



Modelo Edad – Periodo – Cohorte Bayesiano para estimar y proyectar mortalidad por sida en Chile (1997-2024)

Díaz Sanzana N. (ndiaz@minsal.cl)¹, Escobar Iturriaga M. P.², Burgos Laborde J.³, Soto Marchant M.², Vergara Mallegas N.¹, Cáceres Burton K. (karen.caceres@minsal.cl)²

¹ Oficina de Estudios y Análisis Estadísticos Avanzados- MINSAL, ² Oficina de Enfermedades Transmisibles-MINSAL, ³ Departamento de Estadísticas e Información en Salud-Minsal

El virus de inmunodeficiencia humana (VIH) sigue siendo un problema grave de salud pública a nivel mundial, a pesar de los esfuerzos para controlar la enfermedad. Desde el comienzo de la epidemia hace más de tres décadas, aproximadamente 85,6 millones de personas se han infectado con VIH a nivel global, 39,0 millones de personas vivían en el mundo con VIH en 2022 y 1,3 millones se infectaron con VIH en el mismo año (1). En Chile en tanto, el proceso de estimaciones arrojó un número de 83.000 personas viviendo con VIH en el año 2022, con una incidencia de 0,25 por mil habitantes no infectados y una prevalencia en el grupo de 15 a 49 años de 0,6% (2).

A nivel mundial, el número anual de muertes relacionadas con el Sida mostró una disminución constante desde el año 2004 donde alcanzó su máximo valor (2,0 millones), reduciéndose en más de un 69% el 2022 (630.000) (1). Esta reducción de la mortalidad por Sida se asocia con la introducción de la terapia antirretroviral (TARV), la cual aumenta la supervivencia después de la infección por VIH de 10 a 12 años. No hay duda de que la combinación efectiva de la TARV mejora drásticamente la salud y la supervivencia entre las personas infectadas por el VIH, transformando al VIH actualmente en una enfermedad crónica tratable (3). En Chile, al año 2023 la terapia es de acceso universal. El propósito de este trabajo es estimar y proyectar las tasas de mortalidad por Sida de Chile desde 1997 a 2024, usando un modelo bayesiano de Edad-Periodo-Cohorte.

Materiales y Métodos

Se usaron datos oficiales de mortalidad en Chile en el periodo 1997 a 2019 del DEIS. Las proyecciones de población obtenidas a partir del Censo 2017 (4) se obtuvieron del INE. Se consideró como defunción por Sida los siguientes códigos CIE-10: B20-B24 Enfermedad por VIH (B20-B24), Sarcoma de Kaposi (C46), Evidencias de laboratorio del VIH (R75), Inmunodeficiencia, no especificada (D849).

- 1.-Se realizó el ajuste de las defunciones por causas desconocidas o mal clasificadas (códigos basura) según criterios de la Global Burden of Disease (5) y las ponderaciones que se obtuvieron al cruzar las muertes por estos códigos con las bases de confirmados, vigilancia y GES de VIH.
- 2.-Se redistribuyeron las causas mal definidas o desconocidas R00-R99, excepto R75, en forma proporcional a la proporción de muertes por Sida dentro del total de defunciones del país, por cada grupo de edad, sexo y año de defunción.
- 3.-Se calcularon tasas brutas y estandarizadas por edad de muerte por Sida. Para la estandarización se usó como población de referencia la nueva población de OMS publicada el 2001 (6).
- 4.-Posteriormente se ajustó un modelo de Edad-Periodo-Cohorte Bayesiano, con el fin de estimar las defunciones y hacer proyecciones hasta el 2024. Para los análisis se usó el programa R 4.2.1 y RStudio. Se usó el paquete BAMP de R que permite ajustar modelos de Edad-Periodo-Cohorte Bayesianos (7).

Modelo de Edad-Periodo-Cohorte Bayesiano:

Los modelos Edad-Periodo-Cohorte permiten separar los diferentes componentes de la tendencia temporal, cuantificando los fenómenos asociados a las cohortes de nacimiento, al año de defunción y a la edad.

Los conteos de mortalidad por Sida y_{ij} en el grupo de edad i en el periodo j sigue una distribución binomial con parámetros p_{ij} y n_{ij} . Siendo:

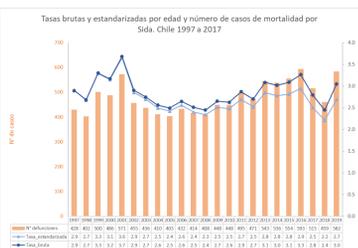
p_{ij} : Probabilidad de muerte (desconocida) en el grupo de edad i y en el periodo j

n_{ij} : Tamaño de población (conocido) del grupo de edad i y en el periodo j .

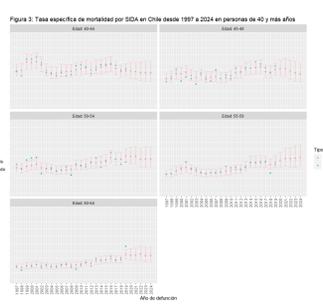
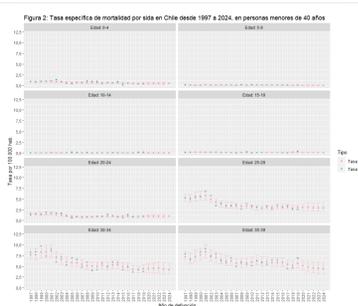
El logito de la probabilidad de muerte se descompone en un intercepto μ , un efecto edad θ_i , un efecto periodo ϕ_j y un efecto cohorte ψ_k : $y_{ij} \sim B(n_{ij}, p_{ij})$, $\eta_{ij} = \log\left(\frac{p_{ij}}{1-p_{ij}}\right) = \mu + \theta_i + \phi_j + \psi_k$

Donde: $i = 1, \dots, I$, el índice de los grupos de edad, $j = 1, \dots, J$ el índice del periodo y $k = 1, \dots, K$ el índice de la cohorte de nacimiento

Resultados



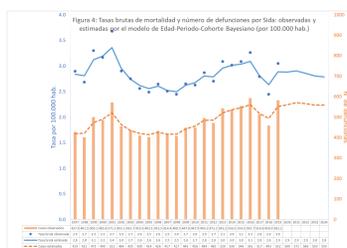
En el 2001 la tasa bruta de mortalidad por Sida fue de 3,7 muertes por 100.000 hab. A partir este año, se observa una disminución de estas tasas llegando en el año 2008 a 2,4 muertes por 100.000 hab. Esta reducción ocurre estando ya en plena vigencia el uso de la triterapia. Posterior al 2008 las tasas muestran una suave tendencia al aumento, excepto en los años 2017 y 2018 donde se observa una disminución que coincide con un cambio en las reglas de codificación de muertes en la transición de CIE-10 a CIE-11 propuesto por OMS. En el año 2019 la mortalidad alcanza a 3,0 muertes por Sida por cada 100.000 hab., cifra, que está por debajo del valor observado en el año 2001. Las tasas estandarizadas por edad de mortalidad por Sida también siguen una tendencia similar.



En figura 2, se observa un descenso de las tasas observadas de mortalidad por esta causa en el periodo 2001 y 2019 en el grupo de 25 a 29 años, disminuyendo de 6,6 a 2,5 fallecidos por cada 100.000 hab. En el grupo de 30-34 años, disminuyó de 8,9 a 3,6 fallecidos por cada 100.000 hab. y en el grupo de 35 a 39 años disminuyó de 9,0 a 6,5 fallecidos por cada 100.000 hab. Hacia el año 2024 las tasas se mantienen estables en los de 25 a 34 años, llegando la tasa de muerte a 2,6 fallecidos por cada 100.000 habitantes en el grupo de 25-29 años, 3,8 fallecidos por cada 100.000 habitantes en el grupo de 30-34 años y disminuyendo a 4,1 fallecidos por cada 100.000 habitantes en el grupo de 35 a 39 años.

En figura 3, se observa un incremento de las muertes observadas por Sida entre 2008 y 2019 en los fallecidos de 50 o más años. En el grupo de 50-54 años aumentó desde 3,0 a 4,9 fallecidos por cada 100.000 habitantes, en el de 55-59 años aumentó desde 3,6 a 3,7 fallecidos por cada 100.000 hab. y en el de 60 y más años aumentó de 1,6 a 3,7 fallecidos por cada 100.000 habitantes.

Según las proyecciones del modelo, las tasas se estabilizarían hacia el 2024



En figura 4 se muestran las tasas brutas de mortalidad por Sida por año, así como el número de defunciones por esta causa, tanto observadas como estimadas por el modelo. Hacia el 2024 se proyectan 559 muertes por Sida con una tasa bruta de 2,8 fallecidos por esta causa por cada 100.000 habitantes. Se observa una tendencia a la estabilidad de la mortalidad por esta causa a partir del 2019.

Conclusión

La posibilidad de corregir las muertes por Sida por causas relacionadas con esta enfermedad y por causas mal definidas o desconocidas, con el objetivo de disminuir la subestimación de muertes por esta causa, favorece la calidad de la información.

De los resultados obtenidos, podemos destacar que, si bien la mortalidad por Sida en sus primeros años se concentraba en grupos de edad jóvenes (20 a 45 años) el acceso a las terapias ha permitido prolongar la vida de estas personas, lo que se traduce en un desplazamiento de la mortalidad por Sida hacia edades mayores, favorecida por las terapias. Esto se evidencia en los últimos años, donde se observa un aumento de las muertes en edades sobre los 50 años y una disminución o estabilidad de las muertes edades menores a los 50 años.

Según el modelo, la mortalidad por Sida para los años posteriores al 2019 muestra una tendencia estable con tasas cercanas a 3 fallecidos por cada cien mil habitantes.

Estas estimaciones son el resultado de la aplicación del modelo de Edad Periodo Corte Bayesiano, el cual tiene, por supuesto, algunas limitaciones. A nivel matemático, se debe tener cautela con el problema de identificabilidad de los parámetros. Sin embargo, al usar estadística bayesiana con priors camino aleatorio de orden 1 supera este problema. En este trabajo se usaron priors caminos aleatorios de orden 1 en los parámetros de periodo y de cohorte. Sin embargo, en el caso de la edad se usó como priori camino aleatorio de orden 2 que, según el artículo 7 de las referencias, es más débil para superar la identificabilidad.

Es importante mencionar que los resultados obtenidos requieren ser discutidos por los equipos expertos en VIH.

Referencias

- (1) ONUSIDA. Hoja informativa — Últimas estadísticas sobre el estado de la epidemia de sida. [Online]. [cited 2023 Mayo 23. Available from: <https://www.unaids.org/es/resources/fact-sheet>.
- (2) ONUSIDA. Country factsheets Chile 2022. Disponible en: <https://www.unaids.org/es/regionscountries/countries/chile>
- (3) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. VIH y SIDA. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hiv-aids>
- (4) INE. Proyecciones de Población. [Online]. Available from: <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>.
- (5) Kyu H, Jahagirdar D, Cunningham M, Walters M, Brewer E, Novotney A, et al. Accounting for misclassified and unknown cause of death data in vital registration systems for estimating trends in HIV mortality. Journal of the International AIDS Society. 2021; 24(5)
- (6) Ahmad O, Boschi-Pinto C, Lopez A, Murray R, Lozano R, Inoue M. [Age Standardization of Rates: A New Who Standard]. Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gho-documents/global-health-estimates/gpe_discussion_paper_series_paper31_2001_age_standardization_rates.pdf.
- (7) Schmid V, Held L. Bayesian Age-Period-Cohort Modeling and Prediction - BAMP. Journal of Statistical Software. 2007 Oct; 21(i08)