ARTÍCULO ESPECIAL

Estimación de la carga atribuible a altas temperaturas

Estimation of the burden attributable to high temperatures

Grupo Carga de Enfermedades y Factores de riesgo[1]

[1] Grupo Carga de Enfermedades y Factores de Riesgo, Cuba

Cómo citar este artículo:
Factores-de-riesgo G. Estimación de la carga atribuible a altas temperaturas. **Medisur** [revista en Internet]. 2025 [citado 2026 Feb 4]; 23(0):[aprox. 0 p.]. Disponible en: https://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/53144

Resumen

En este trabajo se resume el estado actual del arte referido a la metodología para estimar la carga atribuible al factor “altas temperaturas”, asociado al cambio climático. El procedimiento general para estimar la carga de un factor de riesgo debe, en este caso, adaptarse al hecho de que el nivel de exposición “óptimo” a este factor cambia según la zona climática donde se vive. Tres tipos de datos/entradas son necesarios para estimar esta carga: i) los riesgos relativos para los pares “exposición-resultado”, ii) valores óptimos de exposición, y iii) niveles de exposición a altas temperaturas. Se expone una propuesta que considera la entrada iii, la que tiene mayores posibilidades de ser actualizada en contextos de países/regiones con escasos recursos. Este trabajo facilitará la realización de estos estudios de carga, a nivel nacional y subnacional, lo que permitiría tomar medidas ajustadas a las condiciones locales, haciendo más eficientes las medidas preventivas y de mitigación a tomar por las instituciones encargadas del cambio climático en nuestro país.

Palabras clave: cambio climático, calor, factores de riesgo, epidemiología

Abstract

The current state of the art is summarized regarding the methodology to estimate the burden attributable to the "High Temperatures" factor, associated with Climate Change. The general procedure for estimating the burden of a risk factor must in this case be adapted to the fact that the "optimal" level of exposure to this factor changes according to the climatic zone where one lives. Three types of data/inputs are needed to estimate this burden: i) the relative risks for the "exposure-outcome" pairs, ii) optimal exposure values, and iii) levels of exposure to high temperatures. Our proposal considers entry iii) the one that has the greatest chance of being updated in contexts of resource-poor countries/regions. This work will facilitate the performance of these burden of risk factors studies, at the national and subnational levels, which would allow taking measures adjusted to local conditions, making the preventive and mitigation measures to be taken by the institutions in charge of climate change in our country more efficient.

Key words: climate change, high temperatures, risk factors, epidemiology

Aprobado: 2025-10-03 14:32:23

Correspondencia: Grupo Carga de Enfermedades y Factores de riesgo. ahseuc@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La cuantificación de la carga atribuible a factores de riesgo representa un componente importante en la evaluación de políticas de salud pública. Su impacto es comparable al de los estudios centrados en la carga de las enfermedades.[1, 2, 3, 4, 5, 6]

Otros trabajos han abordado específicamente la carga asociada a factores de riesgo medio ambientales (FRMA), incluyendo i) contaminación del aire ambiental y dentro de las viviendas, ii) agua no segura, iii) plomo, y/o iv) riesgos ocupacionales.[7, 8, 9, 10, 11, 12] El estudio Carga Global de Enfermedades (CGE) (*Global Burden of Disease*, GBD) de 2019 incluyó por primera vez dentro de los 87 factores de riesgo estudiados, al factor "Temperaturas No-Optimas",[13] por lo que su tratamiento en este tipo de estudios es relativamente reciente.

Como comenta Liu y colaboradores,[14] estos estudios de CGE se han replicado con alguna frecuencia a nivel nacional, adaptándolos al correspondiente contexto. Por otro lado, se reconoce y enfatiza que la metodología de los estudios de CGE es compleja y que requiere de simplificaciones y esclarecimientos que faciliten estas implementaciones nacionales.[14] La figura 1, ilustra el procedimiento general muy diáfanamente.[14]

