

## Trabajadores costarricenses expuestos a sobrecarga térmica; implicaciones en la salud y la producción

Lourdes Arce - Espinoza<sup>1</sup>  
Karla Rojas - Sáurez<sup>2</sup>

### RESUMEN

En la investigación se evaluó la exposición a altas temperaturas de los operadores de los hornos de una industria costarricense dedicada a la producción de galletas; los cuales se exponen a la emisión de calor durante la jornada de 8 horas diarias.

Las mediciones de calor se realizaron en la entrada y salida del horno a razón de 15 minutos en cada puesto de trabajo y por tres días. Se consideró las horas "pico" y las condiciones ambientales en días soleados, por lo que las mediciones se realizaron entre las 11:30 AM y 2:30 PM.

En el proceso se utilizaron equipos de medición de condiciones ambientales, la observación para describir el puesto de trabajo y el proceso de producción de la industria.

Los datos mostraron que a pesar de la exposición de los trabajadores a las altas temperaturas, el metabolismo es bajo, por lo que existe un alto porcentaje de insatisfechos pero no existe un riesgo de estrés térmico. La estimación de la carga metabólica, por tablas y medición de la frecuencia cardíaca, no presentó diferencias significativas.

Las posibles soluciones para mejorar el ambiente de trabajo y la salud de los empleados se enfocó hacia la disminución de la disconformidad por el puesto de trabajo, por medio de la ventilación a través de la inyección y extracción de aire; aclimatación, períodos de descanso, hidratación adecuada, revisión periódica de los trabajadores expuestos por la médica y capacitarlos en lo referente a los síntomas de patologías posibles: exposición al

calor; para favorecer el diagnóstico precoz y el tratamiento oportuno.

**Palabras Clave.** Salud ocupacional, riesgo de accidente térmico, trabajador industrial

### SUMMARY

In the investigation the exhibition was evaluated to high temperatures of the operators of the ovens of a Costa Rican industry dedicated to the production of cookies. Which are exposed to the emission of heat during the day of 8 daily hours.

The mensurations of heat were carried out in the entrance and exit from the oven to reason of 15 minutes in each work position and for three days. It was considered the hours "pick " and the environmental conditions in sunny days, for that that you the mensurations were carried out AM among 11:30 o'clock and 2:30 PM.

In the process teams of mensuration of environmental conditions were used, the observation to describe the work position and the process of production of the industry.

The data showed that in spite of the exhibition of the workers to the high temperatures, the metabolism is low, for what a high percentage exists of unsatisfied but a risk of thermal stress doesn't exist. The estimate of the metabolic load, for charts and mensuration of the heart frequency, didn't present significant differences.

The possible solutions to improve the work atmosphere and the health of the employees was focused toward the decrease of the unconformity by the work position, by means of the ventilation through the injection and extraction of air, acclimatization,

1 Master Salud Ocupacional y Enfermera

2 Dra. Especialista Medicina Trabajo

periods of rest, appropriate hydrate, the workers' periodic revision exposed by the doctor and to qualify them regarding the symptoms of possible pathologies: exhibition to the heat, to favour the precocious diagnosis and the opportune treatment.

**Words key:** occupational health, risk of thermal accident, industrial worker.

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), refiere que "...la salud no sólo implica la ausencia de enfermedad, por el contrario, corresponde a un estado de bienestar físico, mental, social y espiritual...". Por tanto, es responsabilidad de los patronos, según lo estipulado en el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el título II artículo 3, "...adoptar medidas de seguridad e higiene adecuadas para proteger la vida y la salud y la integridad corporal y moral de los trabajadores especialmente y en lo relativo a edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales..." (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2005: 132). La definición insta a las industrias, a mantener las condiciones de salud ocupacional adecuadas para una mejor calidad de vida de los trabajadores.

Por lo general, las empresas dedicadas a la manufactura de productos alimenticios, utilizan procesos de trabajo con altas temperaturas que se exacerba por: el clima tropical de Costa Rica; el diseño inapropiado de las instalaciones y el crecimiento improvisado en muchas industrias.

Además, los industriales tienen conciencia sobre los requisitos básicos relacionados con la salud de los empleados: el tiempo de exposición a determinada temperatura, la adecuada reposición de líquidos, la vestimenta apropiada, la ventilación natural e incluso el aislamiento de la fuente de calor.

En el ambiente citado, los trabajadores se exponen a estrés térmico, más que a una disconformidad térmica. Situación potencial de daños serios a la salud de los expuestos relacionados con la elevación de la temperatura corporal. Dicha temperatura se define como el nivel de calor producido y mantenido por los procesos metabólicos; la de un adulto medida en la boca varía entre 35.8 °C a 37.2 °C (Grados Centígrados), lo cual es compatible con un buen estado de salud. La temperatura a lo largo del día varía algunas décimas, en las primeras horas de la mañana se registran los valores mínimos y los máximos entre las 18 y 22 horas (Diccionario de

Medicina Mosby, 1998: 1204).

Los seres humanos pueden soportar por períodos de tiempo cortos temperaturas internas que oscilen entre los 35 y 41 °C.

La principal fuente de calor para el organismo humano es la producida durante los procesos metabólicos: temperatura que es mantenida por los mecanismos fisiológicos homeostáticos propios. La respuesta fisiológica del organismo al calor puede dividirse en dos componentes: núcleo y periferia; el núcleo correspondería a la temperatura interna corporal, y la periferia a la cutánea (OIT, 1998).

Existe una interrelación muy compleja entre los límites y variables de exposición al calor tales como: temperatura, humedad y velocidad del aire, calor radiante, calor metabólico, ropa, alimentación, edad, sexo, salud general, condiciones físicas y estado de nutrición (Norma Inteco 31-08-09-1997).

Los trabajos en ambientes calurosos provocan una disminución de la productividad, la seguridad del trabajador se disminuye y pueden desencadenar patologías relacionadas con una inadecuada termorregulación. La mayoría de los trabajadores que laboran en ambientes calurosos, con el transcurrir de un tiempo se aclimatan, por tanto, el impacto de los primeros días de exposición se disminuye por el equilibrio que realiza el organismo. Pero aunque el trabajador se haya aclimatado, existe el riesgo de que en cualquier momento aparezcan los síntomas de patologías asociadas a la exposición de temperaturas altas, porque la termorregulación se afecta o simplemente es inefectiva para mantener la temperatura interna en equilibrio.

Las personas con antecedentes de patologías asociadas como la presión arterial elevada, pueden presentar cuadros de descompensación muy frecuentes; lo cuales se asocian al proceso de termorregulación con inefectiva evaporación por sudoración. También el desequilibrio hídrico provocado por una hidratación deficiente y reposición de sales inadecuada.

La exposición excesiva a un ambiente laboral muy caluroso puede causar una variedad de afecciones como consecuencia del calor: insolación, agotamiento por calor, calambres, salpullido, cansancio, calor, desmayo, muerte, quemaduras y mareos (NIOSH, 1992). El trabajador pierde la disposición de estar alerta y la capacidad mental disminuye. Por tanto, la exactitud de los trabajos delicados o

detallados puede afectarse. La frecuencia de las lesiones parece ser más alta en ambientes calurosos que en aquellos de condiciones térmicas moderadas (Centro Nacional de Salud Ambiental, 2002).

Si bien es cierto, que es imposible eliminar de raíz la fuente de calor en todos los casos y evitarles a los trabajadores la exposición a temperaturas elevadas, sí existen otras variables que minimizan las posibilidades de daños a la salud de los que se exponen a temperaturas altas.

## OBJETIVOS

- 1) Determinar en una industria costarricense dedicada a la producción de galletas, las variables ambientales (temperaturas, velocidad de aire, humedad relativa) en los puestos de trabajo de los empleados expuestos a fuentes de calor.
- 2) Determinar por medio de los métodos de carga física la monitorización de la frecuencia cardíaca y valoración por tablas, la carga metabólica de los trabajadores expuestos al calor, producto de su trabajo.
- 3) Identificar los puestos de trabajo que presenten problemas de estrés térmico y aquellos que sólo presenten problemas de confort; estableciendo luego tiempos máximos de exposición y porcentajes de insatisfacción.
- 4) Comparar los parámetros normales de los signos vitales antes y durante la jornada laboral, que permitan establecer una relación con las diversas patologías presentadas por exposición a altas temperaturas.

## METODOLOGÍA

La valoración de la exposición en ambientes calurosos (sobrecarga térmica) se basa en las siguientes normas:

- **Norma Inteco 31-08-09-97, Exposición a ambientes con sobrecarga térmica y NTP 322:** Valoración del riesgo de estrés térmico, índice de TGBH (Temperatura de globo de bulbo húmedo): ambas normas detallan el método de TGBH, como una valoración del ambiente térmico con parámetros que determinan el grado de riesgo en los trabajadores expuestos, se consideran los factores: temperatura, vestido, velocidad del aire, metabolismo, humedad y su influencia en el ambiente térmico laboral.
- **NTP 74: Confort térmico- Método de Fanger**

**para su evaluación:** el objetivo de esta norma es evaluar el confort de un puesto de trabajo; lo referente a las personas que se sentirán insatisfechas en un ambiente determinado se expresa en porcentajes.

● **NTP 295: Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca:** la norma muestra el método de evaluación para determinar el gasto energético a partir del aumento de la frecuencia cardíaca. Se basa en el principio de que toda actividad conlleva un aumento del gasto cardíaco.

● El grado de exposición al calor de los trabajadores se midió con varios equipos:

- ✓ Medidor de estrés térmico de área, marca Questemp 15. Incertidumbre ( $\pm 0.1$  o C) CE 95. Este dispositivo mide humedad, temperatura ambiental y calor producido por objetos o personas.
- ✓ Anemómetro velocicheck, marca TSI. Homologado CE 96. Modelo 8315- MG. Tolerancia ( $\pm 0.025$  m/s). Este instrumento mide la velocidad del viento (m/s) también se usa, para la observación simultánea de la dirección (grados) y la velocidad del viento.
- ✓ Higrotermoanemómetro, marca Testo 625. Tolerancia ( $\pm 0.1$ ) % HR con sonda de humedad. Este instrumento permite medir la temperatura, humedad relativa y velocidad del aire.
- ✓ Por medio de un esfigmomanómetro digital de brazalete, marca OMRON HEM-741 CINT se midió la presión arterial y el pulso de los trabajadores expuestos al calor.

Previo al análisis de campo, se visitó el sitio de medición en conjunto con el encargado del departamento de Salud Ocupacional; con el fin de obtener una panorámica general del ambiente por evaluar, en especial lo referente al proceso de producción, los puestos de trabajo y las maquinarias utilizadas.

Posterior a la visita, se observó por tres días consecutivos para cumplir con los objetivos del estudio. Se consideraron dos puestos de horneros (horno 4 y 5) para medir el calor, porque fueron los que registraron las temperaturas más altas. Las mediciones se realizaron en la entrada y salida de los hornos; entre las 11:30 AM y las 2:30 PM; porque son las horas pico de un día soleado, para mostrar el ambiente en época seca y temperaturas altas extremas.

En ambos puestos, los trabajadores operan por un espacio de 30 minutos la banda de la máquina moldeadora. Concluido el período citado, caminan a lo largo del horno hasta la salida del mismo, porque tienen que mirar a través de las ventanillas del horno para verificar la calidad del producto; en la salida revisan la banda transportadora hacia el área de empaque y de desecho del producto defectuoso. Las tareas descritas las realiza el operador de horno. Dicho operador utiliza una gabacha y pantalón de tela de algodón sintética, con una redecilla que cubre su cabello, y zapatos cerrados (tenis).

Además, en ambos puestos se midió la velocidad del viento y de la humedad relativa en ambientes calurosos para comparar los datos con los métodos descritos en la norma NTP 295 y la norma INTECO 31-08-09-97. Las mediciones en cada puesto se realizaron cada 15 minutos pero en forma alterna en lo que atañe a la entrada y la salida del horno.

Para calcular el nivel de confort térmico se utilizó la norma técnica NTP 74, Método de Fanger. Se midió:

Temperatura seca (TS). Es la temperatura del aire medida con un termómetro convencional.

Temperatura de globo (TG). Es el nivel termométrico que se registra cuando se establece el equilibrio entre la relación del calor convectivo y el radiante en el termómetro de globo.

Temperatura húmeda (TH). Es la que registra el termómetro cuando, humedecido su bulbo, permite la evaporación del agua sobre él, al estar expuesto al movimiento natural del aire y al contenido de su humedad.

Temperatura de globo de bulbo húmedo (TGBH): es la interrelación entre la temperatura de globo, temperatura del aire y la humedad relativa, que permite estimar la exposición a temperaturas elevadas. Para el cálculo del índice de TGBH se utilizó la fórmula siguiente:  $TGBH = 0.7 * TH + 0.3 * TG$

El porcentaje de insatisfechos se calculó por medio de método de Fanger: que utiliza los valores reportados de la humedad relativa y la siguiente fórmula  $TRM = TG + 1.9 \sqrt{v} (TG - TS)$ , que a su vez, calcula la temperatura radiante media.

## RESULTADOS

La fábrica observada produce galletas y chocolates. El puesto de trabajo carece de iluminación suficiente y ventilación natural. El motivo de la carencia se asocia al riesgo de contaminación de los pro-

ductos alimenticios elaborados.

El metabolismo ponderado de cada trabajador es de 186 kcal/hora según lo indicado en la **Norma Inteco 31-08-09-97, Exposición a ambientes con sobrecarga térmica y NTP 322**; este resultado corresponde a una carga media, el cual es un gasto adecuado para la actividad realizada por los operadores de horno.

En ambos puestos de trabajo se realizaron mediciones higrotermométricas, por medio de las cuales se determinaron los índices de TGBH, TRM, IVM en los diferentes días de medición, tomándose las temperaturas extremas para realizar comparaciones, es decir, determinar cuál es la temperatura más baja y cuál es la más alta durante los días de medición en un puesto de trabajo.

Dichos cálculos arrojaron que el 60% de los trabajadores que laboran en el puesto, están insatisfechos para la temperatura más baja registrada con las condiciones térmicas de dicho puesto. Además, para la temperatura más alta registrada el porcentaje de insatisfechos es de 80%. En este caso se puede afirmar que el porcentaje de insatisfacción es: en el primero más del 60% y más del 80% en el segundo. Dicha insatisfacción se detectó a pesar de que el factor térmico no fue riesgoso para la salud de los mismos, pero el ambiente es molesto e inadecuado para desempeñar la tarea y esa es la razón del descontento.

Además, se procedió a calcular la carga física por medio de la frecuencia cardíaca medida durante las valoraciones realizadas en ambos puestos de trabajo.

Según los criterios de Frimat (norma NTP 295) y como valoración de referencia que la demanda cardíaca (frecuencias cardíacas y cálculo de percentiles) es aceptable porque la frecuencia cardíaca media es menor de 100 y la aceleración de la frecuencia cardíaca es menor de 20.

Los criterios de Chamoux (norma NTP 295) ubican el puesto de trabajo estudiado como ligero, porque tanto el coste absoluto del puesto de trabajo (CCA) como el coste relativo para el trabajador lo ubica entre 10-19. Se puede decir que existe un equilibrio óptimo entre las capacidades funcionales del trabajador y las condiciones de trabajo.

La mayoría de las frecuencias cardíacas de los trabajadores se ubican entre 100 y 115 latidos por minuto y los parámetros normales de la frecuencia cardíaca se ubican entre 60 y 100 latidos por minu-

to. De acuerdo al dato se puede afirmar que los operadores de los hornos presentan taquicardia asociada al aumento de la cantidad de oxígeno aportado a las células del organismo y del volumen de sangre que circula por los vasos sanguíneos, derivado de la exposición a ambientes calurosos.

Mediante las mediciones realizadas a los trabajadores en su puesto de trabajo se detectó taquicardia e hipotensión. La alteración se explica así: la termorregulación del organismo aumenta el gasto cardíaco para compensar el volumen sanguíneo circulante menor, el hecho produce hipotensión relacionada con la posición erecta y con la dilatación de arterias y venas que a su vez, permitiría la transferencia de calor interno al exterior.

La norma INTECO 31-08-09- 97, establece que la carga metabólica para menos de 200 Kcal. /h se considera trabajo ligero y que el índice de TGBH permitido es de 30 oC.

El trabajo ligero se describe como aquel que el trabajador de pie realiza con ambos brazos. Al comparar los criterios de Frimat y Chamoux, con los de la norma NTP 295, y los de la norma INTECO 31-08-09- 97 y de acuerdo a los valores encontrados el trabajo de los operadores de los hornos 4 y 5 es ligero, por lo tanto no existe una carga física alta en el desempeño de sus labores, además, no se observó diferencia en la estimación del gasto metabólico.

## CONCLUSIONES

Para los operadores de los hornos, los datos los ubican en zona segura, se considera que no presentaran problemas asociados a "carga térmica", pero sí a descontento, según el porcentaje de insatisfechos obtenidos por el método Fanger.

No existen áreas de descanso, por eso los operadores de los hornos durante las 8 horas de la jornada están cerca de la fuente de calor. En tales condiciones, mantienen niveles altos de temperatura, sin posibilidad de recibir el enfriamiento corporal recomendable.

La tarea de operar el horno requiere que el trabajador acerque su cuerpo al mismo mientras la realiza, situación que favorece el aumento de los niveles de temperatura corporal.

No existen extractores de aire, solamente se ubican algunos abanicos situados a dos metros y medio del piso; los mismos recirculan el aire caliente producido por la emisión de la fuente de calor y el último se exacerba por las condiciones ambientales de la época de verano.

La instalación industrial carece de entradas y salidas de aire natural, porque se ubica en una zona de alto tránsito y además, como se fabrican productos alimenticios, se contraindica la inyección de aire por el riesgo de contaminar producto.

No existe una adecuada reposición de líquidos y electrolitos. Se observaron fuentes de agua para el consumo de los trabajadores pero la ingesta de agua, aumenta la sudoración y por ende la pérdida de electrolitos.

No se realizan controles médicos periódicos para determinar el estado de salud de los operadores de los hornos.

No existe personal capacitado en el reconocimiento de los síntomas derivados por exposición a ambientes calurosos.

Las temperaturas más altas registradas se ubican entre 41 a 43 o C, según la OIT, el ser humano tolera estas temperaturas por periodos de tiempo pequeños, lo que significa que los operadores de los hornos se encuentran expuestos a los niveles máximos de temperatura permisibles por periodos de tiempo largos.

Los operadores de los hornos mostraron taquicardia e hipotensión durante las mediciones realizadas, lo cual demuestra que el sistema de termorregulación natural, aumenta el gasto cardíaco para favorecer la pérdida de calor.

El metabolismo de ambos operadores de horno se ubica en la zona segura. El dato muestra que si el metabolismo se les aumentara, cada operador pasaría a la zona peligrosa, con el riesgo de presentar estrés térmico.

No se evidencia exceso de carga física porque el proceso es automatizado, entonces, los puestos de trabajo se encuentran en equilibrio con las capacidades funcionales de los trabajadores.

Al calcular el metabolismo o carga física por dos métodos diferentes no se detectaron cambios importantes.

## RECOMENDACIONES

-Los trabajadores deben contar con un período de aclimatación previo a la inserción al puesto. La medida debe darse para trabajadores nuevos, así como para los existentes, cuando regresan a sus puestos de trabajo: vacaciones o incapacidades.

-Se debe colocar medidas de ventilación con filtros para evitar la contaminación del producto y reducir la temperatura del lugar de trabajo. -También, esta-

blecer un sistema de inyección y extracción de aire que reduzca la temperatura del local estudiado.

-Colocación de dispensadores de agua potable que contengan electrolitos para reponer la pérdida de los mismos por sudoración excesiva.

-Colocar los abanicos a una altura de 1.50 m para favorecer la circulación del aire y con ello la evaporación de la sudoración.

-Reducir la exposición a la fuente de calor mediante mejoras en el proceso de trabajo que permita intervalos de descanso fuera del ambiente caluroso.

-Establecer chequeos médicos periódicos para determinar el estado de salud de los trabajadores expuestos a altas temperaturas.

-Capacitación al personal acerca de los síntomas que se presentan por exposiciones prolongadas a altas temperaturas y los primeros auxilios para tratarlos.

-Valorar la posibilidad de aislar los hornos ya que son la fuente de mayor emisión de calor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arce L, Castro G, Lizano M, Soley R. Evaluación de factores físicos: ruido, calor e iluminación en Plastitejas, Barreal de Heredia. Documento no publi-

cado. Diciembre, 2003.

Biblioteca Nacional Médica de Estados Unidos. Deshidratación, descripción, síntomas y tratamiento. 2005.

Centro Nacional de Salud Ambiental. *Agotamiento por calor*. 2002. [www.cdc.gov/nceh/hsb/extremeheat/spanish/default.htm](http://www.cdc.gov/nceh/hsb/extremeheat/spanish/default.htm).

Ganong, W. Editorial Manual Moderno. 18ª edición Bogotá, Colombia.1998.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Norma Técnica 74: *Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación*. 2001.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Norma Técnica 279: *Ambiente térmico y deshidratación*. 2001

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Norma Técnica 322: *Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT*. 2001.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Norma Técnica 18: *Estrés térmico. Evaluación de las exposiciones muy intensas*. 2001

Mapfre. "Manual de Higiene Industrial", 2º ed. Fundación Mapfre: Madrid. 1991.

Martim, Portugués, C. *Ruido y estrés ambiental*. Ediciones Aljibe, España. 2002.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). *Trabajando en ambientes muy calurosos*. 1992.

[www.cdc.gov/spanish/niosh/index.html](http://www.cdc.gov/spanish/niosh/index.html).

Norma INTE 31-08-09-97. *Exposición a ambientes con sobrecarga térmica. Límites máximos permisibles*. Instituto Nacional de Seguros. 1997.

Océano. *Diccionario de Medicina Mosby*. Grupo Editorial Océano, 1998.

Océano. *Manual Merck, Diagnóstico y Terapéutica*. Grupo Editorial Océano, 1998.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, capítulo 42: Calor y frío*. 2005. [www.mtas.es/insht](http://www.mtas.es/insht).

Universidad de Colombia, Escuela de Ingeniería. *Definiciones básicas y simplificaciones aplicadas en termodinámica*. [www.virtual.unal.edu.co](http://www.virtual.unal.edu.co)