

Estimación del exceso de mortalidad por todas las causas en Sinaloa y sus municipios durante 2020-2021: primeros dos años de la pandemia de COVID-19

Estimation of excess mortality from all causes in Sinaloa and its municipalities during 2020-2021: first two years of the COVID-19 pandemic

Uriel Martín Valenzuela-Zavala¹, Martín Humberto Félix-Medina^{2,*}

1. Lic. en Matemáticas, egresado de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Autónoma de Sinaloa
2. Profesor e Investigador adscrito a la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Autónoma de Sinaloa

***Autor de correspondencia:** Martín Humberto Félix-Medina
Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Ciudad Universitaria,
Av. de las Américas y Blvd. Universitarios, CP 80010 Culiacán Rosales, Sinaloa, México.
email: mhfelix@uas.edu.mx

DOI <http://dx.doi.org/10.28960/revmeduas.2007-8013.v13.n3.004>

Recibido 23 de febrero 2023, aceptado 31 de mayo 2023

RESUMEN

Objetivo. Estimar los excesos, excesos acumulados y porcentajes de exceso acumulado de mortalidad por todas las causas de Sinaloa y sus municipios en los años 2020 y 2021, tanto agregados como desagregados por sexo y grupos de edad. **Material y métodos.** Las estimaciones se obtuvieron mediante un modelo de regresión lineal propuesto por Karlinsky y Kobak y mediante un modelo de efectos mixtos de Poisson propuesto por Acosta e Irizarry, y se calcularon utilizando los datos reportados por el INEGI sobre las defunciones ocurridas de 2015 a 2021. **Resultados.** Los excesos de mortalidad acumulados en Sinaloa en 2020 y 2021 fueron alrededor de 7,000 y 13,600 decesos, y los respectivos porcentajes de exceso de mortalidad acumulado fueron alrededor de 50% y 43%. Los municipios que mostraron los menores valores del porcentaje de exceso fueron Choix y Salvador Alvarado, y los que presentaron los mayores porcentajes fueron Angostura y Escuinapa. Tanto a nivel estatal, como en la mayoría de los municipios, los hombres presentaron los mayores valores del exceso acumulado, pero las mujeres tuvieron los mayores valores de los porcentajes de exceso acumulado. El grupo de 65 años y más presentó, en general, los mayores valores del exceso acumulado, pero el grupo de 45 a 64 años tuvo los mayores valores del porcentaje de exceso acumulado. **Conclusiones.** En Sinaloa, el impacto de la epidemia en la mortalidad fue mayor que el observado a nivel nacional, y más grave que el impacto sugerido por los decesos confirmados por COVID-19.

Palabras clave: COVID-19, epidemia, exceso de mortalidad.

ABSTRACT

Objective. Estimate the excess, accumulated excess, and percentage of accumulated excess mortality from all causes of Sinaloa and its municipalities in the years 2020 and 2021, both aggregated and disaggregated by sex and age groups. **Materials and methods.** The estimates were obtained by means of a linear regression model proposed by Karlinsky and Kobak and by a Poisson mixed model proposed by Acosta and Irizarry, and were calculated using the data reported by the INEGI on deaths that occurred from 2015 to 2021. **Results.** The all-cause excess mortalities in Sinaloa in 2020 and 2021 were about 7,000 y 13,600 deaths, and the respective percentages of accumulated excess mortality were about 50% y 43%. The municipalities that presented the lowest values of the percentage of excess were Choix and Salvador Alvarado, and those that presented the greatest values of the percentages were Angostura and Escuinapa. Both at the state level, and in most of the municipalities, the men presented the highest values of the accumulated excess; but women presented the greatest values of the percentages of accumulated excess. The group of 65 years and older presented, in general, the highest values of the accumulated excess, but the group of 45 to 64 years presented the greatest values of the percentages of accumulated excess. **Conclusions.** In Sinaloa, the impact of the epidemic on mortality was greater than that observed at the national level, and more serious than the impact suggested by the deaths confirmed by COVID-19.

Key words: COVID-19, epidemic, mortality excess.

INTRODUCCION

La pandemia de COVID-19 ha afectado a prácticamente todos los países del mundo. Los efectos negativos de esta epidemia se han manifestado en todos los sectores de la sociedad,

desde el económico, hasta el educativo, pasando por el laboral y el de salud. En todos los sectores los efectos han tenido un alto costo; sin embargo, el costo más alto ha sido el asociado

con el gran número de decesos que ha ocasionado^{1,2}.

En México el primer caso y el primer deceso confirmados de SARS-CoV-2 se reportaron el 27 de febrero y el 18 de marzo de 2020, respectivamente³. En Sinaloa, las fechas reportadas del primer caso y del primer deceso confirmado fueron prácticamente las mismas que en México: 28 de febrero y 26 de marzo de 2020, respectivamente⁴. A partir de esas fechas, la Secretaría de Salud y Servicios de Salud de Sinaloa inició a registrar los casos y decesos confirmados de COVID-19. Al término del año 2020, los números de casos y decesos reportados fueron 26,362 y 4,208, respectivamente⁵, y al término del año 2021 los correspondientes números fueron 76,077 y 9,108⁶. Sin embargo, es evidente, dado el bajo número de pruebas de detección de COVID que se aplicaron, que los números de casos y decesos confirmados son muy inferiores a los valores reales de casos y decesos que ocurrieron.

Un procedimiento que se ha utilizado en muchos países para cuantificar el número de decesos que ha provocado la epidemia de COVID-19 es la estimación del exceso de mortalidad por todas las causas. La idea en la que se basa esta metodología es en estimar la diferencia entre el número de muertes ocurridas en un periodo especificado y las que se esperarían que ocurrieran si no se hubiera presentado la epide-

mia. Por tanto, bajo el supuesto de que la ocurrencia de la epidemia es el único cambio significativo que ocurrió durante el periodo de interés, es natural considerar que el exceso de muertes está asociado con la ocurrencia de dicho evento. Es importante señalar que con este procedimiento no se estima el número de decesos asociados directamente con COVID-19, sino que se estima el total de muertes por todas las causas que exceden el número de muertes pronosticadas en ausencia de la epidemia. Dado que el procedimiento requiere de predecir el número de decesos que se esperarían obtener en caso de que la epidemia no se hubiera presentado, existe una gran cantidad de variantes de esta metodología, las cuales difieren en el modelo que usan para estimar las muertes esperadas. Unkel et al.⁷ presentan una revisión de algunas de las variantes que se han propuesto; sin embargo, esta área de investigación es muy activa y nuevas propuestas han aparecido posteriormente a esa publicación.

Esta metodología ya se ha usado para estimar exceso de mortalidad por todas las causas durante la pandemia de COVID-19 en México. Por ejemplo, Dahal et al.⁸, Karlinsky y Kobak⁹ y Wang et al.¹⁰ presentan resultados sobre el exceso de mortalidad en México, y en otros países, pero sus resultados son a nivel nacional, esto es, no presentan resultados desagregados para los estados. En México, las estimaciones oficiales del exceso de mortalidad son las que

realiza el Grupo Interinstitucional para la estimación del exceso de mortalidad por todas las causas¹¹. Este grupo, que depende del Gobierno Federal, ha publicado, desde agosto de 2020, boletines mensuales en los cuales reportan estimaciones mensuales del exceso de mortalidad a nivel nacional y para cada uno de los estados¹². Palacio-Mejía et al.¹³ presentaron también resultados correspondientes al año 2020. Sin embargo, tampoco reportan resultados a nivel municipal.

En este trabajo presentamos estimaciones del exceso de mortalidad, del exceso de mortalidad acumulado y del porcentaje de exceso de mortalidad acumulado correspondientes al estado de Sinaloa y a cada uno de sus municipios que se tuvieron en cada uno de los meses de los años 2020 y 2021 a partir del mes de marzo del año 2020. Los resultados se presentan sin desagregar, así como desagregados por sexo y por grupos de edad. Las estimaciones se realizaron mediante los siguientes dos modelos: un modelo de regresión lineal múltiple usado por Karlinsky y Kobak⁹ y un modelo Poisson de efectos mixtos y errores autocorrelacionados propuesto por Acosta e Irizarry¹⁴. Las estimaciones se obtuvieron a partir de los datos sobre decesos ocurridos durante el periodo 2015-2021 y reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía¹⁵ (INEGI) en 2022.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron dos modelos para estimar los excesos de mortalidad: modelo de regresión lineal múltiple propuesto por Karlinsky y Kobak y modelo de efectos mixtos de Poisson propuesto por Acosta e Irizarry. A continuación se describen brevemente esos modelos.

Modelo de regresión lineal múltiple propuesto por Karlinsky y Kobak

El modelo es el siguiente $y_{t,x} = \beta_0 + \beta_1 x + \sum_{i=2}^{12} \beta_i z_i + \varepsilon_{t,x}$, donde $y_{t,x}$ es el número de decesos en el mes t del año x ; β_1 es el incremento (si $\beta_1 > 0$) o el decremento (si $\beta_1 < 0$) en el número de decesos promedio que ocurren en un año; z_2, \dots, z_{12} son variables indicadoras de los meses del año, esto es, $z_i = 1$ si $i = t$, y $z_i = 0$ en otro caso y $\varepsilon_{t,x}$ es un término de error aleatorio con distribución normal con media cero y varianza σ^2 , $t = 1, \dots, 12$, $x = 2015, \dots, 2019$. Se supone además que los términos de error son mutuamente independientes. Con este modelo se considera que el número de decesos es una función lineal del tiempo (x). Asimismo, efectos estacionales se incluyen a través de las variables indicadoras $z_i, i = 2, \dots, 12$.

A partir de los datos sobre los decesos reportados en los 60 meses que comprenden el periodo de 2015 a 2019, se obtienen las estimaciones de mínimos cuadrados $\hat{\beta}_j, j = 0, \dots, 12$, de

los coeficientes del modelo, así como la estimación $\hat{\sigma}^2$ de la varianza de los términos de error. La estimación del exceso de mortalidad correspondiente al mes t del año x , $x = 2020, 2021$, se obtiene como la diferencia entre el valor observado $y_{t,x}$ y la predicción obtenida (bajo el supuesto de que no se presentó la epidemia) $\hat{y}_{t,x}$ de ese mes, es decir $\widehat{em}_{t,x} = y_{t,x} - \hat{y}_{t,x}$. La estimación del exceso de mortalidad acumulado hasta el mes T del año 2020 es $\widehat{ema}_{T,2020} = \sum_{t=3}^T \widehat{em}_{t,2020}$, donde $t = 3$ representa al mes de marzo, mes en el cual comenzó a presentarse el efecto de la epidemia en la mortalidad, y $T = 3, \dots, 12$. La correspondiente estimación hasta el mes T del año 2021 es $\widehat{ema}_{T,2021} = \widehat{ema}_{12,2020} + \sum_{t=1}^T \widehat{em}_{t,2021}$, $T = 1, \dots, 12$. Intervalos de confianza tanto del exceso de mortalidad del mes t , como del exceso acumulado hasta el mes T , ya sea del año 2020 o del 2021, se obtienen mediante los procedimientos ordinarios del análisis de regresión lineal. Finalmente, la estimación del porcentaje del exceso de mortalidad en el mes t del año x es $100\widehat{em}_{t,x}/\hat{y}_{t,x}$, la del porcentaje del exceso de mortalidad acumulado hasta el mes T del año 2020 es $100\widehat{ema}_{T,2020}/\sum_{t=3}^T \hat{y}_{t,2020}$ y hasta el mes T del año 2021 es $100\widehat{ema}_{T,2021}/[\sum_{t=3}^{12} \hat{y}_{t,2020} + \sum_{t=1}^T \hat{y}_{t,2021}]$. Es importante señalar que la comparación de los efectos que tuvo la epidemia en la mortalidad de los diferentes municipios, grupos de edad o sexos, se basó en el porcentaje de exceso acumulado, ya que esta estadística

toma en cuenta el tamaño del grupo y corrige el hecho de que municipios o grupos grandes tienden a presentar valores grandes de exceso de mortalidad.

Cabe aclarar que en los casos en los cuales la relación entre $y_{t,x}$ y x no es lineal, se consideró una relación cuadrática, esto es, se agregó al modelo anterior el término $\hat{\beta}_{13}x^2$. Asimismo, para estimar el exceso de mortalidad para cada sexo se definió la variable indicadora s del deceso de una mujer, esto es, $s = 1$ si el deceso es de una mujer y $s = 0$ si el deceso es de un hombre. Así, el modelo anterior se transformó en $y_{t,x,s} = \beta_0 + \beta_1x + \sum_{i=2}^{12} \beta_i z_i + \beta_{13}s + \beta_{14}x \times s + \sum_{i=15}^{25} \beta_i z_{i-13} \times s + \varepsilon_{t,x,s}$, donde $y_{t,x,s}$ es el número de decesos de mujeres, si $s = 1$, o el de hombres si $s = 0$, en el mes t del año x . De manera similar, para estimar el exceso de mortalidad para cada uno de los siguientes cuatro grupos de edad que definieron Palacio-Mejía et al.¹³: (1) Menores de 20 años, (2) 20 a 44 años, (3) 45 a 64 años, y (4) 65 años y más, se definieron las variables indicadoras w_1, w_2 y w_3 para los primeros tres grupos, y el modelo original se transformó en $y_{t,x,w} = \beta_0 + \beta_1x + \sum_{i=2}^{12} \beta_i z_i + \beta_{13}w_1 + \beta_{14}x \times w_1 + \sum_{i=15}^{25} \beta_i z_{i-13} \times w_1 + \beta_{26}w_2 + \beta_{27}x \times w_2 + \sum_{i=28}^{38} \beta_i z_{i-26} \times w_2 + \beta_{39}w_3 + \beta_{40}x \times w_3 + \sum_{i=41}^{51} \beta_i z_{i-39} \times w_3 + \varepsilon_{t,x,w}$, donde $w = (w_1, w_2, w_3)$, $y_{t,x,w}$ es el número de decesos en el grupo de edad i si $w_i = 1$ y $w_j = 0$, $j \neq i$, y es

el número de decesos en el grupo de edad 4 si $w_i = 0, i = 1, 2, 3$, en el mes t del año x .

Modelo de efectos mixtos de Poisson propuesto por Acosta e Irizarry

El modelo de Acosta e Irizarry para describir el número de decesos mensuales en los 84 meses que comprende el periodo de enero de 2015 a diciembre de 2021 es $Y_t | \varepsilon_t \sim \text{Poisson}(\mu_t [1 + f(t)] \varepsilon_t), t = 1, \dots, 84$, donde Y_t es el número de decesos en el mes t , μ_t es el número esperado de decesos en el mes t en ausencia de la epidemia, $100 \times f(t)$ es el incremento porcentual en el número de decesos en el mes t debido a la epidemia y $\varepsilon_t, t = 1, \dots, 84$, son variables aleatorias autocorrelacionadas estrictamente positivas, con media $E(\varepsilon_t) = 1$, varianza $V(\varepsilon_t) = \sigma^2$ y covarianzas $\text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t'}) = \sigma^2 \rho_{|t'-t|}, s \neq t, t' = 1, \dots, 84$. El número esperado de decesos μ_t se modela mediante $\mu_t = N_t \exp\{\alpha(t) + s(t)\}$, donde N_t es el tamaño de la población en el mes t , el cual se supone que es conocido, $\alpha(t)$ es una función lineal de t que describe la variación de la mortalidad a largo plazo y $s(t)$ es una función periódica anual que describe la tendencia estacional de la mortalidad y está dada por el modelo armónico: $s(t) = \sum_{k=1}^K \{a_k \cos(2\pi kt/12) + b_k \sin(2\pi kt/12)\}$.

La estimación de los parámetros de este modelo se realiza en tres etapas. En la primera etapa se usan los datos correspondientes a los

meses de los años 2015 a 2019, esto es, antes del inicio de la epidemia, en los cuales $f(t) = 0$, y por tanto $Y_t | \varepsilon_t \sim \text{Poisson}(\mu_t \varepsilon_t)$. Así, los parámetros μ_t se estiman mediante un modelo lineal generalizado cuasi-Poisson. En la segunda etapa, se usan las estimaciones $\hat{\mu}_t$ de μ_t que se obtuvieron en la etapa anterior, y se estiman, también usando los datos previos al inicio de la epidemia, las varianzas σ^2 y los coeficientes de autocorrelación $\rho_{|t'-t|}$ de las variables ε_t . Finalmente, en la tercera etapa se estima, mediante un procedimiento iterativo de mínimos cuadrados generalizados y usando las estimaciones de los parámetros que se obtuvieron en las dos etapas previas, $f(t)$ para los meses comprendidos en el periodo de la epidemia.

Una vez que se estiman los parámetros del modelo, la estimación del exceso de mortalidad $em_t = \mu_t \times f(t)$ correspondiente al mes t es $\hat{em}_t = \hat{\mu}_t \times \hat{f}(t)$, y la estimación del exceso de mortalidad acumulado hasta el mes T , $ema_T = \sum_{t=63}^T em_t$, es $\hat{ema}_T = \sum_{t=63}^T \hat{em}_t, 63 \leq t, T \leq 84$. Intervalos de confianza del exceso de mortalidad en el mes t y del exceso acumulado hasta el mes T se obtienen aproximando las distribuciones de \hat{em}_t y \hat{ema}_T mediante distribuciones normales. La estimación del porcentaje del exceso de mortalidad en el mes t es $100\hat{em}_t/\hat{\mu}_t$, y la del porcentaje del exceso de mortalidad acumulado hasta el mes T es $100\hat{ema}_T/\sum_{t=63}^T \hat{\mu}_t, 63 \leq t, T \leq 84$.

Este modelo se puede extender para realizar estimaciones de los excesos y excesos de mortalidad acumulados desagregados por sexo y por grupos de edad. Los detalles de esta generalización se describen en la publicación¹⁴ de Acosta e Irizarry.

Base de datos y programa de cómputo

Las estimaciones de los excesos y de los porcentajes de exceso de mortalidad correspondientes al estado de Sinaloa y a cada uno de sus municipios se basaron en los datos reportados por INEGI en 2022 sobre las defunciones ocurridas en el periodo comprendido de 2015 a 2021. Inferencias sobre los parámetros del modelo de regresión propuesto por Karlinsky y Kobak, así como sobre los excesos y los excesos de mortalidad acumulados, se realizaron mediante el programa **R**¹⁶. Las correspondientes inferencias basadas en el modelo de Acosta e Irizarry se realizaron mediante el paquete “*excessmort*”¹⁷ del programa **R**.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de las estimaciones de los excesos de mortalidad y excesos de mortalidad acumulados del estado de Sinaloa correspondientes a los meses de los años 2020 y 2021 que se obtuvieron con el modelo de Acosta e Irizarry. Se presentan también

los números de defunciones confirmadas de COVID-19 reportadas por la Secretaría de Salud de Sinaloa, así como las estimaciones reportadas por el Gobierno Federal a través del Grupo Interinstitucional para la estimación del exceso de mortalidad por todas las causas. Cabe señalar que el cálculo del exceso de mortalidad se inició a partir del mes de marzo de 2020, ya que en ese mes comenzaron los decesos asociados con COVID-19. Asimismo, es pertinente aclarar que las estimaciones que se obtuvieron con el modelo de regresión de Karlinsky y Kobak son similares a las que se obtuvieron con el modelo de Acosta e Irizarry. Por ejemplo, las estimaciones de exceso de mortalidad acumulado y los respectivos intervalos del 95% de confianza correspondientes a los meses de diciembre de 2020 y 2021 que se obtuvieron con el modelo de regresión de Karlinsky y Kobak fueron 7,042.4 (6,364.5, 7,720.2) y 13,526.6 (12,144.1, 14,909.0). Solamente, reportaremos las que se obtuvieron con el modelo de Acosta e Irizarry por limitaciones de espacio y por ser éstas las que presentaron menor variabilidad.

De los resultados del Cuadro 1 se observa que en los meses de marzo y abril de 2020 las estimaciones del exceso de mortalidad son negativas. Esto posiblemente fue consecuencia de que las medidas de confinamiento que se tomaron redujeron considerablemente las muertes por accidentes de tránsito, y aunado a eso, a

que todavía no se presentaba un número considerable de decesos causados directa o indirectamente por la epidemia. En el 2020 el máximo del exceso de mortalidad se presentó en el mes de Julio, con alrededor de 2,050 decesos. El siguiente incremento en el exceso de mortalidad se presentó en el mes de enero de 2021, con alrededor de 700 decesos, y posteriormente en agosto, con aproximadamente 1,820 casos. Los excesos acumulados al término del primer y del segundo año fueron de alrededor de 7,030 y

13,640 decesos; sin embargo, los números de las correspondientes muertes por COVID-19 confirmadas y reportadas fueron solamente de 4,212 y 9,108. Así, a fines de 2020 y 2021, los números de decesos confirmados y reportados de COVID-19 fueron alrededor del 60% y 67%, respectivamente, de los excesos de mortalidad acumulados. Finalmente, cabe señalar que nuestras estimaciones de los excesos de mortalidad acumulados son similares a los reportados por el Gobierno Federal.

Cuadro 1. Estimaciones de los excesos y excesos acumulados de mortalidad de cada uno de los meses de 2020 y 2021 correspondientes al estado de Sinaloa obtenidas con el modelo de Acosta e Irizarry.

Año 2020					Año 2021				
Mes	Decesos acumulados confirmados de COVID-19	Exceso de mortalidad	Exceso acumulado de mortalidad	Exceso acumulado reportado por el Gobierno Federal	Mes	Decesos acumulados confirmados de COVID-19	Exceso de mortalidad	Exceso acumulado de mortalidad	Exceso acumulado reportado por el Gobierno Federal
Ene.	0	No calculado	No calculado	66	Ene.	4633	701.1 (503.0,899.2)	7733.9 (7098.4,8369.5)	8498
Feb.	0	No calculado	No calculado	116	Feb.	5023	642.6 (442.6,842.7)	8376.6 (7710.2,9042.9)	9087
Mar.	3	-53.0 (-250.0,144.1)	-53.0 (-250.0,144.1)	-3	Mar.	5694	568.1 (369.2,766.9)	8944.6 (8249.3,9640.0)	9433
Abr.	142	-241.5 (-434.7,-48.2)	-294.4 (-570.4,-18.4)	275	Abr.	6081	229.6 (34.6,424.7)	9174.3 (8452.1,9896.5)	9582
May.	469	345.1 (155.6,534.6)	50.7 (-284.1,385.5)	1449	May.	6262	113.3 (-78.0,304.5)	9287.6 (8540.5,10034.6)	9650
Jun.	1298	1474.0 (1286.4,1661.7)	1524.7 (1141.0,1908.5)	3363	Jun.	6459	224.7 (35.3,414.1)	9512.2 (8741.5,10283.0)	9829
Jul.	2181	2050.2 (1862.2,2238.2)	3574.9 (3147.6,4002.3)	5300	Jul.	6986	949.8 (760.1,1139.5)	10462.0 (9668.3,11255.7)	11381
Ago.	2788	1179.2 (990.1,1368.3)	4754.1 (4286.8,5221.4)	6181	Ago.	7984	1824.5 (1633.6,2015.3)	12286.5 (11470.1,13102.8)	13042
Sep.	3184	724.0 (534.4,913.6)	5478.1 (4973.8,5982.4)	6587	Sep.	8500	930.1 (738.8,1121.5)	13216.6 (12378.1,14055.1)	13401
Oct.	3594	556.2 (366.3,746.1)	6034.3 (5495.4,6573.2)	6922	Oct.	8753	213.3 (21.7,405.0)	13429.9 (12569.8,14290.0)	13512
Nov.	3907	536.5 (345.3,727.7)	6570.8 (5999.0,7142.6)	7205	Nov.	8923	271.2 (78.2,464.2)	13701.1 (12819.6,14582.6)	13383
Dic.	4208	462.0 (267.7,656.3)	7032.8 (6428.9,7636.7)	7539	Dic.	9108	-60.1 (-256.2,136.0)	13641.0 (12738.0,14544.0)	13276

Nota: En las columnas tituladas "Exceso de mortalidad" y Exceso acumulado de mortalidad" los números en paréntesis representan los límites inferior y superior del intervalo del 95% de confianza.

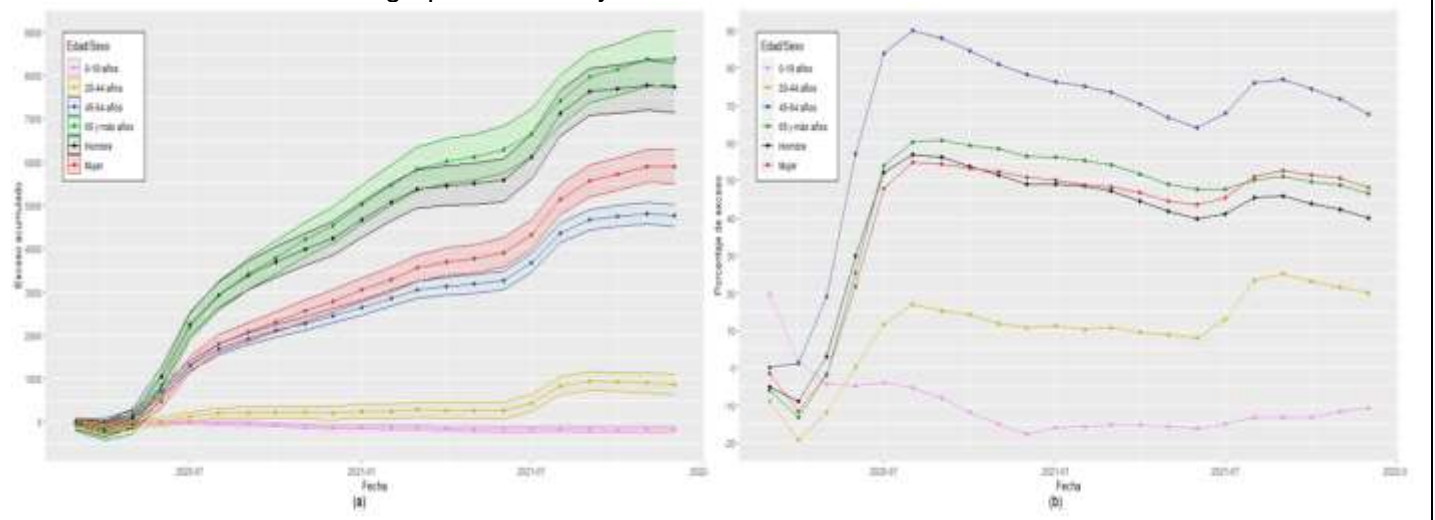
En Figura 1(a) se presentan las curvas de los excesos de mortalidad acumulados con sus correspondientes bandas del 95% de confianza para hombres y mujeres, y para los cuatro grupos de edad que se consideraron. Claramente

se observa que los excesos de los hombres superaron a los de las mujeres. Asimismo, que el grupo de 65 años y más fue el que presentó el mayor exceso, seguido por el grupo de 45 a 64 años. Los grupos de 20 a 44 años y de 0 a 19

años presentaron valores mucho más bajos que los otros grupos. El grupo de 0 a 19 años presentó valores negativos del exceso acumulado y el de 20 a 44 años presentó valores prácticamente nulos del exceso hasta el primer semestre de 2021, y a partir de ahí mostró un cierto incremento. Observe que las curvas de todos los grupos, con excepción de las de estos dos últimos presentaron un fuerte incremento de mayo a julio de 2020. A partir de ahí la tasa de incremento disminuyó y se mantuvo constante hasta marzo de 2021, fecha en la cual ocurre otra disminución de la tasa de incremento que se mantiene hasta junio de ese año. La tasa vuelve a subir en julio y se mantiene hasta agosto. A partir de ese mes ocurre una nueva disminución de la tasa de incremento y en prácticamente todos los grupos se vuelve nula.

Las curvas de exceso de mortalidad acumulado no permiten comparar las afectaciones en la mortalidad que tuvieron los grupos porque no toman en cuenta sus tamaños. En la Figura 1(b) se presentan las curvas de porcentaje de exceso de mortalidad acumulado, las cuales si permiten comparar los grupos. Se observa que las mujeres presentaron mayor porcentaje del exceso acumulado que los hombres, no obstante que los hombres tuvieron mayor exceso de mortalidad que las mujeres. Asimismo, el grupo de 45 a 64 años fue el que presentó el mayor porcentaje de exceso, no obstante que no fue el grupo que tuvo el mayor número de decesos. Por tanto, los grupos que sufrieron las mayores afectaciones de mortalidad fueron los de 45 a 64 años, el cual en el mes de agosto de 2020 alcanzó un valor de 90%, seguido, aunque algo distantes, por los grupos de 65 años y más, las mujeres y los hombres.

Figura 1. Estado de Sinaloa: (a) Curvas estimadas de exceso acumulado de mortalidad con sus correspondientes bandas del 95% de confianza de los grupos de edad y sexo. (b) Curvas estimadas de porcentaje de exceso de mortalidad de los grupos de edad y sexo



En las Figuras 2, 3, 4 y 5 se presentan las curvas de exceso de mortalidad acumulado sin desagregar (figuras (a)), desagregadas por sexo y por grupos de edad (figuras (b)), y las curvas de porcentaje de exceso de mortalidad acumulado (figuras (c)) de los cuatro municipios más poblados de Sinaloa: Culiacán, Mazatlán, Ahome y Guasave, respectivamente. De las figuras (a), se observan altas tasas de crecimiento del exceso acumulado en dos periodos: de mayo a julio de 2020, excepto en Culiacán que presentó una tasa más gradual, y de agosto a septiembre de 2021, excepto Mazatlán cuya tasa creció en el periodo de julio a agosto. Guasave presentó también una alta tasa en el periodo de diciembre 2020 a marzo de 2021. De las figuras (b), se observa que en los cuatro municipios los excesos de mortalidad acumulados de los hombres superaron a los de las mujeres. Asimismo, que el grupo de 65 años y más presentó los mayores excesos de mortalidad acumulados, seguido por el grupo de 45 a 64 años, y luego por los grupos de 20 a 44 años y 0 a 19 años. Este último grupo presentó valores negativos del exceso acumulado, mientras que el grupo de 20 a 44 años, que presentó valores prácticamente nulos hasta julio de 2021, con la excepción de Ahome que mostró una ligera tendencia creciente, experimentó un pequeño crecimiento en agosto de 2021. Finalmente, de las figuras (c) se observa que el grupo de 45 a 64 años presentó los mayores valores del porcentaje de exceso de mortalidad acumulado. En

Ahome y en Guasave el porcentaje superó el 100% en el periodo de julio a septiembre de 2020, en Mazatlán alcanzó el 80% en este mismo periodo y también en agosto de 2021, mientras que en Culiacán alcanzó el 80% en septiembre y octubre de 2020 y nuevamente en agosto y septiembre de 2021. El grupo de 65 años presentó los segundos valores más grandes. En Ahome y Culiacán la distancia entre este grupo y el anterior fue de alrededor de 25%, pero en Guasave y especialmente en Mazatlán, la diferencia fue más pequeña. Los otros dos grupos de edad mostraron valores pequeños, sobre todo el grupo de 0 a 19 años que generalmente presentó valores negativos. Sin embargo, en Guasave el grupo de 20 a 44 años terminó el 2021 con un porcentaje por arriba del 20% y en Ahome por arriba del 30% y muy cerca del grupo de 45 a 64 años. En cuanto a los hombres y mujeres, se observa que en Culiacán y Ahome los hombres presentaron mayores porcentajes que las mujeres hasta julio de 2021, pero de ahí la situación se invirtió. En Mazatlán el porcentaje de las mujeres superó al de los hombres desde agosto de 2020, mientras que en Guasave los porcentajes de ambos grupos fueron muy similares, aunque las mujeres terminaron el año 2021 con un porcentaje ligeramente mayor que el de los hombres.

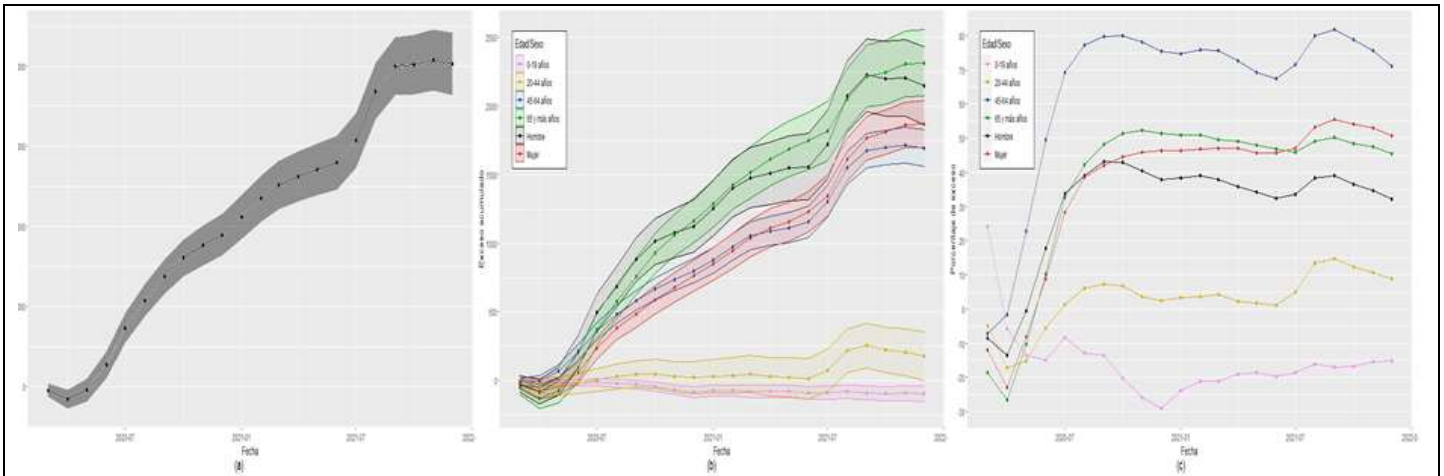


Figura 2. Culiacán: (a) Curva estimada de exceso acumulado de mortalidad con su correspondiente banda del 95% de confianza. (b) Curvas estimadas de exceso acumulado de mortalidad con sus correspondientes bandas del 95% de confianza de los grupos de edad y sexo. (c) Curvas estimadas de porcentaje de exceso de mortalidad de los grupos de edad y sexo.

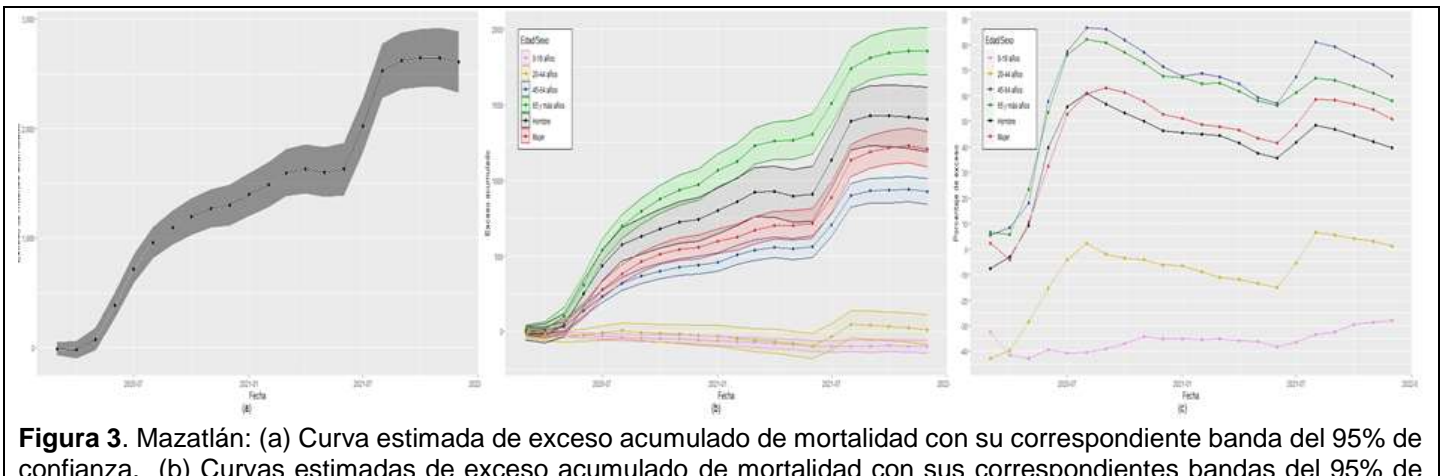


Figura 3. Mazatlán: (a) Curva estimada de exceso acumulado de mortalidad con su correspondiente banda del 95% de confianza. (b) Curvas estimadas de exceso acumulado de mortalidad con sus correspondientes bandas del 95% de confianza de los grupos de edad y sexo. (c) Curvas estimadas de porcentaje de exceso de mortalidad de los grupos de edad y sexo.

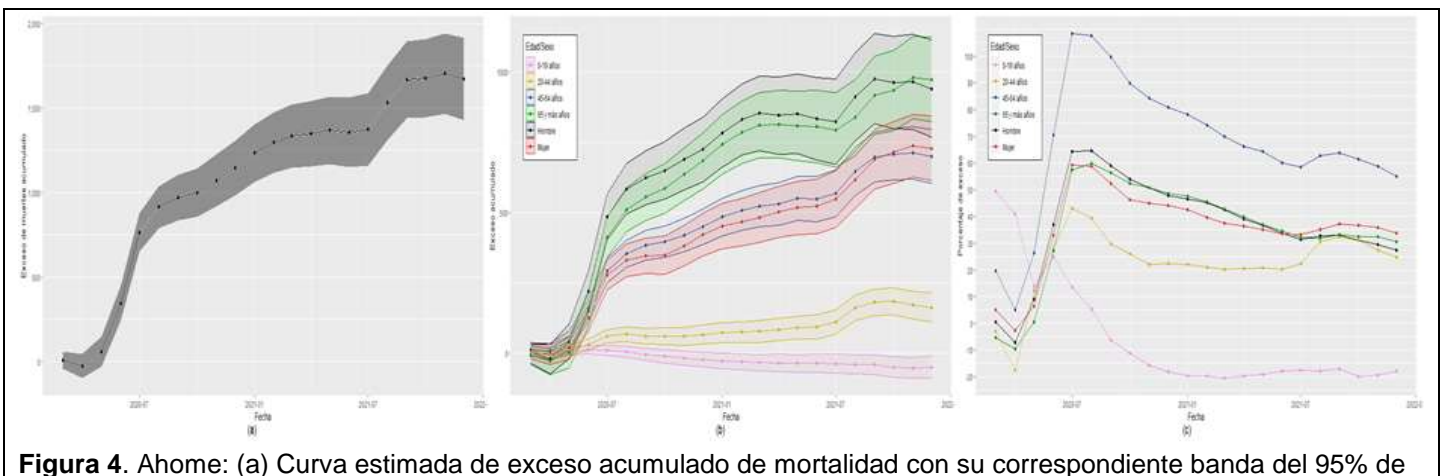


Figura 4. Ahome: (a) Curva estimada de exceso acumulado de mortalidad con su correspondiente banda del 95% de confianza. (b) Curvas estimadas de exceso acumulado de mortalidad con sus correspondientes bandas del 95% de confianza de los grupos de edad y sexo. (c) Curvas estimadas de porcentaje de exceso de mortalidad de los grupos de edad y sexo.

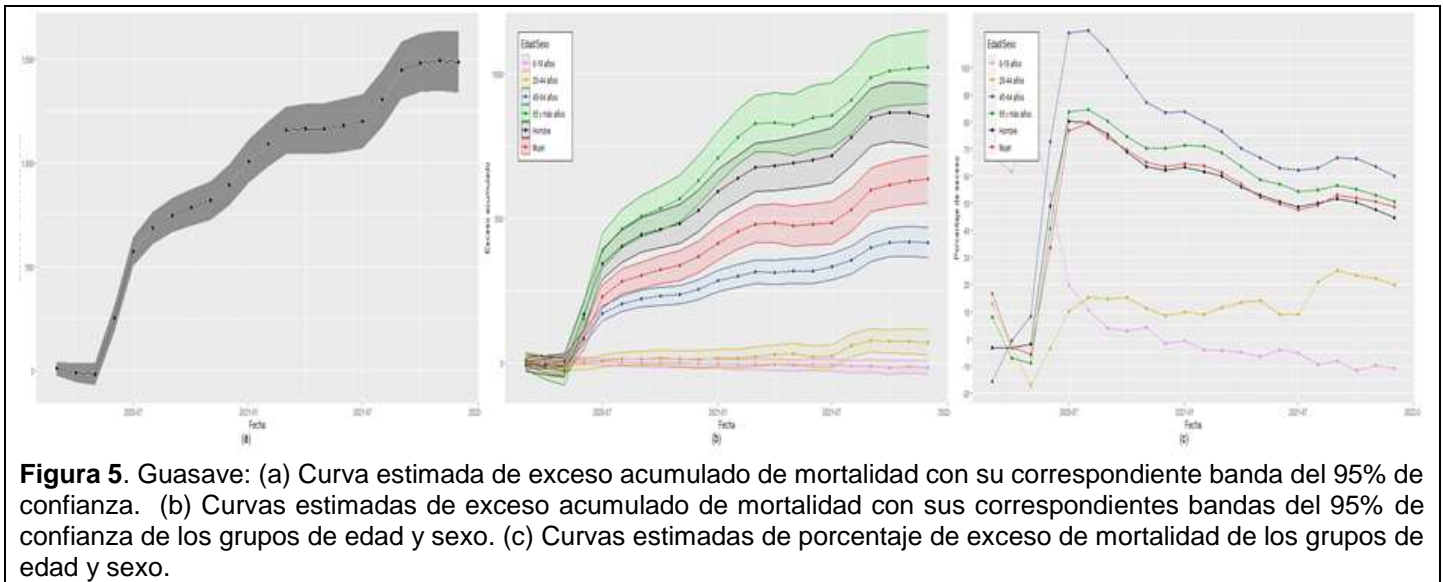


Figura 5. Guasave: (a) Curva estimada de exceso acumulado de mortalidad con su correspondiente banda del 95% de confianza. (b) Curvas estimadas de exceso acumulado de mortalidad con sus correspondientes bandas del 95% de confianza de los grupos de edad y sexo. (c) Curvas estimadas de porcentaje de exceso de mortalidad de los grupos de edad y sexo.

En el Cuadro 2 se presentan los decesos acumulados confirmados de COVID-19, así como las estimaciones de los decesos acumulados esperados en ausencia de la epidemia, del exceso de mortalidad acumulado y del porcentaje de exceso de mortalidad acumulado del estado de Sinaloa y de cada uno de sus municipios, correspondientes a los años 2020 y 2021.

Observe que en el año 2020 el porcentaje de exceso acumulado del estado de Sinaloa fue de alrededor de 50%. Entre los cuatro municipios de mayor tamaño, Culiacán fue el que presentó el menor valor (41%) del porcentaje de exceso y Guasave el mayor valor (63%). Los valores de Ahome y Mazatlán fueron relativamente cercanos a los que se obtuvieron a nivel estado. Asimismo, los tres municipios con los menores valores del porcentaje de exceso fueron Choix (22%), Badiraguato (23%) y Salvador Alvarado (29%), mientras que los tres con los mayores

valores fueron Angostura (106%), Navolato (79%) y Escuinapa (69%). En el año 2021 el porcentaje del exceso acumulado del estado de Sinaloa bajó a 43%. A nivel de los municipios, se observa que algunos incrementaron sus porcentajes de exceso, mientras que otros los disminuyeron. Los cuatro municipios de mayor tamaño disminuyeron sus porcentajes de exceso. Ahome fue el que presentó el menor valor (30%), seguido de Culiacán (39%), que prácticamente mantuvo constante su porcentaje de exceso, Mazatlán (44%) y Guasave (46%).

Los tres municipios que presentaron los menores porcentajes fueron Salvador Alvarado (16%), Choix (27%) y Ahome (30%), mientras que los tres que presentaron los mayores valores fueron el Fuerte (91%), Angostura (83%) y Escuinapa (81%).

Cuadro 2. Estimaciones de los decesos acumulados esperados, excesos acumulados y porcentajes de exceso acumulados de mortalidad del estado de Sinaloa y sus municipios correspondientes a los años 2020 y 2021 obtenidas con el modelo de Acosta e Irizarry.

Lugar	Año 2020				Año 2021			
	Decesos acumulados confirmados COVID-19	Decesos acumulados esperados	Exceso acumulado	Porcentaje de exceso acumulado	Decesos acumulados confirmados COVID-19	Decesos acumulados esperados	Exceso acumulado	Porcentaje de exceso acumulado
Estado Sinaloa	4208	14127.2	7032.8 (6428.9,7636.7)	49.8	9108	31587.0	13641.0 (6428.9,14544.0)	43.2
Ahome	785	2466.7	1144.3 (982.7,1305.9)	46.4	1586	5589.2	1670.9 (982.7,1914.1)	29.9
Angostura	86	325.1	344.9 (303.9,385.9)	106.1	161	712.1	590.0 (303.9,650.6)	82.9
Badiraguato	18	82.8	19.2 (0.4,38.1)	23.2	33	178.6	66.4 (0.4,94.1)	37.2
Concordia	21	110.4	36.6 (11.6,61.7)	33.2	46	245.2	129.8 (11.6,167.2)	53.0
Cosalá	4	45.4	26.6 (12.8,40.5)	58.7	15	96.5	72.5 (12.8,92.7)	75.1
Culiacán	1557	4618.7	1896.4 (1634.6,2158.1)	41.1	3302	10346.6	4026.4 (1634.6,4418.1)	38.9
Choix	9	119.0	26.0 (-0.0,52.0)	21.8	41	266.2	70.8 (-0.0,109.7)	26.6
Elota	15	172.5	65.5 (28.6,102.5)	38.0	64	390.8	156.2 (28.6,211.9)	40.0
Escuinapa	67	241.1	165.9 (132.6,199.3)	68.8	145	530.4	427.6 (132.6,477.1)	80.6
El Fuerte	92	273.6	182.4 (132.9,231.9)	66.7	260	589.8	535.3 (132.9,607.9)	90.8
Guasave	483	1423.3	895.7 (796.7,994.6)	62.9	977	3204.9	1487.1 (796.7,1635.5)	46.4
Mazatlán	646	2659.0	1303.0 (1116.0,1490.0)	49.0	1526	5917.1	2609.9 (1116.0,2888.9)	44.1
Mocorito	44	197.7	105.3 (75.2,135.5)	53.3	98	437.4	271.6 (75.2,316.4)	62.1
Navolato	139	492.9	389.1 (334.6,443.5)	78.9	311	1092.2	676.8 (334.6,757.8)	62.0
Rosario	31	232.0	115.0 (80.2,149.9)	49.6	106	517.9	248.1 (80.2,300.1)	48.0
Salvador Alvarado	148	355.1	101.9 (58.9, 144.9)	28.7	272	807.2	128.8 (58.9,193.7)	16.0
San Ignacio	12	88.4	38.6 (15.8,61.3)	43.6	27	196.5	78.5 (15.8,112.4)	40.0
Sinaloa	51	254.6	146.4 (111.0,181.8)	57.5	138	562.1	301.9 (111.0, 354.5)	53.7

Nota: En la columna titulada "Exceso acumulado" los números en paréntesis representan los límites inferior y superior del intervalo del 95% de confianza.

En el Cuadro 3 se presentan las estimaciones, desagregadas por sexo, de los decesos acumulados esperados en ausencia de la epidemia, así como también las de los excesos de mortalidad acumulados y las de los porcentajes de exceso de mortalidad acumulado de Sinaloa y sus municipios de los años 2020 y 2021. Es pertinente indicar que, en ausencia de la epidemia, los decesos esperados de los hombres son mayores que los de las mujeres, tanto a nivel estado como en cada uno de los municipios, con la excepción de Cosalá y Badiraguato (en 2021). Los excesos de mortalidad acumulados de los hombres también son mayores que los de las mujeres, con la excepción del Rosario (en 2020) y Badiraguato (en 2021). En el año 2020, los porcentajes de exceso de mortalidad acumulado, a nivel estado, de los hombres y de las mujeres fueron 49%

y 51%, respectivamente, esto es, valores relativamente similares. En los cuatro municipios de mayor tamaño, Culiacán presentó los menores valores (38% hombres y 46% mujeres), seguido por Ahome (48% hombres y 44% mujeres), y después Mazatlán (46% hombres y 53% mujeres) y Guasave (62% hombres y 64% mujeres). Los tres municipios que presentaron los mayores valores promedio de los porcentajes de ambos sexos fueron Angostura (91% hombres y 138% mujeres), Navolato (100% hombres y 55% mujeres) y Escuinapa (69% hombres y 69% mujeres), mientras que los tres que presentaron los menores valores promedio fueron Choix (33% hombres y 6% mujeres), Salvador Alvarado (39% hombres y 17% mujeres) y Concordia (47% hombres y 16% mujeres). Con respecto al año 2021, los porcentajes de exceso acumulado de mortalidad,

a nivel estado, de los hombres y de las mujeres fueron 40% y 48%, respectivamente, esto es, se logró un decremento en ambos porcentajes, aunque la reducción del porcentaje de las mujeres fue pequeño. En los cuatro municipios de mayor tamaño, Ahome presentó los menores valores (27% hombres y 34% mujeres), seguido por Culiacán (32% hombres y 51% mujeres), Mazatlán (40% hombres y 51% mujeres) y Guasave (45% hombres y 49% mujeres). Los cuatro municipios que presentaron los mayores

valores promedio de los porcentajes de ambos sexos fueron Angostura (67% hombres y 120% mujeres), el Fuerte (79% hombres y 106% mujeres), Escuinapa (79% hombres y 83% mujeres) y Cosalá (125% hombres y 28% mujeres), mientras que los cuatro municipios que presentaron los menores valores fueron Salvador Alvarado (34% hombres y -3% mujeres), Choix (36% hombres y 13% mujeres), Ahome (27% hombres y 34% mujeres) y Elota (51% hombres y 25% mujeres).

Cuadro 3. Estimaciones de los decesos acumulados esperados, excesos acumulados y porcentajes de exceso acumulados de mortalidad desagregados por sexo del estado de Sinaloa y sus municipios correspondientes a los años 2020 y 2021 obtenidas con el modelo de Acosta e Irizarry.

Lugar	Año 2020			Año 2021		
	Decesos acumulados esperados	Exceso acumulado	Porcentaje de exceso acumulado	Decesos acumulados esperados	Exceso acumulado	Porcentaje de exceso acumulado
Estado Sinaloa	8647.5	4233.4 (3844.6, 4622.4)	49.0	19309.2	7721.8 (7140.7, 8303.0)	40.0
	5476.3	2780.7 (2518.5, 3043.0)	50.8	12270.3	5899.7 (5507.2, 6292.3)	48.1
Ahome	1514.9	723.2 (607.8, 838.5)	47.8	3434.1	939.9 (766.3, 1113.6)	27.4
	952.3	420.7 (344.6, 496.9)	44.2	2156.7	727.3 (612.8, 841.9)	33.7
Angostura	236.8	215.2 (182.0, 248.5)	90.9	519.9	349.1 (299.8, 398.3)	67.1
	88.7	122.3 (103.1, 141.6)	138.0	193.3	231.7 (203.2, 260.1)	119.8
Badiraguato	52.6	14.4 (-0.6, 29.4)	27.4	113.5	31.5 (9.5, 53.6)	27.8
	30.2	4.8 (-6.0, 15.5)	15.7	65.2	34.8 (18.9, 50.6)	53.3
Concordia	62.1	28.9 (11.9, 46.0)	46.6	134.7	71.3 (46.3, 96.4)	52.9
	48.3	7.7 (-8.3, 23.8)	16.0	110.6	58.4 (34.2, 82.7)	52.8
Cosalá	21.6	23.4 (13.6, 33.2)	108.3	44.5	55.5 (41.4, 69.5)	124.5
	24.0	2.0 (-7.6, 11.6)	8.5	53.0	15.0 (0.7, 29.2)	28.2
Culiacán	2971.1	1123.9 (932.9, 1314.9)	37.8	6664.7	2147.3 (1861.2, 2433.3)	32.2
	1649.6	765.4 (650.8, 880.0)	46.4	3687.6	1866.4 (1695.0, 2037.7)	50.6
Choix	69.2	22.8 (3.7, 41.9)	33.0	152.1	54.9 (26.6, 83.2)	36.1
	50.0	3.0 (-13.5, 19.5)	6.0	114.9	15.1 (-9.9, 40.2)	13.2
Elota	100.3	45.7 (19.4, 71.9)	45.5	225.6	115.5 (76.1, 154.8)	51.2
	72.2	19.8 (0.5, 39.2)	27.5	165.3	40.7 (11.4, 70.0)	24.6
Escuinapa	135.9	93.1 (70.3, 115.9)	68.5	301.2	236.8 (202.8, 270.8)	78.6
	105.2	72.9 (52.1, 93.6)	69.3	229.3	190.7 (160.0, 221.3)	83.1
El Fuerte	173.0	96.0 (58.4, 133.6)	55.5	378.1	298.9 (243.3, 354.5)	79.0
	102.0	82.0 (59.2, 104.8)	80.4	215.9	229.1 (195.9, 262.3)	106.1
Guasave	845.7	527.3 (455.7, 599.0)	62.4	1904.4	851.6 (744.1, 959.1)	44.7
	577.9	368.1 (313.5, 422.7)	63.7	1301.1	634.9 (553.0, 716.9)	48.8
Mazatlán	1601.0	742.0 (598.3, 885.6)	46.3	3540.0	1403.0 (1189.4, 1616.6)	39.6
	1055.1	557.9 (479.5, 636.2)	52.9	2371.4	1206.6 (1089.1, 1324.1)	50.9
Mocorito	111.2	73.8 (53.1, 94.5)	66.4	247.6	177.4 (146.5, 208.2)	71.6
	86.5	31.5 (11.2, 51.8)	36.5	189.9	94.1 (64.0, 124.2)	49.6
Navolato	260.9	260.1 (221.4, 298.8)	99.7	574.5	430.6 (373.2, 487.9)	75.0
	231.7	128.3 (96.6, 160.0)	55.4	517.2	245.8 (198.4, 293.2)	47.5
Rosario	134.7	46.3 (45.9, 91.1)	34.4	298.2	127.9 (89.9, 165.9)	42.9
	97.5	68.5 (45.9, 91.1)	70.3	220.5	119.5 (85.5, 153.6)	54.2
Salvador Alvarado	179.5	69.6 (40.1, 99.0)	38.8	397.9	135.1 (91.2, 179.0)	34.0
	177.2	30.8 (-0.0, 61.6)	17.4	416.1	-13.1 (-60.3, 34.1)	-3.14
San Ignacio	54.3	20.7 (5.7, 35.7)	38.2	121.9	47.1 (24.7, 69.6)	38.7
	34.2	17.8 (3.8, 31.8)	52.0	74.8	31.2 (10.5, 51.9)	41.7
Sinaloa	144.8	85.3 (59.9, 110.7)	58.9	321.7	183.3 (145.5, 221.2)	57.0
	109.9	61.1 (40.6, 81.7)	55.7	240.5	118.5 (88.1, 148.9)	49.3

Notas: (1) En cada celda el primer valor corresponde a los Hombres y el segundo a las Mujeres. (2) En la columna titulada "Exceso acumulado" los números en paréntesis representan los límites inferior y superior del intervalo del 95% de confianza.

En el Cuadro 4 se presentan las estimaciones, desagregadas por grupos de edad, de los números de decesos acumulados esperados en ausencia de la epidemia, así como las de los excesos de mortalidad acumulados y las de los porcentajes de exceso de mortalidad acumulado del estado de Sinaloa y sus municipios de los años 2020 y 2021. Observe que tanto a nivel estado, como prácticamente en cada uno de los municipios, con la excepción de Angostura y Concordia, los números de decesos esperados se incrementan con la edad. Asimismo, con algunas excepciones de municipios con poblaciones pequeñas, también se tiene una relación creciente entre el exceso de mortalidad acumulado y la edad. Sin embargo, el porcentaje de exceso de mortalidad acumulado presentó, con algunas excepciones, una relación creciente con la edad hasta el intervalo de edad 45-64 años, para edades por arriba de las de ese intervalo el porcentaje disminuyó. Las excepciones se presentaron en algunos municipios con poblaciones pequeñas en los cuales el número de decesos esperados en alguna de las dos categorías de menor edad fue alrededor de diez o menor, como Angostura (en 2020), Concordia, Cosalá, Choix, Elota, Escuinapa (en 2020), Mocorito (en 2020), y Sinaloa (2020). En estos municipios, los mayores porcentajes se observaron en el grupo de menor edad, excepto en Choix, donde el mayor porcentaje ocurrió en el segundo grupo, pero las estimaciones son inestables debido a que los números pequeños de decesos esperados de esas categorías causan que los porcentajes experimentan grandes cambios con pocos decesos

adicionales que se presenten. Otras excepciones que se presentaron, no obstante que los números de decesos esperados no fueron tan pequeños, fueron en Angostura en el año 2021, donde el porcentaje del grupo de menor edad fue mayor que el del siguiente grupo de edad, en el Fuerte, San Ignacio, Mocorito, Navolato y Salvador Alvarado (los tres últimos en 2021), donde el mayor porcentaje ocurrió en el segundo grupo, y en Sinaloa (en 2021), donde la relación entre el porcentaje de exceso acumulado de mortalidad y la edad fue decreciente. En el año 2020, entre los cuatro municipios de mayor tamaño poblacional, Mazatlán presentó el menor valor promedio de los porcentajes de exceso acumulado de mortalidad de los cuatro grupos de edad, seguido por Culiacán, Ahome y Guasave, mientras que en el año 2021, Ahome presentó el menor valor promedio, seguido por Mazatlán, Culiacán y Guasave. En 2020, los tres municipios con los valores promedio más grandes (los promedios se calcularon omitiendo los porcentajes de magnitudes grandes que se obtuvieron como consecuencia de valores esperados de decesos pequeños) fueron Angostura, el Fuerte y el Rosario, mientras que los tres con los valores promedio más pequeños fueron Mazatlán, Culiacán y Choix. En 2021, los tres municipios con los valores promedio más grandes fueron el Fuerte, Sinaloa y Choix, mientras que los tres con los menores valores promedio fueron Concordia, Ahome y Mazatlán.

Cuadro 4. Estimaciones de los decesos acumulados esperados, excesos acumulados y porcentajes de exceso acumulados de mortalidad desagregados por grupos de edad del estado de Sinaloa y sus municipios correspondientes a los años 2020 y 2021 obtenidas con el modelo de Acosta e Irizarry.

Lugar	Año 2020			Año 2021		
	Decesos acumulados esperados	Exceso acumulado	Porcentaje de exceso acumulado	Decesos acumulados esperados	Exceso acumulado	Porcentaje de exceso acumulado
Estado Sinaloa	693.6	-122.6 (-174.2,-70.9)	-17.7	1501.2	-162.2 (-238.2,-86.3)	-10.8
	2000.6	212.4 (56.9,367.8)	10.6	4395.8	871.2 (640.9,1101.6)	19.8
	3135.5	2451.5 (2284.3,2618.7)	78.2	7051.3	4768.7 (4517.9,5019.4)	67.6
	8046.0	4542.0 (4117.5,4966.5)	56.5	18041.0	8402.0 (7766.4,9037.7)	46.6
Ahome	131.9	-23.9 (-50.2,2.3)	-18.1	282.6	-50.6 (-89.0,-12.2)	-17.9
	296.1	65.9 (31.8,100.0)	22.3	655.1	161.9 (111.2,212.6)	24.7
	556.6	449.4 (386.2,512.7)	80.7	1271.4	699.6 (604.0,795.2)	55.0
	1400.3	682.7 (583.1,782.3)	48.8	3185.0	972.0 (821.8,1122.2)	30.5
Angostura	10.9	17.1 (9.5,24.7)	156.7	22.2	20.8 (9.9,31.6)	93.4
	89.3	27.7 (5.5,49.9)	31.0	193.1	35.9 (3.3,68.6)	18.6
	68.0	82.0 (63.5,100.5)	120.5	147.8	167.2 (140.0,194.5)	113.2
	149.0	202.0 (173.7,230.3)	135.6	333.7	333.3 (291.0,375.6)	99.9
Badiraguato	2.9	-0.9 (-4.2,2.5)	-30.3	5.8	-1.8 (-6.5,2.9)	-30.7
	5.8	-0.8 (-6.1,4.6)	-13.4	11.2	2.8 (-4.6,10.3)	25.3
	11.5	7.5 (0.8,14.1)	64.8	26.3	17.7 (7.7,27.8)	67.5
	63.7	12.4 (-3.8,28.5)	19.4	139.5	43.5 (19.7,67.4)	31.2
Concordia	4.8	-2.8 (-7.1,1.5)	-58.6	11.1	-6.1 (-12.6,0.4)	-54.9
	1.9	3.1 (0.4,5.8)	166.2	3.7	11.3 (7.5,15.1)	304.5
	19.2	3.8 (-4.8,12.4)	19.8	42.2	23.8 (11.0,36.5)	56.3
	87.8	29.2 (6.6,51.7)	33.2	197.2	90.8 (57.0,124.5)	46.0
Cosalá	1.1	3.0 (0.6,5.3)	280.4	2.1	4.9 (1.6,8.2)	231.9
	3.7	0.4 (-3.4,4.1)	9.6	7.6	5.4 (0.0,10.8)	71.3
	8.6	6.4 (0.2,12.6)	74.1	18.6	15.4 (6.4,24.5)	83.2
	30.4	17.6 (6.5,28.7)	57.8	64.6	49.4 (33.2,65.6)	76.5
Culliacán	287.9	-83.9 (-121.9,-46.0)	-29.2	619.5	-93.5 (-149.1,-37.8)	-15.1
	910.2	21.9 (-95.4,139.1)	2.4	2014.5	177.5 (3.1,351.9)	8.8
	1058.8	799.2 (710.5,887.9)	75.5	2386.3	1692.7 (1559.5,1825.9)	70.9
	2268.3	1164.7 (1002.8,1326.7)	51.4	5103.2	2313.8 (2070.9,2556.8)	45.3
Choix	2.6	-0.6 (-3.9,2.7)	-23.9	5.1	-0.1 (-4.7,4.5)	-2.6
	5.2	7.8 (2.5,13.1)	149.4	10.3	21.7 (14.3,29.2)	212.0
	17.7	8.3 (-0.1,16.7)	46.6	38.4	21.6 (9.3,34.0)	56.4
	93.9	10.1 (-12.0,32.2)	10.8	216.7	23.4 (-10.2,56.9)	10.8
Elota	4.2	2.8 (-1.8,7.4)	67.0	8.0	7.0 (0.6,13.3)	86.6
	20.9	8.1 (-1.7,18.0)	38.9	48.6	19.4 (4.4,34.4)	39.9
	31.2	24.8 (13.8,35.7)	79.3	70.9	59.1 (42.6,75.6)	83.3
	117.2	27.8 (-0.9,56.5)	23.7	268.9	61.1 (17.7,104.6)	22.7
Escuinapa	8.1	5.0 (-1.6,11.5)	61.5	17.7	7.3 (-2.4,16.9)	41.1
	24.6	-3.6 (-14.6,7.5)	-14.6	55.4	19.6 (3.1,36.2)	35.5
	65.4	38.7 (22.8,54.5)	59.1	142.9	111.1 (87.7,134.6)	77.8
	141.3	127.7 (103.1,152.3)	90.3	309.6	291.4 (255.0,327.8)	94.1
El Fuerte	4.6	4.4 (-0.5,9.2)	93.8	9.6	13.4 (6.4,20.4)	140.1
	13.7	14.3 (6.0,22.6)	104.6	28.3	69.8 (57.9,81.7)	246.9
	52.4	51.6 (37.3,65.9)	98.5	114.0	125.0 (103.9,146.1)	109.7
	202.0	106.0 (65.2,146.8)	52.5	436.5	319.5 (259.5,379.5)	73.2
Guasave	54.9	-0.9 (-17.2,15.4)	-1.6	123.4	-13.4 (-37.8,11.1)	-10.9
	162.2	13.8 (-15.3,42.8)	8.5	363.6	72.4 (28.9,115.9)	19.9
	304.7	254.4 (219.8,288.9)	83.5	695.6	417.4 (365.3,469.6)	60.0
	898.0	632.0 (547.4,716.6)	70.4	2011.1	1020.9 (894.3,1147.5)	50.8
Mazatlán	156.9	-54.9 (-83.3,-26.4)	-35.0	355.1	-99.1 (-141.9,-56.3)	-27.9
	398.2	-25.2 (-92.3,41.9)	-6.3	875.1	11.9 (-87.6,111.4)	1.4
	614.3	439.7 (381.9,497.6)	71.6	1366.3	926.8 (840.5,1013.0)	67.8
	1436.7	973.3 (869.3,1077.2)	67.7	3193.0	1854.0 (1699.1,2008.9)	58.1
Mocorito	2.9	-1.9 (-5.4,1.6)	-65.2	5.7	2.4 (-2.5,7.2)	41.6
	9.7	4.3 (-2.4,10.9)	43.9	20.4	9.6 (0.0,19.3)	47.3
	42.7	11.3 (-1.5,24.1)	26.5	99.0	19.0 (-0.5,38.5)	19.2
	143.4	90.7 (66.4,114.9)	63.2	316.5	236.6 (200.5,272.6)	74.8
Navolato	13.6	-2.6 (-9.9,4.6)	-19.3	29.4	-2.4 (-13.1,8.2)	-8.2
	27.8	25.3 (12.4,38.1)	91.0	57.3	79.7 (61.2,98.2)	139.0
	126.7	124.3 (99.6,148.9)	98.0	284.1	201.9 (165.0,238.8)	71.1
	324.6	240.4 (202.2,278.5)	74.1	724.0	392.0 (335.0,449.0)	54.1
Rosario	7.7	0.3 (-5.6,6.2)	3.4	17.7	2.3 (-6.6,11.2)	12.9
	16.7	11.3 (1.8,20.8)	67.8	36.4	40.7 (26.6,54.7)	111.9
	38.4	45.6 (32.0,59.1)	118.5	83.4	96.6 (76.6,116.6)	115.9
	168.5	57.5 (26.7,88.3)	34.1	379.8	108.2 (62.0,154.4)	28.5
Salvador Alvarado	4.2	0.8 (-3.3,4.8)	17.8	8.7	2.4 (-3.4,8.1)	27.2
	20.6	8.4 (-1.3,18.2)	41.0	44.0	27.0 (12.7,41.2)	61.3
	77.5	41.6 (22.0,61.1)	53.6	181.0	47.0 (17.1,76.8)	26.0
	254.3	48.7 (12.3,85.2)	19.2	578.7	46.3 (-8.7,101.2)	8.0
San Ignacio	0.9	1.1 (-1.0,3.2)	125.3	1.7	3.3 (0.4,6.2)	196.6
	2.4	7.6 (4.0,11.2)	313.0	5.1	17.9 (12.6,23.1)	347.9
	13.5	6.5 (-1.4,14.4)	48.0	29.6	20.4 (8.7,32.0)	68.7
	72.2	22.9 (4.8,40.9)	31.7	161.5	35.5 (8.5,62.6)	22.0
Sinaloa	2.6	6.4 (3.3,9.6)	248.9	5.1	11.9 (7.4,16.3)	231.5

Notas: (1) En cada celda el primer valor corresponde al Grupo de edad 0-19 años, el segundo Grupo 20-44 años, el tercero al Grupo 45-64 años y el quinto al Grupo 65 años y más. (2) En la columna titulada "Exceso acumulado" los números en paréntesis representan los límites inferior y superior del intervalo del 95% de confianza.

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo indican que en Sinaloa los excesos acumulados de mortalidad en 2020 y 2021 fueron alrededor de 7,000 y 13,600 decesos, y que los respectivos porcentajes de exceso acumulado de mortalidad fueron alrededor de 50% y 43%. Los decrementos, tanto de los excesos acumulados, como de los porcentajes de exceso, que ocurrieron de 2020 a 2021, posiblemente sean consecuencia de que una importante proporción de la población ya estaba vacunada, y a que las personas ya conocían e implementaban las medidas de prevención del contagio de la enfermedad. Es pertinente señalar que, en Sinaloa, los porcentajes de exceso de mortalidad fueron mayores que los correspondientes a nivel nacional, los cuales fueron 41% en ambos años¹¹. Asimismo, dado que los números de decesos confirmados de COVID-19 en Sinaloa en 2020 y 2021 fueron 4,208 y 9,108, se sigue que esos números fueron solo el 60% y el 67% de los excesos de muertes acumuladas. Por tanto, el impacto en la mortalidad que tuvo la epidemia fue substancialmente mayor que lo que indican las muertes confirmadas. Cabe indicar que, aunque los cuatro municipios de mayor tamaño tuvieron los mayores valores de los excesos acumulados, sus porcentajes de exceso fueron menores, con excepción de Guasave, que los del estado de Sinaloa. Los municipios que mostraron los menores porcentajes de exceso fueron Choix y

Salvador Alvarado, mientras que los que presentaron los mayores porcentajes fueron Angostura y Escuinapa. Con respecto a los resultados por sexo, se tiene que en general los hombres presentaron mayores valores del exceso acumulado de mortalidad que las mujeres, lo cual podría ser consecuencia de que la proporción de hombres que realizan actividades laborales fuera de sus hogares es mayor que la de las mujeres, lo cual expuso a los hombres a un mayor riesgo de contagio que a las mujeres. Sin embargo, los porcentajes de exceso de mortalidad acumulado de las mujeres fueron mayores que los de los hombres, lo cual se explica porque cada año regularmente mueren más hombres que mujeres y, por tanto, el incremento de decesos de mujeres durante el periodo 2020-2021 fue porcentualmente mayor que el de los hombres. Así, la epidemia impactó en mayor grado la mortalidad de las mujeres que la de los hombres. En relación con los grupos de edad, el de 0 a 19 años no solamente presentó los menores valores tanto del exceso como del porcentaje de exceso de mortalidad, sino que además presentó valores negativos de ambos indicadores, lo cual se podría explicar por el confinamiento que observaron los miembros de este grupo, quienes principalmente realizaron actividades escolares. Finalmente, aunque el grupo de edad 65 años y más presentó los mayores valores del exceso acumulado de mortalidad, el grupo de 45 a 64 años presentó

los mayores porcentajes de exceso. Esto se observó tanto a nivel estado como en la mayoría de los municipios. Así, el impacto que tuvo la epidemia en la mortalidad de la población fue más trágico que lo que podría parecer a primera vista, ya que el grupo que sufrió el mayor impacto corresponde a personas todavía en edad productiva y por debajo de la esperanza de vida al nacimiento.

Referencias

1. Clemente SVJ, Navarro JE, Moreno LL, Saavedra SMC, Jiménez M, Simón JA et al. The impact of the COVID-19 pandemic on social, health and economy. *Sustainability* 2021;2;13(11):6314.
2. Msemburi W, Karlinsky A, Knutson V, Aleshin-Guendel S, Chatterji S, Wakefield J. The WHO estimates of excess mortality associated with the COVID-19 pandemic. *Nature* 2023; 613(7942): 130-137.
3. Suárez V, Suarez QM, Oros RS, Ronquillo DJE. Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020. *Rev Clin Esp* 2020; 220(8): 463-471.
4. Gobierno de México. Bases de datos del boletín estadístico sobre el exceso de mortalidad en México. Disponible en <https://coronavirus.gob.mx/exceso-de-mortalidad-en-mexico/>. Fecha de acceso: octubre de 2022.
5. Secretaría de Salud y Servicios de Salud de Sinaloa. Informe diario público COVID-19-30-12-2020. Disponible en <http://saludsinaloa.gob.mx/wp-content/uploads/2020/reportescovid/INFORME%20DIARIO%20PUBLICO%20COVID19%2030-12-2020.pdf>. Fecha de acceso: octubre de 2022.
6. Secretaría de Salud y Servicios de Salud de Sinaloa. Informe diario público COVID-19-31-12-2021. Disponible en http://saludsinaloa.gob.mx/wp-content/uploads/2020/reportescovid/INFORME%20DIARIO%20PUBLICO%20COVID19%2031_12_2021.pdf. Fecha de acceso: octubre de 2022.
7. Unkel S, Farrington CP, Garthwaite PH, Robertson C, Andrews N. Statistical methods for the prospective detection of infectious disease outbreaks: a review. *J R Stat Soc Ser A* 2012; 175(1): 49-82.
8. Dahal S, Banda JM, Bento AI, Mizumoto K, Chowell G. Characterizing all-cause excess mortality patterns during COVID-19 pandemic in Mexico. *BMC Infect Dis* 2021; 432.
9. Karlinsky A, Kobak D. Tracking excess mortality across countries during the COVID-19 pandemic with the World Mortality Dataset. *elife* 2021; 10: e69336.
10. Wang H, Paulson KR, Pease SA, Watson S, Comfort H, Zheng P, et al. Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic: a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020–21. *Lancet* 2022; 399(10334): 1513-1536.
11. Gobierno de México. Bases de datos del boletín estadístico sobre el exceso de mortalidad en México. Disponible en <https://coronavirus.gob.mx/exceso-de-mortalidad-en-mexico/>. Fecha de acceso: octubre de 2022.

12. Gobierno de México. Boletines estadísticos sobre exceso de mortalidad por todas las causas durante la emergencia por COVID-19. Disponible en <https://coronavirus.gob.mx/%20 analisis-del-exceso-de-mortalidad/>. Fecha de acceso: octubre de 2022.
13. Palacio MLS, Wheatley FJL, Ordoñez HI, López RR, López GRH, Hernández AM et al. Estimación del exceso de mortalidad por todas las causas durante la pandemia del Covid-19 en México. *Salud Pub Mex* 2021; 63(2): 211-224.
14. Acosta RJ, Irizarry RA. A flexible statistical framework for estimating excess mortality. *Epidemiol* 2022; 33(3): 346-353.
15. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Bases de datos de defunciones generales. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/mortalidad/MortalidadGeneral.asp>. Fecha de acceso: enero de 2022.
16. R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing; 2022. Disponible en <https://www.r-project.org>. Fecha de acceso enero de 2022.
17. Irizarry RA, Acosta RJ. excessmort: Excess Mortality. R package version 0.6.1; 2021.