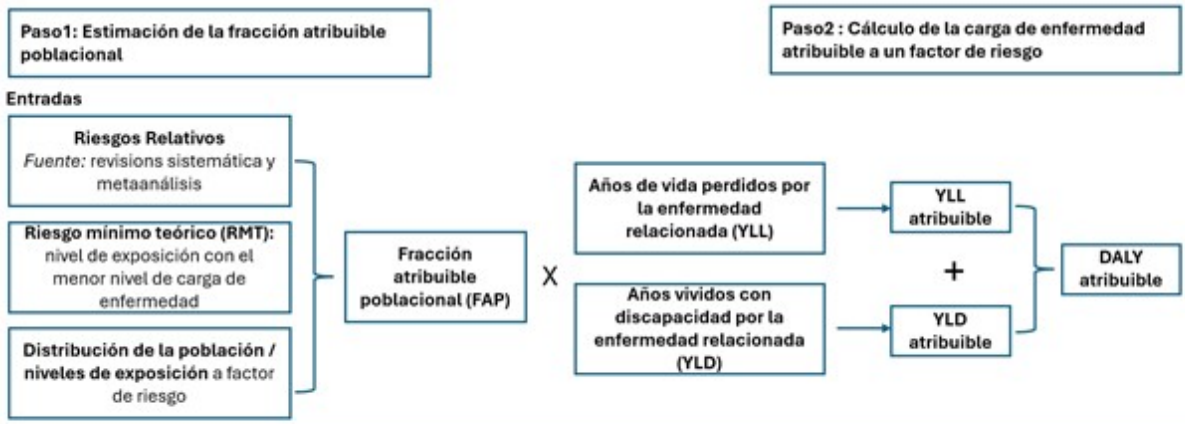

Fig. 1. Pasos y entradas necesarios para el cálculo de la carga atribuible a un factor de riesgo.
YLL: siglas en inglés de "años de vida perdidos por mortalidad"; YLD: siglas en inglés de "años de vida perdidos por discapacidad"; DALY: siglas en inglés de "Años de vida perdidos ajustados por discapacidad". Traducido y adaptado de [14].

Por las razones antes expuestas, se propone presentar en este trabajo una propuesta metodológica que facilite la implementación de estudios de carga de altas temperaturas en países con bajos recursos, en particular en Cuba. Como veremos más adelante, el problema metodológico esencial consiste, en nuestra opinión, en dónde y cómo obtener las tres entradas necesarias que se indican en la Figura 1.

En la sección 2 presentamos un resumen del procedimiento propuesto en la literatura actual para estimar la carga por altas temperaturas, en particular las definiciones y manipulación de las tres entradas "riesgos relativos", "riesgo mínimo teórico" (o "TMREL": *Theoretical Minimum Risk Exposure Level*), y "Distribución de los niveles de exposición al factor de riesgo (altas temperaturas)", secciones 2.1, 2.2 y 2.3 respectivamente. Nótese que en ocasiones, en lugar de "TMREL" se utiliza "TMRED" (Theoretical Minimum Risk Exposure Distribution).[14]

En la sección 3 se presenta la propuesta metodológica, y en la sección 4 se ilustra su aplicación mediante la estimación de la carga de la diabetes atribuible a altas temperaturas para Cuba en el año 2020.

DESARROLLO

I.Enfoques metodológicos

La figura 1 muestra que la estimación de la

fracción atribuible poblacional, FAP ("*Population Attributable Fraction*, PAF") es esencial para estimar la carga atribuible de cualquier factor de riesgo. Burkart y colaboradores[9] hacen una revisión y evaluación exhaustiva de toda la información disponible sobre las "entradas" necesarias para estimar la FAP, y que se muestran en esta figura (especialmente los RRs y los niveles de exposición al factor de riesgo altas temperaturas), tanto a nivel global, regional y nacional. Mediante modelación, esta información permite estimar las requeridas "entradas" para los lugares (países/regiones) que no disponen de estos datos.

