



# Impacto en la salud laboral de la exposición al calor extremo: una revisión sistemática

## Occupational health impact of exposure to extreme heat: a systematic review

Gustavo Moreno Martín<sup>1\*</sup> , Joan Inglés Torruella<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Salut Sant Joan Reus- Baix Camp. Hospital Universitari Sant Joan. Reus. Tarragona, España.

\*Autor para la correspondencia: [morenogmartin@gmail.com](mailto:morenogmartin@gmail.com)

### Cómo citar este artículo

Moreno Martín G, Inglés Torruella J. Impacto en la salud laboral de la exposición al calor extremo: una revisión sistemática. Rev haban cienc méd [Internet]. 2023 [citado ];22(3):e5328; Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/5328>

Recibido: 19 de mayo de 2023

Aprobado: 28 de julio de 2023

### RESUMEN

**Introducción:** El conocimiento actual de los peligros del estrés térmico por calor en el entorno laboral, relacionado con el calentamiento global y los efectos sobre la tensión por calor es incipiente.

**Objetivo:** Recopilar la evidencia disponible sobre los efectos del calentamiento global, para la salud de los trabajadores.

**Material y Métodos:** Se realizó una revisión sistemática recuperando revisiones y metaanálisis disponibles en PubMed/MEDLINE y ScienceDirect utilizando las palabras claves: cambio climático; calentamiento global; estrés por calor; salud ocupacional y enfermedades ocupacionales para obtener tantas referencias como fuese posible, filtradas por "revisión sistemática y metaanálisis". La búsqueda se restringió a artículos publicados en inglés desde 2012 hasta julio de 2022.

**Resultados:** Se recuperaron 541 referencias y finalmente 10 artículos fueron seleccionados para un análisis en profundidad. Los artículos incluidos se publicaron entre 2014 y 2022, pero la mayoría se emitieron a partir de 2018. La mayor parte de los estudios abordó las enfermedades y lesiones asociadas al estrés térmico por calor en el lugar de trabajo. Los factores de riesgo y exposición al calor en trabajadores al aire libre y las métricas de estrés térmico por calor aparecieron en seis estudios. Cuatro artículos hicieron mención a las medidas de enfriamiento o mitigación del calor.

**Conclusiones:** Los trabajadores expuestos al calor extremo tienen mayor riesgo de estrés térmico por calor, especialmente aquellos de países en desarrollo de regiones tropicales. Esos trabajadores incluyen el sector agrícola, de la construcción, bomberos, mineros, soldados y trabajadores de manufactura entre otros.

### Palabras Claves:

Cambio climático, calentamiento global, estrés por calor, salud ocupacional, enfermedades ocupacionales.

### ABSTRACT

**Introduction:** Current knowledge of the hazards of heat stress in the work environment, related to global warming and the effects on heat stress, is incipient.

**Objective:** To compile the available evidence of the effects of global warming on the health of workers.

**Material and Methods:** A systematic review was performed retrieving reviews and meta-analyses available in PubMed/MEDLINE and ScienceDirect, using the keywords: climate change, global warming, heat stress, occupational health, and occupational diseases to obtain as many references as possible, filtered by "systematic review and meta-analysis". The search was restricted to articles published in English from 2012 to July 2022.

**Results:** A total of 541 references were retrieved and 10 articles were finally selected for an in-depth analysis. The included articles were published between 2014 and 2022, but most of them were issued from 2018 onwards. Most of the studies addressed diseases and injuries associated with heat stress in the workplace. Risk factors and heat exposure in outdoor workers and heat stress metrics appeared in six studies. Four articles mentioned cooling or heat mitigation measures.

**Conclusions:** Workers exposed to extreme heat are at increased risk of heat stress, especially those in developing countries in tropical regions. Those workers include agriculture and construction workers, firefighters, miners, soldiers, and manufacturing workers, among others.

### Keywords:

Climate change, global warming, heat stress, occupational health, occupational diseases.



## INTRODUCCIÓN

El cambio climático hace referencia, entre otras, a las modificaciones en los patrones de temperaturas y clima, que desde 1800, ha tenido como principal impulsor la quema de combustibles fósiles.<sup>(1)</sup> Las condiciones de calor extremo se definen como el periodo de tiempo que es mucho más caliente y húmedo que el promedio, para una estación meteorológica y lugar en particular. Los datos combinados de temperatura de la superficie terrestre y oceánica promediados a nivel mundial, han mostrado una tendencia lineal al calentamiento de 0,85 (0,65 a 1,06) °C durante el período de 1880 a 2012.<sup>(2)</sup>

El concepto de estrés por calor en el entorno laboral (CL) se refiere al estrés térmico por calor en el ambiente de trabajo. Para evaluar el estrés por CL, se deben medir cuatro factores climáticos térmicos: temperatura del aire, humedad, velocidad del aire y radiación de calor; los datos disponibles de la estación meteorológica pueden servir para este propósito.<sup>(3)</sup>

Cerca del 40 % de la población mundial vive en una zona climática donde las temperaturas diurnas normales superan los 30 °C la mayor parte del año.<sup>(4)</sup> En los países tropicales y subtropicales de bajos y medianos ingresos, el estrés por CL puede ocurrir en los trabajadores que realicen cargas de trabajo moderadas a pesadas durante largos periodos de tiempo en condiciones climáticas cálidas y húmedas, especialmente las personas que trabajan al aire libre y que no pueden enfriarse con aire acondicionado, ventiladores eléctricos u otros métodos técnicos de enfriamiento.<sup>(5,6)</sup> Los trabajadores de estos países son los más afectados por el cambio climático y los menos capaces de afrontar sus consecuencias debido a las condiciones sociales, políticas, ambientales y económicas subyacentes. En estas economías predominan los trabajos físicamente exigentes que pagan por producción, con muy pocas o ninguna alternativa de seguro de empleo.<sup>(7)</sup> Por lo tanto, comprender y mitigar el impacto del calentamiento global en el entorno laboral de estos grupos poblacionales, es pertinente para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el objetivo 8.<sup>(8)</sup> La Organización Mundial de la Salud (OMS),<sup>(9)</sup> la Asociación Meteorológica Mundial y la Comisión Europea (Heat Shield)<sup>(10)</sup> han lanzado iniciativas para mitigar el estrés por calor en el trabajo e identificar las mejores prácticas disponibles, teniendo en cuenta que el calentamiento global empeorará las condiciones laborales de miles de millones de trabajadores.<sup>(11)</sup>

Los trabajadores al aire libre en condiciones climáticas de calor y humedad (la construcción, el trabajo en servicios comunales, la agricultura, la minería, entre otros), están expuestos a numerosos riesgos para la salud que provocan enfermedades relacionadas con el calor, como calambres y agotamiento por calor, insolación y muertes; lo cual aumenta el riesgo de accidentes laborales y afecta la salud mental de los trabajadores.<sup>(12)</sup> Por lo general, casi todos los trabajadores en los sectores antes mencionados a nivel mundial, trabajan turnos que comienzan a las 08:00 h y finalizan sobre las 18:00 h, con pausas para el almuerzo y un refrigerio al mediodía y por la tarde, respectivamente. Trabajar en este horario en ambientes cálidos y húmedos, puede ser una amenaza, toda vez que el estrés por calor puede aumentar la temperatura central del cuerpo y la piel, pudiendo verse sobrepasados los mecanismos de autorregulación de la temperatura corporal.<sup>(13)</sup> Entre los principales factores individuales que pueden verse afectados por el estrés por calor ocupacional están la edad (edades extremas), el sexo (femenino), el embarazo, los antecedentes patológicos personales y el índice de masa corporal (IMC) entre otros.<sup>(14)</sup>

El conocimiento actual de los peligros del estrés por CL relacionado con el calentamiento global y los efectos sobre la tensión por calor es incipiente<sup>(15)</sup> y en la revisión realizada, se observó que la magnitud de los efectos del estrés por CL no ha sido investigada sistemáticamente hasta la fecha; principalmente porque los resultados son demasiado complejos para interpretarlos mediante el examen de estudios o ensayos individuales en entornos ocupacionales específicos. Por lo tanto, el **objetivo** de esta revisión sistemática es recopilar la evidencia disponible sobre los efectos del calentamiento global, en la salud de los trabajadores.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Siguiendo las pautas *Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses* (PRISMA, siglas en inglés),<sup>(16)</sup> se realizó una revisión sistemática recuperando revisiones y metaanálisis disponibles en *PubMed/MEDLINE* y *ScienceDirect* utilizando el conector OR para las palabras clave cambio climático; calentamiento global; estrés por calor; salud ocupacional; enfermedades ocupacionales. Se obtuvieron tantas referencias como fue posible, filtradas por “revisión sistemática y metaanálisis”. La búsqueda se restringió a artículos publicados en inglés desde 2012 hasta julio de 2022, también proporcionamos los criterios de inclusión y exclusión (tabla1).

Tabla 1: Planificación de la estrategia de búsqueda	
Criterio de búsqueda	Estrategia de búsqueda
Bases de datos	PubMed/MEDLINE; ScienceDirect
Lenguaje de búsqueda	Inglés
Periodo de búsqueda	2012-2022
Palabras claves	“climate change” OR “global warming” OR “heat stress” OR “occupational health” OR “occupational diseases”
Criterios de inclusión	Artículos publicados entre 2012 y julio de 2022; que evalúen el impacto del cambio climático en la salud laboral; revisiones sistemáticas o metaanálisis; en idioma inglés.
Criterios de exclusión	Artículos enfocados a otras vertientes del cambio climático diferente al calentamiento climático; que evalúen el impacto del calentamiento climático en los animales, la flora o la fauna y los sistemas físicos como el suelo, la tierra y el agua.

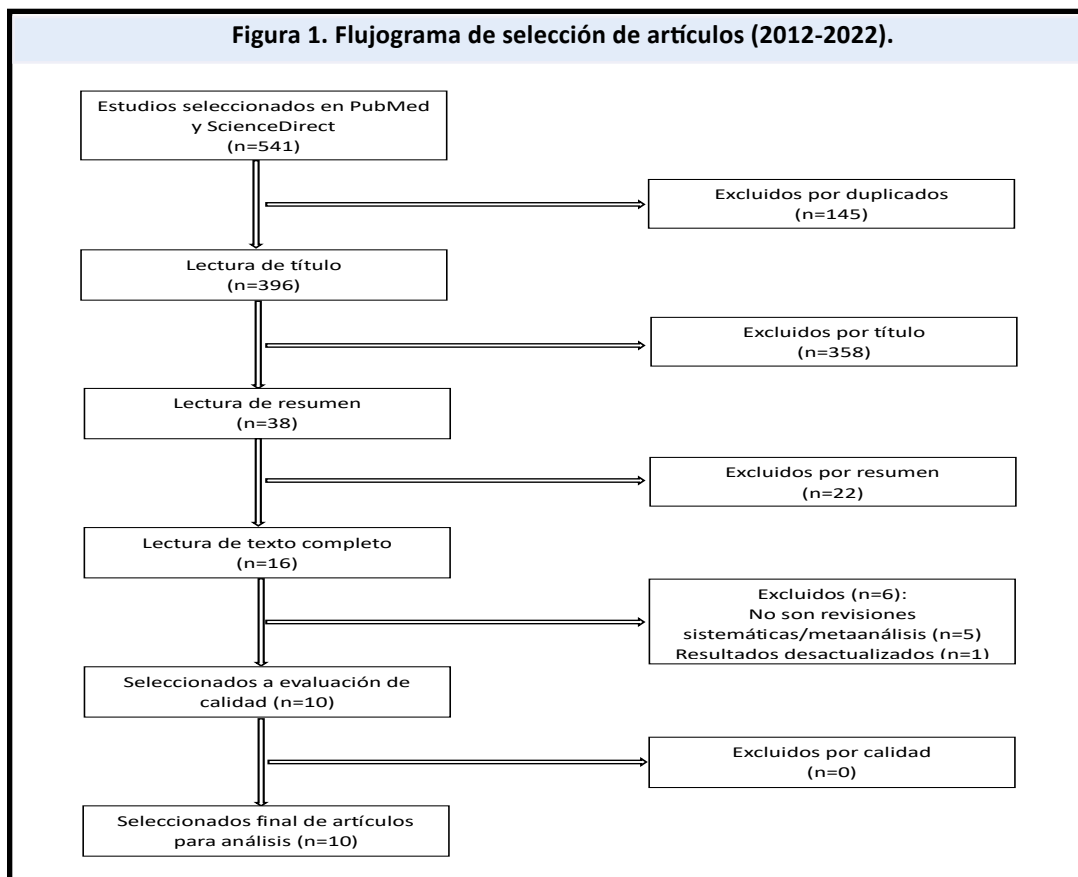
Una vez terminada la búsqueda inicial, fueron eliminados los estudios duplicados. Una primera selección se basó en la lectura del título, incluyendo aquellos con las palabras “Climate Change”, “Global Warming” y “Occupational Health”, excluyendo aquellas que no eran de interés para el propósito del estudio o eran dudosas. La segunda selección se basó en la lectura de los resúmenes, excluyendo aquellos estudios que no analizaron el impacto del cambio climático en la salud ocupacional, o no fueron revisiones sistemáticas o metaanálisis. En una tercera fase, se analizaron los textos completos y los artículos que no hacían referencia al propósito del estudio fueron excluidos.

En una etapa final, se realizó una evaluación de la calidad metodológica de los estudios seleccionados mediante el *Assessment of Multiple SysTemAtic Reviews* (AMSTAR, siglas en inglés).<sup>(17)</sup> Consta de 11 criterios de calidad metodológica, con lo cual la puntuación oscila entre 0 y 11, siendo mayor la calidad a puntuaciones más altas. No existe una puntuación de corte para establecer si una revisión sistemática es de alta o baja calidad y se tienen en cuenta los criterios que obtengan una puntuación más baja, pues podrían indicar limitaciones importantes. El instrumento es una medida fiable y válida para la evaluación de la calidad metodológica de las revisiones sistemáticas y ha demostrado buena validez aparente y de contenido.<sup>(18)</sup>

## RESULTADOS

### Selección de artículos

Inicialmente, se recuperaron 541 referencias (302 de *PubMed/MEDLINE* y 239 de *ScienceDirect*) y después de eliminar los duplicados (n=145), quedaron 396 artículos. De estos, 358 artículos fueron excluidos después de leer el título y 22 después de la lectura del resumen; se obtuvieron 16 artículos. Después de leer el texto completo de estos estudios, cinco fueron excluidos porque no eran revisiones sistemáticas o metaanálisis y uno porque sus resultados no estaban actualizados, se obtuvo un total de 10 artículos para su análisis en profundidad. (Figura 1).



Tras evaluar la calidad metodológica de los artículos seleccionados con el instrumento AMSTAR, uno de ellos obtuvo una puntuación global de 11, tres obtuvieron una puntuación de 10 y el resto de los estudios obtuvieron puntuaciones globales que oscilan entre 5 y 9. (Tablas 2 y 3).

**Tabla 2: Autoría, objetivos y diseño de los artículos seleccionados**<sup>(19,20,21,22,23,24,25,26,27,28)</sup>

No.	Autor, año (país)	Título	Objetivo	Diseño de estudio
1	Xiang J <i>et al.</i> , 2014 (Australia) <sup>(19)</sup>	<i>Health Impacts of Workplace Heat Exposure: An Epidemiological Review</i>	Revisar las características de la exposición al calor en el lugar de trabajo en ocupaciones seleccionadas de riesgo relativamente alto, resumir los hallazgos de los estudios publicados y, en última instancia, proporcionar sugerencias para la reducción de la exposición al calor en el lugar de trabajo, adaptaciones y futuras direcciones de investigación.	Revisión 55 estudios (transversales, experimentales epidemiológicos y cohortes)
2	Morris N, <i>et al.</i> , 2020 (Dinamarca) <sup>(20)</sup>	<i>Sustainable solutions to mitigate occupational heat strain – an umbrella review of physiological effects and global health perspectives</i>	Identificar y evaluar sistemáticamente los métodos que mitigan la tensión de calor ocupacional para proporcionar una guía con base científica para los profesionales.	Revisión 22 revisiones
3	Moda H, <i>et al.</i> , 2019 (Alemania) <sup>(21)</sup>	<i>Impacts of Climate Change on Outdoor Workers and Their Safety: Some Research Priorities</i>	Resumir el conocimiento existente y sintetizar el impacto de la adaptación al cambio climático y la salud y seguridad ocupacional.	Revisión 32 estudios (revisiones, transversales, evaluación cualitativa, estudios de casos)
4	Levi M, <i>et al.</i> , 2018 (Italia) <sup>(22)</sup>	<i>Impact of climate change on occupational health and productivity: a systematic literature review focusing on workplace heat</i>	Resumir la evidencia epidemiológica de los efectos del cambio climático, con un enfoque especial en las altas temperaturas y las olas de calor, en la salud y la productividad de los trabajadores.	Revisión 193 estudios (transversales, revisiones, series de casos, vigilancia de casos, entre otros)
5	Habibi P. <i>et al.</i> , 2021 (Irán) <sup>(23)</sup>	<i>The impacts of climate change on occupational heat strain in outdoor workers: A systematic review</i>	Recopilar los factores de riesgo que pueden aumentar la susceptibilidad a los riesgos laborales relacionados con el clima, así como las medidas para controlar el impacto del cambio climático en la tensión de calor ocupacional en los trabajadores al aire libre.	Revisión 25 estudios (transversales, revisiones, cohortes, estudios de casos)
6	Flouris A, <i>et al.</i> , 2018 (Grecia) <sup>(24)</sup>	<i>Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis</i>	Estimar los efectos del estrés por calor ocupacional en la salud y productividad de los trabajadores.	Revisión y metaanálisis 64 estudios (transversales y cohortes)
7	El Khayat M, <i>et al.</i> , 2022 (Libano) <sup>(25)</sup>	<i>Impacts of Climate Change and Heat Stress on Farmworkers' Health: A Scoping Review</i>	Resumir el conocimiento existente sobre el impacto en la salud del estrés por calor, orientar la investigación futura hacia una mejor comprensión de los riesgos actuales y futuros del cambio climático e informar las políticas para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores agrícolas.	Revisión 92 estudios (transversales, longitudinales, comparativos y cualitativos)
8	Binazzi A. <i>et al.</i> , 2019 (Italia) <sup>(26)</sup>	<i>Evaluation of the impact of heat stress on the occurrence of occupational injuries: Meta-analysis of observational studies</i>	Resumir la evidencia epidemiológica de la asociación entre el aumento del calor debido al cambio climático y el riesgo de lesiones laborales, en particular de los trabajadores al aire libre.	Metaanálisis 8 estudios (5 series temporales y 3 estudios de casos)
9	Ansah E, <i>et al.</i> , 2021 (Ghana) <sup>(27)</sup>	<i>Climate change, health and safety of workers in developing economies: A scoping review</i>	Examinar el impacto del cambio climático en la salud y seguridad ocupacional de los trabajadores en las economías en desarrollo.	Revisión 34 estudios (revisiones, transversales, cualitativos, longitudinales y descriptivos)
10	Acharya P, <i>et al.</i> , 2018 (Estados Unidos) <sup>(28)</sup>	<i>Assessing Heat Stress and Health among Construction Workers in a Changing Climate: A Review</i>	Revisar la investigación epidemiológica existente sobre el estrés por calor ocupacional en la industria de la construcción, tanto en EE. UU. como a nivel internacional.	Revisión 16 estudios (estudios ecológicos, transversales, casos controles, prospectivos y retrospectivos)

Tabla 3: Principal impacto en la salud, resultados y calidad metodológica de los artículos seleccionados<sup>(19,20,21,22,23,24,25,26,27,28)</sup>

No.	Autor, año (país)	Principal impacto en la salud relacionado con el calentamiento climático	Resultados	AMSTAR
1	Xiang J, et al, 2014 (Australia) <sup>(19)</sup>	- <i>Impacto de la exposición al calor en el lugar de trabajo en ocupaciones susceptibles seleccionadas.</i>	Los trabajadores manuales que están expuestos al calor extremo pueden estar en riesgo de estrés por calor, especialmente para los trabajadores de países en desarrollo y en regiones tropicales. Existe una falta de notificación de las enfermedades causadas por el calor y poca percepción de riesgo de lesiones relacionadas con el trabajo.	5
2	Morris N, et al, 2020 (Dinamarca) <sup>(20)</sup>	- <i>Intervenciones de enfriamiento disponibles para mejorar la salud y la productividad de los trabajadores en ambientes laborales calurosos.</i>	El uso de ventiladores es altamente efectivo, de costo relativamente bajo y factible en más ambientes laborales. Proporcionar sombra al aire libre durante el descanso probablemente sea beneficioso. Para entornos altamente estresantes, los chalecos refrigerantes deben priorizarse. Mejorar el estado fisiológico adaptado de los trabajadores es muy eficaz para mejorar el rendimiento laboral y mitigar la tensión fisiológica. Para las estrategias de enfriamiento personal, la ingestión y la inmersión en agua fría son más efectivas y se producen a costos e impacto ambiental modesto.	10
3	Moda H, et al, 2019 (Alemania) <sup>(21)</sup>	- <i>Impacto del cambio climático en la seguridad y salud de los trabajadores al aire libre;</i> - <i>Isla de Calor Urbano (UHI, siglas en inglés) e impacto en la Salud Ocupacional de los Trabajadores al Aire Libre;</i> - <i>Estrés por calor y rendimiento de los trabajadores al aire libre;</i> - <i>Riesgos para la salud ocupacional y efectos relacionados con el cambio climático;</i> - <i>Adaptación de los trabajadores al estrés laboral por calor.</i>	La evidencia documentada sobre el impacto del cambio climático en la salud y seguridad ocupacional entre los trabajadores al aire libre es limitada, en especial en los países en desarrollo del África Subsahariana, donde principalmente se siente su impacto.  Las áreas de investigación propuestas en la evaluación del impacto del cambio climático en la productividad de los trabajadores al aire libre y la seguridad ocupacional incluyen:  - Evaluación del impacto del cambio climático entre los trabajadores al aire libre vulnerables, tales como mujeres embarazadas, niños y ancianos;  - Estrés por calor ocupacional y adopción de medidas sostenibles;  - Asociación entre la exposición al estrés por calor y la respuesta bajo diversas condiciones de trabajo;  - Evaluación de los efectos combinados asociados con el estrés por calor y otros estresores ambientales y físicos relacionados;  - Desarrollo de alternativas de microadaptación para abordar los desafíos del cambio climático en el lugar de trabajo.	8
4	Levi M, et al, 2018 (Italia) <sup>(22)</sup>	- <i>Estrés por calor; fatiga; enfermedades cardiovasculares; renales; respiratorias; así como la productividad, lesiones y muertes agudas relacionadas con el aumento de la temperatura ambiente.</i>	Los desafíos de la exposición al calor para la salud y la productividad de los trabajadores ya son problemas significativos en las áreas tropicales y serán cada vez más comunes también en los países de la Unión Europea. La fuerza laboral en Italia está particularmente en riesgo dadas las condiciones geográficas y meteorológicas del país.	7
5	Habibi P. et al, 2021 (Irán) <sup>(23)</sup>	- <i>Factores que pueden aumentar la susceptibilidad a los riesgos laborales relacionados con el clima.</i> - <i>Factores que modulan el cambio climático y la tensión de calor ocupacional.</i>	La alta incidencia de fatiga por calor entre los trabajadores al aire libre debe tenerse en cuenta en la evaluación clínica, de gestión y de salud ocupacional organizada, de ocupaciones expuestas a condiciones climáticas cálidas y húmedas. Los controles administrativos y de ingeniería fueron más efectivos que la modificación del estilo de vida para afrontar el estrés por calor. Las estrategias y pautas de protección contra el estrés por calor ocupacional requieren más investigación para identificar aquellas que son verdaderamente efectivas, factibles y aceptables para reducir el estrés por calor en lugares de trabajos cálidos y húmedos, debido al cambio climático.	9

**Tabla 3: Principal impacto en la salud, resultados y calidad metodológica de los artículos seleccionados<sup>(19,20,21,22,23,24,25,26,27,28)</sup>**

No.	Autor, año (país)	Principal impacto en la salud relacionado con el calentamiento climático	Resultados	AMSTAR
6	Flouris A, et al, 2018 (Grecia) <sup>(24)</sup>	- Prevalencia del estrés por calor ocupacional; - Prevalencia de enfermedad renal o lesión renal aguda; - Prevalencia de pérdida de productividad; - Tensión de calor ocupacional durante o al final de un turno de trabajo; - Temperatura central media durante el turno de trabajo en condiciones de estrés por calor.	El estrés por calor ocupacional, una condición totalmente prevenible, tiene importantes resultados en la salud y la productividad y debe reconocerse como un problema de salud pública. La evidencia presentada muestra la necesidad urgente de establecer un sistema de vigilancia para monitorear la prevalencia de la tensión de calor ocupacional en todo el mundo.	10
7	El Khayat M, et al, 2022 (Libano) <sup>(25)</sup>	- Resultados de salud relacionados con la exposición al calor; - Factores de riesgo y de protección asociados con los resultados de salud y medidas preventivas	Los factores de riesgo identificados tanto para la enfermedad renal como para la enfermedad relacionada con el calor (HRI, siglas en inglés) incluyen el sexo femenino, la deshidratación, el estrés por calor, el uso de ropa inapropiada, la carga de trabajo, el pago por pieza, la libertad de decisión laboral y las condiciones ambientales calurosas. Se identificaron varios factores protectores como beber agua, cambiar el horario de trabajo y el horario de actividades, reducir el consumo de refrescos gaseados y aumentar el consumo de electrolitos, además de mejorar el acceso a la atención médica. La revisión actual también identificó varios factores que son exclusivos de las poblaciones vulnerables que trabajan en el sector agrícola, incluidos los trabajadores agrícolas migrantes y niños.	10
8	Binazzi A, et al, 2019 (Italia) <sup>(26)</sup>	- Lesiones relacionadas con el trabajo. - Días de compensación según incremento de a temperatura. - Lesión aguda y enfermedad en relación con el calor.	La exposición ocupacional intensa y prolongada a temperaturas elevadas se ha asociado con efectos en la salud, como deshidratación y espasmos, aumento de la fatiga y reducción de la productividad. El aumento del riesgo de lesiones en el lugar de trabajo puede ser la consecuencia de palmas sudorosas, anteojos de seguridad empañados, mareos y rendimiento cognitivo reducido. El uso de datos de reclamos de compensación, como fuente de lesiones relacionadas con el trabajo, probablemente subestima el número real de casos de lesiones, ya que no todos los trabajadores con derecho a compensación presentarán un reclamo, y no todos los reclamos por lesiones serán elegibles para compensación.	11
9	Ansah E. et al, 2021 (Ghana) <sup>(27)</sup>	- Factores que aumentan la susceptibilidad de los trabajadores a los riesgos de salud ocupacional relacionados con el clima. - Estrategias de afrontamiento y adaptabilidad a los riesgos laborales del cambio climático por parte de los trabajadores y sus organizaciones.	Los efectos del cambio climático empeorarán con el tiempo, lo que significa que los desafíos de salud y seguridad de los trabajadores relacionados con el cambio climático empeorarán. Las estrategias efectivas de adaptación al cambio climático deben implicar la colaboración entre varios sectores gubernamentales, institutos de investigación, disciplinas y comunidades.	7
10	Acharya P. et al, 2018 (Estados Unidos) <sup>(28)</sup>	- Patrón de lesiones por estrés por calor. - Políticas, reglamentos y recomendaciones. - Factores de riesgo y prevención.	Los efectos en la salud relacionados con el calor entre los trabajadores de la construcción son un tema de salud pública significativo, pero poco estudiado. Los efectos adversos para la salud ocupacional relacionados con el calor se pueden reducir fácilmente mediante intervenciones de bajo costo (p. ej., más descansos y provisión de sombra y agua potable).	6

**Características de los estudios**

Los artículos incluidos<sup>(19,20,21,22,23,24,25,26,27,28)</sup> se publicaron entre 2014 y 2022, aunque solo uno es anterior a 2018, lo cual denota el reciente interés y la necesidad de investigar a profundidad los efectos del calentamiento global sobre la salud laboral. Ocho estudios fueron revisiones sistemáticas publicadas por investigadores de instituciones principalmente europeas<sup>(20,21,22)</sup> y asiáticas.<sup>(23,25)</sup> Los dos metaanálisis fueron desarrollados por investigadores de instituciones europeas<sup>(24,26)</sup> y uno de ellos<sup>(26)</sup> planteó la asociación entre el aumento del calor debido al cambio climático y el riesgo de lesiones laborales.

Las revisiones y metaanálisis incluyeron estudios de cohortes, experimentales epidemiológicos, estudios de casos y series temporales de calidad razonablemente buena o muy buena. Uno de los metaanálisis se basó en ocho estudios, entre series temporales y estudios de casos.<sup>(26)</sup>

Siete de los estudios desarrollaron las enfermedades y lesiones por estrés por calor en el lugar de trabajo.<sup>(19,21,22,23,24,25,27)</sup> Los factores de riesgo y exposición al calor en trabajadores al aire libre<sup>(19,23,25,26,27,28)</sup> y las métricas de estrés por calor<sup>(22, 23,24,25,26,27,28)</sup> aparecen en seis estudios. Cuatro artículos hicieron mención a las medidas de enfriamiento o mitigación del calor.<sup>(21,23,25,28)</sup>

### Métricas de estrés por calor

El estrés por calor es la carga de calor provocada por factores como las condiciones climáticas, la actividad física, el calor metabólico, calor antropométrico y los efectos térmicos de la ropa.<sup>(28)</sup> En los artículos seleccionados han sido utilizadas medidas para caracterizar el estrés por calor como las métricas de temperaturas simples (por ejemplo, temperaturas máximas o mínimas diarias), índices compuestos que combinan la temperatura y otros parámetros meteorológicos como la humedad (por ejemplo, índice de calor), temperatura corporal central y la temperatura de la piel.<sup>(22,23,24,25,26,28)</sup>

El índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT, siglas en inglés) es una medida comúnmente utilizada en entornos laborales que incorpora la temperatura del aire, la humedad, el calor radiante y la velocidad del viento.<sup>(28)</sup> El WBGT es la métrica en la que se basa el estándar de estrés por calor ISO 7243 (Organización Internacional para la Estandarización) para determinar los efectos ergonómicos de los ambientes térmicos y en la presente revisión fue la medida principal para caracterizar el estrés por calor en el lugar de trabajo en 6 de los artículos seleccionados.<sup>(22,23,24,25,26,28)</sup> Otros autores utilizaron el índice de calor, índice de estrés por calor e índice climático térmico universal.<sup>(25)</sup>

### Enfermedades y lesiones por estrés por calor en el lugar de trabajo

Siempre que la temperatura ambiente exceda 35 °C, existe una mayor probabilidad de fatiga y agotamiento físico entre los trabajadores en general.<sup>(21)</sup> Los principales efectos del cambio climático en la salud incluyen calambres por calor, dificultad respiratoria, insolación, aumento de la frecuencia cardíaca, de la temperatura corporal central y de la tasa de sudoración; deterioro del rendimiento mental y físico, fatiga, náuseas o vómitos, piel seca y tensión por calor.<sup>(21,22,23,25,27)</sup> La elevación de la temperatura central y la deshidratación se asocian a efectos conductuales negativos como fatiga física, irritabilidad, letargo, deterioro del juicio, disminución de la vigilancia, pérdida de destreza, coordinación y concentración; pudiendo comprometer la seguridad laboral.<sup>(19,21,23)</sup> En cuanto a la salud mental, los agricultores parecen tener un mayor riesgo de desarrollar depresión y ansiedad, incluido el suicidio, debido a las presiones relacionadas con la sequía.<sup>(19,21,22,23,27)</sup>

Varios de los artículos seleccionados (n=6) hacían mención a los trastornos genitourinarios, en particular a la enfermedad renal crónica.<sup>(19,21,22,24,25,27)</sup> La mayor incidencia y prevalencia de esta enfermedad renal crónica se ha reportado en América Central, especialmente entre trabajadores de la caña de azúcar, varones jóvenes y de mediana edad, sin factores de riesgo convencionales como diabetes (DM) o hipertensión (HTA).<sup>(22,25)</sup> Dado que la etiología aún se desconoce, en la literatura científica se utiliza el término “Enfermedad Renal Crónica de Etiología Desconocida” (ERCd). Otra etiqueta es “Nefropatía Mesoamericana” (NeM). Del mismo modo, El Khayat y otros<sup>(25)</sup> reportaron un aumento significativo en los biomarcadores de lesión renal tales como el *neu-trophilgelatinase-associated lipocalin* (NGAL), N-acetil-glucosaminidasa (NAG) y la interleucina-18, entre los trabajadores de campos (cortadores de caña, sembradores, cortadores de semillas, aplicadores de agroquímicos e irrigadores) en comparación con los trabajadores que no son de campo (choferes y trabajadores de fábricas). Se cree que la exposición a temperaturas elevadas, la deshidratación y la exposición a ciertos agroquímicos, son los factores de riesgo más importantes asociados con su aparición.<sup>(22,25)</sup>

Dos de los estudios seleccionados registraron problemas de salud materno-infantil como resultado potencial de la exposición a condiciones de calor extremo en el lugar de trabajo.<sup>(21,27)</sup> Se encontraron resultados adversos del embarazo como el bajo peso al nacer, anomalías congénitas, partos prematuros y postérmino, aborto espontáneo, desnutrición e infecciones entre las trabajadoras.<sup>(21)</sup>

### Factores de riesgo y exposición al calor en trabajadores al aire libre

Los impactos de la exposición al calor pueden ser particularmente duros para los trabajadores al aire libre.<sup>(19)</sup> Varios reportes hacen mención a áreas urbanas que exhiben temperaturas más altas en comparación con el entorno rural o suburbano y que, sin bien tienen efecto sobre toda la población, esta cobra especial interés en los trabajadores expuestos a calor extremo; son las denominadas islas de calor urbano (UHI, siglas en inglés). La UHI también tiene efecto nocturno, con lo cual el cuerpo no se recupera de la exposición al calor experimentada durante el día.<sup>(21)</sup>

Entre los agricultores, los principales factores que contribuyen a la aparición de enfermedades y lesiones relacionadas con el calor incluyen la exposición a temperaturas extremas al aire libre durante períodos de tiempo prolongados, la falta de programas de seguridad y los bajos niveles de agricultura mecanizada.<sup>(19,23,26,28)</sup> Se ha demostrado que, en los trabajadores agrícolas, en términos de morbilidad relacionada con el calor, tienen cuatro veces más posibilidades de sufrir enfermedades relacionadas con el calor en EE. UU, riesgo que es relativamente mayor en trabajadores agrícolas en países de bajos a medianos ingresos.<sup>(19,25)</sup>

Los trabajadores de la industria de la construcción son unos de los más afectados por el estrés por calor, solo superados por los trabajadores agrícolas y varios factores contribuyen al riesgo de enfermedades y lesiones relacionadas con el calor.<sup>(28)</sup> Estos incluyen el uso constante de maquinaria y herramientas eléctricas, trabajar en superficies elevadas, una gran carga de trabajo, condiciones de alojamiento precarias cerca de los lugares de trabajo, estar empleado temporalmente por un subcontratista con pago diario, así como la exposición constante y directa a la luz solar, enfrentando un aumento adicional de temperatura de 3 a 5 °C.<sup>(19,23,26)</sup>

En las minas, los trabajadores se enfrentan a condiciones de calor y humedad extrema comúnmente. En el caso de las minas a cielo abierto, la exposición al calor es similar a otros lugares de trabajo al aire libre. Sin embargo, la mayoría de los problemas de estrés por calor han sido reportados en minas subterráneas, ya que el calor adicional de la roca virgen y las minas aumenta con la profundidad. La alta humedad del agua requerida para el control del polvo también contribuye notablemente a la carga térmica. Los efectos del cambio estacional en las temperaturas subterráneas disminuyen con el aumento de la profundidad de extracción, por lo cual, lesiones y enfermedades por calor pueden ocurrir durante todo el año.<sup>(19)</sup>

Bomberos y trabajadores de la industria también se exponen a calor extremo en el lugar de trabajo. Los bomberos están obligados a llevar ropa de protección contra incendios y aparatos de respiración autónomos, independientemente de las temperaturas ambientales. Este equipo de protección personal puede reducir el efecto de la disipación de calor y aumentar el riesgo de estrés por calor.<sup>(19)</sup>

Varios reportes se centraron específicamente en trabajadores agrícolas migrantes en EE. UU., México, Etiopía y Australia; muchos de los cuales cambiaron de residencia de un lugar geográfico a otro en busca de trabajo, entre los que se reportó hasta 33 % de incidencia de enfermedad renal aguda.<sup>(25)</sup>

Entre las subpoblaciones vulnerables al calor extremo en el lugar de trabajo se han identificado a las trabajadoras embarazadas y a las más jóvenes de 15 a 24 años.<sup>(23,25,27)</sup> En África subsahariana, algo más de 50 % de la población de trabajadores de la agricultura de subsistencia son mujeres.<sup>(27)</sup> Las mujeres embarazadas expuestas al calor extremo se enfrentan a riesgos adicionales para la salud,<sup>(19)</sup> incluida la mala salud del embarazo y los resultados del parto.<sup>(21)</sup>

### Medidas preventivas

Históricamente, las personas que trabajan en climas cálidos extremos han improvisado diferentes medidas encaminadas a adaptarse a sus condiciones de trabajo, lo que se conoce como medidas de autocontrol. Incluyen, aclimatación con ventanas abiertas o uso de sistemas de enfriamiento natural; trabajar con ropa ligera; rociarse con agua para regular su temperatura corporal; el consumo de agua, limón, fructosa o jugo de caña de azúcar; tomar descansos intermitentes y reducir la intensidad de trabajo, evitar el consumo de cafeína y alcohol, entre otras. Sin embargo, estas técnicas requieren medidas científicas adicionales destinadas a complementar estas herramientas, especialmente cuando es insuficiente en condiciones extremas de calor.<sup>(21,23)</sup> El desarrollo de una vegetación adecuada en áreas urbanas ayuda a refrescar el entorno, lo cual se traduce en aumento de la evapotranspiración y la reducción del efecto UHI.<sup>(21)</sup>

Una de las revisiones<sup>(25)</sup> identificó entre las medidas preventivas más comunes, mantener una hidratación adecuada, tomar descansos en áreas sombreadas, ir a lugares con aire acondicionado durante o después del trabajo, cambiar las horas y actividades laborales, así como tomar descansos adicionales. Por otro lado, en Qatar, Emiratos Árabes Unidos y otros países del Medio Oriente, se limitan las horas de trabajo en verano, exigiendo que todo trabajo se detenga entre las 11:30h y las 15:00h. En 2015, Costa Rica introdujo una legislación que obliga a empleadores de trabajadores agrícolas a proporcionar sombra, agua, descansos y ropa protectora. Esta norma se implementó ante una creciente epidemia de enfermedad renal crónica entre jóvenes centroamericanos.<sup>(28)</sup>

Los estudios que han evaluado la asociación entre el consumo de líquidos y azúcar y la enfermedad renal entre trabajadores agrícolas, han mostrado una evidencia contradictoria. En cuanto al consumo de electrolitos, se ha identificado una asociación entre una mayor ingesta y una mejor función renal, así como a mejores biomarcadores de función renal.<sup>(25)</sup>

## DISCUSIÓN

Destacan las enfermedades y lesiones por estrés por CL, los factores de riesgo y exposición al calor en trabajadores al aire libre y las medidas de prevención desarrolladas por los trabajadores y sus organizaciones. Muchos trabajadores son más susceptibles tanto a los efectos agudos como crónicos de la tensión por calor, al estar expuestos de manera repetitiva a estrés por calor ocupacional durante períodos prolongados.<sup>(29,30)</sup> Los efectos directos e indirectos del cambio climático en la salud de los trabajadores incluyen las olas de calor, las UHI, la elevada humedad ambiental y el calor antropométrico. Por tanto, es necesario comprender la naturaleza de los riesgos asociados a la exposición, para determinar cómo el calentamiento global impacta en la salud y seguridad de los trabajadores; lo cual permitirá diseñar, implementar y evaluar estrategias de prevención de riesgos laborales.<sup>(27,31)</sup>

Los efectos del calentamiento global en la salud laboral dependen de la interacción con la salud física y mental de los trabajadores de bajos y medianos ingresos en las economías en desarrollo. En la salud mental el impacto afecta de forma desproporcionada a poblaciones de trabajadores vulnerables; sin embargo, esta relación puede diferir según los desencadenantes, lo cual dificulta establecer vínculos entre el calentamiento global y los problemas de salud mental en los trabajadores de países en desarrollo.<sup>(31)</sup> Como ejemplo, trabajar con un calor extremo durante largos períodos de tiempo al aire libre, es un riesgo al que se enfrentan los trabajadores de las economías en desarrollo. Estas exposiciones pueden provocar enfermedades relacionadas con el calor, estrés y fatiga; lo cual incrementa el riesgo de comportamiento hostil, agresión y trastornos de ansiedad.<sup>(27,32)</sup>

La salud de las trabajadoras al aire libre se considera un problema que ha suscitado el interés de varios investigadores recientemente, en particular durante el embarazo.<sup>(21,33)</sup> Las mujeres trabajadoras embarazadas expuestas a calor extremo se enfrentan a un mayor riesgo de su salud reproductiva, en función de factores como la edad, nivel socioeconómico y grado de discapacidad, entre otros.<sup>(33,34)</sup> Esta subpoblación de trabajadores es una de las que más puede beneficiarse de las medidas de mitigación que reducen el impacto del calentamiento global y los riesgos relacionados con la salud y la seguridad de los trabajadores.

Desde hace poco más de 20 años, la región de Mesoamérica formada por el sudeste de México, Guatemala, El Salvador, el oeste de Nicaragua y el noroeste de Costa Rica, ha sido objeto de una epidemia de casos de ERCd englobada bajo el término NeM.<sup>(35,36)</sup> En los últimos años, varios autores han reportado un incremento de la incidencia en otras regiones tropicales del mundo como Sri Lanka o la India, adquiriendo la denominación más amplia de nefritis intersticial crónica de comunidades agrícolas (CINAC, siglas en inglés).<sup>(37,38,39)</sup> Reconocida como problema de salud pública en la región de Mesoamérica, la importancia de la NeM más allá de la afectación renal, radica en que actualmente constituye la principal causa de muerte prematura en varones jóvenes de las regiones en la que es endémica.<sup>(40)</sup>

Varios autores<sup>(22,25,35,36,41,42)</sup> reportan como factores de riesgo pertenecer a comunidades agrícolas de zonas tropicales, caracterizadas por un clima cálido y húmedo, en la que la exposición a altas temperaturas, contaminantes ambientales y pesticidas han sido postulados como desencadenantes fundamentales en la patogenia de esta nefropatía. Sin embargo, en la presente revisión se destaca como principal mecanismo patogénico implicado, la deshidratación que ocurre en el contexto de una actividad física intensiva, el estrés por calor y las elevadas temperaturas a la que están expuestos los trabajadores, en ausencia de factores de riesgo habituales como la HTA y DM. Dada la complejidad y la naturaleza sistémica de este problema de salud, las intervenciones requeridas son multidisciplinarias y multidimensionales, lo cual no es objeto de estudio exclusivo de la comunidad médica. Solo los esfuerzos a escala global que involucren a las partes interesadas podrán cerrar las brechas observadas que experimentan las poblaciones desfavorecidas. Las oportunidades y prioridades de investigación deben incluir ensayos clínicos para evaluar la eficacia y seguridad de los tratamientos actuales junto a estudios etiológicos y genéticos.

Se han identificado varios factores de riesgo que aumentan la susceptibilidad de los trabajadores a los problemas de salud relacionados con el calentamiento global, lo cual reviste gran importancia a la hora de identificar su impacto en la salud y seguridad ocupacional de estos.<sup>(27)</sup> Los efectos fisiológicos del estrés por calor alteran el estado de hidratación de los trabajadores en función de sus condiciones de trabajo, cantidad de agua que ingieren, tipo de ropa que utilizan y hábitos personales como el consumo de alcohol.<sup>(43,44)</sup> Entre los principales factores de riesgo comórbidos para estrés relacionado con el calor destacan el consumo del alcohol, el hábito de fumar y el uso de drogas ilícitas. En la literatura revisada, los rangos de edad más vulnerables incluyen a los trabajadores varones menores de 24 años y de 55 años o más. Las diferencias en el riesgo de estrés por calor según sexo y raza no están bien documentadas en la literatura, no obstante, en algunos sectores como la industria, los trabajadores hombres hispanos presentan mayor riesgo que los nativos americanos; mientras que en ambientes cálidos y húmedos los hombres presentan mayor riesgo que las mujeres.<sup>(45)</sup> Estos factores de riesgo individuales tienen un papel importante en la tolerancia al calor; sin embargo, los factores ambientales serán los más efectivos en la categorización de la exposición a los peligros relacionados con el cambio climático.<sup>(28)</sup>

En la presente revisión, las medidas de autocontrol figuran como un aspecto importante en la prevención del estrés por CL. Sin embargo, estas medidas no garantizan una protección adecuada contra el estrés por CL por sí solas.<sup>(28)</sup> Un estudio reciente apunta que los descansos autolimitados no son suficientes para una recuperación térmica completa, motivo por el cual, no sería prudente confiar totalmente en el autocontrol para evitar el estrés por CL.<sup>(46)</sup> Probablemente se requiera la adopción de estrategias complementarias de mitigación del calor, en función de los factores ambientales exógenos que influyen sobre la salud de los trabajadores. El trabajo mecanizado en agricultura y construcción, así como el consumo de hielo líquido en la construcción y el turismo han tenido resultados no concluyentes en la reducción del estrés por CL; pero utilizados de conjunto, podrían rendir mejores resultados.<sup>(20)</sup> De esta forma se evidencia que varias estrategias de mitigación del CL pueden adoptarse como mecanismos de protección a los trabajadores, que sean económicas y factibles.

Esta revisión llama la atención sobre la escasez de investigaciones sobre el impacto del cambio climático en la salud y la seguridad de los trabajadores en las economías en desarrollo. El presente estudio tiene varias **limitaciones** que es necesario comentar. No se evaluó el efecto del cambio climático sobre otros factores ocupacionales, como la pérdida de productividad, los accidentes y enfermedades laborales y la pérdida de horas de trabajo. Al igual que en otras revisiones de alcance, una limitación es la falta de evaluación de la calidad de algunos de los estudios incluidos. Pocos estudios se centran en poblaciones vulnerables de trabajadores, como mujeres embarazadas, trabajadores en edades extremas y trabajadores de la calle.

## CONCLUSIONES

Debido al calentamiento global se prevé un aumento de la frecuencia e intensidad del clima extremadamente cálido, con lo cual la exposición al calor en el lugar de trabajo representa un desafío creciente para la salud ocupacional. Los trabajadores expuestos al calor extremo o que trabajan en ambientes cálidos tienen mayor riesgo de estrés por calor ocupacional, especialmente aquellos de países en desarrollo de regiones tropicales. Esos trabajadores incluyen el sector agrícola, de la construcción, bomberos, mineros, soldados y trabajadores de manufactura entre otros.

## RECOMENDACIONES

Con la finalidad de incrementar el conocimiento sobre el calentamiento global, la exposición al calor en el lugar de trabajo, las lesiones y enfermedades relacionadas; así como para diseñar estrategias de seguridad y protección, se necesita investigación multidisciplinaria que valore los peligros de esta exposición, según ocupación y ubicación geográfica donde el impacto del cambio climático sea más pronunciado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. United Nations. What Is Climate Change? [Internet]. Nueva York: United Nations; 2022 [Citado 13/08/2022]. Disponible en: <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>
2. Stocker T, Qin D, eds. Climate change 2013: the physical science basis. Summary for Policymakers, Technical Summary and Frequently Asked Questions [Internet]. Ginebra: WMO; 2013 [Citado 13/08/2022]. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf)
3. Gao C, Kuklane K, Östergren PO, Kjellstrom T. Occupational heat stress assessment and protective strategies in the context of climate change. *Int J Biometeorol* [Internet]. 2018 [Citado 13/08/2022];62(3):359-71. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5854720/>
4. Nerbass FB, Pecoits-Filho R, Clark WF, Sontrop JM, McIntyre CW, Moist L. Occupational Heat Stress and Kidney Health: From Farms to Factories. *Kidney International Reports* [Internet]. 2017 [Citado 13/08/2022];2(6):998-1008. Disponible en: [https://www.kireports.org/article/S2468-0249\(17\)30370-4/fulltext](https://www.kireports.org/article/S2468-0249(17)30370-4/fulltext)
5. Sylla MB, Faye A, Giorgi F, Diedhiou A, Kunstmann H. Projected Heat Stress Under 1.5 °C and 2 °C Global Warming Scenarios Creates Unprecedented Discomfort for Humans in West Africa. *Earth's Future* [Internet]. 2018 [Citado 13/08/2022];6(7):1029-44. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2018EF000873>
6. Opitz-Stapleton S, Sabbag L, Hawley K, Tran P, Hoang L, Nguyen PH. Heat index trends and climate change implications for occupational heat exposure in Da Nang, Vietnam. *Climate Services* [Internet]. 2016 [Citado 13/08/2022]; 2-3:41-51. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405880715300327>
7. Nerbass FB, Pecoits-Filho R, Clark WF, Sontrop JM, McIntyre CW, Moist L. Occupational Heat Stress and Kidney Health: From Farms to Factories. *Kidney International Reports* [Internet]. 2017 [Citado 13/08/2022];2(6):998-1008. Disponible en: [https://www.kireports.org/article/S2468-0249\(17\)30370-4/fulltext](https://www.kireports.org/article/S2468-0249(17)30370-4/fulltext)
8. United Nations. Goal 8 Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all [Internet]. Nueva York: United Nations; 2022 [Citado 13/08/2022]. Disponible en: <https://sdgs.un.org/goals/goal8>
9. WHO. World Health Assembly resolution WHA60-26, "Workers' Health: Global Plan of Action" [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2007 [Citado 13/08/2022]. Disponible en: [https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA60-WHA60-Rec1/E/cover-intro-60-en.pdf](https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA60/WHA60-Rec1/E/cover-intro-60-en.pdf)
10. Nybo L, Kjellstrom T, Bogataj LK, Flouris AD. Global heating: Attention is not enough; we need acute and appropriate actions. *Temperature (Austin)* [Internet]. 2017 [Citado 13/08/2022];4(3):199-201. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5605165/>
11. Mora C, Dousset B, Caldwell IR, Powell FE, Geronimo RC, Bielecki CR, et al. Global risk of deadly heat. *Nature Clim Change* [Internet]. 2017 [Citado 13/08/2022];7(7):501-6. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nclimate3322>
12. Al-Bouwarthan M, Quinn MM, Kriebel D, Wegman DH. Assessment of Heat Stress Exposure among Construction Workers in the Hot Desert Climate of Saudi Arabia. *Annals of Work Exposures and Health* [Internet]. 2019;63(5):505-20. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/annweh/wxz033>
13. Yi W, Chan APC. Optimal Work Pattern for Construction Workers in Hot Weather: A Case Study in Hong Kong. *Journal of Computing in Civil Engineering* [Internet]. 2015 [Citado 13/08/2022];29(5):05014009. Disponible en: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CP.1943-5487.0000419>
14. Leyk D, Hoitz J, Becker C, Jochen Glitz K, Nestler K, Piekarski C. Health Risks and Interventions in Exertional Heat Stress. *Dtsch Arztebl Int* [Internet]. 2019 [Citado 13/08/2022];116(31-32):537-44. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6783627/>
15. Nunfam VF, Van Etten EJ, Oosthuizen J, Adusei-Asante K, Frimpong K. Climate change and occupational heat stress risks and adaptation strategies of mining workers: Perspectives of supervisors and other stakeholders in Ghana. *Environmental Research* [Internet]. 2019 [Citado 13/08/2022];169:147-55. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935118305772>
16. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med* [Internet]. 2009 [Citado 13/08/2022];6(7):e1000097. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000097>

17. Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology* [Internet]. 2007;7(1):10. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1471-2288-7-10>
18. Shea BJ, Hamel C, Wells GA, Bouter LM, Kristjansson E, Grimshaw J, et al. AMSTAR is a reliable and valid measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *Journal of Clinical Epidemiology* [Internet]. 2009 [Citado 14/08/2022];62(10):1013-20. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895435608003259>
19. Xiang J, Bi P, Pisaniello D, Hansen A. Health impacts of workplace heat exposure: an epidemiological review. *Ind Health* [Internet]. 2014 [Citado 13/08/2022];52(2):91-101. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4202759/>
20. Morris NB, Jay O, Flouris AD, Casanueva A, Gao C, Foster J, et al. Sustainable solutions to mitigate occupational heat strain - an umbrella review of physiological effects and global health perspectives. *Environ Health* [Internet]. 2020 [Citado 13/08/2022];19(1):95. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7487490/>
21. Moda HM, Filho WL, Minhas A. Impacts of Climate Change on Outdoor Workers and their Safety: Some Research Priorities. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2019 [Citado 14/08/2022]; 16(18):E3458. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6765781/>
22. Levi M, Kjellstrom T, Baldasseroni A. Impact of climate change on occupational health and productivity: a systematic literature review focusing on workplace heat. *Med Lav* [Internet]. 2018 [Citado 14/08/2022];109(3):163-79. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7689800/>
23. Habibi P, Moradi G, Dehghan H, Moradi A, Heydari A. The impacts of climate change on occupational heat strain in outdoor workers: A systematic review. *Urban Climate* [Internet]. 2021 [Citado 14/08/2022]; 36:100770. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095521000018>
24. Flouris AD, Dinas PC, Ioannou LG, Nybo L, Havenith G, Kenny GP, et al. Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health* [Internet]. 2018 [Citado 14/08/2022]; 2(12):521-31. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(18\)30237-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(18)30237-7/fulltext)
25. El Khayat M, Halwani DA, Hneiny L, Alameddine I, Haidar MA, Habib RR. Impacts of Climate Change and Heat Stress on Farmworkers' Health: A Scoping Review. *Front Public Health* [Internet]. 2022 [Citado 14/08/2022];10:782811. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8861180/>
26. Binazzi A, Levi M, Bonafede M, Bugani M, Messeri A, Morabito M, et al. Evaluation of the impact of heat stress on the occurrence of occupational injuries: Meta-analysis of observational studies. *Am J Ind Med* [Internet]. 2019 [Citado 14/08/2022];62(3):233-43. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajim.22946>
27. Ansah EW, Ankomah-Appiah E, Amoada M, Sarfo JO. Climate change, health and safety of workers in developing economies: A scoping review. *The Journal of Climate Change and Health* [Internet]. 2021 [Citado 01/08/2022];3:100034. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667278221000316>
28. Acharya P, Boggess B, Zhang K. Assessing Heat Stress and Health among Construction Workers in a Changing Climate: A Review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2018 [Citado 01/08/2022];15(2):E247. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5858316/>
29. Ebi KL, Capon A, Berry P, Broderick C, de Dear R, Havenith G, et al. Hot weather and heat extremes: health risks. *The Lancet* [Internet]. 2021 [Citado 05/09/2022];398:698-708. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673621012083>
30. Ciuha U, Pogačar T, Bogataj LK, Gliha M, Nybo L, Flouris AD, et al. Interaction between Indoor Occupational Heat Stress and Environmental Temperature Elevations during Heat Waves. *Weather Climate and Society* [Internet]. 2019 [Citado 14/08/2022];11(4):755-62. Disponible en: <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/WCAS-D-19-0024.1>
31. Kjellstrom T, Lemke B, Otto M. Climate conditions, workplace heat and occupational health in South-East Asia in the context of climate change. *WHO South-East Asia Journal of Public Health* [Internet]. 2017 [Citado 05/09/2022];6(2):15. Disponible en: [https://journals.lww.com/wsep/Fulltext/2017/06020/Climate\\_conditions\\_workplace\\_heat\\_and.5.aspx](https://journals.lww.com/wsep/Fulltext/2017/06020/Climate_conditions_workplace_heat_and.5.aspx)
32. Berry HL, Bowen K, Kjellstrom T. Climate change and mental health: a causal pathways framework. *Int J Public Health* [Internet]. 2010 [Citado 05/09/2022];55(2):123-32. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00038-009-0112-0>
33. Ylipaa J, Gabriellsson S, Jerneck A. Climate Change Adaptation and Gender Inequality: Insights from Rural Vietnam. *Sustainability* [Internet]. 2019 [Citado 09/09/2022];11(10):2805. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/10/2805>

34. UNDP. Climate Change and Labor: Impacts of Heat in the Workplace | United Nations Development Programme [Internet]. Nueva York: UNDP; 2016 [Citado 09/09/2022]. Disponible en: <https://www.undp.org/publications/climate-change-and-labor-impacts-heat-workplace>
35. Valdivia Mazeyra MF, Muñoz Ramos P, Serrano R, Alonso Riaño M, Gil Giraldo Y, Quiroga B. Mesoamerican nephropathy: A not so unknown chronic kidney disease. *Nefrología (Engl Ed)* [Internet]. 2021 [Citado 09/09/2022];50(21):6995-7004. Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-linkresolver-nefropatia-endemica-mesoamericana-una-enfermedad-S0211699521001004>
36. Sánchez Polo V, García-Trabanino R, Rodríguez G, Madero M. Mesoamerican Nephropathy (MeN): What We Know so Far. *Int J Nephrol Renovasc Dis* [Internet]. 2020 [Citado 10/09/2022];13:261-72. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7588276/>
37. Abraham G, Agarwal SK, Gowrishankar S, Vijayan M. Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology: Hotspots in India and Other Asian Countries. *Seminars in Nephrology* [Internet]. 2019 [Citado 10/09/2022];39(3):272-7. Disponible en: [https://www.seminarsinnephrology.org/article/S0270-9295\(19\)30011-7/fulltext](https://www.seminarsinnephrology.org/article/S0270-9295(19)30011-7/fulltext)
38. Jayasumana C. Chronic Interstitial Nephritis in Agricultural Communities (CINAC) in Sri Lanka. *Seminars in Nephrology* [Internet]. 2019 [Citado 10/09/2022];39(3):278-83. Disponible en: [https://www.seminarsinnephrology.org/article/S0270-9295\(19\)30012-9/fulltext](https://www.seminarsinnephrology.org/article/S0270-9295(19)30012-9/fulltext)
39. Kanclerz K, Wołyniec W, Rutkowski P, Renke M. Mesoamerican nephropathy – a new challenge for occupational physicians. *Med Pr* [Internet]. 2020 [Citado 10/09/2022];71(3):353-61. Disponible en: <http://www.journalsssystem.com/medpr/Nefropatia-mezoamerykanska-nowe-wyzwanie-dla-lekarzy-medycyny-pracy-,114104,0,2.html>
40. Correa-Rotter R, García-Trabanino R. Mesoamerican Nephropathy. *Seminars in Nephrology* [Internet]. 2019 [Citado 10/09/2022];39(3):263-71. Disponible en: [https://www.seminarsinnephrology.org/article/S0270-9295\(19\)30010-5/fulltext](https://www.seminarsinnephrology.org/article/S0270-9295(19)30010-5/fulltext)
41. Haas M. Mesoamerican nephropathy: pathology in search of etiology. *Kidney International* [Internet]. 2018 [Citado 10/09/2022];93(3):538-40. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0085253817307755>
42. Fischer RSB, Mandayam S, Chavarria D, Vangala C, Nolan MS, García LL, et al. Clinical Evidence of Acute Mesoamerican Nephropathy. *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2017 [Citado 10/09/2022];97(4):1247-56. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5637619/>
43. Kjellstrom T, Briggs D, Freyberg C, Lemke B, Otto M, Hyatt O. Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts. *Annu Rev Public Health* [Internet]. 2016 [Citado 14/08/2022];37:97-112. Disponible en: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-publhealth-032315-021740>
44. Singh S, Hanna EG, Kjellstrom T. Working in Australia's heat: health promotion concerns for health and productivity. *Health Promot Int* [Internet]. 2015 [Citado 10/09/2022];30(2):239-50. Disponible en: <https://academic.oup.com/heapro/article-lookup/doi/10.1093/heapro/dat027>
45. Jia YA, Rowlinson S, Ciccarelli M. Climatic and psychosocial risks of heat illness incidents on construction site. *Appl Ergon* [Internet]. 2016 [Citado 10/09/2022]; 53 Pt A:25-35. Disponible en: [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003-6870\(15\)30066-1](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003-6870(15)30066-1)
46. Ioannou LG, Mantzios K, Tsoutsoubi L, Nintou E, Vliora M, Gkiata P, et al. Occupational Heat Stress: Multi-Country Observations and Interventions. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 [Citado 11/09/2022];18:6303. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8296111/>

**Financiación**

Los autores declaran que no han recibido financiación para la autoría y/o publicación de este artículo.

**Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en la autoría y/o publicación de este artículo.

**Contribución de autoría**

Gustavo Moreno Martín: Conceptualización, investigación, metodología, visualización, redacción del borrador original, redacción, revisión y edición.

Joan Inglés Torruella: Investigación, supervisión, redacción, revisión y edición.

Ambos autores participamos en la discusión de los resultados y hemos leído, revisado y aprobado el texto final.



**Disponible en:**

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180482306011>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante  
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la  
academia

Gustavo Martín Moreno, Joan Inglés Torruella

**Impacto en la salud laboral de la exposición al calor  
extremo: una revisión sistemática**

**Occupational health impact of exposure to extreme heat:  
a systematic review**

*Revista Habanera de Ciencias Médicas*

vol. 22, núm. 3, r5328, 2023

Universidad de Ciencias Médicas de la Habana,

**ISSN-E:** 1729-519X