en la Comunidad de Madrid. A pesar de que las entidades encargadas decretaron estado de alarma en todo el país, la transmisión del virus ya se había expandido en gran parte de las regiones. El primer caso en España fue reportado a finales de enero del 2020, y ya para finales de marzo se tenían reportadas más de 2.600 personas fallecidas (Redacción médica, 2020). Aunque para ese momento el número de personas infectadas representaba una pequeña parte de la población, esta situación generó una saturación del sistema hospitalario (France 24, 2020b). La situación en Italia y España se compara con un escenario de guerra: los médicos tenían que priorizar a los pacientes que tenían mayor esperanza de vida, dadas las limitaciones de recursos, especialmente en las unidades de cuidados intensivos (Valdés, 2020).

La situación de coronavirus fue similar en el continente americano. Uno de los brotes más importantes se registró en la ciudad de Nueva York. Entre marzo y junio del 2020 se tenían reportadas 205.639 casos confirmados, y 21.447 fallecimientos, en esta ciudad de Estados

Unidos (Yang, et al., 2021). La alta densidad poblacional de EEUU podría haber contribuido a la rápida transmisión del virus, sumado a que las medidas de contención se implementaron tarde (Lissardy, 2020).

En América Latina la situación no fue diferente al resto del mundo. Ecuador fue uno de los países más afectados inicialmente por el Covid-19 en la región. A inicios de abril se reportaban más de 1.500 contagiados solo en Guayaquil. Uno de los problemas de Ecuador fueron los cuerpos de las personas fallecidas por el virus que se mantenían en vía pública y que no estaban siendo oportunamente recolectados por las autoridades (France24, 2020a). Los brotes iniciales por Covid-19 tenían un común denominador: lentitud en la respuesta de las autoridades institucionales que evitaron una temprana contención del virus.

Severidad de la pandemia de covid-19 en Costa Rica

La Covid-19 (C19) se manifiesta en un amplio espectro de severidad, desde infecciones asintomáticas leves a condiciones muy graves que requieren hospitalización y que muchas veces culminan en el fallecimiento. Después de dieciséis meses de pandemia, al 5 de julio de 2021ⁱⁱⁱ, en el país se contabilizaban los siguientes acumulados de C19:

- 374.000 diagnósticos (tasa de incidencia acumulada de 7,3% de la población);
- 19.800 ingresos hospitalarios (0,4% de la población); y
- 4.800 fallecimientos (0,1% de la población).

Es bien conocido que, en Costa Rica y en el resto del mundo, la cantidad de casos diagnosticados representa solamente la punta del iceberg de todas las infecciones ocurridas: muchos de los casos menos severos y asintomáticos quedan sin diagnosticar. Las estadísticas de hospitalizaciones y de fallecimientos reflejan mejor la realidad, aunque no están exentas de problemas de sub-registro.

Una pista de la cantidad de casos no diagnosticados en Costa Rica proviene de un informe de que en aproximadamente 2.000 pruebas de antígeno efectuadas en julio de 2021 en los aeropuertos a residentes saliendo del país, 1,2% resultaron positivas (comunicación personal de Laboratorios Echandi). Este porcentaje significaría que a mediados de julio de 2021 circulaban en el país alrededor de 50.000 asintomáticos no detectados. Dado que a esa fecha la cifra de diagnosticados activos puede estimarse en 20.000, se concluye que la parte oculta del iceberg es del orden de 2,5 casos no diagnosticados por cada diagnosticado. Luego de dieciséis meses de pandemia, cerca de 1,4 millón de residentes en Costa Rica, o el 27% de la población, se habrían infectado, de los cuales cerca de 400.000 fueron diagnosticados.

Debido a que muchos casos de C19 quedan sin diagnosticar, y a que la fracción correspondiente probablemente varía entre poblaciones y quizás también en el tiempo, conviene focalizar la atención en las estadísticas de los casos más severos –los fallecimientos– para establecer el impacto que ha tenido la pandemia en perspectiva comparada.

Como referencia conviene notar que durante la pandemia de la llamada gripe española, en Costa Rica se registró un exceso de 9.000 fallecimientos de 1918 a 1920, lo que representa el

2% de la población de esa época. Para todo el mundo la cifra de muertes se estima fue de 40 millones o más. Si la C19 tuviese un impacto de la misma magnitud que el que tuvo la gripe española, entonces los fallecimientos por C19 serían de 108.000 muertes en Costa Rica y 160 millones en el mundo al final de la pandemia. En la realidad, el costo en vidas humanas de la C19, aunque es altísimo, está muy por debajo de lo ocurrido con la gripe española. Al 31 de julio del 2020 es de 5.000 fallecimientos en Costa Rica y 4 millones en todo el mundo. Con esta perspectiva puede decirse que la salud pública moderna está teniendo un éxito considerable en la mitigación de los estragos que pudo haber causado la pandemia.

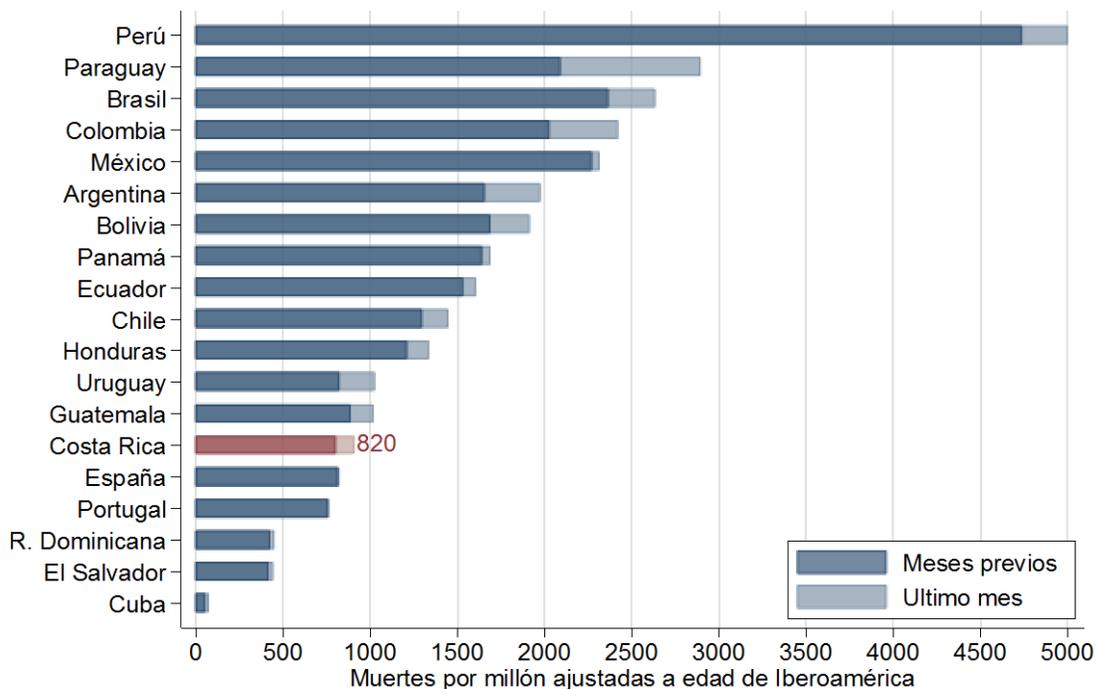
En el contexto Iberoamericano, hay grandes desigualdades entre países en la mortalidad acumulada por C19. Luego de dieciséis meses de pandemia, la tasa de mortalidad va desde un mínimo de 50 fallecimientos por millón de habitantes en Cuba a un máximo de 5.000 en Perú^{iv} (gráfico 1). Dentro de este amplio espectro, Costa Rica se ubica en el sexto lugar de mortalidad más baja con 913 fallecimientos por millón, tasa parecida a las de España o Portugal. Entonces, puede afirmarse que Costa Rica experimentó una pandemia menos severa que el promedio de Iberoamérica, pero pudo haberlo hecho mejor cuando se compara con otros países como Cuba, donde el impacto ha sido mínimo o con República Dominicana y El Salvador, donde ha sido la mitad que en Costa Rica.

Gráfico 1

Mortalidad por C19 acumulada a Julio 5 de 2021 en países de Iberoamérica

Gráfico 1

Mortalidad por C19 acumulada a Julio 5 de 2021 en países de Iberoamérica



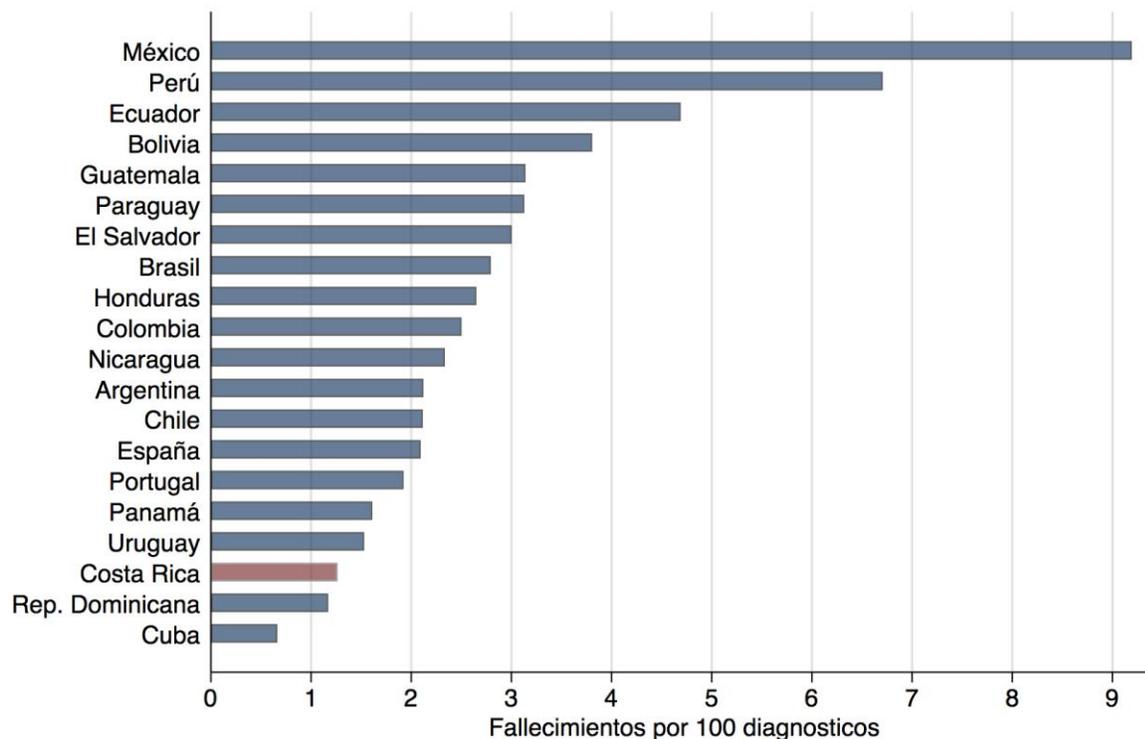
Fuente: Sitio Web 'Our World in Data'. Elaboración propia

Las tasas de mortalidad por C19 calculadas para toda la población, no deben confundirse con las razones de letalidad de esta enfermedad. Estas últimas estiman a partir de la cantidad de

personas que se enferman, la fracción de casos que no logran recuperarse y que fallecen. La tasa de mortalidad depende tanto de la letalidad como de la incidencia de la patología. La razón de letalidad es un importante indicador epidemiológico de la peligrosidad del coronavirus una vez contraída la infección, pero, lamentablemente, su estimación está fuertemente sesgada por el grado en que son detectados o reportados los casos menos severos. En poblaciones con pobres sistemas para diagnosticar casos menos severos o asintomáticos, las estimaciones de letalidad están fuertemente sesgadas hacia arriba.

Debido a que los tratamientos de C19 conocidos hasta ahora no tienen un alto grado de efectividad, cabe esperar que la razón de letalidad varíe poco entre poblaciones. Esto, sin embargo, no es lo que muestran los datos para países de Iberoamérica (Gráfico 2). Mientras en Costa Rica, República Dominicana o Cuba, el 1% o menos de los diagnósticos de C19 han fallecido, en México la letalidad ha sido de 9% o nueve veces mayor. Esta última cifra refleja fundamentalmente que en México muchísimos casos de C19 no se detectan.

Gráfico 2
Letalidad de C19 en países de Iberoamérica. Julio 5 de 2021

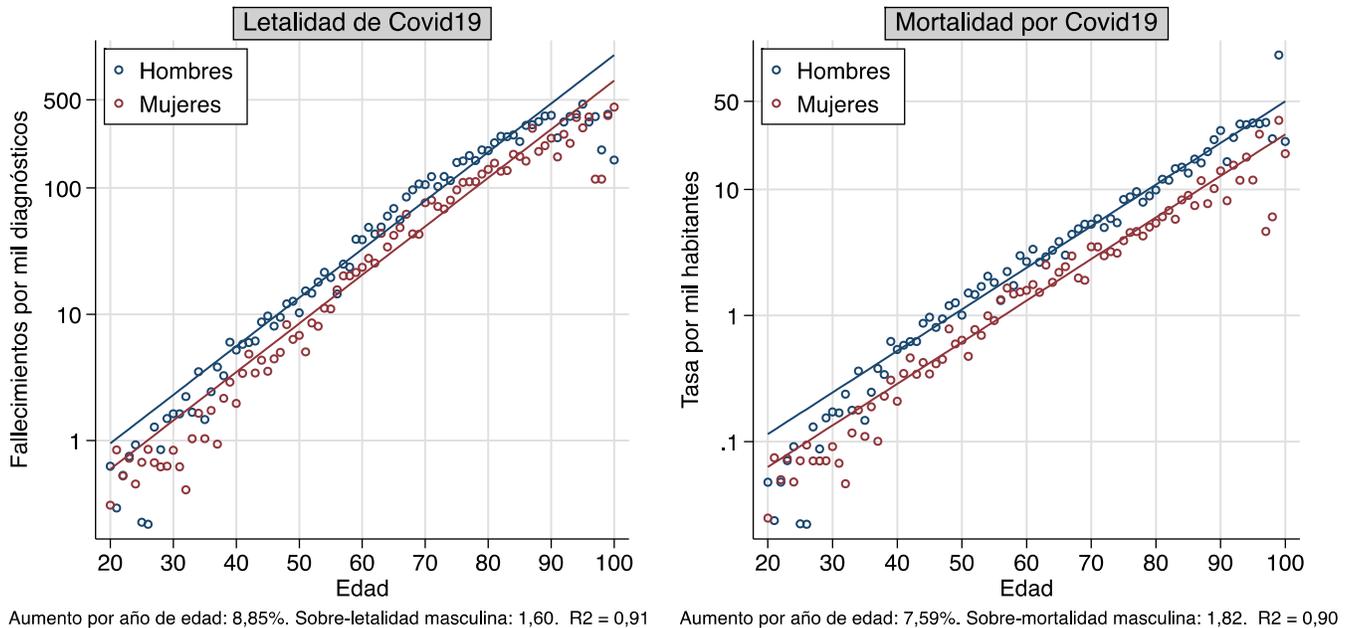


Fuente: Sitio Web 'Our World in Data'. Elaboración propia

No es, por tanto, válido comparar la razón de letalidad entre poblaciones con diferente grado de integridad en la detección de los casos incidentes. Pero sí es válido hacerlo entre grupos dentro de una misma población sujeta al mismo sistema de detección, como dentro de un país. El gráfico 3 muestra la variación por sexo y edad de la letalidad y la mortalidad de C19 en Costa Rica, para poner en evidencia que la letalidad del coronavirus varía con el sexo y, sobre todo,

con la edad de las personas. El C19 es 60% más letal en hombres que en las mujeres en todas las edades. La brecha por sexo se ensancha para la mortalidad: 82% más alta en hombres que en mujeres, lo que se debe a que, además de la letalidad, la incidencia de C19 es también mayor en los hombres.

Gráfico 3
Letalidad y mortalidad de C19 por sexo y edad en Costa Rica^{a/}. Julio 5 de 2021



Fuente: Base anonimizada de casos confirmados del Ministerio de Salud a 5 de julio de 2021. Elaboración propia.

a/ Las líneas de regresión incluidas en el gráfico muestran que la tasas de letalidad y mortalidad por edad se ajustan aceptablemente bien con la función de Gompertz 1 (Pollard, 1991). La bondad de ajuste de esta función, medida por el coeficiente de determinación R2, es de 90%. La pendiente de las líneas de ajuste indica el aumento del indicador con cada año de edad. Algunos autores llaman tasa de senescencia a este incremento.

El abrupto aumento de la letalidad del coronavirus con la edad (notar que el gráfico está en escala logarítmica) puede resumirse señalando que en las personas nonagenarias es 500 veces más letal que en jóvenes veinteañeros. Después de aproximadamente los 75 años de edad murieron más del 10% de las personas diagnosticadas en el país. En contraste, solo una de cada mil diagnosticadas fallece en personas menores de 30 años. Y es posible que esta letalidad juvenil sea substancialmente más baja si muchos casos leves o asintomáticos de jóvenes quedan sin diagnosticar y no están siendo incluidos en el denominador de la razón. El aumento con cada año de edad en la letalidad de C19 es 8,9% y el aumento en la mortalidad es 7,6%, lo que equivale a decir que la razón de letalidad se duplica con el paso de cada 8 años de edad y la de mortalidad cada 9 años. Se ha establecido que en otros países el rango va de los 5 a 10 años para cada duplicación de la mortalidad o letalidad con la edad. Costa Rica estaría, entonces, entre los países de gradiente menos pronunciada, atributo que parece ser propio de América Latina (Sasson, 2021). La determinación de este gradiente de C19 con la

edad es importante en análisis epidemiológicos para ajustar el efecto de la edad y para valorar la efectividad de intervenciones.

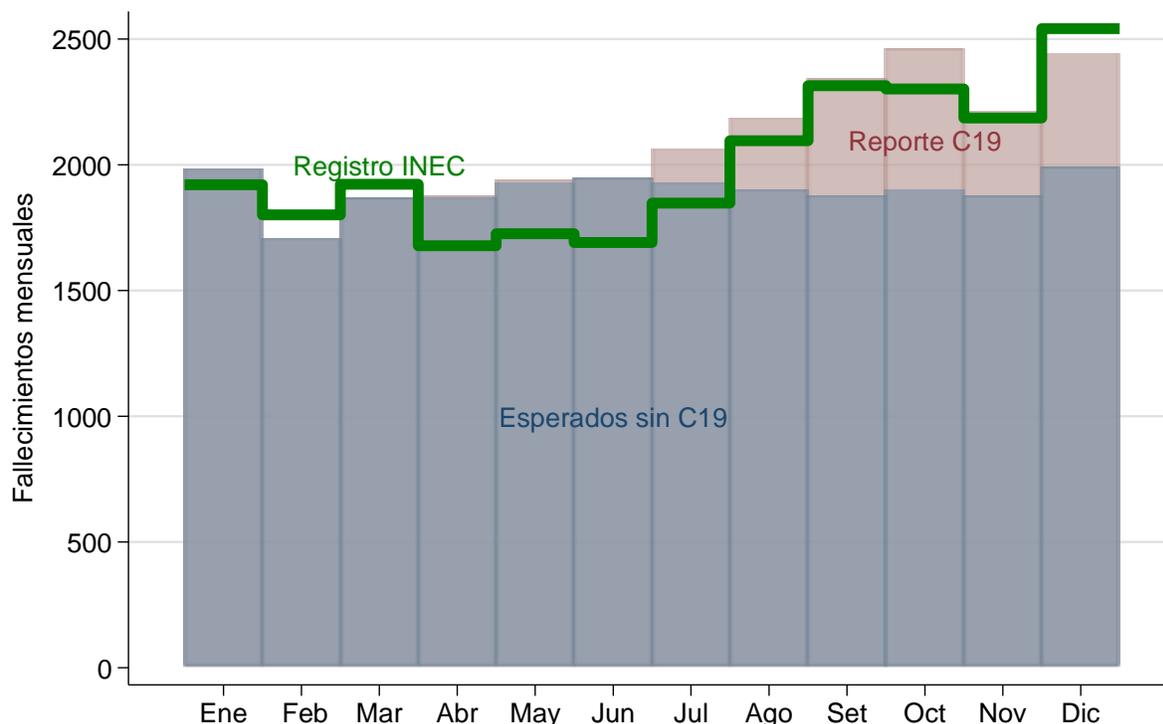
Exceso de mortalidad y posible sub-registro de muertes por C19

En muchos países se ha cuantificado el exceso de defunciones ocurridas durante la pandemia comparando las estadísticas de los registros nacionales con la cantidad de defunciones esperadas a la luz del comportamiento observado en años previos. Al comparar ese exceso de defunciones con los reportes epidemiológicos de fallecimientos por C19 usualmente se han encontrado importantes diferencias sugerentes de que muchas defunciones por C19 no son reportadas como tales. Por ejemplo, en México el 57% o en Perú el 64% de las muertes por C19 no habrían sido reportadas como tales. Pero también en algunos pocos países, como Chile, Inglaterra o Israel, se ha encontrado concordancia entre el exceso de defunciones y el reporte epidemiológico o incluso se ha detectado que, o hay exageración de muertes por C19 en los reportes epidemiológicos, o que las medidas sanitarias tomadas para mitigar la pandemia han producido una reducción neta en la mortalidad (Islam et al., 2021; Wu, McCann, Katz, Peltier, & Singh, 2021).

Una rápida estimación basada en datos de defunciones de 2016 a 2019 del INEC apunta a que en 2020 ocurrieron 1.300 muertes más de las esperadas, exceso que puede atribuirse a la pandemia. En cambio, el sistema de vigilancia epidemiológica del Ministerio de Salud reportó 2.200 defunciones por C19, 900 más (66%) de lo que sugieren las estimaciones realizadas con el registro de defunciones. Este resultado muestra de manera clara que Costa Rica es uno de esos pocos países en que no ha existido sub-reporte de muertes por C19, sino todo lo contrario.

¿Cómo se explica que haya 66% más muertes por C19 en los reportes epidemiológicos de lo que sugiere la estimación de exceso de mortalidad en 2020? Hay dos explicaciones complementarias. La primera es que los reportes epidemiológicos incluyen no solo las defunciones “por” C19 sino también aquellas “con” C19. Una auditoría de dichas defunciones efectuada por el Ministerio de Salud determinó que el 10% eran de personas C19 positivas pero que en realidad murieron por otra causa básica. La segunda explicación es que las medidas sanitarias adoptadas para mitigar la pandemia produjeron una reducción de la mortalidad en el país, de manera que la diferencia entre ocurridas y esperadas muestra el valor neto de las defunciones por C19 menos las muertes evitadas debido a la pandemia. Esto se aprecia mejor en el gráfico 4.

Gráfico 4
Exceso de fallecimientos ligados a C19. Costa Rica 2020



Fuente de datos: INEC y reportes epidemiológicos de C19 del Ministerio de Salud. Elaboración propia.

El gráfico muestra que, en el primer trimestre de la pandemia, de abril a junio, hubo 634 muertes (registro INEC) menos que las esperadas. En otras palabras, se habrían evitado el 11% de muertes en ese semestre gracias a las extraordinarias medidas sanitarias que adoptó el país al inicio de la pandemia. En el segundo semestre de 2020 hubo un exceso de 1.846 muertes, 323 (16%) menos que las contabilizadas en los reportes epidemiológicos. Esta diferencia podría estar compuesta de unas 220 (10%) muertes mal reportadas como C19 y 100 muertes por C19 adicionales que quedaron ocultas por una cantidad probablemente similar de muertes evitadas (nótese que este número es mucho menor que el de muertes evitadas en el segundo trimestre).

En suma, no hay evidencia de que en Costa Rica quedaron sin registrar fallecimientos causados por C19. Más bien los datos sugieren que hay un número importante de defunciones que se evitaron por efecto de la pandemia, especialmente en los primeros meses.

Una manera de mostrar el impacto que ha tenido la pandemia, es con la esperanza de vida de la población costarricense. No hay estimaciones oficiales al respecto, por lo que para este informe se hizo estimaciones de 2016 a 2021 siguiendo metodologías estándar de construcción de tablas de vida y sin ningún tipo de ajuste a los datos de defunciones del INEC. El cuadro 1 muestra la esperanza de vida al nacimiento obtenida para esos años.

Cuadro 1
Esperanza de vida al nacer. Costa Rica 2016 – 2021

Sexo	2016	2017	2018	2019	2020	II-2020 a I-2021 ^{a/}
Hombres	76.9	77.1	77.0	77.5	76.6	75.5
Mujeres	81.8	81.7	82.0	81.9	81.9	81.0

Fuente de dato de defunciones: INEC y Ministerio de Salud (C19- semestre 1 de 2021).

Estimaciones propias de la población y de las tablas de vida para determinar la esperanza de vida.

a/ Período de 1 año de Julio 1, 2020 a junio 30, 2021.

El año 2020 en comparación con el 2019 muestra una caída de casi un año en la esperanza de vida de los hombres (de 77,5 a 76,6) y cero variaciones para las mujeres. Estos resultados, sin embargo, están distorsionados por los hechos ya descritos de que el efecto negativo de C19 se limita al segundo semestre y que en el primer trimestre más bien hubo un efecto positivo de la pandemia. Para establecer el efecto de C19 sobre la esperanza de vida durante un año completo se la estimó para el año que va del 1 de julio de 2020 al 30 de junio de 2021 (última columna del cuadro 1). La pandemia habría reducido la esperanza de vida de los costarricenses en dos años para los hombres y en 0,9 año para las mujeres.

Es importante puntualizar, que esas pérdidas no significan que ahora los costarricenses tienen una esperanza de vida uno o dos años menor que en 2019. Eso sería verdad solo si el efecto C19 continuase presente en el futuro y durante décadas. Tal cosa probablemente no va a ocurrir y rápidamente se recobrará el nivel de esperanza de vida previo a la pandemia.

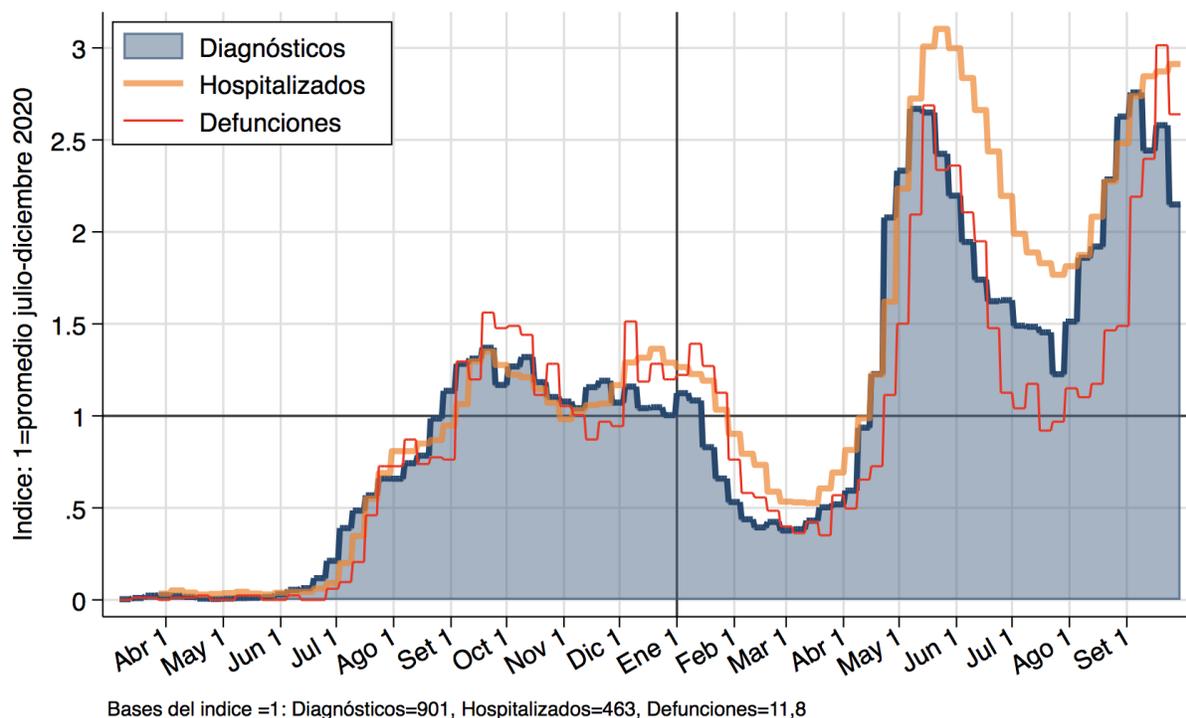
Dinámica de la pandemia en Costa Rica

Las olas y picos pandémicos

El informe epidemiológico diario de los números de nuevos diagnósticos de C19, personas que están hospitalizadas y fallecimientos permiten dar seguimiento a la trayectoria de la pandemia en el país desde su inicio en marzo 6 de 2020. El gráfico 5 muestra las curvas normalizadas de la trayectoria en el tiempo de estas tres estadísticas. Aunque hay una coincidencia considerable en las tres curvas, se nota un rezago de una a tres semanas en la curva de hospitalizaciones con respecto a la de diagnósticos. Por su parte, la curva de defunciones tiende a presentar valores comparativamente más bajos con respecto a las hospitalizaciones a partir de febrero 2021 y con respecto a los diagnósticos a partir de abril. Esta suerte de caída en la mortalidad se debió a la vacunación focalizada en las personas con más alto riesgo de morir por C19.

Gráfico 5

Trayectoria en el tiempo de C19 en Costa Rica según tres indicadores



Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Salud 2021.

El gráfico sugiere que en el país han tenido lugar dos grandes olas pandémicas de duración prolongada: la primera que se inicia en junio de 2020 y termina en febrero de 2021 y, la segunda que se inicia abril de 2021 y que continúa muy elevada en setiembre. La ola de 2021 es aproximadamente el doble más alta que la de 2020. Por otra parte, al inicio del brote pandémico, en marzo y abril de 2020 se produjo lo que algunos catalogan como una primera ola muy chica e imperceptible en el gráfico.

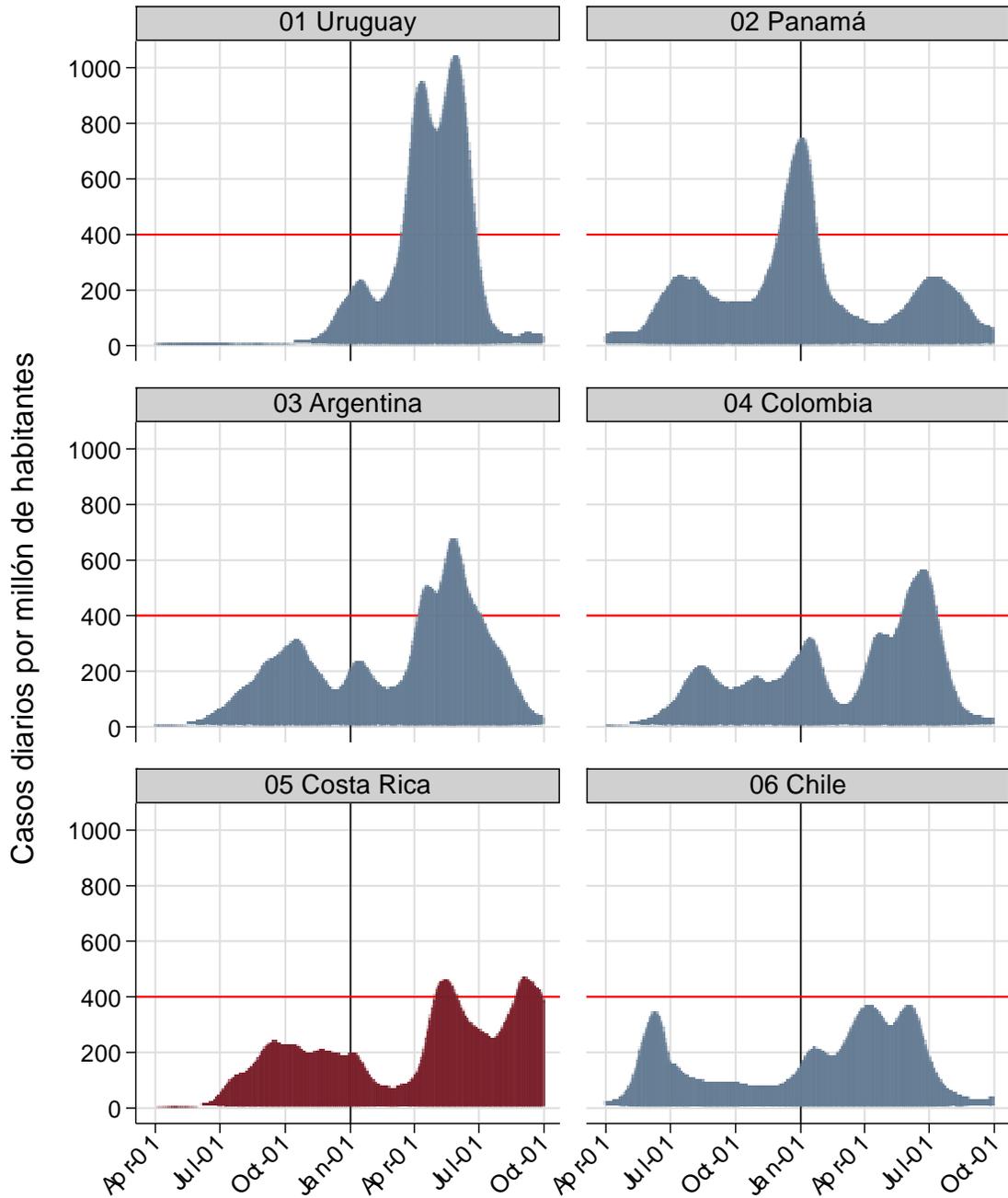
Dentro de las dos grandes olas ocurre un fenómeno curioso: la caída de la curva pandémica se ve abortada a niveles altos para a continuación generar un segundo pico. Son olas con dos picos. Puede decirse, entonces, que en Costa Rica han habido cinco picos pandémicos:

- el primero, que fue muy bajo, en abril de 2020,
- el segundo en setiembre de 2020,
- el tercero en diciembre de 2020 y principios de enero de 2021,
- el cuarto en mayo de 2021, y
- el quinto en setiembre de 2021.

Estos picos identifican los momentos álgidos en los que la pandemia puso a prueba al sistema de salud del país; en particular al sistema hospitalario. En los tres últimos picos las autoridades llegaron a decir que el sistema estaba siendo desbordado más allá de su capacidad.

La trayectoria de las olas y picos pandémicos en Costa Rica ha sido hasta cierto punto peculiar y diferente a lo observado en otros países, como puede observarse en el gráfico 6 para países seleccionados de América Latina, ordenados por la altura del pico pandémico.

Gráfico 6
Curvas pandémicas de incidencia de C19 en países seleccionados



Fuente: Elaboración propia con datos del sitio web de *Our World in Data*, extraídos el 30/09/2021: <https://raw.githubusercontent.com/owid/covid-19-data/master/public/data/owid-covid-data.c>.

El gráfico muestra que no hay un patrón uniforme de olas pandémicas en la región latinoamericana. En Uruguay se observa esencialmente una única ola tardía con dos picos. En Panamá, Argentina y Colombia pueden identificarse tres olas, mientras que en Costa Rica y Chile, dos. La primera ola prolongada de Costa Rica es similar a la observada en Colombia y la segunda tiene cierta semejanza con la de Chile. En Costa Rica no ocurrió la importante subida de la incidencia de C19 observada en diciembre de 2020 en los otros cinco países. Las diferentes trayectorias de la pandemia fueron moldeadas en parte por las medidas sanitarias que cada país adoptó para mitigarlas, así como también por las peculiaridades geográficas y sociales de cada país.

La tasa de reproducción $R(t)$

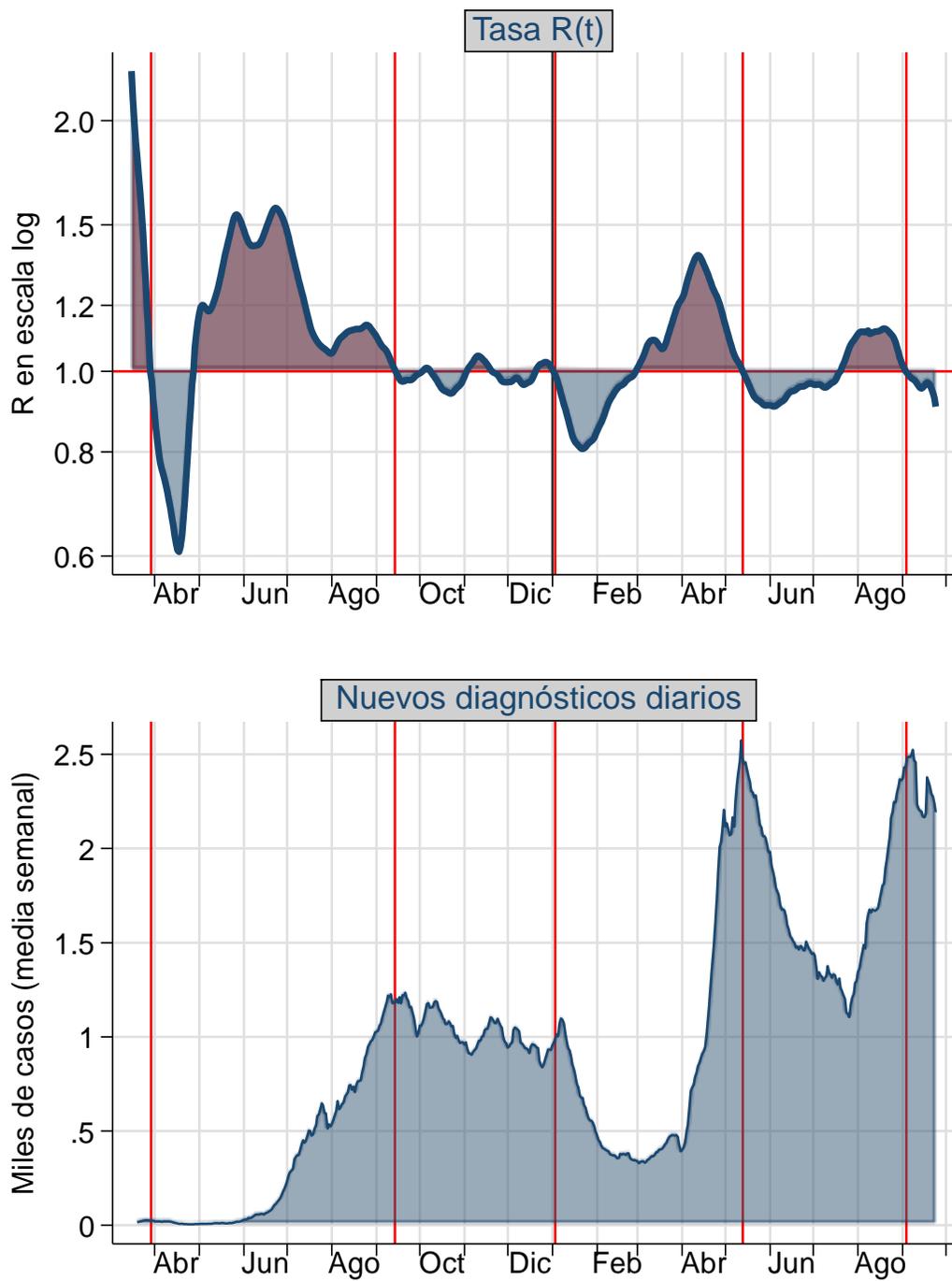
La cantidad de nuevas personas contagiadas diariamente, o incidencia de la pandemia, representada en las curvas del gráfico 6, depende de dos factores: (1) la cantidad de personas que son fuente de contagio, la cual es un acumulado de los casos nuevos ocurridos en días o semanas recientes que aún no se han recuperado, es decir, los casos activos; y (2) de la tasa de contagio.

El primer factor –casos activos– se retroalimenta mutuamente con el elemento resultante –nuevos contagios– en un proceso de difusión que sigue las leyes de la dinámica de poblaciones. El segundo factor –la tasa de contagio– es el motor o factor externo que da origen al proceso epidémico.

Una poderosa herramienta para caracterizar la transmisibilidad o contagio de la infección es la tasa de reproducción, también conocida como el factor o número $R(t)$ de una epidemia. $R(t)$ indica el número promedio de individuos que contagia cada persona infectada durante todo el tiempo en que es contagiosa. Desde una perspectiva poblacional, la $R(t)$ indica por cuánto se multiplica cada generación de personas infectadas cuando la reemplaza la siguiente generación, de allí su nombre “tasa de reproducción”. Una tasa $R = 1$ significa que cada generación de casos es reemplazada por otra de igual tamaño, es decir que la cantidad de individuos infectados no aumenta ni disminuye en el tiempo y el brote se encuentra estacionario. Si R es menor que la unidad, la epidemia está disminuyendo, pero si es mayor que 1 hay proliferación, la cual será de tipo exponencial a menos que se haga algo para contenerla^{vi}. La tasa de reproducción tiende naturalmente a disminuir en el tiempo a medida que más y más personas infectadas desarrollan inmunidad, lo que obviamente significa que cada vez hay menos personas susceptibles de infectarse.

El gráfico 7 muestra la trayectoria de la tasa $R(t)$ de C19 en Costa Rica, yuxtapuesta a la curva de incidencia (número de nuevos diagnósticos diarios promediados 7 días). Las dos curvas presentan perfiles distintos, pese a existir estrechos vínculos entre ellas, los cuales se exponen a continuación.

Gráfico 7
Trayectoria de la tasa R(t) y de la incidencia de C19



Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Salud 2021.

Una tasa R mayor que uno coincide con una pandemia en expansión, como puede observarse en el gráfico 7. Los periodos en que R fue mayor que uno están representados por áreas en rojo para indicar que son momentos delicados de la pandemia. En esos periodos la salud pública debió desplegar lo mejor de su arsenal para prevenir los contagios y llevar la tasa al umbral de $R=1$. Como se informaba en la prensa, en esos periodos era cuando se hacían esfuerzos por “aplanar la curva”.

El país pasó por cuatro de esos periodos delicados en que R fue mayor que uno de manera clara. Esos periodos podrían considerarse como los de las verdaderas olas pandémicas. El primer periodo, es muy breve y con una R muy elevada. Ocurre durante la segunda mitad de marzo de 2020. Es el periodo de la llegada y propagación inicial del coronavirus a Costa Rica. Debido a que se logró reducir rápidamente la tasa R , la pandemia no prosperó en el país y la ola de contagios diarios es imperceptible.

El segundo periodo fue el más prolongado con cuatro meses y medio a partir de mayo de 2020. La incidencia en este segundo periodo alcanzó los 1.200 nuevos diagnósticos diarios. El tercer periodo de 2,5 meses a partir de marzo de 2021 fue el que produjo el mayor aumento en la incidencia. El país pasó de algo más de 300 casos diarios a 2.600 en estos 2,5 meses. Este aumento es mucho mayor que el de 2020 a pesar de haber sido más corto y de que la tasa R no fue tan elevada. La razón para ello es el nivel de incidencia más alto en el punto de partida. Como ya se ha indicado, la cantidad de caso incidentes no depende solamente del valor de R sino también de la cantidad de personas activamente infectadas.

El cuarto y último periodo de 1,5 meses de duración, ocurrido principalmente en agosto de 2021, resultó en un aumento de la incidencia a partir de 1.200 diagnósticos diarios hasta alcanzar un pico de 2.500.

Otro periodo de la trayectoria de la pandemia digno de destacar es el de 3,5 meses que termina al fin de 2020. En él, la tasa de reproducción fluctuó alrededor de $R=1$. Y esta fue la causa inmediata para la amplia meseta de la ola pandémica que tuvo lugar en esos meses, en lugar del pico agudo observado en otras circunstancias. La enseñanza de esto es que no basta llevar la tasa R a la unidad o “aplanar la curva”, sino que hay que continuar reduciendo R hasta que se alcancen niveles bajos de incidencia que sean manejables.

Como ya se indicó, los picos de la curva pandémica fueron los momentos de mayor presión para el sistema hospitalario (salvo el primero que es especial). El gráfico 7 muestra que esos picos ocurren aproximadamente cuando una tasa $R(t)$ descendente cruza el umbral de $R=1$. Estos picos ocurren aproximadamente cuando una tasa de reproducción cruza el umbral de 1 (líneas rojas en el gráfico 7) y se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2

Fecha y cantidad de casos diarios reportados durante los picos de la pandemia

Fecha del pico	Cantidad de casos diarios en el pico
Inicio de abril 2020	30
Mitad de agosto 2020	1.200
Cerca del 1 de enero 2021	1.100
Mitad de mayo 2021	2.500
Inicio de setiembre 2021	2.500

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Salud 2021.

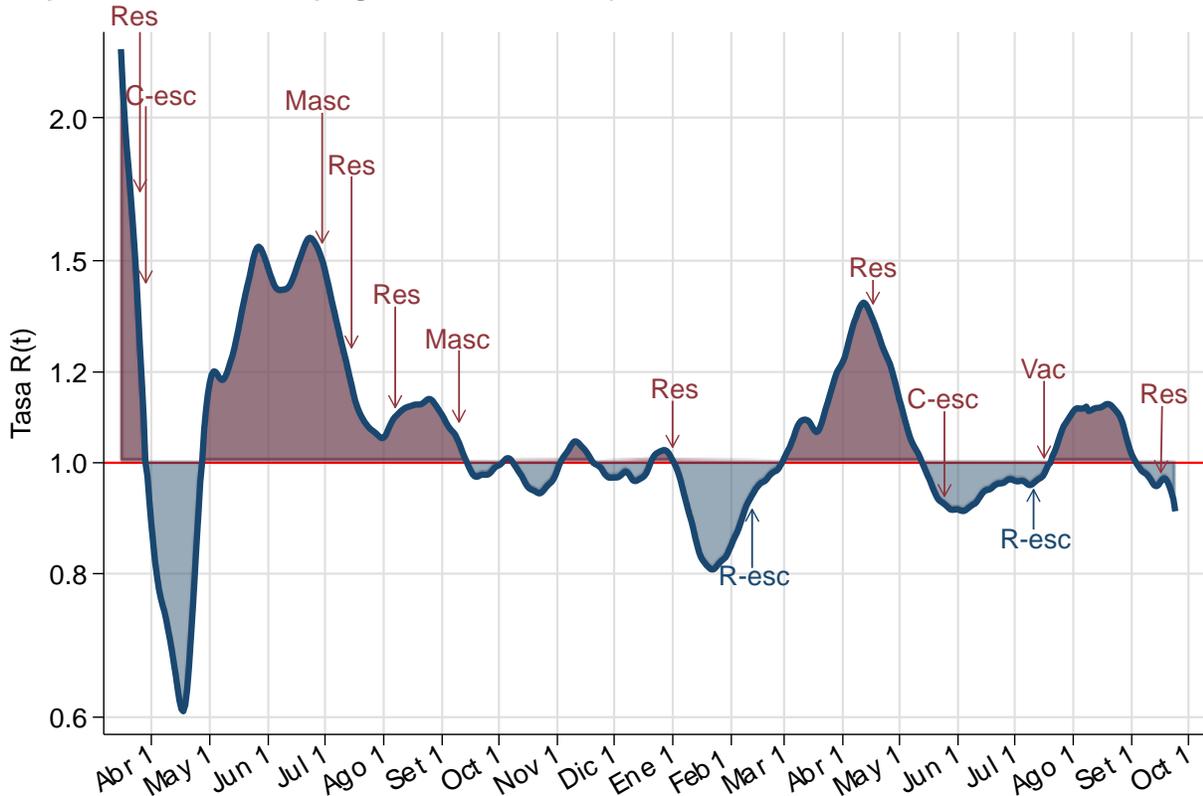
Paradójicamente, en los momentos álgidos de los picos usualmente ocurrieron las peticiones más estridentes para que las autoridades adopten las medidas más extremas para contener la pandemia. La paradoja está en que tales medidas extremas estarían fuera de lugar ya que la tasa de contagio R trae ya una vigorosa tendencia descendente. En realidad, los momentos en que debieron aplicarse las medidas más extremas fueron cuando R era mayor que uno y con tendencia al alza: en mayo 2020, marzo 2021 y julio 2021. Lo anterior ilustra bien la importancia del monitoreo de la tasa $R(t)$ para la adopción de medidas para mitigar la pandemia, así como para evaluar el impacto de esas medidas.

La tasa $R(t)$ y algunas de las medidas de mitigación

El gráfico 8 relaciona las tendencias en la tasa R con algunas de las medidas adoptadas por las autoridades sanitarias que se implementaron para contener el ritmo de propagación de la pandemia.

Gráfico 8

Trayectoria de la tasa $R(t)$ y algunas intervenciones para modificarla



Res=Restricciones, Masc=Mascarilla, R-esc=Retorno escolar, C-esc=Cierre escolar, Vac=Acelera vacunación

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Salud 2021.

Las medidas nacionales más utilizadas fueron las restricciones a la circulación y al aforo con frecuencia acompañadas de prohibición de ciertas actividades o cierre de ciertos lugares. Todo esto en busca de lograr menor cantidad de contactos cercanos entre las personas. En el gráfico se muestra la fecha de adopción de esas medidas. Su levantamiento fue con frecuencia progresivo y no se muestra en el gráfico. En Costa Rica, por razones constitucionales no se puede implementar cuarentena absoluta, por lo que se aplicaron diferentes medidas que permitieron reducir la aglomeración de personas.

El primer paquete de restricciones se aplicó a partir del 15 de marzo del 2020, pocos días después de que se detectara los primeros contagios en Costa Rica fueron también las restricciones más severas nunca aplicadas (y que tuvieron un costo altísimo para la economía nacional) que culminaron en un casi total confinamiento de la población durante la semana santa (segunda semana de abril de 2020). La tasa R cayó en picada concomitantemente. En ello también fue importante el vigoroso rastreo-testeo-aislamiento de los contactos de cada caso detectado a través de la red de atención primaria de la salud.

Luego de la semana santa, se abandonaron progresivamente las restricciones y el país confió fundamentalmente en sus capacidades para rastrear y aislar contactos. Pero los números

crecientes de casos y posiblemente la transmisión asintomática desbordó esa capacidad paulatinamente, lo que se reflejó en el rápido crecimiento de R luego de esa semana santa y durante mayo y junio. A principios de julio del 2020, las autoridades sanitarias reconocieron que existía en el país transmisión comunitaria fuera de su control y poco después se adoptó la segunda ola de restricciones. Pero, como se observa en el gráfico, ello se hizo cuando la tasa R ya seguía una clara tendencia a la baja que parece haberse originado en la orden sanitaria de uso de la mascarilla en ciertos lugares públicos a partir del 27 de junio, más tarde (11 de setiembre) expandida a todo lugar público y con más claras instrucciones para su uso, incluyendo la aclaración de que las caretas plásticas no eran un sustituto de la mascarilla)

Restricciones adicionales de circulación adoptadas hacia el 8 de agosto, tuvieron poco impacto en los índices de movilidad y no lograron reducir R que estaba nuevamente aumentando. A partir del 2 de enero de 2021, nuevamente se aplicaron restricciones, en parte ante la expectativa de que ocurriría un gran aumento de contagios durante las festividades de navidad y fin de año. Estas restricciones fueran quizás las más oportunas pues se evitó que el aumento de R observado a fines de año continúe, como se observa en el gráfico. Pero el levantamiento de esas restricciones en febrero bien puede haber sido la causa para el rápido aumento en la tasa de contagio, análogamente a lo ocurrido luego de la semana santa de 2020.

Un nuevo paquete de restricciones se aplicó a mediados de abril 2021 (luego de la semana santa), el cual, como se aprecia en el gráfico, pudo haber sido el que precipitó la caída de R que se observa a continuación y que continúa durante mayo. El abandono de esas restricciones, aunado a actividades de partidos políticos multitudinarias, posiblemente fueron responsables del aumento de R en junio.

La llegada y propagación de la variante Delta de coronavirus en julio probablemente aceleró la tendencia al alza de R en julio y mantuvo la tasa a niveles altos en agosto. Un último paquete de ordenes sanitarias para restringir la circulación se ordenó a partir de 18 de setiembre, pero ello ocurre cuando ya la tasa R había caído substancialmente y estaba por debajo del umbral de uno.

El gráfico 8 muestra también el momento en que se inicia la vacunación masiva de personas (16 de julio) con la aplicación de medio millón de dosis donadas por los Estados Unidos. Antes de esa fecha, y a partir del 24 de diciembre de 2020, ya se estaba efectuando la vacunación, pero el proceso había sido lento y dependiente de la llegada al país de lotes de vacunas adquiridas a Pfizer y Astra-Zeneca. El 35% de la población había recibido la primera dosis a mediados de julio. En el mes siguiente se logra vacunar un 30% de población adicional gracias a la campaña masiva mencionada. Tomando en cuenta el rezago de dos a tres semanas para que la vacuna desarrolle su efecto protector, es muy posible que dicha campaña haya sido el factor clave para primero frenar el aumento de R causado por la variante Delta y, luego, para bajar la tasa R a partir de aproximadamente el 20 de agosto.

Al momento de preparar este informe, el 66% de la población había recibido la primera dosis de vacuna, incluyendo en este porcentaje a un 42% con el esquema completo de dos dosis. Estas proporciones de población vacunada llevaron a niveles mínimos la curva pandémica en

otros países como la Gran Bretaña, Canadá o Chile. Situación que podría repetirse en Costa Rica.

Un tema controversial ha sido el cierre escolar o, más precisamente, la eliminación de actividades presenciales en el sistema de educación pública del país para reducir la transmisión del virus. De manera casi refleja, a pocos días de iniciada la pandemia se ordenó el cierre escolar el 16 de marzo de 2020. Las escuelas reabrieron casi un año después en la segunda semana de febrero 2021. Pero un nuevo cierre o pausa escolar se ordenó a partir del 24 de mayo, con reapertura el 12 de julio. El gráfico 8 muestra estos cierres y reaperturas en relación con la trayectoria de R.

Con respecto al primer cierre escolar que duró casi un año poco se puede decir. Coincide con otras medidas restrictivas y con la dramática caída en la tasa de contagio, pero es imposible discernir si: (a) el cierre escolar contribuyó a esa caída y (b) si el cierre evitó durante todo 2020 que la tasa R sea más alta. Sí se puede decir, sin embargo, que este cierre fue el más prolongado entre los países que conforman la Organización para la Cooperación del Desarrollo Económico (OECD) y que países como Alemania, Dinamarca y Nueva Zelanda que solo cerraron las aulas alrededor de 20 días tuvieron un mejor desempeño en el control de la pandemia que Costa Rica.

Un tópico más controversial es determinar si las reaperturas escolares a mitad de febrero y a mitad de julio del 2021 fueron disparadores de las alzas en las tasas de contagio recientes. En el gráfico 8 se observa que si bien luego de las reaperturas hay un aumento en R, este aumento más bien parece ser parte de una tendencia al alza que ya estaba operando semanas atrás de la apertura. Estos datos no aportan evidencia concluyente de que la reapertura escolar haya disparado al alza la tasa de contagio en Costa Rica. Por otra parte, tampoco hay evidencia de que el cierre escolar de fines de mayo haya impulsado una baja en la tasa R; al contrario, poco después de ese cierre la tasa de reproducción más bien aumentó.

Incidencia relativa del Covid-19 en diferentes tipos de distritos

Rosero Bixby y Jiménez Fontana (2021) realizan un análisis de la incidencia semanal de Covid-19 en los 472 distritos del país (división territorial vigente al censo de 2011). Los autores identifican los distritos en tres tipos de grupos, según se detalla en el cuadro 3.

Cuadro 3
Detalle de la agrupación distrital

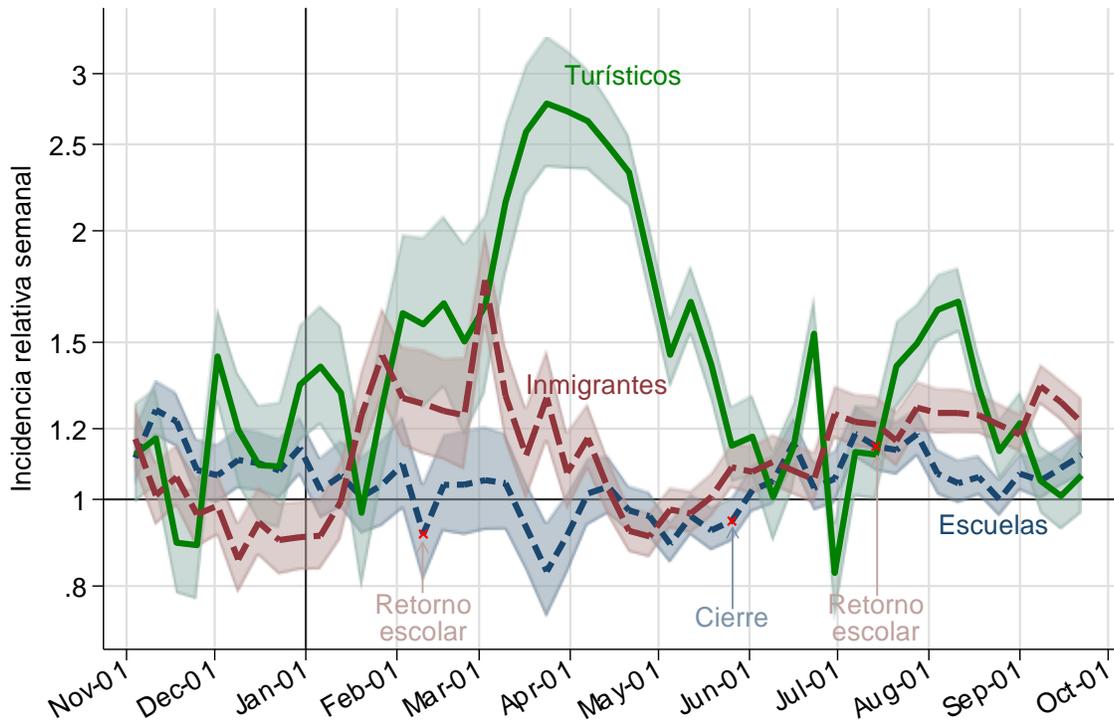
Característica	Cantidad de distritos	Método de clasificación
Dependientes de la actividad turística	19	25% o más de la fuerza de trabajo empleada en los sectores de alojamiento o comidas
Alta concentración de personas inmigrantes	53	20% de población distrital nacida en el extranjero
Alta asistencia de personas en el sistema escolar	113	24% o más de población distrital asiste a establecimientos de educación.

Fuente: Rosero Bixby y Jiménez Fontana, 2021, con datos del Censo de Población del 2011 del INEC.

Para a cada distrito se le asignaron sus principales características demográficas, geográficas, de densidad, sociales, económicas y políticas, con datos principalmente del censo de población de 2011. A partir de esta información se aplicaron métodos de regresión para estimar semanalmente la *incidencia relativa* de Covid-19 en los distritos agrupados. La incidencia relativa indica el grado en que los distritos con determinada característica están por encima o por debajo de lo que es de esperar dadas sus otras características. El gráfico 9 muestra estas tasas relativas para las tres características de interés: turismo, inmigración y densidad de escolares. El valor de referencia de uno indica que la incidencia es idéntica a lo que cabe esperar.

Gráfico 9

Incidencia relativa de Covid-19 en distritos turísticos, con alta proporción de personas inmigrantes y con alta densidad de escolares



Fuente: Elaboración propia, con datos del Ministerio de Salud y el Censo de Población del 2011 del INEC.

Costa Rica reabrió las puertas al turismo internacional en noviembre y tuvo su temporada alta usual en los cuatro primeros meses de 2021. El análisis efectuado sugiere que los destinos turísticos se distinguen por tener una elevada incidencia relativa de Covid-19 y, especialmente, por el importante aumento de ésta en febrero y marzo de 2021: en los tres meses anteriores a febrero, la incidencia en estos distritos fue, en promedio, 1,2 veces la del resto del país. Es decir, en estos distritos turísticos, lugares como Tamarindo, Sámara, Santa Teresa, Jacó, Manuel Antonio o La Fortuna, se estaban diagnosticando 20% más casos de Covid-19 de lo esperado, dado su tamaño poblacional, ruralidad, desarrollo socioeconómico o región a la que pertenecen.

La mayor incidencia de Covid-19 en los destinos turísticos a principios de 2021 creció dramáticamente en febrero y, especialmente, en marzo, hasta llegar a 2,7 en la Semana Santa. Entre los residentes de lugares como Tamarindo, pues, se estaban diagnosticando en Semana Santa casi tres veces más casos de Covid-19 de los esperados. En esa semana se produjo la conocida afluencia de turistas desde el Valle Central. Una importante cantidad de turistas nacionales probablemente se contagió dada la alta circulación del virus en esos lugares durante Semana Santa y a su regreso a casa propagó la infección en sus lugares de residencia y trabajo. La apertura de fronteras con la entrada de tanto turistas internacionales como de

ciudadanos costarricenses que visitaron otros países pudo, por tanto, ser el detonante de esta cadena de eventos epidémicos.

Como contrapunto al turismo, las reaperturas escolares en febrero y en julio del 2021 no elevaron la incidencia relativa de Covid-19 en distritos de alta densidad de escolares. Por el contrario, luego de la reapertura de julio más bien ocurrió una caída: la incidencia relativa pasó de 1,19 a 1,0 seis semanas después. Esta caída incluso sugiere la posibilidad de que los escolares podrían estar menos expuestos al contagio en las escuelas que en los hogares, donde muchas veces están sin supervisión.

En las cuatro semanas que siguieron al cierre de escuelas públicas del 24 de mayo del 2021 no hay evidencia a favor de la hipótesis que dicho cierre produce la deseada caída de contagios en los distritos con alta incidencia de escolares, sino que, por el contrario, emerge una inquietante tendencia de aumento de 0,88 a 1,19 cuatro semanas después. Este aumento sugiere otra vez que el riesgo de contagio de los escolares pareciera más bien haberse incrementado cuando permanecen en el hogar.

En lo que respecta a los distritos con alta incidencia de personas inmigrantes, hubo un aumento de la incidencia relativa de Covid-19 en los dos primeros meses de 2021 al pasar de 0,9 a 1,7. Este aumento pudo luego irradiar al resto de distritos y habría también contribuido como otro detonante, pero de menor importancia que el turismo de la ola pandémica de 2021. La tendencia adversa que se observa en los distritos con alta proporción de inmigrantes puede ser reflejo de su rezago en el avance de la vacunación. En estos distritos se muestra un aumento de la incidencia relativa de Covid-19 en meses recientes, que pasa de un mínimo de 0,9 en la última semana de abril a un máximo de 1,33 en la segunda semana de setiembre del 2021.

Conclusiones

La pandemia de Covid-19 había causado, hasta mediados de 2021, la muerte a cerca de 5.000 personas en el país, o el 0,1% de la población, y había reducido en dos años la esperanza de vida de los hombres y en 0,9 la de las mujeres. Gracias a medidas de salud pública para mitigar inicialmente la propagación de la pandemia y para luego detenerla con vacunación, estos números devastadores, no son aun peores, cuando se compara con lo ocurrido con la gripe española o con la mortalidad en otros países. En el contexto iberoamericano, Costa Rica esta entre los seis países con más baja mortalidad por covid-19.

El país ha experimentado dos grandes olas pandémicas de duración prolongada: la primera que se inicia en junio de 2020 y termina en febrero de 2021 y, la segunda que se inicia abril de 2021 y que continúa muy elevada en setiembre.

El C19 tiene particularidades desde una perspectiva demográfica: en Costa Rica el virus es 60% más letal en hombres que en las mujeres en todas las edades, y en materia de mortalidad, esta es 82% más alta en hombres. Además, por grupos de edad el virus tiene un impacto diferenciado, en las personas nonagenarias es 500 veces más letal que en jóvenes

veinteañeros. Después de aproximadamente los 75 años de edad murieron más del 10% de las personas diagnosticadas en el país.

La cantidad de casos diagnosticados representa solamente una pequeña fracción de todas las infecciones ocurridas, dado que muchos de los casos menos severos y asintomáticos quedan sin diagnosticar. Aunque en muchos países existe evidencia para sugerir que las muertes por C19 no han sido registradas apropiadamente, en el caso de Costa Rica sucede lo contrario. Más bien los datos sugieren que hay un número importante de defunciones que se evitaron por efecto de la pandemia, especialmente en los primeros meses.

En el caso costarricense, un factor determinante ha sido la respuesta institucional en materia de salud, la cual ha permitido una atención en salud tanto a personas con síntomas moderados como severos. Sumado a lo anterior, el acceso al sistema de salud y la capacidad de diagnóstico también han facilitado tener una mejor respuesta en la atención de la pandemia.

Referencias bibliográficas

- Botey, A.M. “La epidemia del cólera (1856) en Costa Rica: una visión de largo plazo”. Revista Diálogos.
- Bolaños, H. y Campos, E. (1996). “El cólera en Costa Rica”. Revista Semana Epidemiológica. Ministerio de Salud y OPS.
- Pérez Brignoli, H. (2010). “La Población de Costa Rica 1750-2000 – Una historia experimental”. Editorial UCR.
- Rosero Bixby, L. (2004). “Evaluación del impacto de la reforma del sector de la salud en Costa Rica mediante un estudio cuasiexperimental”. Revista Panamericana Salud Pública 15 (2):94-103.
- COVID, G. A., & Post-Acute Care Study Group. (2020). Post-COVID-19 global health strategies: the need for an interdisciplinary approach. *Aging Clinical and Experimental Research*, 1.
- He, F., Deng, Y., & Li, W. (2020). Coronavirus disease 2019: What we know?. *Journal of medical virology*, 92(7), 719-725.
- Li, Q., Guan, X., Wu, P., Wang, X., Zhou, L., Tong, Y., ... & Feng, Z. (2020). Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus–infected pneumonia. *New England journal of medicine*.
- Rocklöv, J., Sjödin, H., & Wilder-Smith, A. (2020). COVID-19 outbreak on the Diamond Princess cruise ship: estimating the epidemic potential and effectiveness of public health countermeasures. *Journal of travel medicine*, 27(3), taaa030.
- OMS, 2020. “Transmisión del SARS-CoV-2: repercusiones sobre las precauciones en materia de prevención de infecciones”. *Reseña científica*.
- Megna, Rosario. First month of the epidemic caused by COVID-19 in Italy: current status and real-time outbreak development forecast. *Global health research and policy*, 2020, vol. 5, no 1, p. 1-7
- Redacción Médica, 2020. “Coronavirus: España suma casi 2.700 muertos y roza los 40.000 contagiados”. España. Tomado de <https://www.redaccionmedica.com/secciones/sanidad-hoy/coronavirus-espana-muertos-curados-ultima-hora-directo-martes-24-marzo-4204>
- France 24, 2020a. “Ecuador: la urgente lucha contra la pandemia en Guayaquil”. Noticiero France24. Tomado de : <https://www.france24.com/es/20200401-ecuador-emergencia-cuerpos-v%C3%ADctimas-coronavirus>

- _____ 2020b. “#Covid19Hoy: una España con los hospitales colapsados supera las 1.000 muertes”. Noticiero France24. Tomado de <https://www.france24.com/es/20200320-covid-coronavirus-hoy-china-cero-contagios-locales>
- Valdés, I., 2020. “Los 30 días más críticos de la historia de las UCI: así se reconvirtieron para sobrevivir al colapso”. Periódico El País. España. Tomado de <https://elpais.com/espana/madrid/2020-04-15/los-30-dias-mas-criticos-de-la-historia-de-las-uci-asi-se-reconvirtieron-para-sobrevivir-al-colapso.html>
- Lissardy, G., 2020. “Coronavirus: por qué Nueva York pasó a tener más del 6% de los casos de covid-19 en el mundo y el peligro que representa para EEUU.” BBC news. Tomado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-52013183>
- Islam, N., Shkolnikov, V. M., Acosta, R. J., Klimkin, I., Kawachi, I., Irizarry, R. A., . . . Jdanov, D. A. (2021). Excess deaths associated with covid-19 pandemic in 2020: age and sex disaggregated time series analysis in 29 high income countries. *BMJ*, 373, n1137. doi: doi: 10.1136/bmj.n1137
- Pollard, J. P. (1991). Fun with Gompertz. *Genus*, 47(1/2), 1-20.
- Sasson, I. (2021). Age and COVID-19 mortality: A comparison of Gompertz doubling time across countries and causes of death. *Demographic Research*, 44, 379-396.
- Wu, B. J., McCann, A., Katz, J., Peltier, E., & Singh, K. D. (2021, Updated February 9, 2021). The pandemic’s hidden toll: half a million deaths. *The New York Times*.

ⁱ Se incluyen enfermedades cardiovasculares, renales, y cáncer.

ⁱⁱ SARS: Síndrome Respiratorio Agudo y Severo

ⁱⁱⁱ El análisis se cierra con fecha 5 de julio de 2021 debido a que esta es la última fecha para la que se dispone de la base anonimizada de microdatos de la pandemia, necesaria para muchos de los análisis en esta sección y en la siguiente. La base de datos se bajó del siguiente sitio web del Ministerio de Salud: <http://geovision.uned.ac.cr/oges/evolucioncovid.html>

^{iv} Se presentan tasas de mortalidad que fueron ajustadas a una estructura por edades de la población similar a la de Iberoamérica en su conjunto. Para hacer este ajuste se siguió el método de estandarización indirecta.

^v La normalización consistió en transformar estas tres estadísticas en índices relativos al promedio diario observado en el segundo semestre de 2020, a saber: 901 nuevos diagnósticos, 463 personas hospitalizadas y 11,8 fallecimientos. Por ejemplo, para el 24 de abril de 2021 se tiene un valor normalizado de 2,0 que corresponde a los 1.830 diagnósticos nuevos reportados ese día ($1.830 / 901 = 2,0$).

^{vi} Los datos para calcular directamente el valor de R usualmente no están disponibles, pues se requeriría conocer exactamente quien contagió a quien. Por ello es necesario estimar R con métodos indirectos que se apoyan en modelos matemáticos. Aquí se siguió el método de estimación descrito en: Rosero-Bixby, L., & Miller, T. (2021). The mathematics of the reproduction number R for Covid-19: A primer for demographers. SocArXiv Papers. <https://doi.org/10.31235/osf.io/u6ey9>