La otra "entrada", los TMREL, se calculan en asociación con las otras dos entradas.[9]

Finalmente, obsérvese en la figura 1 que también se requieren estimaciones de indicadores de carga, en particular la "carga por mortalidad" (YLL), la "carga por morbilidad/discapacidad" (YLD), y/o la "carga total" (DALYs), a lo que usualmente se añade la mortalidad (número de fallecidos o tasa). Estas medidas resúmenes, multiplicadas por el correspondiente FAP, nos proporcionan la parte de ellas que son atribuibles a la exposición a altas temperaturas. Los procedimientos para estimar estos indicadores a partir de la mortalidad y/o de la morbilidad han sido descritos ampliamente en varios trabajos.[15, 16, 17, 18]

Los riesgos relativos

La complejidad en el caso de la estimación de los riesgos relativos pasa, en primer lugar, por la identificación de las enfermedades que se asocian de manera importante a la exposición a las altas temperaturas, lo que a su vez se basa en la identificación y revisión de toda la literatura pertinente.[9, 14]

Un estudio,[9] identifica 17 enfermedades relevantes vinculadas con este factor de riesgo, en su conjunto y por separado. Los riesgos relativos correspondientes se presentan gráficamente en el anexo a del mencionado estudio.[9] La figura 2 muestra las curvas exposición-respuesta conjunta para las 17 enfermedades combinadas, para cada zona climática definida según la temperatura promedio del lugar.

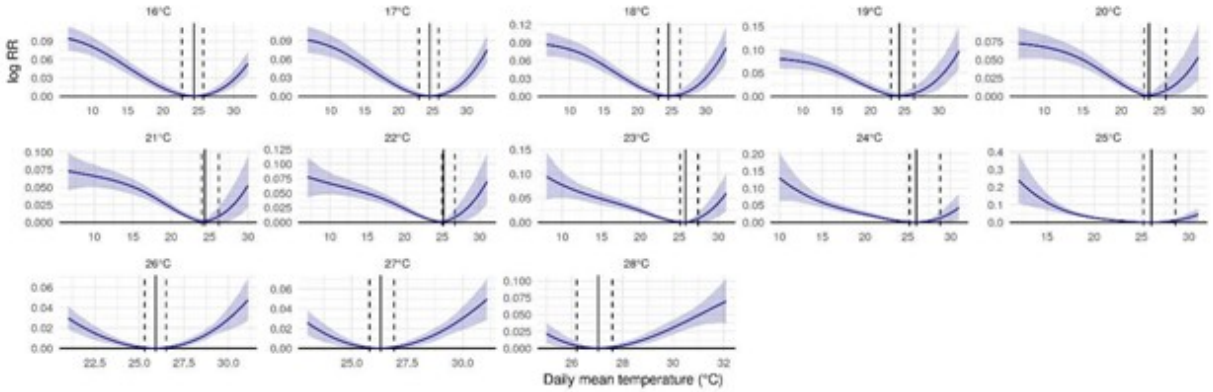

Fig. 2. Curva exposición-respuesta conjunta, mostrando la relación entre temperatura media diaria y el log (RR) de mortalidad para las 17 causas asociadas a "altas temperaturas".
Las 17 causas son: 1) infección respiratoria baja, 2) enfermedad isquémica del corazón, 3) accidente cerebro vascular, 4) enfermedad hipertensiva del corazón, 5) cardiomiopatía y miocarditis, 6) EPOC, 7) diabetes, 8) enfermedad renal crónica, 9) lesiones en la vía, 10) lesiones por otros medios de transporte, 11) ahogamiento, 12) exposición a fuerzas mecánicas, 13) contacto animal, 14) exposición a fuerzas naturales, 15) otras lesiones no-intencionales, 16) lesiones autoinfligidas (suicidio), y 17) violencia interpersonal (homicidio). Los RRs son referenciados con respecto al TMREL ("Theoretical Minimum Risk Esposure Level"), definido como la temperatura con mortalidad mínima en cada una de las 13 zonas climáticas definidas según la temperatura promedio anual, desde 16 °C hasta 28 °C. En cada gráfico, la línea vertical continua y las dos discontinuas que la rodean, representan la TMREL y su correspondiente intervalo de incertidumbre al 95%. Tomado de [9].

Riesgos mínimos teóricos (RMT).

Los riesgos relativos descritos en la sección anterior están referenciados con respecto al RMT (o TMREL), que se definen[9] como la temperatura asociada con una mortalidad mínima, para las 17

enfermedades en su conjunto, o para cada una de ellas por separado, y para cada zona climática definida según la temperatura promedio anual, considerando 13 valores de temperatura, desde 16 ºC hasta 28 ºC.[9]

Es relevante destacar que varios trabajos, entre ellos el de Liu y colaboradores,[14] han reportado una correlación alta y estable entre el TMREL propuesto por Urkart KG,[9] y la temperatura más frecuente en la localidad/país objeto de estudio. Esta observación ha llevado a que se proponga el uso práctico de la temperatura más frecuente en lugar del TMREL. Por ejemplo, en la figura 2 se observa que para los gráficos de las zonas climáticas entre 25 ºC y 28 ºC, los "óptimos" TMREL dados por las líneas verticales casi coinciden con estas cifras.

Liu y colaboradores proponen usar como zonas climáticas las definidas según el criterio de *Koppen–Geiger,* que utiliza en su clasificación las precipitaciones además de las temperaturas. Según este criterio, Cuba pertenece a la zona Aw, clima "tropical sabana". En la figura 3 del trabajo de Liu y colaboradores[14] se presentan las temperaturas más frecuentes para las distintas zonas climáticas en Australia según Koppen-Geiger, observándose que para Aw ésta es alrededor de 27.5 ºC; no obstante, debe señalarse que distintas partes/países del mundo con categoría Aw de zona climática, tienen distintos valores de temperatura promedio anual.

Los riesgos relativos pr4esentados para cada una de las 12 zonas climáticas Koppen-Geiger existentes en Australia, incluyendo la zona Aw, se presentan sólo para la causa "lesiones autoinfligidas / suicidio".[14] Por lo tanto, esta entrada (input) de la figura 1 tiene que ser obtenida a partir de los gráficos presentados por Urkart KG,[9] con la inevitable imprecisión que esta opción genera.

Como plantean Liu y colaboradores,[14] es fundamental entender que la exposición a cualesquiera temperatura por encima del TMREL seleccionado, se considera un riesgo para la causa en cuestión, riesgo que va en aumento a medida que nos alejamos de éste.

Los niveles de exposición al factor de riesgo altas temperaturas.

Los niveles de exposición a altas temperaturas, la 3ra entrada requerida en la Figura 1, depende de la existencia en el país/localidad objeto de estudio de temperaturas promedio diarias a lo largo de un año (o años, si es el caso), lo que permitiría: i) identificar el (sustituto del) TMREL, y ii) determinar las proporciones de la población expuestas a las distintas temperaturas por encima del valor de referencia determinado en i).

Existen algunas plataformas de datos de acceso abierto, por ejemplo "Copernicus" de la Unión Europea (https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels?tab=overview)[19], que proporcionan estimaciones de las temperaturas promedio diarias para un amplio rango de países. No obstante, esta entrada es la que más posibilidades tiene de ser complementada y/o rectificada a partir de la eventual información existente en los propios países involucrados, por lo que representa una oportunidad que no debiera desaprovecharse.

Es importante entender que lo que se necesita, "las proporciones de la población que como promedio han estado expuestas a las distintas temperaturas por encima del valor de referencia en un año", y lo que se tiene, "las proporciones de días en un año que como promedio han tenido cada una de las temperaturas por encima del valor de referencia", no son exactamente lo mismo, pero sin dudas lo segundo es una buena estimación de lo primero.

Propuesta metodológica para Cuba

Los riesgos relativos

En Cuba no se dispone de evidencia que nos permita una estimación a nivel nacional de los riesgos relativos de "altas temperaturas" para las 17 enfermedades identificadas como relevantes en la literatura.[9] Tampoco se dispone de evidencia para cuestionarnos si estas 17 enfermedades son o no las relevantes. Por lo tanto, y considerando la relativa estabilidad de este indicador,[20] proponemos utilizar los riesgos relativos reportados en la literatura internacional, en particular los presentados por Urkart KG.[9]

Como ya se ha señalado, un inconveniente importante es que Urkart KG[9] no reporta los valores numéricos de estos riesgos relativos, solo su representación gráfica. Hemos indagado acerca de la disponibilidad de estos valores, con los autores de[9] y con otros especialistas sobre el tema, sin éxito hasta la fecha. Por lo tanto, la única alternativa por el momento es "recuperar" estos valores de forma aproximada a partir de

los gráficos disponibles. En este trabajo se usaron “escuadras” que posibilitan la lectura del logRR en el eje vertical a partir de la temperatura seleccionada, en el gráfico de interés. Los autores trabajan en estos momentos una herramienta “digital” que facilite y objetive estas lecturas.

