



IMPACTO EN LA SALUD EN TRABAJOS CON EXPOSICIÓN A ESTRÉS TÉRMICO EN EL SECTOR AGRÍCOLA: REVISIÓN SISTEMÁTICA

HEALTH IMPACT OF HEAT STRESS EXPOSURE IN AGRICULTURAL WORK: A SYSTEMATIC REVIEW

Sandra Milena Muñoz-Nuñez *
Juan Carlos Velásquez-Valencia **

Resumen: El conocimiento actual sobre los peligros del estrés térmico por calor en el entorno laboral es limitado, especialmente en el sector agrícola. Este fenómeno está relacionado con el calentamiento global y sus efectos sobre la tensión térmica, el estado de hidratación y la capacidad de trabajo físico de los trabajadores. El objetivo de esta revisión es recopilar evidencia disponible sobre los efectos del calentamiento global y el estrés térmico en la salud, el estado de hidratación y la capacidad de trabajo en el sector agrícola. Se realizó una revisión sistemática utilizando las bases de datos PubMed/MEDLINE y ScienceDirect. La búsqueda se filtró por el término “revisión sistemática” y se restringió a artículos publicados en inglés y español entre 2012 y julio de 2024. Se recuperaron 541 referencias, de las cuales 13 artículos fueron seleccionados para un análisis en profundidad. Los artículos seleccionados fueron publicados entre 2016 y julio de 2024, con la mayoría a partir de 2018. La mayoría de los estudios abordaron enfermedades y lesiones asociadas al estrés térmico por calor en el lugar de trabajo. Seis estudios trataron los factores de riesgo y exposición al calor en trabajadores al aire libre, así como métricas de estrés térmico. Cuatro artículos mencionaron medidas de enfriamiento o mitigación del calor y su relación con la fatiga. Se concluye que el calentamiento global incrementará la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, lo que representa un desafío creciente para la ergonomía laboral. Los trabajadores expuestos al calor extremo, especialmente en países en desarrollo y regiones tropicales, tienen mayor riesgo de fatiga. Esto incluye a trabajadores del sector agrícola, construcción, bomberos, mineros, soldados y manufactura.

Palabras clave: Calentamiento global, Estrés por calor, Salud ocupacional, Sector agrícola, Enfermedades ocupacionales.

Abstract: The current knowledge about the dangers of heat stress in the workplace is limited, especially in the agricultural sector. This phenomenon is related to global warming and its effects on thermal stress, hydration status, and physical work capacity among workers. The aim of this review was to compile available evidence on the effects of global warming and heat stress on health, hydration status, and work capacity in the agricultural sector. A systematic review was conducted using the PubMed/MEDLINE and ScienceDirect databases. The search was filtered by the term “systematic review” and restricted to articles published in both English and Spanish between 2012 and July 2024. A total of 541 references were retrieved, of which 13 articles were selected for in-depth analysis. The

*Universidad Católica de Manizales. Manizales, Colombia. Correo electrónico: sandramunozn@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-9456-6326>. Autora de correspondencia.

**Universidad del Valle. Cali, Colombia. Correo electrónico: juan.carlos.velasquez@correounivalle.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0139-0680>

selected articles were published between 2016 and July 2024, with most published after 2018. Most studies addressed illnesses and injuries associated with heat stress in the workplace. Six studies addressed risk factors and heat exposure in outdoor workers, as well as heat stress metrics. Four articles mentioned cooling or heat mitigation measures and their relationship to fatigue. It is concluded that global warming will increase the frequency and intensity of extreme weather events, posing a growing challenge to occupational ergonomics. Workers exposed to extreme heat, especially in developing countries and tropical regions, are at greater risk of fatigue. This includes workers in agriculture, construction, firefighters, miners, soldiers, and manufacturing.

Keywords: Global warming, Heat stress, Occupational health, Agricultural sector, Occupational diseases.

