

Artículo original

PROTOCOLO DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA DEL AMBIENTE TÉRMICO EN UNA EMPRESA TORREFACTORA DE CAFÉ

A PROTOCOL FOR THE ERGONOMIC EVALUATION OF THE THERMAL ENVIRONMENT IN COFFEE ROASTING COMPANY

Niurka Virginia García Ramírez^{1*}  <https://orcid.org/0000-0003-2730-4357>

María Dolores Andrade Gregori¹  <https://orcid.org/0000-0003-1304-3606>

¹Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (InsTEC). Universidad de La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: niurka@instec.cu / laolanopiano22@gmail.com

Resumen

Introducción: El marco normalizativo de seguridad y salud en el trabajo vigente en Cuba establece la utilización de indicadores para evaluar el ambiente térmico, el más empleado es el índice de temperatura de globo y bulbo húmedo para evaluar el estrés térmico en ambientes con elevada sobrecarga térmica.

Objetivo: Aplicar un protocolo de evaluación ergonómica del ambiente térmico para una intervención ergonómica en una empresa torrefactora de café.

Métodos: Para la evaluación ergonómica se utilizó un protocolo con aplicación simultánea de indicadores para valorar si los trabajadores de producción realizaban sus actividades en condiciones de estrés térmico y de sobrecarga fisiológica. Se evaluó el estrés térmico en ambientes calurosos con el índice de temperatura de globo y bulbo húmedo y el índice de sobrecarga calórica para el grado de sobrecarga térmica. Además, se evaluó el grado de confort en locales con clima controlado, utilizando el índice de Valoración Media de *Fanger*, comparándolo con el índice de sobrecarga calórica.

Resultados: Los trabajadores estaban expuestos a condiciones críticas por calor en su ambiente laboral, pero no sufrían estrés por calor por cumplirse correctamente los regímenes de trabajo y descanso establecidos para cada tarea o actividad que implicaba riesgo.

Conclusiones: La utilización simultánea de ambos indicadores permitió una interpretación más detallada de los resultados obtenidos, así como cuantificar el tiempo de permanencia del trabajador en un ambiente con elevada sobrecarga térmica, cuya información deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar una adecuada intervención en la industria.

Palabras clave: ambiente térmico; estrés térmico; confort térmico; protocolo de evaluación ergonómica

Abstract

Introduction: The standardizing framework for occupational safety and health currently valid in Cuba establishes the use of indicators to evaluate the thermal environment; the most used is the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) index to evaluate thermal stress in environments with high thermal overload.

Objective: To apply protocol for the ergonomic evaluation of the thermal environment in view of an ergonomic intervention in a coffee roasting company.

Methods: For the ergonomic evaluation, a protocol with simultaneous application of indicators was used to assess whether production workers performed their activities under conditions of thermal stress and physiological overload. Thermal stress in hot environments was evaluated with the WBGT index, while the thermal overload index was used for the degree of thermal overload. In addition, the degree of comfort in climate-controlled sites was evaluated using the Fanger's mean rating index, compared with the heat overload index.

Results: The workers were exposed to critical heat conditions in their work environment, but did not suffer from heat stress because the established work and rest regimes for each task or activity involving risk were correctly complied with.

Conclusions: The simultaneous use of both indicators allowed a more detailed interpretation of the results obtained, as well as quantifying the time the worker spent in an environment with high thermal overload. This information should be taken into account when carrying out an adequate intervention in the industry.

Keywords: thermal endowment; thermal stress; thermal comfort; ergonomic evaluation protocol



Introducción

En un mundo donde los avances de la tecnología crecen vertiginosamente gracias al desarrollo científico, se hace imprescindible el conocimiento que aportan ciencias aplicadas como la Ergonomía, disciplina cuyo objetivo es salvaguardar la seguridad, la salud y el bienestar del sistema de trabajo, mientras optimiza la eficiencia productiva y el comportamiento humano. La Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) ha propuesto métodos de estimación del estrés térmico en ambientes calurosos y elaborado otros documentos complementarios, algunos de los cuales han sido aprobados o tomados como documentos de referencia para elaborar normas nacionales en algunos países.⁽¹⁾ En el caso de Cuba, se utiliza la norma cubana NC 869:2011.⁽²⁾ Existe a nivel internacional una amplia normativa que ampara la aplicación de esta ciencia, lo que conlleva a la inexorable existencia de organismos con autoridad jurídica y técnica que puedan realizar las evaluaciones y certificarlas. Entre estas instituciones internacionales encontramos la Organización Internacional de Normalización (ISO), el Comité Europeo de Certificación (EN) y la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Centrándonos en nuestra región contamos con la Asociación Mercosur de Normalización (AMN), la Red de Normalización Andina (CAN), *Caribbean Community Standardization* (CARICOM), entre otras y para Cuba la Oficina Nacional de Normalización (ONN), institución encargada del sistema de normas cubanas (NC). Conjuntamente con instituciones internacionales que tributan al desarrollo de las normativas relacionadas con dicha ciencia, se han desarrollado afiliaciones que incluyen investigadores y trabajadores en la temática; la colaboración en el tema que las agrupa permite la expansión de las investigaciones y el desarrollo de estas al nivel nacional e internacional, entre ellas se destacan: la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) y la Unión Latinoamericana de Ergonomía (ULAERGO) integrada por Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, México, Perú, Venezuela y Cuba.

El estrés térmico no solo afecta al individuo, sino también a la productividad en el trabajo, el rendimiento y la economía local.⁽³⁻⁶⁾ Según la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés), en los Estados Unidos entre 2003 y 2012, alrededor de 30 trabajadores murieron anualmente debido a enfermedades y lesiones relacionadas con el calor.^(5,6) Datos del Centro de Investigaciones y Capacitación de la Construcción de los Estados Unidos muestran que 17 trabajadores de la construcción murieron en el 2015 como resultado de condiciones asociadas al calor.^(5,7) Mediante el control del estrés térmico se pueden ofrecer

múltiples beneficios, incluyendo la disminución del rango de accidentes y morbilidad, mejorando la productividad y el bienestar social.⁽⁸⁾ Los estudios de los ambientes térmicos en el puesto de trabajo tributan al mejoramiento de la calidad de vida del trabajador. Estos abarcan desde el análisis del estrés térmico a que está sometido el trabajador en un ambiente térmico en condiciones de extremo calor o frío, hasta la valoración del confort térmico. El ambiente térmico puede incidir en la salud, seguridad y productividad del trabajador, aun cuando las condiciones no sean extremas. La necesidad de evaluar y controlar los ambientes térmicos donde se trabaja, no solo se circunscribe a sectores industriales vinculados a procesos tecnológicos calientes húmedos y calientes secos, donde con mayor frecuencia puede existir estrés térmico, sino también en aquellos procesos que no generan altas temperaturas; estos últimos relacionados, no tanto a los problemas de estrés térmico, como a los de confort. "Un ambiente térmico inadecuado causa reducciones de los rendimientos físico y mental^(5,9,10) y, por tanto, de la productividad; incrementa el riesgo de accidentes,^(9,11,12) de enfermedades producidas como resultado de la exposición al calor,^(9,12) provoca irritabilidad, incremento de la agresividad, de las distracciones, de los errores, incomodidad al sudar o temblar, aumento o disminución de la frecuencia cardíaca, etc.,^(5,9,13) lo que repercute negativamente en la salud e incluso, en situaciones límite, puede desembocar en la muerte.^(9,12)

Desde la década del 20 del pasado siglo se han desarrollado una serie de métodos que tienen en común; el aglutinar en un solo índice, la situación micro climática dada. Desde 1905, más de 160 índices han sido propuestos para analizar el ambiente térmico, cada uno con sus fortalezas y limitaciones dependiendo del propósito, situación, períodos de tiempo y las consecuencias para la salud.^(12,14,15) Para el análisis de la exposición laboral a condiciones térmicas desfavorables se utilizan índices o indicadores, entre los más conocidos: el índice de viento frío (IVF) en 1945; el índice de sobrecarga calórica (ISC) en 1955; el índice de la temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT, por sus siglas en inglés) en 1957; la tasa de sudoración requerida (*SWreq*, por sus siglas en inglés) en 1981; el índice de aislamiento del vestido requerido en 1984. Para la valoración del confort térmico en el ambiente laboral asociado, en la mayoría de los casos, a trabajadores de la esfera de los servicios encontramos los siguientes índices: la temperatura media de la piel en 1967; el índice valoración media de *Fanger* (IVM) en 1970; la humedad de la piel en 1973.⁽⁹⁾

El índice WBGT, es el índice de estrés por calor más comúnmente utilizado en todo el mundo.^(5,6,16) Este índice se convirtió en el más común para describir el

estrés térmico ambiental debido a su simplicidad y aplicabilidad⁽⁶⁾ y se basa en la medición de variables ambientales presentes en los locales de trabajo.^(1,6) El índice *WBGT* integra los efectos de la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento, así como la temperatura radiante media.⁽⁵⁾ Sin embargo, el uso simultáneo de índices para analizar el ambiente térmico, ha sido inquietud de investigadores. Se ha reportado en estudios anteriormente realizados^(9,17) la inclusión en la normativa cubana del índice *WBGT*, por su sencillez y rápida respuesta, además, la *ISO* recomienda utilizar, la *SWreq*, método más preciso, pero cuya utilización resulta compleja y requiere de un programa informático para el cálculo y la duración límite de exposición en cualquier ambiente térmico. También puede ser utilizado como complemento cuando el índice *WBGT* indique estrés térmico. El ISC se utiliza como criterio internacional, siendo muy práctico para evaluar el estrés térmico por calor y/o discomfort. Se basa en la ecuación del balance térmico y permite calcular el tiempo de exposición permisible. A diferencia de la *SWreq*, no considera las pérdidas de sudoración ni las variaciones en el vestido, pero se muestra como un cálculo muy sencillo de realizar. Al encontrarse en situaciones próximos al confort o bienestar, hacen que los índices ISC y *WBGT* tengan rangos de aplicaciones diferentes a la hora de realizar una evaluación; pero el aprovechar las ventajas de ambos indicadores permite obtener una interpretación más detallada de los resultados obtenidos cuya corrección deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar una adecuada intervención.

El Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT) de Cuba ha realizado estudios sobre estrés térmico y su impacto en los trabajadores cubanos,⁽¹⁷⁾ con la utilización de una nueva tecnología de medición y procesamiento de la información. Los índices térmicos utilizados fueron la temperatura de globo y bulbo húmedo y la tasa de sudoración requerida, registrándose ambos índices *WBGT* y *SWreq* simultáneamente en la mayoría de los puestos de trabajo.

Es importante valorar si los trabajadores de las áreas de producción realizan sus actividades laborales en condiciones de estrés térmico y de sobrecarga fisiológica y con óptimo grado de bienestar o confort en locales con clima controlado, por lo que esta investigación tuvo como objetivo aplicar un protocolo de evaluación ergo-

nómica del ambiente térmico que permita la realización de una intervención.

Métodos

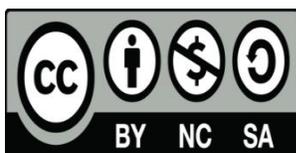
La empresa torrefactora de café, cuenta con 6 áreas de producción principales, 1) Tostado y Molido; 2-4) Líneas de envase manual # 1, # 2, y # 3; 5) Línea automatizada de envase y 6) Línea de envase semiautomatizada; así como áreas de apoyo al proceso fabril: almacén; fechadora y mantenimiento. Se realizó el estudio en todas las áreas. Este reporte expone los resultados obtenidos en las áreas de producción Tostado y Molido y Línea de envase manual # 3.

El día de la evaluación, realizada en el horario de 8:00 a.m. a 5:00 p.m. se observó que los trabajadores utilizaban ropa de algodón y máscara como medio de protección. El estudio no se realizó en condiciones normales de operación al encontrarse uno de los quemadores fuera de servicio. Se midieron las condiciones del ambiente exterior en un día de verano, con una temperatura exterior de bulbo seco de 31 °C, una temperatura de bulbo húmedo de 27 °C y una velocidad del aire de 1,5 m/s. La ubicación de los puntos de medición en cada área, se realizó en función de las tareas más frecuentes que realiza en su jornada laboral de 8 horas y los lugares donde acude frecuentemente para realizar mediciones y controlar parámetros del proceso.

Descripción de la instalación, del proceso y ubicación de puntos de medición

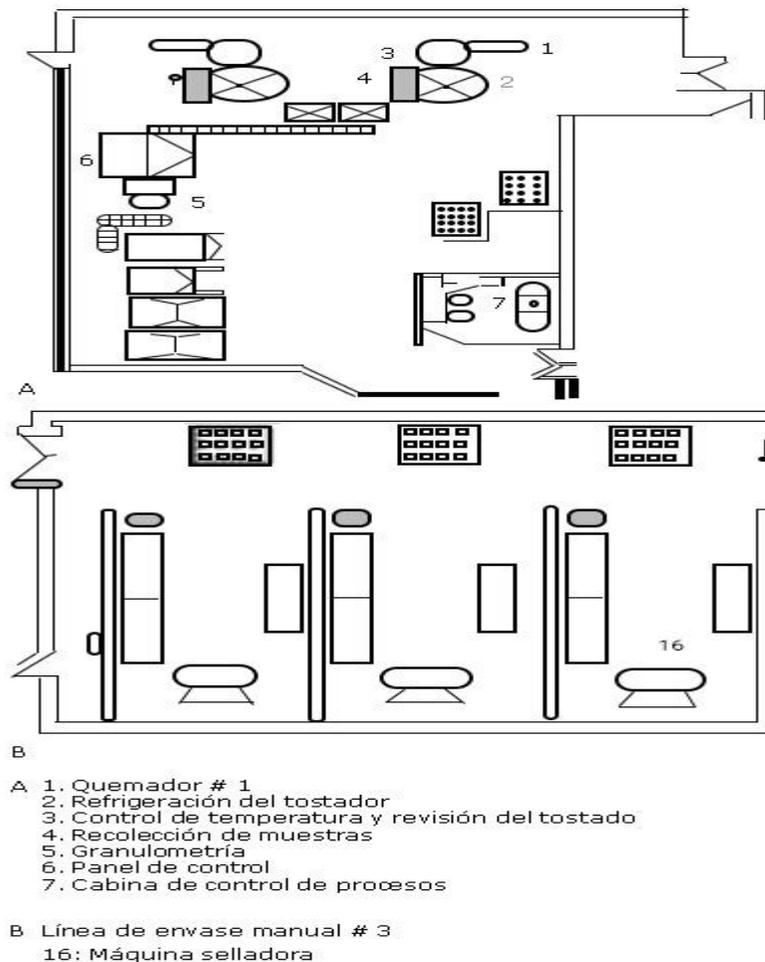
Área de Tostado y Molido: área techada no climatizada, con extractores de aire ubicados en distintos puntos del local con el objetivo de evacuar el aire caliente del recinto. El área cuenta con dos Quemadores- Hornos de marca *FLAXMER* que emiten una cantidad de calor equivalente de 200 000 a 400 000 kcal/h cada uno, lo que constituye un aporte importante de calor al medio ambiente laboral. Tiene una cabina de control del proceso de tostado herméticamente cerrada y climatizada representada por el punto de medición 7 en la figura 1.

En el área de Tostado y Molido se ubican 6 puntos de medición: en el quemador 1, en la refrigeración del tostador, en el control de temperatura y revisión del tostado, en el punto de recolección de muestras, en granulometría y en el panel de control que se observa en la figura 1. Se realizó la evaluación del ambiente térmico



co utilizando el criterio basado en el índice WBGT y del índice ISC. En la cabina de control del proceso de tostado herméticamente cerrado y climatizado representado por el punto de medición # 7, por tener un ambiente controlado o climatizado se realizó la evaluación utilizando el criterio basado en el IVM y ISC simultáneamente.⁽⁸⁾ En esta área trabajan cuatro operarios de procesamiento de café, cacao y otros granos, que entre sus funciones está rectificar el encendido del quemador, apertura de la válvula para el enfriamiento del tostador, revisión periódica de la coloración del tostado del café, la temperatura del tostador, y apertura de la tapa del tostador para drenar el café en la cuna de enfriamiento. En los puntos evaluados 1, 2 y 3, las actividades se realizan de pie por pocos minutos, pero la frecuencia con que la realizan hace que los tiempos de exposición sean de 4, 40 y 50 respectivamente.

Un especialista de control de la calidad, quien chequea y recolecta muestras para el análisis del tostado del café y medir la granulometría, realiza la tarea parado durante tiempos de exposición de 24 y 10 minutos en los puntos 4 y 5 respectivamente. Dos técnicos de automatización e instrumentación realizan la lectura de parámetros, el encendido del molino, la visualización del proceso productivo en la pantalla de la computadora, lectura de parámetros de proceso y llenado de planillas de control de la temperatura del proceso de tostado del café, realizan la actividad parados por pocos minutos en el panel de control, para un tiempo de exposición de 4 min en toda la jornada y en la cabina de control de procesos se encuentran sentados, para un tiempo de exposición de 360 min en toda la jornada. Teniendo en cuenta estos tiempos de exposición se realizó el cálculo del índice WBGT.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1
Áreas de producción estudiadas.

El área correspondiente a la Línea de envase manual # 3 se encuentra techada, climatizada y sin influencia de la carga solar. En esta área se evaluó un Operario "A" de máquina conformadora y llenadora de envases, quien de forma manual llena los contenedores plásticos de café en grano o molido, comprueba el peso, realiza el sellado y acopio de las cajas. Las actividades se realizan de pie con un tiempo de duración de 360 min por jornada. Las fuentes de calor localizadas en el puesto de trabajo son: la máquina conformadora y la de retractilado que emiten un flujo de calor por conducción-convección directamente hacia el operador de la máquina. La evaluación en el puesto de trabajo denominado punto de medición 16, se realizó utilizando el criterio basado en el índice IVM e ISC simultáneamente, por tener un ambiente controlado o climatizado.

Materiales y métodos de medición

En este trabajo se aplicó un protocolo de evaluación ergonómica del ambiente térmico que ha proporcionado información útil para realizar una intervención ergonómica en una empresa Torrefactora de café, en la ciudad de La Habana. En dicha evaluación se utilizaron, de forma simultánea, indicadores que posibilitan valorar si los trabajadores de producción realizan sus actividades laborales en condiciones de estrés térmico y de sobrecarga fisiológica. Se aplicó el índice *WBGT* para evaluar el estrés térmico en ambientes calurosos y el ISC para evaluar el grado de compromiso fisiológico. Por otra parte, también se evaluó el grado de bienestar o confort en locales con clima controlado utilizando el índice de valoración media de *Fanger* (IVM) y se comparó también con el ISC.

En el primer caso se utilizaron los índices *WBGT* e ISC en las áreas de producción, donde pudieran estar expuestos los trabajadores a condiciones extremas por calor. También se evalúa el bienestar o confort térmico en los locales de clima controlado, para ello se utiliza el IVM estipulado en la norma ISO 7730 y el ISC.⁽⁹⁾ En ambos casos se logró un ajuste más fino en los resultados lo que hace del mismo un método de evaluación ergonómica muy completo y práctico.

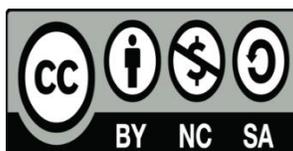
La metodología seguida para la determinación del número y ubicación de los puntos de medición para cada puesto a evaluar, el procedimiento a seguir para la determinación del índice *WBGT*, la comparación de

los resultados contra los límites máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas ambientales y sus períodos de recuperación, la clasificación del régimen de trabajo y el porcentaje de exposición y no exposición, la clasificación de los niveles de consumo metabólico, se rigen por lo establecido en las NC 869:2011⁽²⁾ y NC 870:2011,⁽¹⁸⁾ para la estimación del estrés térmico. Las evaluaciones se llevaron a cabo en las áreas de producción durante una jornada laboral de 8 horas utilizando para realizar las mediciones el Medidor de bulbo húmedo y del termómetro de globo HD32.2, que realiza mediciones directas con las sondas de temperatura de bulbo húmedo natural, temperatura de globo y temperatura ambiente. Además, el instrumento puede calcular y visualizar directamente el índice *WBGT* que es uno de los índices que se utilizan para estimar el estrés térmico al cual se somete un individuo en un ambiente caluroso. Los factores climáticos microambientales medidos junto con el tipo de trabajo desempeñado, condicionan en el trabajador una serie de respuestas biológicas asociadas a situaciones de bienestar (confort) o malestar térmico (incomodidad). Representa el valor, en relación al desgaste metabólico asociado a una particular actividad laboral, más allá del cual se somete al sujeto a una situación de estrés térmico.

Para el ISC, se instrumentó una hoja de cálculo *Excel* 2010, con los modelos matemáticos que permiten el cálculo del mismo y el tiempo de máxima exposición. La sencillez de las operaciones matemáticas a la hora de aplicar la ecuación del balance energético, hace de este índice un método muy práctico para ser utilizado en la industria, a diferencia del cálculo complejo que se emplea en la tasa de sudoración requerida (*SWreq*). El ISC expresa la relación existente entre la evaporación requerida (*Ereq*) para lograr el equilibrio térmico y la evaporación máxima posible (*Emax*) en ese ambiente, es decir, $ISC = (Ereq/Emax) \cdot 100$. Se expresa en porcentaje y tiene una escala de valoración entre -20 % y más de 100 %, para abarcar un rango de sobrecargas térmicas entre "suave tensión por frío hasta crítica por calor" respectivamente.⁽⁹⁾

Resultados

En la tabla no.1 se presentan los resultados de la evaluación del estrés térmico utilizando como criterios el



índice WBGT y el grado de tensión térmica ISC. Se utilizan los valores de referencia del WBGT del

anexo A de la norma NC 869: 2011, para personas aclimatadas.

Tabla 1
Resultados de evaluación del estrés térmico y el grado de tensión térmica

Punto	Régimen trabajo / descanso (en cada hora)	Consumo metabólico	WBGT (°C)	Valor de Referencia WBGT (°C) NC 899:2011	Cumpl. WBGT	Carga térmica ISC (%)	Escala de valoración del ISC (%)	Grado de tensión térmica a la que está sometido el trabajador
1 Quemador 1	25% trabajo, 75% descanso	BAJO	28,5	32,5	Dentro de rango	157,5	> 100	Condiciones críticas por sobrecarga calórica, el trabajador solo puede permanecer en ese ambiente (1 hora y 20 minutos.)
2 Refrigeración del Tostador	75% trabajo, 25% descanso	BAJO	27,2	30,5	Dentro de rango	129,5	> 100	Condiciones críticas por sobrecarga calórica, el trabajador solo puede permanecer en ese ambiente (2 horas y 30 minutos.)
3 Control de temperatura y revisión del tostado	75% trabajo, 25% descanso	BAJO	26,1	30,5	Dentro de rango	108,4	> 100	Condiciones críticas por sobrecarga calórica, el trabajador solo puede permanecer en ese ambiente (8 horas.)
4 Recolección de muestras	25% trabajo, 75% descanso	BAJO	25,7	32,5	Dentro de rango	70,3	70 < ISC < 100	Sobrecarga calórica severa, el trabajador puede permanecer en ese ambiente de forma ilimitada.
5 Granulometría	25% trabajo, 75% descanso	BAJO	25	32,5	Dentro de rango	91,6	70 < ISC < 100	Condiciones muy severas por calor, el trabajador puede permanecer en ese ambiente de forma ilimitada.

Fuente: Registro de mediciones.

En la tabla 2 se muestran los resultados de evaluación del confort térmico y el grado de tensión térmica

realizada en los puntos 7 y 16, utilizando como criterios el índice de IVM y el índice ISC.

Tabla 2
Resultados de la evaluación del confort térmico y el grado de tensión térmica

Punto	Régimen trabajo / descanso (en cada hora)	Consumo metabólico	IVM	Tipo de ambiente	Cumpl. IVM	Carga térmica ISC (%)	Escala de valoración del ISC (%)	Grado de tensión térmica a la que está sometido el trabajador
16 Máquina selladora	Trabajo continuo	BAJO	0,4	Ambiente entre neutro y ligeramente caliente	Dentro de rango	39	10 < ISC < 40	Entre suave y moderada. El trabajador puede permanecer en ese ambiente de forma ilimitada.
7 Cabina control procesos	75 % trabajo, 25 % descanso	BAJO	-0,35	Ambiente neutro	Dentro de rango	0	0	Bienestar y/o confort

Fuente: Registro de mediciones.

Discusión

Al observar los resultados obtenidos del índice de *WBGT*, en el área de Tostado y Molido, son inferiores a los valores de referencia, lo que significa que los trabajadores de esas áreas no están sometidos a condiciones de trabajo de estrés térmico, según este índice. Sin embargo, al comparar con el ISC se observa que las condiciones térmicas en los puestos de trabajo oscilan desde muy severas hasta críticas por calor, recomendando limitar el tiempo de permanencia para los puntos 1, 2 y 3, ventaja que ofrece este último índice al poder cuantificar el tiempo de permanencia del trabajador en el lugar de trabajo evaluado. Para las condiciones en que fueron realizadas las mediciones, no existe estrés térmico en los puestos de trabajo estudiados y, por tanto, no se puede predecir sobrecarga fisiológica de origen térmico entre los trabajadores, lo cual no quiere decir que no exista influencia negativa del ambiente térmico sobre la efectividad y el confort de los trabajadores. Tal vez esto, parezca una contradicción, lo cual pudiera ser una preocupación para cualquiera que no fuera un especialista del ambiente térmico. Si se analizan detenidamente los resultados, se interpretaría con el *WBGT* que, mientras el régimen de trabajo/descanso establecido por la Empresa se cumpla, no se correrá el riesgo de sufrir daños a la salud causados por el estrés térmico por calor. Sin embargo, por otra parte, es importante alertar a la Empresa y trabajadores sobre el grave error que pudiera cometerse al ubicar puestos de trabajo fijos cercanos a un Quemador o a un Tostador, dada las condiciones críticas de calor del ambiente térmico que se evalúa. El ISC permite calcular el tiempo de permanencia en cada punto de medición. Los trabajadores expuestos a condiciones críticas por sobrecarga calórica, después de realizar las actividades en el área de Tostado y Molido deben trasladarse a un ambiente térmico neutro, con la garantía de poder hidratarse permitiendo así una buena recuperación térmica.

En el punto 7, Cabina de control de procesos del área de Tostado y Molido, se observa una total correspondencia entre los resultados obtenidos de la evaluación del confort térmico por el índice *IVM* y el grado de tensión térmica con el índice *ISC*, de igual forma se corrobora la correspondencia al analizar el punto 16,

la Máquina selladora de la Línea de envase manual #3 que presenta un 39 % por encima del ambiente neutro, por lo que arroja un resultado fuera del rango de confort. Lo anterior significa que el trabajador no estaría expuesto a tensión térmica, pero no se encontraría en un área de confort.

Conclusiones

La utilización simultánea de los índices *WBGT* e *ISC* para evaluar el estrés térmico por calor, y los índices *IVM* e *ISC* para evaluar el confort térmico teniendo en cuenta las fortalezas y debilidades de cada método, permite un ajuste más fino de los resultados. Al evaluar el estrés térmico por calor con el *ISC*, permitió agregar componentes fisiológicos y cuantificar el tiempo de permanencia del trabajador en el puesto de trabajo, proporcionando una valoración detallada del grado de tensión térmica en cada una de las áreas de trabajo estudiadas y su grado de alejamiento del grado de bienestar o confort.

Se recomienda la utilización simultánea de dos o más indicadores (*WBGT* e *ISC*) y (*WBGT* e *SWreq*) para la evaluación del ambiente térmico en las empresas cubanas, para lograr una interpretación más detallada de los resultados obtenidos, así como cuantificar el tiempo de permanencia del trabajador en un ambiente con elevada sobrecarga térmica, cuya información deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar una adecuada intervención en la industria. Además, se corrobora la necesidad de que los protocolos de evaluación del ambiente térmico incluyan otras normativas (v.g. *IVM* e *ISC*) que contribuyan al bienestar del trabajador en su ambiente laboral.

Referencias bibliográficas

1. Cújar-Vertel AC, Julio-Espitia GP. Evaluación de las condiciones térmicas ambientales del área de producción en una panadería en Cereté (Córdoba). *Entramado* [Internet]. 2016 [acceso 15/02/2020];12(1):332-43. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032016000100021.
2. Oficina Nacional de Normalización. NC 869:2011. Seguridad y Salud en el Trabajo. Ambientes térmicos calurosos. Estimación del estrés



- térmico en el trabajo basado en el índice WBGT (temperatura de globo y bulbo húmedo). Cuba [Internet]. 2011 [acceso 04/01/2020]. Disponible en <http://www.nonline.cubaindustria.cu/Manual/Notas-vigentes-Octubre2021.rar>.
3. 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 [acceso 20/03/2020];37:97-112. Disponible en: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-publhealth-032315-021740>.
 4. Kjellstrom T, Freyberg C, Lemke B, Otto M, Briggs D. Estimating population heat exposure and impacts on working people in conjunction with climate change. *Int. J. Biometeorol.* [Internet]. 2017 [acceso 02/03/2020];62(3):291-306. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-017-1407-0>
 5. Yi W, Chan APC. Effects of heat stress on construction labor productivity in Hong Kong: a case study of rebar workers. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2017 [acceso 4/2/2020];14(9):1055. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28895899>.
 6. Gutiérrez RE, Guerra KB, Gutiérrez MD. Evaluación de riesgo por estrés térmico en trabajadores de los procesos de incineración y secado de una empresa de tableros contrachapados. *Información Tecnológica* [Internet]. 2018 [acceso 05/03/2020];29(3):133-44. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718076420180003001339.
 7. National safety council summer heat can be deadly for construction workers, CPWR Caution. [Internet]. 2017 [acceso 09/01/2020]. Disponible en: <http://www.safetyandhealthmagazine.com/article/s/15778-summer-heat-can-be-deadly-for-construction-workers>.
 8. Yang Y, Chan APC. Heat stress intervention research in construction: gaps and recommendations. *Industrial Health* [Internet]. 2017 [acceso 10/2/2020];55(3):201-09. Disponible en: <http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28111405>.
 9. Mondelo P R, Gregori Torada E, Comas Úriz S, Castejón Vilella E, Bartolomé Lacambra E. *Ergonomía 2. Confort y estrés térmico*. 3 ed. Barcelona. España: Alfaomega; 2015.
 10. Wittbrodt MT, Sawka MN, Mizelle JC, Wheaton LA, Millard-Stafford ML. Exercise-heat stress with and without water replacement alters brain structures and impairs visuomotor performance. *Physiol Rep* [Internet]. 2018 [acceso 05/03/2020];e13805. Disponible en: <http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30136401>.
 11. Sheng R, Li C, Wang Q, Yang L, Bao J, Wang K *et al.* Does hot weather affect work-related injury? A case-crossover study in Guangzhou, China. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* [Internet]. 2018 [acceso 05/03/2020];221(3):423-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1438463917308878>.
 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 [acceso 05/03/2020];63(5):505-20. Disponible en: <http://academic.oup.com/annweh/article/63/5/505/5485430>.
 13. Chan APC, Yi W. Heat stress and its impacts on occupational health and performance. *Indoor Built Environ.* [Internet]. 2016 [acceso 05/03/2020];25(1):3-5. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1420326X15622724>.
 14. 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 [acceso 25/02/2020];62(3):359-71. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-017-1352-y>.
 15. Roghanchi P, Kocsis KC. Challenges in selecting an appropriate heat stress index to protect workers in hot and humid underground mines. *Saf Health Work* [Internet]. 2018 [acceso 05/03/2020];9(1):10-6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2093791117300318>.
 16. Yang YC, Wei MC, Hong SJ. Evaluation of occupation hot exposure in industrial workplaces in a subtropical country. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* [Internet]. 2017 [acceso 05/03/2020];30(3):379-95. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28481372>.
 17. Suárez R, Baqués R. Evaluación del estrés térmico en una empresa de producción textil. *Revista Cubana de Salud y Trabajo* 2004 [acceso 05/03/2020];5(1):20-5. Disponible en: <https://silo.tips/download/ing-rugiere-suarez-cabrera-1-lic-raul-baques-merino-2-tec-rafael-suarez-batista>.

18. Oficina Nacional de Normalización. NC 870:2011. Seguridad y Salud en el Trabajo. Ergonomía. Criterios de referencia e indicadores fisiológicos para la evaluación de la intensidad y la

carga de trabajo físico. Cuba. [Internet]. 2011 [acceso 04/01/2020]. Disponible en: <http://www.nconline.cubaindustria.cu/Manual/Noymas-vigentes-October2021.rar>.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Niurka Virginia García Ramírez, María Dolores Andrade Gregori.

Curación de datos: Niurka Virginia García Ramírez, María Dolores Andrade Gregori.

Análisis formal: Niurka Virginia García Ramírez, María Dolores Andrade Gregori.

Investigación: Niurka Virginia García Ramírez, María Dolores Andrade Gregori.

Metodología: Niurka Virginia García Ramírez, María Dolores Andrade Gregori.

Administración del proyecto: Niurka Virginia García Ramírez.

Supervisión: María Dolores Andrade Gregori.

Validación: Niurka Virginia García Ramírez, María Dolores Andrade Gregori.

Visualización: Niurka Virginia García Ramírez, María Dolores Andrade Gregori.

Redacción, borrador original: Niurka Virginia García Ramírez.

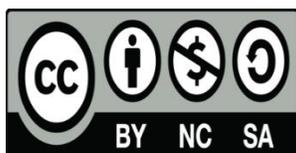
Redacción, revisión final: Niurka Virginia García Ramírez, María Dolores Andrade Gregori.

Copyright© 2022: Niurka Virginia García Ramírez, María Dolores Andrade Gregori.

Licencia Creative Commons



Este artículo de la [Revista Cubana de Salud y Trabajo](#) está bajo una licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](#). Esta licencia permite a otros compartir el trabajo con un reconocimiento de la autoría del trabajo y la publicación inicial en esta revista (componente BY o atribución). Coincidente con la política de Acceso Abierto, no se podrán hacer usos comerciales de los contenidos publicados por esta revista (componente NC). Se permitirán las obras derivadas (remezcla, transformación o creación a partir de la obra original), siempre y cuando sean distribuidas bajo la misma licencia de la obra original (componente SA).



Este artículo de la [Revista Cubana de Salud y Trabajo](#) está bajo una licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](#).