Riesgos mínimos teóricos (RMT).

Para la determinación del TMREL, en Cuba contamos con varias opciones. El TMREL “ideal”, propuesto por Urkart KG[9] es identificable, pero los autores de este trabajo no hemos encontrado estudios que reporten explícitamente este valor para nuestro país.

Otras opciones, propuestas por otros autores,[14] como la temperatura más frecuente y/o la temperatura media, para el año estudiado, son calculables en Cuba.[21] En la figura 3 presentamos la distribución de las temperaturas promedio diarias en Cuba para el año 2020, a partir de las 25016 registradas por 68 estaciones meteorológicas a lo largo del territorio nacional. En dicha figura se observa, por ejemplo, que la temperatura más frecuente está en el intervalo [27, 28[grados Celsius, el que podríamos representar por el valor 27.5 ºC; la temperatura promedio para el mismo año fue 25.7 ºC.

Fig. 3. Distribución de las temperaturas promedio diarias en Cuba, año 2020, a partir de 25016 mediciones de esta variable, realizadas por todas las 68 estaciones meteorológicas que la registraron en ese año.
La moda se calculó usando el histograma, observándose que era el intervalo [27,28[; la media y la mediana se calcularon usando las 25016 mediciones originales, obteniéndose valores de 25.7 ºC y 26.1 ºC, respectivamente.

Niveles de exposición a altas temperaturas en Cuba.

Cuba cuenta con mediciones de temperaturas promedio diarias para distintos años.[a] Las correspondientes distribuciones permiten determinar las proporciones de días en el periodo, digamos un año, que se considerarían “altas temperaturas”, es decir, proporciones de días con temperaturas por encima del TMREL acordado.

En la Figura 3 se observa que, si tomamos, por ejemplo, 26 ºC como el TMREL, las frecuencias (porcentajes) de días para los 6 intervalos de “altas” temperaturas [26, 27[, [27, 28[, [28, 29[, [29, 30[, [30, 31[, y [31, 32[, son 3885, 4047, 3268, 1348, 185, y 5 (15,5 %; 16,2 %; 13,1 %; 5,4 %; 0,7 %; y 0,0 %) respectivamente. Estas son, repetimos, estimaciones de las

 ISSN 1727-897X

partes/porcentajes de la población en Cuba en el 2020, expuestas a estas altas temperaturas representadas por estos 5 intervalos.

Ejemplo ilustrativo para Cuba 2020, diabetes.

Para propósitos ilustrativos, se consideró 26 ºC como TMREL para Cuba en el año 2020, un valor de compromiso entre la temperatura más frecuente (la moda), la temperatura media y la temperatura mediana, 27.5 ºC, 25.7 ºC y 26.1 ºC respectivamente, para el año de interés.

Usando las figuras con los RRs (en escala logarítmica) del anexo a [9], para diabetes y para TMREL igual a 26 ºC, podemos "recuperar" los RRs que corresponden a las "marcas de clase" de los 6 intervalos mencionados en la sección anterior, es decir 26.5, 27.5, 28.5, 29.5, 30.5 y 31.5, ºC, todas por encima del TMREL seleccionado (ver recuadro en el extremo derecho de la figura 4). La "recuperación" del logRR para la temperatura 26.5 ºC no se ilustra en la figura 4 con la correspondiente escuadra flechada, dadas las limitaciones de este procedimiento "gráfico".

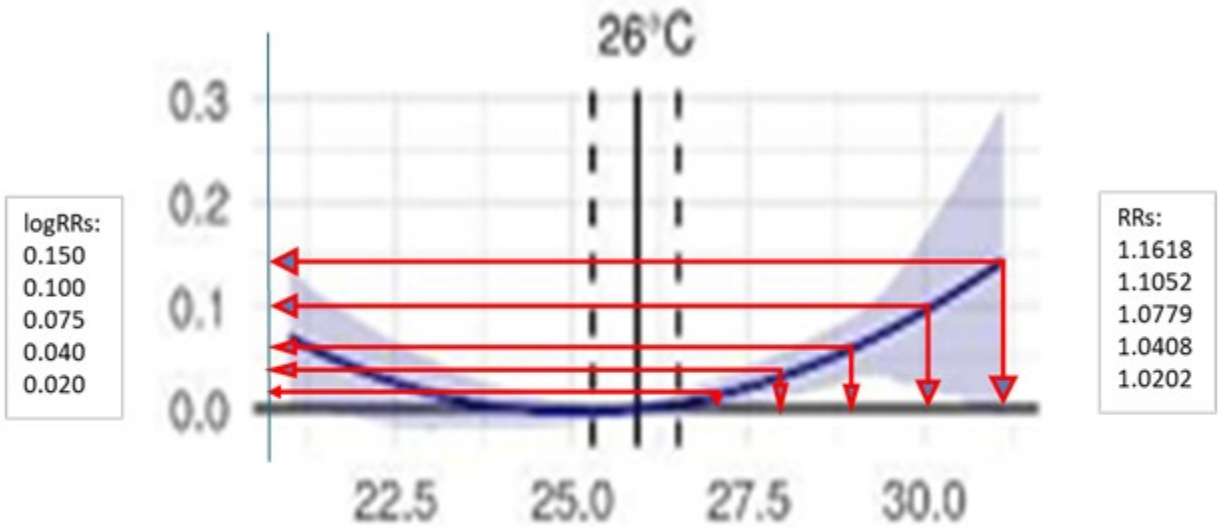

Fig. 4. Gráfico con los log(RR) según temperatura, para un TMREL correspondiente a 26 °C, y para diabetes.

El eje vertical presenta los logaritmos de los RRS, y el eje horizontal las temperaturas. Las líneas en escuadra con flechas indican la "recuperación" de los RRs (en escala logarítmica) que corresponden a las temperaturas por encima del TMREL, iguales a 26.5, 27.5, 28.5, 29.5, 30.5 y 31.5 °C. El cuadro a la izquierda muestra los RR en escala logarítmica, y el cuadro en la derecha muestra los correspondientes RRs. Dada la dificultad de recuperar los logRR para valores cercanos a 26 °C, hemos asumido un valor de 1.01 para el RR correspondiente a una temperatura de 26.5 °C. Figura tomada del Anexo a. [9]

En la Tabla 1A se muestran los datos necesarios para el cálculo de la fracción atribuible poblacional (PAF), usando la expresión [1]: (Tabla 1A).

$$PAF = \frac{\sum_c Pc\,(RRc - 1)}{\sum_c Pc\,(RRc - 1) + 1} \times 100 \qquad [1]$$

Tabla 1A. Frecuencias y porcentajes de exposición a altas temperaturas por encima del TMREL igual a 26, y correspondientes riesgos relativos, para Cuba 2020, a partir de las 25016 mediciones de temperatura hechas ese año en las 68 estaciones meteorológicas del país

Cuba 2020. Frecuencias, porcentajes y riesgos relativos para altas temperatura por encima de 26 grados Celsius (TMREL = 26)					
Intervalos de altas temperaturas					
(26,27)	(27,28)	(28,29)	(29,30)	(30,31)	(31,32)
Frecuencias					
3885	4047	3268	1349	185	5
Porcentajes					
15,53	16,18	13,06	5,39	0,74	0,02
Riesgos relativos					
1,01	1,0202	1,0408	1,0779	1,1052	1,1618

En la Tabla 1B se muestra la fracción (PAF) y el número de muertes por diabetes en Cuba 2020, atribuibles a altas temperaturas. (Tabla 1B).

En la expresión [1] para la PAF,

- "c" representa el indicador para las categorías/niveles de exposición a altas temperaturas (en este ejemplo c=6, número de intervalos de temperatura por encima del TMREL),
- "Pc" representa la proporción de la población expuesta al nivel "c", y
- "RRc" representa el riesgo relativo para el nivel "c".

En la Tabla 1B, el total de fallecidos por diabetes en Cuba 2020 (2381) se obtuvo del Anuario Estadístico del MINSAP, Cuba 2020.[21]

Tabla 1B. Valor de la fracción atribuible poblacional (PAF), y número de muertes por diabetes en Cuba 2020, atribuibles a altas temperaturas

Cuba . Año	PAF	PAF %	No. de muertes por diabetes mellitus	No. de muertes por diabetes mellitus atribuibles a altas temperaturas
2020	0,0149355	1,493552	2381	35,6

CONCLUSIONES

La estimación de la carga atribuible al factor "altas temperaturas" es un tema relativamente novedoso, y al mismo tiempo de gran importancia para monitorear este problema y

[a] Roura P. INSMET, Instituto de Meteorología, Cuba. Departamento de Datos, Centro del Clima. 2025.

para evaluar eventuales medidas que intenten mitigar su impacto en la salud.

La revisión de los procedimientos utilizados en la literatura para estimar esta carga nos ha permitido hacer una propuesta relativamente sencilla, aplicable en contextos como el de Cuba, donde las mayores posibilidades de contextualizar las aplicaciones nacionales radican en las estimaciones de la exposición al factor de riesgo altas temperaturas. Esta propuesta es relevante pues los autores no han encontrado revisiones ni propuestas de esta metodología en idioma español.

Con esta revisión y propuesta se espera contribuir a que proliferen estudios a nivel nacional y subnacional en Cuba que estimen esta carga, para todas las enfermedades asociadas. De esta manera se puede caracterizar la situación en las distintas localidades, promoviendo medidas de mitigación más eficientes.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto de Medicina Tropical de Amberes, Bélgica, por su apoyo indirecto en la realización de este estudio.

MIEMBROS DEL GRUPO DE CARGA DE ENFEREMDADES Y FACTORES DE RIESGO:

Yanet García Serrano [1]
https://orcid.org/0000-0002-4588-3252

Mayelín Mirabal Sosa [2]
https://orcid.org/0000-0001-7289-8495

Darily Losada Gandarilla [3]
https://orcid.org/0000-0003-0487-6360

Antonio Rodríguez García [4]
https://orcid.org/0000-0002-8609-8306

Karen Alfonso Sagué [5]
https://orcid.org/0000-0001-6621-013X

Carlos Moncada Menéndez [5]
https://orcid.org/0009-0000-4129-2589

Aurora Montano Rivas [6]
https://orcid.org/0000-0002-0434-4113

Ernesto Menéndez Acuña [6]
https://orcid.org/0000-0003-2299-1274

Pedro Roura Pérez [7]
https://orcid.org/0000-0001-9865-9513

Armando H. Seuc Jo [5]
https://orcid.org/0000-0002-2231-0822

[1] Universidad de La Habana. Cuba.

[2] Universidad Nacional Autónoma de México. México.

[3] Hospital Pediátrico Leonor Pérez. La Habana, Cuba.

[4] Instituto Nacional de Nefrología. La Habana. Cuba.

[5] Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. La Habana. Cuba.

[6] Universidad Veracruzana. México.

[7] Instituto de Meteorología. La Habana. Cuba.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Yanet García Serrano, Mayelín Mirabal Sosa, Armando H Seuc Jo.

Análisis formal: Yanet García Serrano, Mayelín Mirabal Sosa, Armando H Seuc Jo, Karen Alfonso Sagué, Carlos Moncada Menéndez, Darily Losada Gandarilla, Antonio Rodríguez García, Pedro Roura Pérez, Ernesto Menéndez Acuña, Aurora Montano Rivas.

Investigación: Yanet García-Serrano, Mayelín Mirabal Sosa, Armando H Seuc Jo, Karen Alfonso Sagué, Carlos Moncada Menéndez, Darily Losada Gandarilla, Antonio Rodríguez García, Pedro Roura Pérez, Ernesto Menéndez Acuña, Aurora Montano Rivas.

Metodología: Yanet García Serrano, Mayelín Mirabal Sosa, Armando H Seuc Jo, Karen Alfonso Sagué, Carlos Moncada Menéndez, Darily Losada Gandarilla, Antonio Rodríguez García, Pedro Roura Pérez, Ernesto Menéndez Acuña, Aurora Montano Rivas.

Visualización: Yanet García Serrano, Mayelín Mirabal Sosa, Armando H Seuc Jo, Karen Alfonso Sagué, Carlos Moncada Menéndez, Darily Losada Gandarilla, Antonio Rodríguez García, Pedro Roura Pérez, Ernesto Menéndez Acuña, Aurora Montano Rivas.

Redacción del borrador original: Yanet García Serrano, Mayelín Mirabal Sosa, Armando H Seuc Jo, Karen Alfonso Sagué, Carlos Moncada Menéndez, Darily Losada Gandarilla, Antonio Rodríguez García, Pedro Roura Pérez, Ernesto Menéndez Acuña, Aurora Montano Rivas.

Redacción, revisión y edición: Yanet García Serrano, Mayelín Mirabal Sosa, Armando H Seuc Jo, Karen Alfonso-Sagué, Carlos Moncada Menéndez, Darily Losada Gandarilla, Antonio Rodríguez García, Pedro Roura Pérez, Ernesto Menéndez Acuña, Aurora Montano Rivas.

Financiación

Universidad de La Habana. Cuba

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1.Murray CJ, Lopez AD. On the comparable quantification of health risks: lessons from the Global Burden of Disease Study. Epidemiology. 1999;10:594-605.

2.Ezzati M, López AD, Rodgers A, Murray CJ. Comparative quantification of health risks: global and regional burden of diseases attributable to selected major risk factors. Geneva: World Health Organization; 2004.

3.Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Vander Hoorn S, Murray CJ. Selected major risk factors and global and regional burden of disease. Lancet. 2002;360:1347-60.

4.Organización Mundial de la Salud. Global health risks: morality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: World Health Organization; 2009.

5.Danaei G, Vander Hoorn S, Lopez AD, Murray CJ, Ezzati M. Causes of cancer in the world: comparative risk assessment of nine behavioural and environmental risk factors. Lancet. 2005;366:1784-93.

6.Seuc Jo AH, Domínguez Alonso E. Introducción a la estimación de la carga de los factores de riesgo en Cuba. Rev Cubana Salud Publica. 2009;35(2):1-13.

7.Lee KK, Bing R, Kiang J. Adverse health effects associated with household air pollution: a systematic review, meta-analysis, and burden estimation study. Lancet Glob Health. 2020;8:e1427-34.

8.Pruss-Ustun A, Wolf J, Bartram J. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: an updated analysis with a focus on low- and middle-income countries. Int J Hyg Environ Health. 2019;222:765-77.

9.Burkart KG, Brauer M, Aravkin AY. Estimating the cause-specific relative risks of non-optimal temperature on daily mortality: a two-part modelling approach applied to the Global Burden of Disease Study. Lancet. 2021;398:685-97.

10.Song J, Pan R, Yi W. Ambient high temperature exposure and global disease burden during 1990-2019: An analysis of the Global Burden of Disease Study 2019. Sci Total Environ. 2021;787:147540.

11.Campbell Lendrum D, Woodruff R. Comparative risk assessment of the burden of disease from climate change. Environ Health Perspect. 2006;114:1935-41.

12.Zhao Q, Guo Y, Ye T. Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study. Lancet Planet Health. 2021;5:e415-25.

13.GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. Lancet. 2020;396:1223-49.

14.Liu J, Hansen A, Varghese BM, Dear K, Tong M, Prescott V. Estimating the burden of disease attributable to high ambient temperature across climate zones: methodological framework with a case study. Int J Epidemiol. 2023;52:783-95.

15.Mathers CD, Bernard C, Iburg KM, Inoue M, Fat DM. Global Burden of Disease in 2002: data sources, methods and results. Geneva: World Health Organization; 2003.

16.Mathers CD, Vos T, Lopez AD, Salomon J, Ezzati M. National Burden of Disease Studies:

Practical Guide. Edition 2.0. Geneva: World Health Organization; 2001.

17.Seuc Jo AH, Domínguez Alonso E, Oscar DD. Introducción a los DALYs. Rev Cubana Hig Epidemiol. 2000;38(2):92-101.

18.Seuc Jo AH, Domínguez AE. Acerca del cálculo de la carga de las enfermedades por morbilidad. Rev Cubana Hig Epidemiol[Ìnternet]. 2005[citado 23/07/2025];43(3):[aprox. 7 p.]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032005000300003

19.Hersbach JN. Climate Data Store. ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present. Bruselas: UE; 2023.

20.Kim J, Bang H. Risks in Biomedical Science - Absolute, Relative, and Other Measures. Dent Hypotheses. 2020;11(3):69-71.

21.Ministerio de Salud Pública. Dirección de Registros y Estadísticas de Salud. Anuario Estadístico de salud. La Habana: Minsap; 2020.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS