

# UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

TCU677

Proyecto:

Modelo de estimación de costos y atención en salud. Cálculo de los años de vida potencialmente perdidos por COVID-19 por cantón para Costa Rica

Tutor: Agustín Gómez

Estudiantes:

Fernando Céspedes Zamora (B61832)

Jason Chavarría Quesada (B82085)

Fiorella Correa Rojas (B62178)

Luis Carlos Robles Azofeifa (B55931)

Isaí Ugalde Araya (B67194)

2021

## **Introducción**

Desde marzo de 2020 la mayoría de países alrededor del mundo se vieron afectados por una pandemia causada por la enfermedad por coronavirus (COVID-19). La OMS tuvo noticia por primera vez de la existencia de este nuevo virus el 31 de diciembre de 2019, al ser informada de un grupo de casos de «neumonía vírica» que se habían declarado en Wuhan (República Popular China) (Organización Mundial de la Salud, 2020). Al ser un nuevo virus, la investigación acerca de sus síntomas y complicaciones se ha ido desarrollando al mismo tiempo que la pandemia se ha ido desenvolviendo.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2021), se han identificado al menos 21 síntomas relacionados al contagio de la enfermedad, entre ellos se encuentran: pérdida del gusto o el olfato, congestión nasal y dolor de garganta, entre los más frecuentes. Además, su complicación puede llevar a problemas respiratorios y hasta la muerte. Al 9 de agosto de 2021, en el mundo se habían reportado cerca de 203 millones de casos confirmados donde aproximadamente 4.2 millones de personas fallecieron. Por otro lado, cerca de 4 billones de dosis de vacuna se habían aplicado.

Se ha encontrado que, aunque cualquier persona se puede enfermar de COVID-19 y presentar un cuadro grave o morir, las personas de más de 60 años y las que padecen afecciones médicas subyacentes - como hipertensión arterial, problemas cardíacos o pulmonares, diabetes, obesidad o cáncer - corren un mayor riesgo de presentar cuadros graves. Esto es importante porque en un país como Costa Rica, donde según el Análisis de la Situación de Salud en el 2018 del Ministerio de Salud, el 36.20% de la población se diagnosticó con hipertensión arterial y el 12.80% con diabetes mellitus y donde la mayor incidencia de estas enfermedades se encuentra en el grupo de personas de 65 a 69 años.

Por lo anterior, interesa analizar los decesos producto del contagio de la COVID-19. Una alternativa para hacerlo es mediante el cálculo de años de vida potencialmente perdidos (AVPP). Este es un indicador que refleja las pérdidas que sufre la sociedad como consecuencia de la muerte de personas que debieron haber vivido más años, según su expectativa de vida. Por medio de este, se puede - una vez más - evidenciar cómo la pandemia es un problema de salud que afecta a la sociedad en diversas formas negativas.

La siguiente investigación utiliza los datos de la Caja Costarricense del Seguro Social y el Ministerio de Salud hasta el 30 de julio de 2021 con el fin de calcular la cantidad de años de vida potencialmente perdidos (AVPP), la tasa AVPP y la media AVPP. Estos tres indicadores son de fundamental importancia ya que de ellos se puede derivar el impacto que ha tenido la enfermedad causada por el COVID-19 en la sociedad costarricense.

### **Años de Vida Potencialmente Perdidos por COVID-19**

El COVID 19 produce un espectro entre síntomas leves de las vías respiratorias superiores hasta neumonía grave potencialmente mortal. “La Organización Mundial de la salud estima que el 80% de los casos son asintomáticos o leves y el 20% de los casos son severos (con 5% considerados críticos, requiriendo ventilación y soporte vital)”, lo cual evidencia la gravedad de la enfermedad y explica por qué se ha convertido en una enfermedad altamente mortal (Grigoletto et al., 2020).

Wang et al. (2020) explican que el virus puede dañar a los pulmones en 3 formas: síndrome agudo de distrés respiratorio con daño alveolar difuso, oclusión microvascular alveolar trombótica difusa y/o la inflamación de las vías respiratorias asociada a mediadores inflamatorios. Todas estas complicaciones llevan a una pobre oxigenación que de no ser tratada de forma efectiva pueden culminar en la muerte del paciente o en un daño pulmonar permanente. Otra de las razones por las cuales se observa un deterioro rápido en los pacientes es el hecho de que la infección por SARS-Cov2 puede traer consigo un deterioro en la capacidad cardiorrespiratoria. Así mismo partir de estudios post-mortem se ha demostrado que el virus de SARS-Cov2 tiene la capacidad de alterar la barrera hematoencefálica, que protege la corteza cerebral lo cual explicaría la aparición de síntomas neurológicos, la formación de microtrombos en el sitio, así como las encefalitis que han sido registradas en diversas partes del mundo.

Con respecto a la mortalidad, se ha encontrado que en un corto período de tiempo “la tasa de infección ha crecido exponencialmente y, al 25 de febrero de 2021, se habían registrado más de ciento trece millones de infecciones en todo el mundo, con más de dos millones de muertes (~ 2.2% de mortalidad general hasta la fecha, lo que se ha reducido del ~ 5% de mortalidad al inicio del brote)” (Mallah et al., 2021).

Goldstein y Lee (2020) exploran las perspectivas demográficas sobre la mortalidad por COVID-19 y la comparación con otras epidemias pasadas en Estados Unidos:

Partiendo de un escenario de 1 millón de muertes por COVID-19, el virus mata a más estadounidenses que las epidemias pasadas, pero cuando se tiene en cuenta el tamaño de la población, la gripe española es más mortal. Teniendo en cuenta los años de vida restantes, calculamos que la gripe española provocó pérdidas aún mayores. Las escalas de las epidemias de VIH y opioides eran mucho más pequeñas cada año, pero durante décadas se volvieron comparables al COVID-10 en términos de muertes per cápita y a la gripe española en términos de años de vida perdidos.

Para el presente trabajo resulta de interés la discusión en torno a los años de vida potencialmente perdidos por el SARS Cov 2. La revista Nature publicó un artículo en el cual se calculó los años de vida perdidos en 81 países debido a muertes atribuibles a COVID-19, (dentro de los 81 países se consideró Costa Rica). “Para 6 de enero de 2021, los AVPP en los países muy afectados son de 2 a 9 veces el promedio de influenza estacional; tres cuartas partes de los AVPP resultan de muertes en edades menores de 75 años y casi un tercio de muertes menores de 55 años; y los hombres han perdido un 45% más de años de vida que las mujeres.” Los datos confirman el gran impacto en la mortalidad de COVID-19 en la población adulta mayor. Así mismo, a través de este estudio se calculó que el promedio de años de vida perdidos por muerte es de 16 años (con datos hasta el 6 de enero del 2021) (Pifarré et al., 2021).

El indicador de Años de Vida Potencialmente Perdidos (AVPP) es una estimación de cuántos años más debería vivir una persona según su esperanza de vida. Toma en cuenta el número de muertes por una causa y la distribución de años de las personas. Es decir, muestra cuántos años de vida perdió la sociedad por una causa. El cálculo de AVPP por COVID-19 sigue la siguiente fórmula:

$$AVPP = \sum_{i=1}^L [(L - i) \times d_i]$$

Donde:  $I$  es la edad límite inferior establecida,  $L$  es la edad límite superior establecida (la cual es la esperanza de edad para cada grupo de edad),  $i$  es la edad de la muerte y  $d$  el número de defunciones a la edad  $i$ .

### Metodología

Se utilizaron los datos de la Caja Costarricense del Seguro Social y el Ministerio de Salud hasta el 30 de julio de 2021. Debido a la estructura de los datos, el cálculo se realizó por cantón y a nivel país. Se encuentra que, en 2020, el cantón con mayor AVPP fue el de San Rafael, con 141,092 años. Seguido por Los Chiles y Cañas con cerca de 135 y 96 años, respectivamente. Ese año, 21 de 82 cantones tuvieron una AVPP positiva. Estos cantones son: San Rafael, Los Chiles, Cañas, Oreamuno, Limón, La Unión, Poás, Upala, Naranjo, El Guarco, Sarapiquí, Acosta, Aserrí, Tilarán, Liberia, Nandayure, Tarrazú, Jiménez, Guatuso, Garabito y Bagaces. En 2021, los cantones con mayor AVPP fueron Alajuela, San José y Heredia con 1615, 1108 y 870, respectivamente. Además, 58 de 82 cantones tuvieron su AVPP positiva.

Además del cálculo de AVPP, se puede utilizar este indicador junto con el total de población de un país para crear una tasa y, también, junto con el total de defunciones para encontrar cuántos años se pierde por persona por estas causas, es decir, formar un promedio (Araya y Gómez, 2017). Estos dos cálculos toman la siguiente forma:

$$Tasa\ AVPP = \frac{AVPP}{Población\ total} \times 100\ 000$$

$$Media\ AVPP = \frac{AVPP}{Total\ de\ defunciones}$$

Las cuales corresponden a la cantidad de años perdidos por cada cien mil habitantes y la cantidad de años perdidos promedio por cada fallecimiento.

### Resultados y discusión

Como se mencionó en la sección anterior, el AVPP es un indicador que permite determinar la cantidad o número de años que se hubieran vivido, si las personas no hubieran fallecido por COVID-19. Por otro lado, la tasa AVPP es el número de años que se pierden en una población hipotética de 100 mil habitantes, por muertes derivadas de COVID-19; es útil para comparar entre sitios en los cuales la población real difiere, dado que esta se toma en cuenta en la fórmula de cálculo. Por otro lado, la media AVPP se obtiene del cociente de AVPP con las muertes ocurridas en el periodo; este valor representa los años de vida que se pierden por COVID-19, por cada persona fallecida.

A nivel nacional, puede notarse a partir de la Tabla 1, que al 30 de julio de 2021 (2021 a partir de este punto), el 2020 es superado tanto en el indicador AVPP, como en su tasa y media asociadas. Esto quiere decir que ha habido un mayor número de años potenciales perdidos para 2021 respecto a 2020, por causa del COVID-19.

Tabla 1. Indicador AVPP, tasa AVPP y media AVPP para Costa Rica durante el 2020 y 2021

Costa Rica	Periodo		
	2020	2021	Total
AVPP	-9525,5	11432,6	1907,1
Tasa	-186,4	221,4	36,9
Media	-4,3	4,0	0,4

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

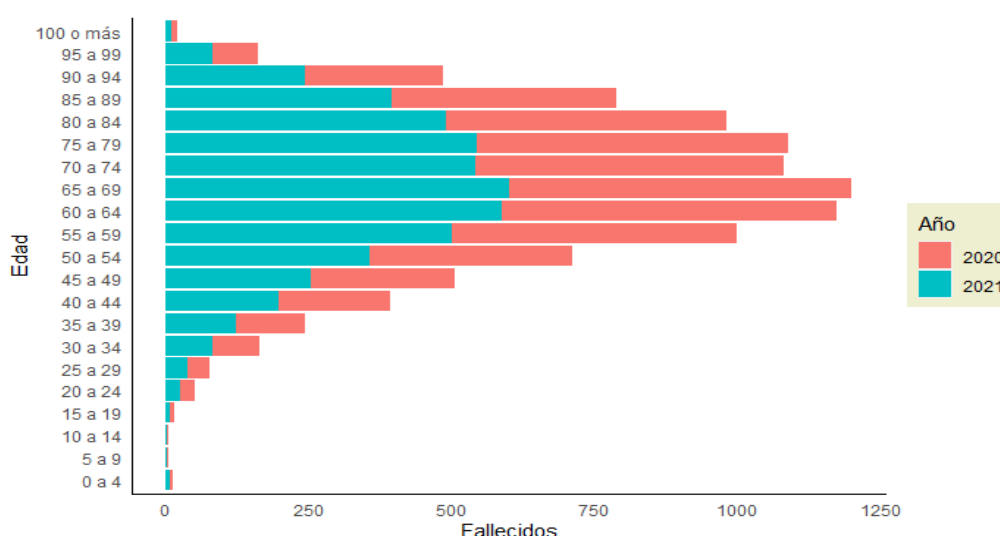
Cabe destacar que los números negativos correspondientes al 2020, se refieren a que, durante ese año, de las defunciones ocurridas, la tendencia fue que las personas fallecidas ya hubieran superado su esperanza de vida. Caso opuesto sucede con el 2021, del cual se concluye que las personas que han muerto son, en general, más jóvenes.

### Análisis por grupos de edad

Bajo esta lógica, si se realiza el análisis de fallecimientos por grupos de edad, puede notarse a partir de la Figura 1, que tanto para 2020 como 2021, el número mayor de muertes ocurrió en personas entre 65 y 69 años; seguidos por los de 60 a 64. Dado que en 2020 la esperanza de vida corresponde a 78.7 años, los fallecidos en estas categorías de edad no superaron su esperanza de vida, por lo que fueron las edades en las cuales hubo mayor pérdida de años de vida potenciales.

En relación con lo anterior, durante 2020, se observa un comportamiento más pronunciado a que las personas mayores, ubicadas entre los 60 y 69 años, hayan sido las que más murieron; sin embargo, a pesar de que lo mismo ocurre para 2021, resalta que para este año, las restantes edades próximas tienden a acercarse al número de muertes de personas entre 60 a 64 y 65 a 69 años, lo cual es evidencia de que las personas jóvenes están falleciendo en mayor medida por causas asociadas al COVID-19.

Figura 1. Costa Rica: número de muertes debido al Covid-19 por grupo de edad y año.

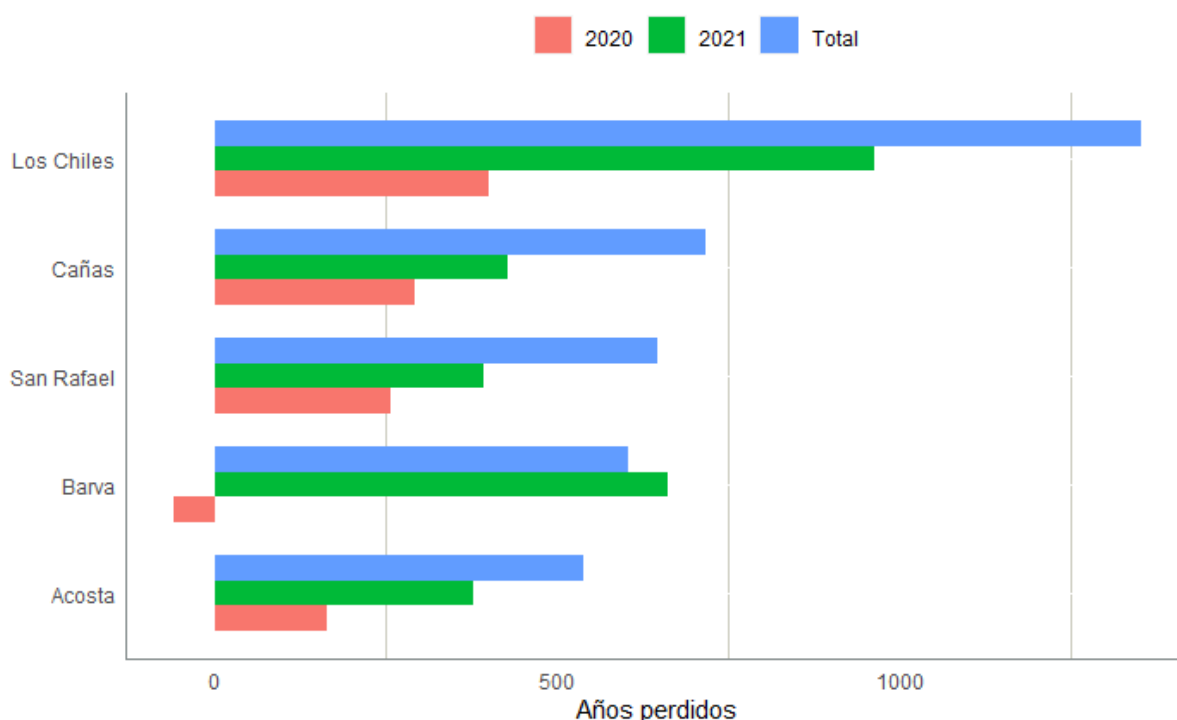


Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

### Análisis cantonal a nivel país

Debido a que la población en cada cantón es distinta, la tasa AVPP permite tomarla en cuenta y estandarizar los resultados, con la cual se pueden realizar comparaciones a nivel país. De este modo, a partir de la Figura 2, puede notarse los cinco cantones en los cuales se perdieron más años de vida por cada mil habitantes, incluyendo tanto 2020 como 2021, y su comportamiento durante ambos años:

Figura 1. Tasa AVPP para los cinco cantones con mayor número de años perdidos por cada 100 mil habitantes, periodo 2020-2021



Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Puede notarse a partir del gráfico anterior, que, de los cinco cantones, Barva es el único que tuvo en algún periodo, una tasa negativa, lo cual implica que el número de personas que murieron en dicho cantón, fue el que tuvo el mayor incremento para 2021 respecto a 2020. De manera global, Los Chiles fue el cantón en el que hubo mayor pérdida de años de vida por cada 100 mil habitantes, seguido por Cañas y San Rafael.

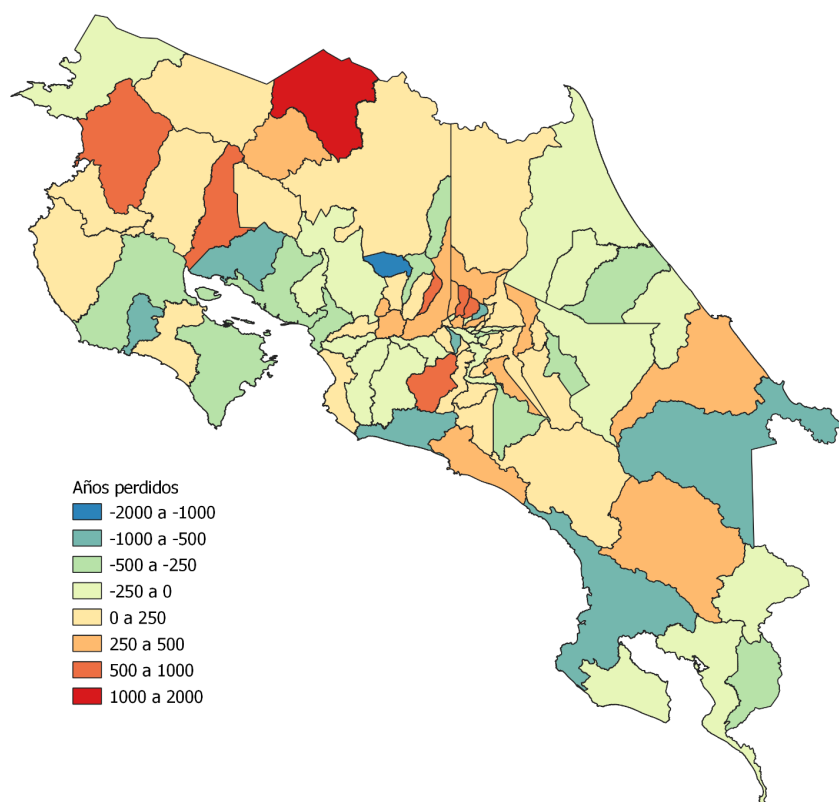
Este comportamiento es análogo a 2020, siendo Los Chiles, Cañas y San Rafael, los cantones con una tasa mayor al resto, con cerca de 399, 292 y 255 años perdidos por cada 100 mil habitantes. Sin embargo, para 2021, los tres cantones con mayor tasa fueron: Los Chiles (962), Santo Domingo (921) y Santa Bárbara (905); de los cuales, solo Los Chiles coincide con los cinco cantones en los que tomando en cuenta tanto 2020 como 2021, presentan la mayor tasa AVPP.

Por otro lado, para el 2020, la media AVPP fue de aproximadamente 17 años en Los Chiles, 8 años en Oreamuno y 7 años en El Guarco y Tilarán, siendo los cantones con una media mayor en el país. En el 2021 esto cambió a 18 años en León Cortés, 16 años en Tarrazú y 14 años en Santa Bárbara. De manera acumulativa, los cantones de León Cortés

Castro (18), Los Chiles (11) y Tarrazú (11) presentan las medias AVPP más altas. Sin embargo, estos valores dependen del número de fallecimientos ocurridos en cada cantón. En relación con esto, cabe destacar que el número de defunciones ocurridas hasta el 30 de julio de 2021 fue cerca del 29% mayor que las ocurridas durante el 2020.

De modo general, y tomando en cuenta ambos años de pandemia, puede apreciarse a partir de la figura 2, los cantones en los que no hubo pérdida de años de vida, y aquellos en los que hubo pérdida de 0 a 250, de 250 a 500, de 500 a 1000 y más de 1000. Resalta, como se mencionó, Los Chiles, con 1354 años de vida perdidos por cada 100 mil habitantes.

Figura 2. Comportamiento cantonal de la tasa AVPP para Costa Rica, periodo 2020-2021.



Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

### Análisis cantonal a nivel provincial

- San José

Tabla 2. Indicador AVPP, tasa AVPP y media AVPP para la provincia de San José, según cantón por año

Cantón	AVPP		Tasa		Media	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
San José	-1383,3	1107,8	-398,2	316,8	-4,3	4,1
Desamparados	-670,6	638,8	-273,5	258,3	-4,4	5,3
Goicoechea	-592,2	482,4	-427,5	345,4	-7,1	4,5
Escazú	-356,1	-186,5	-508,4	-264,0	-11,1	-5,3
Montes de Oca	-280,9	20,8	-449,2	33,1	-13,4	0,8
Curridabat	-271,6	219,8	-341,3	274,2	-6,0	4,1
Alajuelita	-245,7	357,3	-259,9	372,7	-3,6	6,6
Vázquez de Coronado	-241,7	301,3	-337,2	416,6	-7,8	7,3
Moravia	-164,7	185,8	-262,8	295,1	-7,2	5,0
Santa Ana	-159,1	187,2	-263,1	306,1	-5,9	6,5
Mora	-89,5	55,2	-295,2	180,8	-6,9	3,2
Tibás	-55,5	-30,8	-65,4	-36,1	-0,9	-0,5
Pérez Zeledón	-39,0	294,6	-27,2	205,7	-0,8	2,8
Dota	-23,1	1,3	-290,1	16,1	-23,1	0,4
Puriscal	-8,5	-28,4	-22,4	-74,1	-0,8	-1,7
León Cortés	0,0	18,4	0,0	132,6	0,0	18,4
Turubares	0,0	-0,3	0,0	-4,0	0,0	-0,3
Tarrazú	11,3	32,1	61,2	171,9	5,7	16,0
Aserri	35,1	49,4	55,3	77,1	2,0	2,2
Acosta	36,0	83,3	163,8	376,5	6,0	13,9

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Puede notarse a partir de la Tabla 2, que quince de los veinte cantones para la provincia de San José, tuvieron valores negativos para el AVPP, su tasa y media aritmética durante 2020. Es decir, para estos cantones las personas que fallecieron habían superado su esperanza de vida, por lo que en realidad no hubo pérdida de años de vida. Sin embargo, para 2021 este comportamiento cambia, debido a que solo en cuatro cantones, las personas fallecidas excedieron su esperanza; esto implica que, en 2021, para San José, han fallecido personas más jóvenes con respecto a 2020.

Para 2020, resaltan Tarrazú, Aserri y Acosta como los cantones en donde hubo pérdida de años de vida por el COVID-19, con 11, 35 y 36 años respectivamente. Si se considera la población referente a estos cantones, se tiene una tasa de 61, 55 y 164; lo cual significa que hubo una pérdida de 61, 55 y 164 años de vida por cada 100 mil habitantes, respectivamente. Asimismo, para estos cantones hubo un promedio de 5,7, 2 y 6 años de vida perdidos por cada persona, debido al COVID-19.



Aunado a lo anterior, para 2021 el comportamiento es distinto. Los cantones con mayor valor en los indicadores son San José, Desamparados y Goicoechea, con un AVPP de 1108, 639 y 482 años de vida perdidos, respectivamente. Esto implica que, en dichos sitios, hubo una tendencia al fallecimiento de personas que no habían alcanzado la esperanza de vida. Si se considera las poblaciones de cada cantón, se tiene que se perdieron 317, 258 y 345 años de vida por cada 100 mil habitantes, respectivamente; con un promedio de 4.1, 5.3 y 4.5 años perdidos por cada persona.

- Alajuela

Tabla 3. Indicador AVPP, tasa AVPP y media AVPP para la provincia de Alajuela, según cantón por año

Cantón	AVPP		Tasa		Media	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Alajuela	-803,9	1615,2	-255,9	507,8	-4,7	7,4
San Carlos	-374,4	6,1	-187,1	26,0	-6,3	0,5
Grecia	-253,5	266,1	-324,8	337,4	-9,1	5,2
San Ramón	-238,0	130,0	-253,5	137,0	-10,8	3,0
Zarcero	-208,5	-32,4	-1453,8	-223,5	-14,9	-3,6
Palmares	-152,5	291,0	-372,7	703,2	-13,9	8,3
Sarchí	-79,2	6,1	-357,2	27,4	-26,4	0,9
Río Cuarto	-59,2	-17,1	-374,4	-105,9	-19,7	-8,6
Atenas	-58,2	137,6	-198,2	464,7	-8,3	8,6
Orotina	-49,1	29,4	-206,5	122,1	-8,2	2,1
San Mateo	-13,1	17,9	-182,9	247,8	-13,1	6,0
Guatuso	3,5	48,2	18,2	247,8	0,4	4,4
Naranjo	62,0	58,4	127,0	118,5	4,4	2,4
Upala	62,9	-8,3	116,3	-15,1	4,8	-0,6
Poás	64,0	113,4	188,1	328,9	4,9	5,4
Los Chiles	134,6	331,5	399,5	962,4	16,8	10,0

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

A partir de la Tabla 3, puede notarse que once de los dieciséis cantones para la provincia de Alajuela, tuvieron valores negativos para el AVPP, su tasa y media durante 2020; lo cual equivale a que no haya habido pérdida de años, dado que las personas fallecidas ya habían superado su esperanza de vida. Sin embargo, para 2021 este comportamiento cambia, debido a que solo en tres cantones, las personas que murieron excedieron su esperanza; por ello en los restantes trece cantones, se tienen valores positivos en los indicadores.

Para 2020, resaltan Guatuso, Naranjo, Upala, Poás y Los Chiles, como los cantones en donde hubo pérdida de años de vida por el COVID-19, con 3.5, 62, 63, 64 y 134.6 años perdidos respectivamente. Si se considera la población referente a estos cantones, se tiene una tasa de 18.2, 127, 116.3, 188.1 y 399.5, años perdidos por cada 100 mil habitantes, respectivamente. Asimismo, para estos cantones hubo un promedio de 0.4, 4.4, 4.8, 4.9 y 16.8, años de vida perdidos por cada persona, debido al COVID-19.

Aunado a lo anterior, para 2021 el comportamiento para los cantones mencionados se mantiene, e incluso se pierden más años de vida; con excepción de Upala, en donde se obtienen valores negativos en los indicadores. Sin embargo, de ellos, solamente Los Chiles se encuentra entre los tres cantones que presentaron mayor pérdida de años de vida de la provincia, junto con Alajuela y Palmares. Sus respectivos AVPP corresponden a 331.5, 1615.2, y 291 años de vida perdidos, respectivamente. Si se consideran las poblaciones de cada cantón, se tiene que se perdieron 962.4, 507.8, y 703.2 años de vida por cada 100 mil habitantes, respectivamente; con un promedio de 10, 7.4 y 8.3 años perdidos por cada persona.

- Cartago

Tabla 4. Indicador AVPP, tasa AVPP y media AVPP para la provincia de Cartago, según cantón por año

Cantón	AVPP		Tasa		Media	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Cartago	-205.9	408.4	-125.5	247.2	-5.6	5.9
Turrialba	-94.3	-27.2	-128.0	-36.9	-8.6	-1.0
Paraíso	-27.3	163.0	-43.3	257.2	-2.5	7.4
Alvarado	-1.4	28.9	-9.3	186.2	-0.7	4.8
Jiménez	6.0	-68.9	36.5	-421.9	6.0	-7.7
El Guarco	61.9	54.8	133.7	117.4	6.9	5.0
La Unión	75.0	155.8	66.6	137.2	1.7	3.5
Oreamuno	87.8	79.1	175.6	157.3	8.0	4.7

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Puede notarse a partir de la Tabla 4, que cuatro de los ocho cantones para la provincia de San José, tuvieron valores negativos para el AVPP, su tasa y media durante 2020. Es decir, para estos cantones las personas que fallecieron habían superado su esperanza de vida. No obstante, para 2021, solamente Turrialba mantuvo su comportamiento constante de tener indicadores negativos, siendo el único cantón en el que no hubo años de vida perdidos.

Para 2020, resaltan Jiménez, El Guarco, La Unión y Oreamuno como los cantones en donde hubo pérdida de años de vida por el COVID-19, con 6, 61.9, 75 y 87.8 años respectivamente. Si se considera la población referente a estos cantones, se tiene una tasa de 36.5, 133.7, 66.6 y 175.6 respectivamente; lo cual significa que hubo una pérdida de 36.5, 133.7, 66.6 y 175.6 años de vida por cada 100 mil habitantes, respectivamente. Asimismo, para estos cantones hubo un promedio de 6, 6.9, 1.7 y 8 años de vida perdidos por cada persona, debido al COVID-19.

Aunado a lo anterior, para 2021 solamente en Turrialba y Jiménez los fallecidos superaron su esperanza de vida. Entre los cantones con mayor pérdida de años, destacan Cartago, Paraíso y La Unión, con un AVPP de 408.4, 163 y 155.8 años de vida perdidos, respectivamente. Si se consideran las poblaciones de cada cantón, se tiene que se perdieron 247.2, 257.2 y 137.2 años de vida por cada 100 mil habitantes, respectivamente; con un promedio de 5.9, 7.4 y 3.5 años perdidos por cada persona.

- Heredia

Tabla 5. Indicador AVPP, tasa AVPP y media AVPP para la provincia de Heredia, según cantón por año

Cantón	AVPP		Tasa		Media	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Heredia	-497,3	870,3	-347,2	601,7	-5,6	10,2
Santo Domingo	-267,3	455,6	-545,1	921,1	-10,7	10,6
Santa Bárbara	-176,4	392,4	-412,3	905,5	-12,6	14,0
San Isidro	-142,8	6,1	-614,7	26,0	-6,8	0,5
Flores	-86,8	46,3	-348,7	184,0	-10,8	2,3
San Pablo	-60,9	-0,9	-195,1	-2,9	-3,4	0,0
Belén	-42,5	70,2	-160,5	263,4	-4,7	3,7
Barva	-27,8	315,2	-59,1	662,0	-1,5	12,1
Sarapiquí	55,8	103,6	67,2	121,3	2,7	5,2
San Rafael	141,1	219,7	255,3	392,8	6,4	6,9

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

A partir de la Tabla 5, puede notarse que ocho de los diez cantones para la provincia de Heredia, tuvieron valores negativos para el AVPP, su tasa y media durante 2020; lo cual equivale a que no haya habido pérdida de años, dado que las personas fallecidas ya habían superado su esperanza de vida. Sin embargo, para 2021 este comportamiento cambia, debido a que solo en un cantón, San Pablo, las personas que murieron excedieron su esperanza; por ello en los restantes nueve cantones, se tienen valores positivos en los indicadores.

Para 2020, resaltan Sarapiquí y San Rafael, como los cantones en donde hubo pérdida de años de vida por el COVID-19, con 55.8 y 141.1 años perdidos respectivamente. Si se considera la población referente a estos cantones, se tiene una tasa de 67.2 y 255.3 años perdidos por cada 100 mil habitantes, respectivamente. Asimismo, para estos cantones hubo un promedio de 5.2 y 6.9 años de vida perdidos por cada persona, debido al COVID-19.

Aunado a lo anterior, para 2021 hay pérdida de años de vida en todos los cantones menos San Pablo, como se mencionó previamente. De ellos, los tres que más destacan son Heredia, Santo Domingo y Santa Bárbara, debido a que sus respectivos AVPP corresponden a 870.3, 455.6 y 392.4 años de vida perdidos, respectivamente. Si se consideran las poblaciones de cada cantón, se tiene que se perdieron 601.7, 921.1 y 905.5 años de vida por cada 100 mil habitantes, respectivamente; con un promedio de 10.2, 10.6 y 14 años perdidos por cada persona.

- Guanacaste

Tabla 6. Indicador AVPP, tasa AVPP y media AVPP para la provincia de Guanacaste, según cantón por año

Cantón	AVPP		Tasa		Media	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Nicoya	-160,1	-90,0	-283,0	-157,6	-6,2	-2,8
Hojancha	-54,2	-16,4	-677,5	-204,4	-18,1	-8,2
Santa Cruz	-52,2	161,3	-75,7	230,0	-5,2	3,7
La Cruz	-14,2	-40,0	-52,6	-145,2	-2,8	-3,6
Carrillo	-8,7	14,3	-18,8	30,6	-0,7	0,5
Abangares	0,0	-146,9	0,0	-729,0	0,0	-14,7
Bagaces	1,1	5,7	4,7	23,2	0,3	0,9
Nandayure	18,2	-11,4	154,4	-96,8	3,6	-5,7
Liberia	19,0	373,0	24,6	476,3	0,8	6,9
Tilarán	34,1	-27,1	156,7	-124,0	6,8	-5,4
Cañas	95,5	140,9	292,2	426,6	6,0	12,8

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Puede notarse a partir de la Tabla 6, que cinco de los once cantones para la provincia de San José, tuvieron valores negativos para el AVPP, su tasa y media durante 2020. Es decir, para estos cantones las personas que fallecieron habían superado su esperanza de vida. Para 2021, a pesar de que hubo un comportamiento cambiante en algunos cantones, de manera general, seis de los once cantones presentaron valores negativos, indicando que su población fallecida sobrepasaba su esperanza.

Para 2020, resaltan Nandayure, Liberia, Tilarán y Cañas como los cantones en donde hubo más pérdida de años de vida por el COVID-19, con 18.2, 19, 34 y 95.5 años respectivamente. Si se considera la población referente a estos cantones, se tiene una tasa de 154.4, 24.6, 156.7 y 292.2, respectivamente; lo cual significa que hubo una pérdida de dichas cantidades de años de vida por cada 100 mil habitantes, respectivamente. Asimismo, para estos cantones hubo un promedio de 3.6, 0.8, 6.8 y 6 años de vida perdidos por cada persona, debido al COVID-19.

Aunado a lo anterior, para 2021 destacan Liberia, Santa Cruz y Cañas como los cantones con mayor pérdida de años, con un AVPP de 373, 161.3 y 141 años de vida perdidos, respectivamente. Si se consideran las poblaciones de cada cantón, se tiene que se perdieron 476.3, 230 y 426.6 años de vida por cada 100 mil habitantes, respectivamente; con un promedio de 6.9, 3.7 y 12.8 años perdidos por cada persona.

- Puntarenas

Tabla 7. Indicador AVPP, tasa AVPP y media AVPP para la provincia de Puntarenas, según cantón por año

Cantón	AVPP		Tasa		Media	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Puntarenas	-683,4	263,9	-487,8	185,8	-8,1	4,9
Osa	-169,0	-64,6	-542,8	-206,5	-8,0	-3,2
Parrita	-91,6	-101,0	-453,3	-490,4	-15,3	-5,9
Buenos Aires	-86,4	242,5	-161,6	448,1	-3,3	5,8
Coto Brus	-85,9	22,5	-193,9	50,8	-14,3	2,8
Corredores	-61,8	-107,7	-117,8	-203,5	-3,1	-2,3
Golfito	-55,9	-1,8	-122,7	-4,0	-9,3	-0,1
Montes de Oro	-51,5	15,9	-359,5	110,0	-4,3	3,2
Esparza	-13,7	-168,3	-35,9	-434,6	-1,1	-7,6
Quepos	-12,3	113,1	-37,1	337,2	-0,9	6,0
Garabito	2,3	48,6	8,8	181,7	0,2	4,9

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

A partir de la Tabla 7, puede notarse que diez de los once cantones para la provincia de Puntarenas, tuvieron valores negativos para el AVPP, su tasa y media durante 2020; lo cual equivale a que no haya habido pérdida de años, dado que las personas fallecidas ya habían superado su esperanza de vida. Sin embargo, para 2021 este comportamiento solo se mantuvo para Osa, Parrita, Corredores y Esparza.

Para 2020, resalta Garabito como el único cantón en donde hubo pérdida de años de vida por el COVID-19, con 2.3 años perdidos respectivamente. Si se considera la población referente a este cantón, se tiene una tasa de 8.8 años perdidos por cada 100 mil habitantes, respectivamente, con un promedio de 4.9 años perdidos por persona.

Aunado a lo anterior, para 2021 el panorama de años de vida se amplía, destacándose Puntarenas, Buenos Aires y Quepos como los cantones en donde hay mayor pérdida de años de vida, debido a que sus respectivos AVPP corresponden a 263.9, 242.5 y 113 años de vida perdidos, respectivamente. Si se consideran las poblaciones de cada cantón, se tiene que se perdieron 185.8, 448.1 y 337.2 años de vida por cada 100 mil habitantes, respectivamente; con un promedio de 4.9, 5.8 y 6 años perdidos por cada persona.

- Limón

Tabla 8. Indicador AVPP, tasa AVPP y media AVPP para la provincia de Limón, según cantón por año

Cantón	AVPP		Tasa		Media	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Pococí	-193,3	90,5	-128,3	59,3	-8,8	1,2
Talamanca	-149,1	-113,9	-345,4	-259,0	-5,5	-5,4
Siquirres	-103,9	-61,3	-160,0	-93,8	-2,3	-1,3
Guácimo	-37,7	-77,8	-68,3	-138,8	-4,2	-3,4
Matina	-32,3	15,6	-69,6	33,3	-2,7	1,1
Limón	86,1	304,0	86,3	303,9	1,9	5,1

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Puede notarse a partir de la Tabla 8, que cinco de los seis cantones para la provincia de Puntarenas, tuvieron valores negativos para el AVPP, su tasa y media durante 2020; lo cual equivale a que no haya habido pérdida de años, dado que las personas fallecidas ya habían superado su esperanza de vida. Sin embargo, para 2021 este comportamiento cambió para Pococí, y Matina.

Para 2020, resalta Limón como el único cantón en donde hubo pérdida de años de vida por el COVID-19, con 86.1 años perdidos respectivamente. Si se considera la población referente a este cantón, se tiene una tasa de 86.3 años perdidos por cada 100 mil habitantes, respectivamente, con un promedio de 5.1 años perdidos por persona.

Aunado a lo anterior, para 2021 el panorama de pérdida de años de vida se amplía, siendo Limón, Pococí y Matina los cantones en donde hay pérdida de años de vida. Sus respectivos AVPP corresponden a 304, 90.5 y 15.6 años de vida perdidos, respectivamente. Si se consideran las poblaciones de cada cantón, se tiene que se perdieron 303.9, 59.3 y 33.3 años de vida por cada 100 mil habitantes, respectivamente; con un promedio de 5, 1.2 y 1 años perdidos por cada persona.

### Conclusiones

A partir de los resultados anteriores, se determina que las principales discapacidades en pacientes post-Covid son la fatiga y la disnea, las cuales, según algunos estudios, podrían permanecer por varios años, lo cual resalta la importancia de la rehabilitación, particularmente en casos graves.

La secuela más discapacitante en los pacientes COVID-19 es la fibrosis pulmonar, debido a que la cicatrización permanente del tejido pulmonar impide una apropiada oxigenación, y por ende dificulta la realización de actividades cotidianas diarias.

Una de las posibles causas del aumento en la media de años perdidos por persona en 2021 con respecto a 2020, es la exposición de personas más jóvenes al virus, debido a que desde el inicio de este año se comenzó la vacunación en el país dando prioridad a las personas de mayor edad, disminuyendo así la incidencia en estos grupos poblacionales.

Aunado a lo anterior, de manera específica para los cantones, se establece que Los Chiles fue el que tuvo mayor número de años perdidos por cada 100 mil habitantes, para el periodo 2020-2021, seguido por Cañas, San Rafael, Barva y Acosta, en dicho orden.

A nivel provincial, se nota que en los cantones cabeceras de provincias, la tendencia es a que en 2021 sean en los que haya mayor pérdida de años, en comparación con el resto de cantones de sus respectivas provincias. En este punto, Puntarenas destaca de manera positiva, ya que fue la provincia que logró mantener la mayoría de sus cantones sin pérdidas de años potenciales de vida para el periodo en cuestión.

Por último, y uno de los principales resultados, fue la determinación de que las personas fallecidas durante 2021 tendieron a ser más jóvenes respecto a su esperanza de vida, y esto fue lo que produjo un aumento en los indicadores AVPP, Tasa AVPP y Media AVPP para dicho año, a nivel país, y en la mayoría de cantones.

### Referencias bibliográficas

- Fan, C. Y., Fann, J. C., Yang, M. C., Lin, T. Y., Chen, H. H., Liu, J. T., & Yang, K. C. (2021). Estimating global burden of COVID-19 with disability-adjusted life years and value of statistical life metrics. *Journal of the Formosan Medical Association = Taiwan yi zhi*, 120 Suppl 1, S106–S117. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2021.05.019>
- Goldstein, J. R., & Lee, R. D. (2020). Demographic perspectives on the mortality of COVID-19 and other epidemics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(36), 22035–22041. <https://doi.org/10.1073/pnas.2006392117>
- Grigoletto, I., Cavalheri, V., de Lima, F., Cipulo E. (2020). Recovery after COVID-19: The potential role of pulmonary rehabilitation. *Braz J Phys Ther*, 24(6): 463–464. doi: 10.1016/j.bjpt.2020.07.002
- Kirill Müller (2020). here: A Simpler Way to Find Your Files. R package version 1.0.1. <https://CRAN.R-project.org/package=here>
- Mallah, S. I., Ghorab, O. K., Al-Salmi, S., Abdellatif, O. S., Tharmaratnam, T., Iskandar, M. A., Sefen, J., Sidhu, P., Atallah, B., El-Lababidi, R., & Al-Qahtani, M. (2021). COVID-19: breaking down a global health crisis. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials*, 20(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s12941-021-00438-7>
- Ministerio de Salud. (2019). *Análisis de la Situación de Salud 2018*. [https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre\\_ministerio/memorias/memoria\\_2014\\_2018/memoria\\_institucional\\_2018.pdf](https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre_ministerio/memorias/memoria_2014_2018/memoria_institucional_2018.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (12 de octubre de 2020). *Información básica sobre la COVID-19*. <https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>
- Organización Mundial de la Salud. (9 de agosto de 2021). *WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. <https://covid19.who.int/>
- Philipp Schauburger and Alexander Walker (2020). openxlsx: Read, Write and Edit xlsx Files. R package version 4.2.3. <https://CRAN.R-project.org/package=openxlsx>

Pifarré i Arolas, H., Acosta, E., López-Casasnovas, G. *et al.* Years of life lost to COVID-19 in 81 countries. *Sci Rep* **11**, 3504 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83040-3>

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Wang, F., Kream, R. M., & Stefano, G. B. (2020). Long-Term Respiratory and Neurological Sequelae of COVID-19. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*, *26*, e928996. <https://doi.org/10.12659/MSM.928996>

Wickham et al., (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, *4*(43), 1686, <https://doi.org/10.21105/joss.01686>

## Anexos

Tabla 9. Número de defunciones para la provincia de San José, por año según cantón

Cantón	Defunciones		
	2020	2021	Total
San José	325	270	595
Acosta	6	6	12
Alajuelita	69	54	123
Aserri	18	22	40
Curridabat	45	54	99
Desamparados	153	120	273
Dota	1	3	4
Escazú	32	35	67
Goicoechea	83	108	191
León Cortés	0	1	1
Montes de Oca	21	27	48
Mora	13	17	30
Moravia	23	37	60
Pérez Zeledón	49	104	153
Puriscal	11	17	28
Santa Ana	27	29	56
Tarrazú	2	2	4
Tibás	62	61	123
Turubares	0	1	1
Vázquez de Coronado	31	41	72

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.



Tabla 10. Número de defunciones para la provincia de Alajuela, por año según cantón

Cantón	Defunciones		
	2020	2021	Total
Alajuela	170	218	388
Atenas	7	16	23
Grecia	28	51	79
Guatuso	8	11	19
Los Chiles	8	33	41
Naranjo	14	24	38
Orotina	6	14	20
Palmares	11	35	46
Poás	13	21	34
Río Cuarto	3	2	5
San Carlos	59	122	181
San Mateo	1	3	4
San Ramón	22	44	66
Sarchí	3	7	10
Upala	13	13	26
Zarcero	14	9	23

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Tabla 11. Número de defunciones para la provincia de Cartago, por año según cantón

Cantón	Defunciones		
	2020	2021	Total
Cartago	37	69	106
Alvarado	2	6	8
El Guarco	9	11	20
Jiménez	1	9	10
La Unión	44	45	89
Oreamuno	11	17	28
Paraíso	11	22	33
Turrialba	11	26	37

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Tabla 12. Número de defunciones para la provincia de Heredia, por año según cantón

Cantón	Defunciones		
	2020	2021	Total
Heredia	89	85	174
Barva	18	26	44
Belén	9	19	28
Flores	8	20	28
San Isidro	21	12	33
San Pablo	18	21	39
San Rafael	22	32	54
Santa Bárbara	14	28	42
Santo Domingo	25	43	68
Sarapiquí	21	20	41

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Tabla 13. Número de defunciones para la provincia de Guanacaste, por año según cantón

Cantón	Defunciones		
	2020	2021	Total
Liberia	23	54	77
Abangares	0	10	10
Bagaces	4	6	10
Cañas	16	11	27
Carrillo	12	31	43
Hojancha	3	2	5
La Cruz	5	11	16
Nandayure	5	2	7
Nicoya	26	32	58
Santa Cruz	10	44	54
Tilarán	5	5	10

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Tabla 14. Número de defunciones para la provincia de Puntarenas, por año según cantón

Cantón	Defunciones		
	2020	2021	Total
Puntarenas	84	54	138
Buenos Aires	26	42	68
Corredores	20	47	67
Coto Brus	6	8	14
Esparza	13	22	35
Garabito	11	10	21
Golfito	6	24	30
Montes de Oro	12	5	17
Osa	21	20	41
Parrita	6	17	23
Quepos	14	19	33

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Tabla 15. Número de defunciones para la provincia de Limón, por año según cantón

Cantón	Defunciones		
	2020	2021	Total
Limón	46	60	106
Guácimo	9	23	32
Matina	12	14	26
Pococí	22	77	99
Siquirres	46	49	95
Talamanca	27	21	48

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Tabla 16. Esperanza de vida según año

Año	Esperanza de vida	Año	Esperanza de vida
1920	64,4	1975	73,7
1925	64,4	1980	74,9
1930	64,4	1985	75,6
1935	64,4	1990	75,7
1940	64,4	1995	76,0
1945	64,4	2000	77,0
1950	64,4	2005	77,8
1955	67,2	2010	78,7
1960	68,5	2015	78,7
1965	69,1	2020	78,7
1970	70,9		

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social y Ministerio de Salud, 2020-2021.

Repositorio de Github con bases y código empleado:

<https://github.com/fercz7/Modelo-AVPP>

Tabla 17. Código para la obtención de resultados y creación de gráficos, mediante el software estadístico R

- Librerías

```
library(tidyverse)
```

```
here::here()
```

- Carga de datos

```
distribucion <- readxl::read_xlsx( "Datos/Fallecidos_30_7_2021.xlsx" ) %>%
```

```
as.data.frame()
```

```
distribucion <- distribucion %>%
```

```
mutate(year = lubridate::year( lubridate::ymd( Fecha ) ))
```

```
distribucion2 <- readxl::read_xlsx( "Datos/Fallecidos_30_7_2021_acumulado.xlsx" )
%>%
```

```

as.data.frame()

distribucion2 <- distribucion2 %>%

mutate(year = lubridate::year( lubridate::ymd( Fecha ) ))


cantones <- distribucion %>%

select(Nombre_canton) %>%

distinct() %>%

filter(Nombre_canton != "Otros") %>%

arrange(Nombre_canton) %>%

as.vector()


poblacion <- readxl::read_xlsx( "Datos/Pob_cantonal.xlsx" )


esperanza <- readxl::read_xlsx( "Datos/Esperanza de vida por grupos de edad.xlsx" )

esperanza <- esperanza %>%

  arrange( desc( year ))

  ·      Cálculos por edad

avpp_por_canton = function(datos, canton, pob_year, years){

  base = datos %>%

    filter(Nombre_canton == canton & year == years)

  base2 = pob_year[poblacion$Canton2==canton]


  edades <- c()

  for (i in 1:nrow(esperanza)) edades[i] = sum(base[,i+5])*(esperanza$espe[i]-(i*5-2.5))

```

```

edades <- edades %>% as_tibble()

cant = unique( base$Nombre_canton )

AVPP = sum( edades )

Tasa_AVPP = as.numeric(AVPP*100000/base2)

Media_AVPP = AVPP/sum( base$Fallecido_Total )

Media_AVPP = replace_na(Media_AVPP, 0)

Defunciones = base %>% select(Fallecido_Total) %>% colSums()

resultados = c(cant, years, AVPP, Tasa_AVPP, Media_AVPP, Defunciones)

names(resultados) = c("Cantón", "Año", "AVPP", "Tasa AVPP", "Media AVPP",
"Defunciones")

return(resultados)}

```

- Estimaciones cantonales

```

avpp_por_canton_2020 = matrix(0, nrow = nrow( cantones ), ncol = 6 )

colnames( avpp_por_canton_2020 ) = c("Cantón", "Año", "AVPP", "Tasa AVPP", "Media
AVPP", "Defunciones")

avpp_por_canton_acum = avpp_por_canton_2021 = avpp_por_canton_2020

for (i in 1:nrow( cantones )) {

  avpp_por_canton_2020[i,] = avpp_por_canton(distribucion, cantones[i,],
poblacion$Pob2020, 2020)

  avpp_por_canton_2021[i,] = avpp_por_canton(distribucion, cantones[i,],

```

```

poblacion$Pob2021, 2021)

  avpp_por_canton_acum[i,] = avpp_por_canton(distribucion2, cantones[i,],
poblacion$Pob2021, 2021) }

avpp_por_canton_2020 <- avpp_por_canton_2020 %>% as_tibble()

avpp_por_canton_2020 <- avpp_por_canton_2020 %>%

  mutate(AVPP = as.numeric(AVPP),

    `Tasa AVPP` = as.numeric(`Tasa AVPP`),

    `Media AVPP` = as.numeric(`Media AVPP`),

    Defunciones = as.numeric(Defunciones))

avpp_por_canton_2021 <- avpp_por_canton_2021 %>% as_tibble()

avpp_por_canton_2021 <- avpp_por_canton_2021 %>%

  mutate(AVPP = as.numeric(AVPP),

    `Tasa AVPP` = as.numeric(`Tasa AVPP`),

    `Media AVPP` = as.numeric(`Media AVPP`),

    Defunciones = as.numeric(Defunciones))

avpp_por_canton_acum <- avpp_por_canton_acum %>% as_tibble()

avpp_por_canton_acum <- avpp_por_canton_acum %>%

  mutate(AVPP = as.numeric(AVPP),

    `Tasa AVPP` = as.numeric(`Tasa AVPP`),

    `Media AVPP` = as.numeric(`Media AVPP`),

    Defunciones = as.numeric(Defunciones))

```

- Estimaciones para el país

```
AVPP2020 <- avpp_por_canton_2020 %>%
```

```
  select(AVPP) %>%
```

```
  colSums()
```

```
AVPP2021 <- avpp_por_canton_2021 %>%
```

```
  select(AVPP) %>%
```

```
  colSums()
```

```
AVPPacum <- avpp_por_canton_acum %>%
```

```
  select(AVPP) %>%
```

```
  colSums()
```

```
Tasa2020 <- avpp_por_canton_2020 %>%
```

```
  select(AVPP) %>%
```

```
  colSums()/sum(poblacion$Pob2020)*100000
```

```
Tasa2021 <- avpp_por_canton_2021 %>%
```

```
  select(AVPP) %>%
```

```
  colSums()/sum(poblacion$Pob2021)*100000
```

```
Tasaacum <- avpp_por_canton_acum %>%
```

```
  select(AVPP) %>%
```



```
colSums()/sum(poblacion$Pob2021)*100000
```

```
Media2020 <- AVPP2020/distribucion %>%
```

```
  filter(year==2020) %>%
```

```
  select(Fallecido_Total) %>%
```

```
  mutate_all(as.numeric) %>%
```

```
  colSums()
```

```
Media2021 <- AVPP2021/distribucion %>%
```

```
  filter(year==2021) %>%
```

```
  select(Fallecido_Total) %>%
```

```
  mutate_all(as.numeric) %>%
```

```
  colSums()
```

```
Mediaacum <- AVPPacum/distribucion2 %>%
```

```
  select(Fallecido_Total) %>%
```

```
  mutate_all(as.numeric) %>%
```

```
  colSums()
```

```
Total_pais <- rbind(c(AVPP2020, Tasa2020, Media2020),
```

```
                    c(AVPP2021, Tasa2021, Media2021),
```

```
                    c(AVPPacum, Tasaacum, Mediaacum))) %>%
```

```
  as_tibble() %>%
```

```
  add_column(c(2020, 2021, "Acumulado"), .before = 1)
```

```
colnames(Total_pais) <- c( "Año", "AVPP", "Tasa/100k", "Media" )
```

- Resultados

```
resultados <- list("2020" = avpp_por_canton_2020,  
                  "2021" = avpp_por_canton_2021,  
                  "TOTAL" = avpp_por_canton_acum,  
                  "PAIS" = Total_pais)
```

```
openxlsx::write.xlsx(resultados, here::here("Datos/Tasas_AVPP_por_cantón.xlsx"))
```

- Gráficos

```
bind_cols(  
  avpp_por_canton_2020,  
  avpp_por_canton_2021,  
  avpp_por_canton_acum  
) %>%  
  
select(Cantón...1, `Tasa AVPP...4`, `Tasa AVPP...10`, `Tasa AVPP...16`) %>%  
  
rename(canton = Cantón...1,  
       `2020` = `Tasa AVPP...4`,  
       `2021` = `Tasa AVPP...10`,  
       Total = `Tasa AVPP...16`) %>%  
  
arrange(desc(Total)) %>%  
  
mutate(canton = fct_reorder(canton, Total)) %>%
```

```

slice(1:5) %>%

pivot_longer(-canton) %>%

ggplot(aes(x = canton, y = value, fill = name)) +

geom_bar(stat = "identity", position = "dodge", width = 0.7) +

coord_flip() +

theme(axis.line = element_line(colour = "azure4", size = 0.5, linetype = "solid"),

      axis.ticks = element_line(linetype = "blank"),

      panel.grid.minor = element_line(colour = "ivory3"),

      legend.title = element_text(colour = NA),

      panel.background = element_rect(fill = NA),

      legend.position = "top", legend.direction = "horizontal") +

labs(x = NULL, y = "Años perdidos")

nomb_col <- c("year", "0 a 4", "5 a 9", "10 a 14", "15 a 19", "20 a 24", "25 a 29", "30 a 34",
"35 a 39", "40 a 44", "45 a 49", "50 a 54", "55 a 59", "60 a 64", "65 a 69", "70 a 74", "75 a
79", "80 a 84", "85 a 89", "90 a 94", "95 a 99", "100 o más")

distribucion %>%

select(c(year, Fallec_Edad0_a_4:Fallec_Edad100_o_más)) %>%

mutate(across(c(everything(), -year), .fns = sum)) %>%

slice(c(1, 1000)) %>%

setNames(nomb_col) %>%

pivot_longer(-year) %>%

mutate(year = as_factor(year),

      fct_name = rep(seq(1:21), 2),

```

```
fct_year = rep(1:2, each = 21),  
  
name = fct_reorder(name, fct_name),  
  
year = fct_reorder(year, fct_year)) %>%  
ggplot(aes(x = name, y = value, fill = year)) +  
geom_bar(stat = "identity") +  
theme(axis.line = element_line(size = 0.5, linetype = "solid"),  
      axis.ticks = element_line(linetype = "blank"),  
      panel.background = element_rect(fill = NA),  
      legend.background = element_rect(fill = "lightyellow2")) +  
labs(x = "Edad", y = "Fallecidos", fill = "Año") +  
coord_flip()
```