Recepción: 14.08.2025 / Revisión: 17.04.2025 / Aceptación: 27.08.2025

Introducción

El cambio climático, impulsado principalmente por actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, ha generado un aumento sostenido de las temperaturas globales, (Naciones Unidas, 2022) con episodios de calor extremo que afectan tanto al medio ambiente como a la salud humana (Gao et al., 2018). Este fenómeno impacta especialmente a los trabajadores al aire libre, como los del sector agrícola, quienes enfrentan condiciones laborales exigentes en ambientes cálidos y húmedos (Nerbass et al., 2017; Sylla et al., 2018). El estrés térmico en el entorno laboral se relaciona con factores como la temperatura del aire, humedad, velocidad del viento y radiación, y puede provocar deshidratación, fatiga y enfermedades relacionadas con el calor. Además, factores individuales como la edad, el sobrepeso, el consumo de medicamentos o alcohol, el género y la calidad del agua agravan la vulnerabilidad al calor. En regiones cálidas y con economías informales, los trabajadores tienen menos capacidad de adaptación, lo que aumenta los riesgos para su salud y seguridad laboral (Martí, s.f.; Villata et al., 2013; Sylla et al., 2018).

Respecto a lo anterior las personas de mayor edad son más susceptibles a padecer problemas de control de la circulación periférica y tienen menor capacidad de mantenerse hidratados, en consecuencia, ven incrementada su vulnerabilidad al estrés térmico (Monroy Martí, s.f.). Quienes presentan mayor peso corporal tiene una serie de desventajas a la hora de enfrentarse a una situación de estrés térmico debido al incremento del aislamiento térmico que sufre el cuerpo, las posibles deficiencias del sistema cardiovascular, la baja condición física y consumo de medicamentos, donde están los anticolinérgicos que pueden llegar a inhibir la sudoración, especialmente en individuos de mayor edad. Algunos como los sedantes afectan la sensación de sed y otros fármacos intervienen en la termorregulación, incrementando el calor metabólico, reduciendo la distribución del calor y condicionando la circulación periférica. El consumo de bebidas alcohólicas que, produce vasodilatación periférica y diuresis, afectan a la respuesta del cuerpo al estrés térmico. Asimismo, bajas dosis de alcohol reducen la capacidad de termorregulación, incluyendo los reflejos vasomotores y la sudoración, y aumentan la probabilidad de una bajada de tensión durante la exposición. (Monroy Martí, s.f.) Género, aunque no están muy demostradas las diferencias en

la respuesta al estrés térmico entre hombres y mujeres, debido a que la respuesta al calor puede estar enmascarada por la condición física y el nivel de aclimatación. Existen estudios en los que se ha observado infertilidad temporal para hombres y mujeres cuando la temperatura interna alcanza los 38 °C. También se ha observado que durante el primer trimestre de embarazo existe riesgo de malformación en el feto cuando la temperatura interna de la madre excede los 39 °C en un periodo prolongado (Monroy Martí, s.f.) Otro factor es la calidad y accesibilidad al agua, que está muy presente en trabajos agrícolas, según la OMS 1.100 millones de personas no tienen acceso agua potable, esta calidad del agua puede verse afectada con determinados agentes patógenos como virus, bacterias y la misma contaminación provocada por los propios seres humanos. Dicha calidad puede ser determinada mediante pruebas bacteriológica y químicas; pero primordialmente se toma en cuenta el valor del Ph, el cual debe ser de 6.5 a 8.5 en el agua potable. Esta se vuelve ácida cuando hay un predominio de sodio y compuestos ácidos en el cuerpo y se vuelve alcalina cuando hay un aumento de elementos básicos en el cuerpo (Falagán Rojo et al., 2000; Suardíaz et al., 2004; Vogt, 2001).

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) (Mora et al., 2017; Nybo et al., 2017). La Organización Mundial de la Salud (OMS), la Asociación Meteorológica Mundial y la Comisión Europea (Heat Shield) han lanzado iniciativas para mitigar el estrés por calor en el trabajo e identificar las mejores prácticas disponibles (AI-Bouwathar et al., 2019), teniendo en cuenta que el calentamiento global empeorará las condiciones laborales de miles de millones de trabajadores (Yi & Chan, 2015)

Los trabajadores al aire libre, como los del sector agrícola, construcción y minería, enfrentan altos riesgos de salud debido a la exposición prolongada al calor y la humedad. Estas condiciones pueden provocar enfermedades relacionadas con el calor, como calambres, agotamiento, insolación e incluso la muerte, además de aumentar el riesgo de accidentes laborales y afectar la salud mental (Leyk et al., 2019). La jornada laboral típica en estos sectores, que inicia a las 06:00 h y finaliza a las 14:00 h, coincide con las horas de mayor temperatura, lo que agrava el estrés térmico y puede sobrepasar los mecanismos de autorregulación corporal (Nunfam et al., 2019).

Factores individuales como la edad, el sexo, el embarazo, antecedentes médicos y el índice de masa corporal (IMC) también influyen en la vulnerabilidad al estrés térmico ocupacional (Moher et al., 2009). A pesar de la creciente preocupación, el conocimiento sobre los efectos del estrés térmico relacionado con el calentamiento global sigue siendo limitado (Nerbass et al., 2017). La complejidad de los resultados dificulta su interpretación en estudios individuales, lo que justifica la necesidad de una revisión sistemática para consolidar la evidencia sobre los efectos del cambio climático en la salud de los trabajadores (Naciones Unidas, 2022).

Materiales y métodos

Siguiendo las pautas Preferred reporting items for systematic reviews (PRISMA, en siglas en inglés), se realizó una revisión sistemática recuperando revisiones 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”. La búsqueda se restringió a artículos publicados en inglés desde 2012 hasta julio de 2024, también proporcionamos los criterios de inclusión y exclusión (tabla1).

Tabla 1. Planificación de la estrategia de búsqueda.

Tabla 1: Planificación de la estrategia de búsqueda	
Criterio de búsqueda	Estrategia de búsqueda
Bases de datos	PubMed/MEDLINE; ScienceDirect
Lenguaje de búsqueda	Español e inglés
Periodo de búsqueda	2012-2023
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 2024; que evalúen el impacto del cambio climático en la salud laboral; revisiones sistemáticas; en idioma inglés y español
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.

Elaboración propia

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.

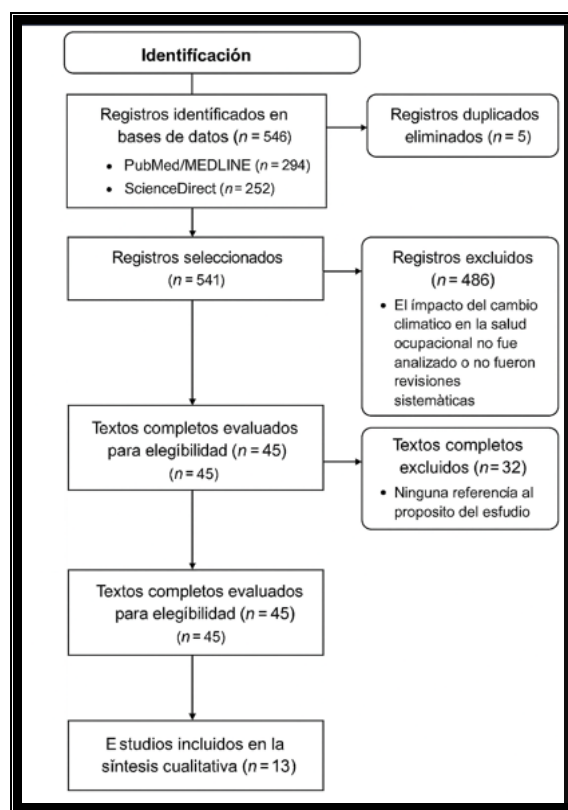
La segunda selección se basó en la lectura de los resúmenes, excluyendo aquellos estudios que no analizaron el impacto del cambio climático en la salud ocupacional, o no fueron revisiones sistemáticas.

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, en siglas en inglés) (Shea et al., 2007). Este 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.

Figura 1. Diagrama PRISMA de búsqueda



Elaboración propia

Resultados y discusión

La 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 y uno porque sus resultados no estaban actualizados, se obtuvo un total de 11 artículos para su análisis en profundidad. (Tabla 2).

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. (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados y calidad metodológica de los artículos seleccionados.

Autor, año (país)	Principal impacto en la salud relacionado con el calentamiento climático	Resultados
Jung-Hyun Kim, W. Jon Williams, Aitor Coca, Miyo Yokota (España)	Aumento de la temperatura central y de la piel producto del uso de ropa de bombero.	El propósito del estudio fue comparar las respuestas de la temperatura corporal de sujetos que se ejercitaron mientras usaban ropa de bombero con datos predictivos de un modelo termorregulador en tiempo real que se había desarrollado y validado inicialmente para su uso en el ejército. Los datos de dos estudios de bomberos, el estudio de bomberos 1 (FFS1: 7 hombres y 3 mujeres, ejercicio continuo en cinta rodante al 50% del VO ₂ máx, 25 °C, 50% de HR) y el estudio de bomberos 2 (FFS2: 6 hombres, ejercicio intermitente en cinta rodante al 75% del VO ₂ máx, 35 °C, 50% de HR), se utilizaron para el modelado y la comparación termorreguladores. Los resultados mostraron que el error de predicción (RMSD) del modelo para las temperaturas central y cutánea fue de 0,33 y 0,65 °C en FFS1 y de 0,39 y 0,86 °C en FFS2, respectivamente. Si bien el modelo termorregulador en tiempo real probado en el presente estudio mostró el potencial de proporcionar un medio para una predicción razonablemente precisa de las respuestas de la temperatura corporal en los bomberos, se sugiere un mayor desarrollo de los algoritmos de metabolismo del modelo para incluir ajustes para ropa protectora, opciones para facilitar el trabajo externo e inclusiones de efectos de enfriamiento.
Villalta E, Zamora F, Zepeda Y, Zepeda I. Hábitos de Ingesta de Líquidos y estados de hidratación en la población de Quezalguaque Abril-octubre 2013. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Facultad de Ciencias Médicas. 2013. (Nicaragua)	Estrés térmico y hábitos de hidratación en los trabajadores de SALINSA en el periodo Febrero a abril del 2015	El 71% de los trabajadores estaban hidratados según la densidad urinaria y aunque un 29% tenía algún grado de deshidratación, sin embargo, el 100% de trabajadores señala la sed como el síntoma más frecuente, seguido de cefalea y debilidad, ambos con 19.9% cada uno. La sintomatología aparece durante la jornada y es atribuida al Calor. La carga metabólica fue de “Trabajo Liviano” en el 43% y de “Trabajo

		<p>Moderado” en el 57%, no se registró “Trabajo Pesado”. La carga térmica según la valoración del WBGT y la carga metabólica para un 43% de los trabajadores se ubicó dentro de niveles permisibles y para el 57% estuvo por arriba del límite.</p> <p>De acuerdo con los resultados, la mayoría de los trabajadores evaluados parecen tener adecuados hábitos de hidratación: La totalidad de ellos se hidratan durante la jornada, ingiriendo desde 0,5 a más de 4 litros de agua. También agregan jugos y gaseosas. Un poco más del 70% toma líquidos cada 30 a 60 minutos durante su jornada, lo cual podría explicar el alto porcentaje de hidratados.</p>
Xiang J, <i>et al</i> , 2014 (Australia)	Impacto de la exposición al calor en el lugar de trabajo en ocupaciones susceptibles seleccionadas.	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.
Moda H, <i>et al</i> , 2019 (Alemania)	Impacto del cambio climático en la seguridad y salud de los trabajadores al aire libre: Isla de Calor Urbano (UHI, en siglas en inglés) e impacto en la Salud Ocupacional de los Trabajadores al Aire Libre; Estrés por calor y rendimiento de los trabajadores al aire libre; Riesgos para la salud ocupacional y efectos relacionados con el cambio climático; Adaptación de los trabajadores al estrés laboral por calor.	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 micro adaptación para abordar los desafíos del cambio climático en el lugar de trabajo.

Levi M, et al, 2018 (Italia)	Estrés por calor, fatiga, enfermedades cardiovasculares, renales, respiratorias. Así como repercusiones en la productividad, su relación con lesiones y muertes agudas producto del aumento de la temperatura ambiente.	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.
Habibi P. et al, 2021 (Irán)	<ul style="list-style-type: none"> - Factores que pueden aumentar la susceptibilidad a los riesgos laborales relacionados con el clima. - Factores que modulan el cambio climático y la tensión de calor ocupacional. 	<p>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.</p>
Flouris A, et al, 2018 (Grecia)	Prevalencia del estrés por calor ocupacional: Prevalencia de enfermedad o lesión renales 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.

El Khayat M, et al, 2022 (Líbano)	<p>-Efectos en la salud relacionados con la exposición al calor;</p> <p>-Factores de riesgo y de protección asociados con los resultados de salud y medidas preventivas.</p> <p>-Lesiones relacionadas con el trabajo, Días de compensación según incremento de a temperatura.</p> <p>-Días de compensación según incremento de a temperatura.</p> <p>-Lesión aguda y enfermedad en relación con el calor.</p> <p>-Factores que aumentan la susceptibilidad de los trabajadores a los riesgos de salud ocupacional relacionados con el clima.</p>	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.
Ansah E. et al, 2021 (Ghana)	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.
Acharya P. et al, 2018 (Estados Unidos)	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)

Elaboración propia

Características de los estudios

Los artículos incluidos en la revisión fueron publicados entre 2012 y 2024, con solo uno anterior a 2010, lo que evidencia el creciente interés en investigar los efectos del calentamiento global sobre la salud laboral. La mayoría de los estudios provienen de instituciones europeas y asiáticas, incluyendo ocho revisiones sistemáticas (El Khayat et al.,

2022; Flouris et al., 2018; Leyk et al., 2019; Nunfam et al., 2019) y dos metaanálisis (Habibi et al., 2021; Levi et al., 2018), uno de los cuales establece una relación directa entre el aumento del calor y el riesgo de lesiones laborales. Las revisiones abarcan estudios de cohortes, experimentales, epidemiológicos, de casos y series temporales, con calidad metodológica razonable. Uno de los análisis se basó en ocho estudios (Leyk et al., 2019; Villalta et al., 2013).

Siete estudios se centraron en enfermedades y lesiones por estrés térmico en el trabajo, mientras que seis abordaron factores de riesgo y exposición al calor en trabajadores al aire libre. Cuatro artículos trataron medidas de mitigación del calor (El Khayat et al., 2022; Flouris et al., 2018; Habibi et al., 2021; Levi et al., 2018).

Caracterización del estrés por calor:

El estrés térmico se define como la carga de calor provocada por factores como el clima, la actividad física, el calor metabólico, las características corporales y la ropa (Levi et al., 2018). Para su evaluación, se utilizaron métricas como:

Temperaturas máximas/mínimas diarias

Índices compuestos (temperatura + humedad), como el índice de calor

Temperatura corporal central y de la piel

La métrica más común fue el WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), utilizada en seis estudios como estándar ISO 7243 para evaluar ambientes térmicos laborales. Otros índices aplicados fueron el índice de estrés por calor, el índice climático térmico universal y el índice de calor (Acharya et al., 2018; Ansah et al., 2021; Jung-Hyun et al., 2018; Moda et al., 2019; Xiang et al., 2014).

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

Cuando la temperatura ambiente supera los 35 °C, aumenta significativamente el riesgo de fatiga y agotamiento físico en los trabajadores (El Khayat et al., 2022). Los efectos del cambio climático sobre la salud laboral incluyen síntomas como calambres, dificultad respiratoria, insolación, aumento de la frecuencia cardíaca y de la temperatura corporal, sudoración excesiva, deterioro del rendimiento físico y mental, náuseas, vómitos, piel seca y tensión térmica (Acharya et al., 2018; Ansah et al., 2021; El Khayat et al., 2022; Flouris et al., 2018; Habibi et al., 2021; Jung-Hyun et al., 2018; Levi et al., 2018; Moda et al., 2019; Xiang et al., 2014).

La deshidratación y el aumento de la temperatura corporal central también se asocian con efectos conductuales negativos como irritabilidad, letargo, disminución de la concentración, pérdida de coordinación y juicio, lo que compromete la seguridad laboral (Flouris et al., 2018; Habibi et al., 2021; Moda et al., 2019;).

En el ámbito de la salud mental, los agricultores presentan mayor riesgo de depresión, ansiedad e incluso suicidio, especialmente en contextos de sequía prolongada (Acharya et al., 2018; Ansah et al., 2021; El Khayat et al., 2022; Flouris et al., 2018; Habibi et al., 2021; Jung-Hyun et al., 2018; Levi et al., 2018; Moda et al., 2019; Xiang et al., 2014;).

Además, seis estudios destacaron la aparición de trastornos genitourinarios, en particular la Enfermedad Renal Crónica de Etiología Desconocida (ERCd) o Nefropatía Mesoamericana (NeM), prevalente entre trabajadores agrícolas jóvenes en América Central, sin antecedentes de diabetes o hipertensión. Esta condición se ha vinculado a la exposición prolongada al calor, deshidratación y agroquímicos, y se ha evidenciado mediante biomarcadores como NGAL, NAG e interleucina-18 (Ansah et al., 2021; El Khayat et al., 2022).

Finalmente, dos estudios reportaron efectos adversos en la salud materno-infantil por exposición al calor extremo, incluyendo bajo peso al nacer, anomalías congénitas, partos prematuros, abortos espontáneos y desnutrición (Ansah et al., 2021; Hariparsad & Naidoo, 2019; Nunfam et al., 2019).

Discusión

Los trabajadores al aire libre en sectores como agricultura, construcción y minería enfrentan riesgos crecientes por la exposición prolongada al calor y la humedad, lo que incrementa la incidencia de enfermedades como calambres, agotamiento, insolación, trastornos mentales y accidentes laborales (Leyk et al., 2019; Nunfam et al., 2019).

La vulnerabilidad al estrés térmico varía según factores individuales como edad, sexo, embarazo, antecedentes médicos y condición física (Moher et al., 2009; Monroy Martí, s.f.). Los efectos del calentamiento global incluyen olas de calor, lesiones cutáneas y mayor necesidad de hidratación, lo que exige medidas preventivas eficaces (El Khayat et al., 2022; Hariparsad & Naidoo, 2019; Jung-Hyun et al., 2017; Sahu et al., 2013).

En países en desarrollo, los trabajadores con bajos ingresos son especialmente vulnerables, y el impacto en la salud mental —como depresión y ansiedad— puede ser significativo, especialmente en contextos de sequía (El Khayat et al., 2022; Langkulsén et al., 2010). Las mujeres embarazadas expuestas al calor extremo enfrentan riesgos adicionales para su salud reproductiva (Gil Hernández, 2005).

En Mesoamérica, se ha identificado una epidemia de enfermedad renal crónica de origen no tradicional (NeM), vinculada al calor, deshidratación y condiciones laborales intensas, especialmente entre trabajadores jóvenes del sector agrícola (Berry et al., 2010; Villata et al., 2013). Esta condición también se ha reportado en Sri Lanka e India bajo el término de Nefritis Intersticial Crónica en Comunidades Agrícolas (CINAC, en siglas en inglés).

Factores como el consumo de alcohol, tabaco y drogas ilícitas, junto con condiciones laborales que dificultan la hidratación, agravan el riesgo. Los descansos autolimitados no son suficientes para prevenir el estrés térmico, por lo que se requieren estrategias complementarias de mitigación (El Khayat et al., 2022).

La revisión destaca la escasez de investigaciones multidisciplinarias sobre el impacto del cambio climático en la salud y seguridad laboral, subrayando la necesidad de abordajes globales y colaborativos.

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.

Referencias

- Al-Bouwarthan, M., Quinn, M. M., Kriebel, D., & Wegman, D. H. (2019). Assessment of heat stress exposure among construction workers in the hot desert climate of Saudi Arabia. *Annals of Work Exposures and Health*, 63(5), 505–520. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxz033>
- Asamoah, B., Kjellstrom, T., & Östergren, P. O. (2018). Is ambient heat exposure levels associated with miscarriage or stillbirths in hot regions? A cross-sectional study using survey data from the Ghana Maternal Health Survey 2007. *International Journal of Biometeorology*, 62(3), 319–330. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1402-5>
- Berry, H. L., Bowen, K., & Kjellstrom, T. (2010). Climate change and mental health: A causal pathways framework. *International Journal of Public Health*, 55(2), 123–132. <https://doi.org/10.1007/s00038-009-0112-0>
- Falagán Rojo, M. J. (2000). *Manual básico de prevención de riesgos laborales: Higiene industrial, seguridad y ergonomía*. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.
- Gao, C., Kuklane, K., Östergren, P. O., & Kjellstrom, T. (2018). Occupational heat stress assessment and protective strategies in the context of climate change. *International Journal of Biometeorology*, 62(3), 359–371. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5854720/>
- Gil Hernández, F. (2005). Iluminación y ambiente cromático, estrés térmico. En *Tratado de Medicina del Trabajo* (1ª ed., pp. 300–312). Editorial Elsevier.
- Hariparsad, S., & Naidoo, R. N. (2019). The effects of occupational pollutants on the reproductive health of female informal street traders in Warwick Junction, Durban, South Africa – a cross-sectional study. *BMC Women's Health*, 19(1), Article 85. <https://doi.org/10.1186/s12905-019-0854-7>
- Kjellstrom, T., Lemke, B., Hyatt, O., & Otto, M. (2014). Climate change and occupational health: A South African perspective. *South African Medical Journal*, 104(8), 586. <https://doi.org/10.7196/SAMJ.8646>
- Langkulsen, U., Vichit-Vadakan, N., & Taptagaporn, S. (2010). Health impact of climate change on occupational health and productivity in Thailand. *Global Health Action*, 3(1), Article 5607. <https://doi.org/10.3402/gha.v3i0.5607>
- Leyk, D., Hoitz, J., Becker, C., Glitz, K. J., Nestler, K., & Piekarski, C. (2019). Health risks and interventions in exertional heat stress. *Deutsches Ärzteblatt International*, 116(31–32), 537–544. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6783627/>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Monroy Martí, E. (s.f.). *Estrés y sobrecarga térmicos: Evaluación de los riesgos*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota técnica de prevención, pp. 2–6.
- Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I. R., Powell, F. E., Geronimo, R. C., Bielecki, C. R., et al. (2017). Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change*, 7(7), 501–506. <https://www.nature.com/articles/nclimate3322>
- Nerbass, F. B., Pecoits-Filho, R., Clark, W. F., Sontrop, J. M., McIntyre, C. W., & Moist, L. (2017). Occupational heat stress and kidney health: From farms to factories. *Kidney International Reports*, 2(6), 998–1008. [https://www.kireports.org/article/S2468-0249\(17\)30370-4/fulltext](https://www.kireports.org/article/S2468-0249(17)30370-4/fulltext)

- Nunfam, V. F., Van Etten, E. J., Oosthuizen, J., Adusei-Asante, K., & Frimpong, K. (2019). Climate change and occupational heat stress risks and adaptation strategies of mining workers: Perspectives of supervisors and other stakeholders in Ghana. *Environmental Research*, 169, 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.029>
- Nybo, L., Kjellstrom, T., Bogataj, L. K., & Flouris, A. D. (2017). Global heating: Attention is not enough; we need acute and appropriate actions. *Temperature*, 4(3), 199–201. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5605165/>
- Sahu, S., Sett, M., & Kjellstrom, T. (2013). Heat exposure, cardiovascular stress and work productivity in rice harvesters in India: Implications for a climate change future. *Industrial Health*, 51(4), 424–431. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2013-0006>
- Shea, B. J., Grimshaw, J. M., Wells, G. A., Boers, M., Andersson, N., Hamel, C., ... & Moher, D. (2007). Development of AMSTAR: A measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 7(1), 10. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-7-10>
- Suardíaz, J., Cruz, C., & Colina, A. (2004). *Laboratorio clínico*. Ciudad de La Habana: Editorial Ciencias Médicas.
- Sylla, M. B., Faye, A., Giorgi, F., Diedhiou, A., & Kunstmann, H. (2018). Projected heat stress under 1.5 °C and 2 °C global warming scenarios creates unprecedented discomfort for humans in West Africa. *Earth's Future*, 6(7), 1029–1044. <https://doi.org/10.1029/2018EF000873>
- United Nations. (2022). Goal 8: Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all. <https://sdgs.un.org/goals/goal8>
- Villalta, E., Zamora, F., Zepeda, Y., & Zepeda, I. (2013). Hábitos de ingesta de líquidos y estados de hidratación en la población de Quezalguaque abril–octubre 2013. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Facultad de Ciencias Médicas.
- Vogt, J. J. (2001). Calor y frío. En *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (pp. 42.1–42.26). Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales, Madrid, España.
- World Health Organization. (2007). *World Health Assembly resolution WHA60.26: Workers' Health: Global Plan of Action*. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHASSA_WHA60-Rec1/E/cover-intro-60-en.pdf
- Xiang, J., Bi, P., Pisaniello, D., & Hansen, A. (2014). Health impacts of workplace heat exposure: An epidemiological review. *Industrial Health*, 52(2), 91–101. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2013-0194>
- Yi, W., & Chan, A. P. C. (2015). Optimal work pattern for construction workers in hot weather: A case study in Hong Kong. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 29



Todos los contenidos de la revista **Ergonomía, Investigación y Desarrollo** se publican bajo una [Licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) y pueden ser usados gratuitamente, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia