

Evaluación de las condiciones térmico-metabólicas en el área de producción de una industria alimentaria y su incidencia en los trastornos sistémicos por calor

Evaluation of the thermal-metabolic conditions in the production area of a food industry and its incidence on systemic heat disorders

Diego Armando Tuarez García¹, Cyntia Yadira Erazo Solórzano¹, Pedro Alexander Mestanza Segura¹

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador
dtuarez@uteq.edu.ec, cerazo@uteq.edu.ec, pmestanzas@uteq.edu.ec

Resumen: Este trabajo busca determinar las condiciones térmico-atmosféricas en la que los trabajadores desarrollan sus actividades y su incidencia en los trastornos sistémicos por calor como síncope, edema, calambres, agotamiento y golpe de calor, además trastornos locales como afecciones cutáneas, en una planta industrial dedicada a la elaboración de productos alimenticios, ubicada en la ciudad de Quevedo, Ecuador. Tiene por objetivo disminuir la incidencia de accidentes y enfermedades ocupacionales mediante la implementación de sistemas de medidas preventivas, efectuando controles de ingeniería y administrativos. Como etapa inicial, se efectuó la identificación de las áreas críticas y se realizó la medición del índice WBGT, con instrumentos y métodos avalados por la Norma ISO 7226, posteriormente se evaluó los resultados para proponer medidas que reduzcan, controlen o minimicen a niveles permitidos el estrés térmico por calor según la normativa vigente, estas medidas garantizaran la integridad y bienestar de todos los trabajadores.

Palabras clave: trastornos por calor, termorregulación, WBGT.

Abstract: This work seeks to determine the thermal-atmospheric conditions in which workers carry out their activities and their incidence in systemic heat disorders such as syncope, edema, cramps, exhaustion and heat stroke, as well as local disorders such as skin conditions, in an industrial plant dedicated to the production of food products, located in the city of Quevedo, Ecuador. Its objective is to reduce the incidence of occupational accidents and diseases through the implementation of preventive measures systems, carrying out engineering and administrative controls. As an initial stage, the identification of critical areas was carried out and the measurement of the WBGT index was carried out, with instruments and methods endorsed by the ISO 7226 Standard, later the results were evaluated to propose measures that reduce, control or minimize heat stress to permitted levels according to current regulations, these measures will guarantee the integrity and well-being of all workers.

Keywords: heat disorders, thermoregulation, WBGT.

1. INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento industrial a nivel global ha suscitado preocupación por los problemas de seguridad y salud en el trabajo asociados a accidentes y lesiones en el lugar de trabajo [1]; razón por la cual, es necesario que las empresas empleen un sistema que garantice condiciones de salud, higiene, seguridad y bienestar para crear el ambiente de trabajo más adecuado posible [2], donde los colaboradores puedan desempeñar sus actividades con mayor efectividad, utilizando

herramientas y equipos de protección que salvaguarden su integridad, inocuidad y calidad del producto [3]. En ese contexto, si bien el Ecuador ha tenido un crecimiento significativo en el ámbito industrial en los últimos años [4], también han surgido en una mayor demanda por parte de los trabajadores, a condiciones idóneas para el trabajo y resolver distintas problemáticas, entre las que destaca: altas temperaturas, alta humedad, fuentes de calor radiante, ambientes cerrados y contacto con fuentes calientes [5] que afectan el ambiente térmico [6] y por ende el rendimiento laboral y sobre todo su salud física.

En ese sentido, generalmente las empresas manufactureras de productos alimenticios emplean procesos de trabajo con altas temperaturas que se promueven por distintos factores como: el diseño de instalaciones, crecimiento improvisado, el clima tropical y el calor que emiten las máquinas [7]. El calor generado por el proceso y funcionamiento de las maquinarias, sumado a la incidencia de la luz del sol y las luminarias y fluidos a alta temperatura transportados por tuberías, dan como resultado la acumulación de una carga térmica en el ambiente de trabajo [8], la cual muchas veces no es atenuada por una adecuada ventilación que permita la circulación de aire fresco y la extracción de contaminantes químicos o biológicos involucrados en el proceso productivo.

El calor es uno de los contaminantes físicos más comunes en los ambientes laborales. Lo más habitual es que a los trabajadores expuestos a calor presenten incomodidad o disconfort, y en condiciones extremas, peligrosidad o toxicidad para la vida y la salud [9]. Los trabajadores que desarrollan sus labores en ambientes calurosos y realizan un esfuerzo físico significativo pueden ver afectado su sistema de regulación térmica corporal, impidiendo un intercambio normal de temperatura entre su cuerpo y el ambiente que les rodea, esto permite que el calor se acumule en el organismo y pueda llegar a niveles en que los daños producidos sean irreversibles [10], [11]. Además de causar daño directo, se ha visto que las altas temperaturas causan una exacerbación de condiciones preexistentes en pacientes con enfermedades crónicas, lo cual puede llevar a muertes asociadas al calor. Se debe tomar en cuenta que el calor es un problema para cualquier individuo, incluyendo los extremos de la edad, como niños pequeños y adultos mayores con enfermedades crónicas, o adultos jóvenes en excelente condición física [12].

La temperatura corporal es una constante biológica que en condiciones normales oscila entre 35,8 y 37,2 °C, siendo 37 °C, la temperatura óptima para la función celular normal [13]. Este parámetro está dado por la producción interna de calor que emerge del metabolismo del cuerpo, y varía en dependencia de su localización. Así tenemos la temperatura de la piel, que es superficial y aumenta o disminuye con la temperatura externa o ambiental, y la temperatura central o interna, que crece linealmente con la carga térmica, que es el resultado del calor del metabolismo más el calor ambiental [14]. El aumento de la temperatura corporal hace que entren en acción diferentes mecanismos compensadores como la sudación, la vasodilatación y la hiperventilación, las cuales generan una sobrecarga circulatoria con el consiguiente descenso de las resistencias periféricas, aumento de la frecuencia y del gasto cardíaco. Otro mecanismo es el relacionado con el centro termorregulador, el cual estimula la sed y la necesidad de disipar el calor [15].

Si el cuerpo no puede enfriarse por alguno de los mecanismos anteriormente mencionados, el trabajador puede experimentar estrés térmico. Si esto no se reconoce y trata de forma temprana, las condiciones más graves e incluso fatales pueden desarrollarse con bastante rapidez. El estrés térmico por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo [16], [17] que genera tensión fisiológica [18], y que es capaz de causar trastornos, conocidos como trastornos producidos por el calor. Los trastornos producidos por el calor pueden ser sistémicos y locales. Los sistémicos son: síncope por calor, edema por calor, calambres por calor, agotamiento por calor y golpe de calor (>40° C) que provocan delirio, convulsiones o coma. [19]. Antes de la aparición de las afecciones sistémicas, suelen presentarse sus pródromos, que no son más que los síntomas premonitores del comienzo de esas enfermedades. El individuo, utilizando el recurso de

la termorregulación o sencillamente modificando su exposición al calor, puede evitar su desarrollo [14].

Razón por la cual esta investigación se enfocó en evaluar las condiciones térmico-metabólicas a la que los trabajadores de una industria alimentaria ubicada en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, están expuestos durante su jornada de trabajo en el área de producción, para mitigar los efectos en los trastornos sistémicos por calor.

2. METODOLOGÍA

El trabajo investigativo se ejecutó en una industria dedicada a la elaboración de diferentes tipos de alimentos de consumo humano ubicada en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos-Ecuador.

2.1. Recolección de datos

Para compilar la información de primera fuente se procedió a aplicar técnicas como: encuestas y entrevistas al personal operativo y administrativo del área de producción de la industria alimentaria.

La encuesta presento las siguientes preguntas:

- ¿Son las temperaturas de las áreas o puestos de trabajo de la empresa adecuados para realizar su trabajo?
- De todos los puestos de trabajo que hay en su empresa ¿Hay alguno en particular donde la temperatura sea mucho más alta que en el resto de puesto?
- ¿Mientras realiza sus actividades en lugares con altas temperaturas ha tenido la necesidad de abandonarlas temporalmente para restablecerse físicamente?
- ¿Siente comodidad con el tipo de ropa de trabajo y equipos de protección personal que la empresa le provee?
- ¿Considera que en su puesto de trabajo la temperatura supone un riesgo grave para su salud?
- ¿Se ha hecho evaluaciones médicas en los trabajadores que desarrollan sus actividades en ambientes de altas temperaturas?
- ¿Tienen los trabajadores nuevos, un periodo de tiempo para acostumbrarse y aclimatarse a trabajar en el calor?
- ¿Están previstas pausas o descansos periódicos mientras realizan el trabajo en ambientes calurosos?
- ¿Los trabajadores tienen a su disposición agua potable, bebidas hidratantes o isotónicas?
- ¿Ha tomado la empresa alguna medida de tipo técnico para reducir la alta temperatura de las áreas o puestos de trabajo causado por el calor?
- ¿Cuentan con equipos o dispositivos para controlar la temperatura y humedad del aire?
- ¿Se capacita a los trabajadores sobre la prevención de enfermedades causadas por el calor, reconocimientos de los síntomas y primeros auxilios?

Mientras que, la entrevista abordó estos puntos:

- Fecha:
- Centro de Trabajo:

- Nombre del entrevistado:
- Cargo del entrevistado:
- Observaciones del entrevistado:

Es preciso indicar que el personal operativo estuvo conformado por 247 personas y el personal administrativo de 54 personas, dando un total de 301 personas que conformaron la población total (Tabla 1). Para establecer el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula para poblaciones finitas menores a 100.000 habitantes.

Tabla 1. Descripción obtención de la muestra

| Indicador | Significado |
|----------------|--|
| N | Población (301 habitantes de Pasa) |
| N | Tamaño de la muestra |
| Z _c | Valor de Z crítico, correspondiente a un valor dado del nivel de confianza del 95% que es igual a 1.96 |
| P | Proporción de éxito en la población (50 %) |
| Q | Proporción de rechazo (50%) |
| E | Error en la proporción de la muestra. (10%) |

Para ello, se empleó la siguiente ecuación (ver Ecuación 1):

$$n = \frac{(Z)^2(N)(P)(Q)}{(E)^2(N - 1) + (Z)^2(P)(Q)}$$

$$n = \frac{(1,96)^2(301)(0,50)(0,50)}{(0,1)^2(301 - 1) + (1,96)^2(0,50)(0,50)} \quad (1)$$

$$n = 74$$

Por lo cual la muestra en estudio estuvo conformado por 74 individuos.

2.2. Manejo del experimento

Para la identificación de riesgo, se procedió a emplear la Guía Técnica Colombiana (GTC 45), así como también la medición de Estrés Térmico por calor.

2.2.1. Guía Técnica Colombiana (GTC 45)

Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Se realizó una visita a cada área o puesto de trabajo a identificación, evaluación y registro de los factores de riesgo encontrados.

2.2.1.1. Identificación y evaluación de los factores de riesgos

Se identificó y evaluó todos los factores de riesgos existentes en cada puesto de trabajo, empleando la matriz de la Guía para la identificación de los Peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional mediante la Guía Técnica Colombiana GTC 45 vigente, se tuvo en cuenta la siguiente clasificación (Tabla 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8).

Tabla 2. Nivel de deficiencia

| Nivel de deficiencia | Valor de ND | Significado |
|-----------------------------|--------------------|---|
| Muy Alto (MA) | 10 | Se ha(n) detectado peligro (s) que determinan como posible la generación o incidentes, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos. |
| Alto (A) | 6 | Se ha(n) detectado peligro (s) que pueden dar lugar a incidentes significativa (s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos. |
| Medio (M) | 2 | Se han detectado peligros que pueden dar lugar a incidentes poco significativos o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos. |
| Bajo (B) | No se | No se ha detectado peligro o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV). |

Fuente: [20]

Tabla 3. Nivel de exposición

| Nivel de exposición | Valor de NE | Significado |
|----------------------------|--------------------|--|
| Continua (EC) | 4 | La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral. |
| Frecuente (EF) | 3 | La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos. |
| Ocasional (EO) | 2 | La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto. |
| Esporádica (EE) | 1 | La situación de exposición se presenta de manera eventual. |

Fuente: [20]

Tabla 4. Clasificación de los riesgos

| Biológico | Físico | Químico | Psicosocial | Biomecánicos | Condiciones de seguridad | Fenómenos naturales |
|-----------------------|--|-------------------------------|---|--|---|---|
| Virus | Ruido (de impacto, intermitente, continuo) | Polvos orgánicos inorgánicos | Gestión organizacional (estilo de mando, pago, contratación, participación, inducción y capacitación, bienestar social, evaluación del desempeño, manejo de cambios). | Postura (prolongada mantenida, forzada, anti gravitacional). | Mecánico (elementos o partes de máquinas, herramientas, equipos, piezas a trabajar, materiales proyectados sólidos o fluidos) | Sismo |
| Bacterias | Iluminación (luz visible por exceso o deficiencia) | Fibras | Características de la organización del trabajo (comunicación, tecnología, organización del trabajo, demandas cualitativas y cuantitativas de la labor). | Esfuerzo | Eléctrico (alta y baja tensión. Estática) | Terremotos |
| Hongos | Vibración (cuerpo entero, segmentaria) | Líquidos (nieblas, rocíos) | Características del grupo social de trabajo (relaciones, cohesión, calidad de interacciones, trabajo en equipo). | Movimiento repetitivo | Locativo (sistemas y medios de almacenamiento), superficies de trabajo (irregulares, deslizantes, con diferencia del nivel), condiciones de orden y aseo, (caídas de objeto). | Vendaval |
| Rickettsias | Temperaturas extremas (calor, frío) | Gases y vapores | Condición de la tarea (carga mental, contenido de la tarea, demandas emocionales, sistemas de control, definición de roles, monotonía, etc.). | Manipulación manual de cargas | Tecnológico (explosión, fuga, derrame, incendio). | Inundación |
| Parásitos | Presión atmosférica (normal y ajustada) | Humos metálicos, no metálicos | Interface persona-área (conocimientos, habilidades con relación con la demanda de la tarea, iniciativa, autonomía y reconocimiento, identificación de la persona con la tarea y la organización). | - | Accidentes de tránsito | Derrumbe |
| Picaduras | Radiaciones ionizantes (rayos x, gama, beta y alfa) | Material particulado | Jornada de trabajo (pausas, trabajo nocturno, rotación, horas extras, descansos). | - | Públicos (robos, atracos, asaltos, atentados, de orden público, etc.) | Precipitaciones, (lluvias, granizadas, heladas) |
| Mordeduras | Radiaciones no ionizantes (láser, ultravioleta, infrarroja, radiofrecuencia, microondas) | - | - | - | Trabajo en alturas | - |
| Fluidos o excrementos | - | - | - | - | Espacios confinados | - |

Fuente: [20]

Tabla 5. Nivel de probabilidad

| Nivel de probabilidad | Valor NP | Significado |
|------------------------------|-----------------|--|
| Muy Alto (MA) | Entre 40 y 20 | Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia. |
| Alto (A) | Entre 20 y 10 | Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica |
| Medio (M) | Entre 8 y 6 | Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición mejorada o frecuente. |
| Bajo (B) | Entre 4 y 2 | Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible. |

Fuente: [20]

Tabla 6. Nivel de consecuencia

| Nivel de consecuencia | NC | Daños personales |
|------------------------------|-----------|---|
| Mortal o catastrófico (M) | 100 | Muerte (s) |
| Muy grave (MG) | 60 | Lesiones o enfermedades graves irreparables (incapacidad permanente parcial o invalidez). |
| Grave (G) | 25 | Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ITL). |
| Leve (L) | 10 | Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad. |

Fuente: [20]

Tabla 7. Nivel de riesgo

| Nivel de riesgo | Valor NR | Significado |
|------------------------|-----------------|---|
| I | 4000– 600 | Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo este bajo control. Intervención urgente. |
| II | 500 – 150 | Corregir y adoptar medidas de control de inmediato. |
| III | 120 – 40 | Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad. |
| IV | 20 | Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es estable. |

Fuente: [20]

Tabla 8. Controles adicionales

| Determinación de controles adicionales para riesgos no aceptables | | | | | |
|--|-------------|-------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------|
| Eliminación | Sustitución | Controles de ingeniería | Señalización | Controles administrativos | Equipos de protección personal |

Fuente: [20]

2.2.2. Medición de estrés térmico por calor

Esta medición la realizó la empresa HES CONSULTORES, previa la cualificación de riesgos en la industria alimentaria, de esta manera se logró identificar los puestos de trabajos considerados críticos respecto al estrés térmico por calor, cabe indicar que no son replicables de otro sitio o emplazamiento que realice la misma actividad, debido a que son variables combinadas propias de cada empresa, por lo que se determina los siguientes puestos:

- Volteo de plátano
- Cocción de azúcar (Control de proceso 1).
- Cocción de azúcar (Control de proceso 2).
- Refinado de ají (Control de proceso 3).
- Refinado de ají (Control de proceso 4).
- Cocción de ají (Control de proceso 5).
- Secado de soya (Control de proceso 6).
- Secado de soya (Control de proceso 7).
- Cocción de salsa de tomate (Control de proceso 8).

2.2.2.1. Equipo de medición

Se utilizó el equipo medidor WBGT marca EXTECH INSTRUMENT, procedencia norteamericana, obedece a la Norma ISO 7226 para instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos. El equipo midió 2 parámetros: temperatura de bulbo natural y humedad relativa.

2.2.2.2. Numero de muestras

La cantidad de muestra se estableció según norma COVENIN 2254, 1995, Pg. 4 donde indica que: para condiciones homogéneas sin exposición directa a la energía solar en interiores, se determina 1 punto definido de medición a la altura del tórax del trabajador en condiciones críticas, por persona con tres replicas para establecer la WBGT promedio en interiores y poder calcular la dosis del contaminante el TLV de la ACGIH.

2.2.2.3. Tiempo de duración de las muestras

El tiempo que demandó cada muestra se estableció según la norma COVENIN 2254; 1995, misma que indica que para condiciones homogéneas es recomendable realizar la evaluación por 25 minutos una vez que se estabilicen las temperaturas, a continuación, se detalla el muestreo (Tabla 9):

Tabla 9. Datos de muestreo

| Proceso | Contaminante | Norma de muestreo | Actividad | Tiempo de medición (min) | Técnica |
|-------------------|--|-------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Volteo de plátano | | | Palear | | |
| Cocción de azúcar | | | Control 1 | | |
| Cocción de azúcar | | | Control 2 | | |
| Refinado de ají | Temperatura extrema | ISO 27243:1995 | Control 3 | Lo que dure la tarea | Sensor de temperatura |
| Refinado de ají | | ISO 8996:2004 | Control 4 | | |
| Cocción de ají | | COVENIN 2254:1995 | Control 5 | | |
| Secado de soya | | | Control 6 | | |
| Secado de soya | | | Control 7 | | |
| Cocción de salsa | | | Control 8 | | |
| Muestreo | | | Mediciones | | |
| Sampler | Por puesto | | Puesto | | Por actividad en puesto de trabajo |
| Condiciones | Criticas de mayor carga de trabajo y temperatura | | Tiempo recomendado | | 25 minutos |
| Cálculos | Software especifico | | Ambiente | | Interno |
| # de muestras | 3 por puesto | | Repetición de tarea | | Nº condiciones reales |

2.2.2.4. Determinar áreas críticas y muestreo

Se determinó áreas críticas en función de la cualificación de riesgos inicial y por sondeo de campo, de acuerdo las características de definir las normas y equipos adecuados para ejecutar el trabajo.

2.2.2.5. Preparación del medidor WBGT

Se determinó la medición interna o externa, se fijaron unidades de temperatura °C o °F, se desplegó el capuchón de protección del sensor de medición.

2.2.2.6. Medición de temperatura WBGT

Se registró la temperatura ambiente (ta) en °C, temperatura de globo (tg) °C o °F, humedad relativa (HR) en %, el número de muestras y el tiempo de medición se realizaron siguiendo el ítem de muestreo correspondiente en la Norma ISO 27243;1995 pg. 8.

2.2.2.7. Realización de cálculos

- Calcular la temperatura WBGT con la ecuación: $WBGT_{interiores} = 0.7 (t_{hn}) + 0.3 (t_g)$
- Determinar el tiempo de trabajo, (TT)
- Determinar posición y movimiento del cuerpo (PMC)
- Determinar metabolismo basal (MB)
- Calcular carga térmica metabólica con la siguiente ecuación;
- $CTM = PMCi + TTi + MBi$
- Determinación del valor permisible de exposición de calor
- Determinación de WBGT permitido considerando número de mediciones

2.2.2.8. Cálculo de dosis de calor

Se realizó con el siguiente cálculo: $D = WBGT \text{ real} / WBGT \text{ permitido}$ (Tabla 10).

Tabla 10. Dosis de calor

| Ponderación de la dosis de calor |
|---|
| D < 0,5 Riesgo Bajo |
| D = 0,5 a 1 Riesgo Medio |
| D > 1 Riesgo Alto |

3. RESULTADOS

3.1. Resultado matriz de identificación inicial de riesgo

Para lograr el diagnóstico inicial del riesgo se realizó el reconocimiento de las áreas de producción, se observó las actividades y condiciones climáticas en la que los trabajadores cumplen con sus obligaciones. La Tabla 11 describe un resumen de la matriz general de identificación inicial de riesgo de acuerdo con la entrevista con las personas involucradas en los diferentes procesos y la observación in-situ, donde se determina las áreas con presencia de temperaturas elevadas y que genera molestia en los trabajadores al ejercer sus actividades diarias.

Entre los puestos de trabajo con incidencia a estrés térmico por calor tenemos los siguientes: secado de plátano, cocción de azúcar, cocción de salsas, cocción de ají, refinado de ají y secado de soya, actividades que de acuerdo a la ponderación de la metodología empleada, indica un grado de probabilidad alto, considerando el nivel de riesgo se recomienda ejecutar un control inmediato, por lo que “no” se acepta el riesgo y se debe hacer la intervención, de tal manera que se evite posibles afectaciones a la salud de las personas expuestas, por lo tanto, las áreas donde se practica estas actividades se deben someter a la medición del estrés térmico por calor WBGT que permita cuantificar el grado de exposición y realizar los debidos controles.

Tabla 11. Resumen matriz inicial de riesgo

| Proceso | Zona / lugar | Actividad | Descripción del peligro | Análisis del riesgo | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|---|-------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| | | | | Nivel de deficiencia | Nivel de exposición | Nivel de probabilidad (NDxNE) | Grado de probabilidad | Nivel de consecuencia | Nivel de riesgo (NR = NP x NC) | Interpretación del nivel de riesgo | Aceptabilidad del riesgo |
| Elaboración de harina de plátano | Cuarto de secado plátano | Secado y volteo de plátano | Temperaturas elevadas | 6 | 3 | 18 | Alto | 25 | 450 | Control inmediato | NO |
| Fermentación de soya | Galpón de cocción y secado | Cocción y secado de soya | Temperaturas altas | 6 | 3 | 18 | Alto | 10 | 180 | Control inmediato | NO |
| Elaboración de salsas | Cocción de azúcar | Cocción salsa ostión, chimichurri, tomate | Temperaturas altas | 6 | 3 | 18 | Alto | 10 | 180 | Control inmediato | NO |
| | Cocción de salsas | | Temperaturas altas | 6 | 3 | 18 | Alto | 10 | 180 | Control inmediato | NO |
| Proceso de elaboración de ají | Área de cocción | Cocción de ají | Temperaturas elevadas | 6 | 3 | 18 | Alto | 10 | 180 | Control inmediato | NO |
| | Área de refinado | Refinado y homogenizado de ají | Temperaturas elevadas | 6 | 3 | 18 | Alto | 25 | 450 | Control inmediato | NO |

Tabla 12. Resultado general de la encuesta

| # | Preguntas | Respuestas (%) | | | Total |
|----|--|----------------|----|-------|-------|
| | | Si | No | No se | |
| 1 | ¿Son las temperaturas de las áreas o puestos de trabajo de la empresa adecuados para realizar su trabajo? | 31 | 58 | 11 | 100 |
| 2 | De todos los puestos de trabajo que hay en su empresa ¿Hay alguno en particular donde la temperatura sea mucho más alta que en el resto de puesto? | 76 | 18 | 6 | 100 |
| 3 | ¿Mientras realiza sus actividades en lugares con altas temperaturas ha tenido la necesidad de abandonarlas temporalmente para restablecerse físicamente? | 65 | 26 | 9 | 100 |
| 4 | ¿Siente comodidad con el tipo de ropa de trabajo y equipos de protección personal que la empresa le provee? | 28 | 57 | 15 | 100 |
| 5 | ¿Considera que en su puesto de trabajo la temperatura supone un riesgo grave para su salud? | 47 | 46 | 7 | 100 |
| 6 | ¿Se ha hecho evaluaciones médicas en los trabajadores que desarrollan sus actividades en ambientes de altas temperaturas? | 11 | 82 | 7 | 100 |
| 7 | ¿Tienen los trabajadores nuevos, un periodo de tiempo para acostumbrarse y aclimatarse a trabajar en el calor? | 8 | 77 | 15 | 100 |
| 8 | ¿Están previstas pausas o descansos periódicos mientras realizan el trabajo en ambientes calurosos? | 14 | 64 | 22 | 100 |
| 9 | ¿Los trabajadores tienen a su disposición agua potable, bebidas hidratantes o isotónicas? | 38 | 49 | 13 | 100 |
| 10 | ¿Ha tomado la empresa alguna medida de tipo técnico para reducir la alta temperatura de las áreas o puestos de trabajo causado por el calor? | 9 | 59 | 32 | 100 |
| 11 | ¿Cuentan con equipos o dispositivos para controlar la temperatura y humedad del aire? | 59 | 36 | 5 | 100 |
| 12 | ¿Se capacita a los trabajadores sobre la prevención de enfermedades causadas por el calor, reconocimientos de los síntomas y primeros auxilios? | 8 | 87 | 5 | 100 |

3.2. Resultados de encuesta

Para realizar la encuesta se empleó únicamente al personal operativo de la industria alimentaria, entre ellos se encuentran personal antiguo y personal nuevo que ha ingresado a laborar.

En la Tabla 12, se expresa el diagnóstico mediante el planteamiento de preguntas sobre las molestias y complicaciones para realizar el trabajo en las áreas de producción, que por la naturaleza de los procesos tienen una alta incidencia a desarrollarse a temperaturas elevadas.

Como tendencia en las respuesta se determina inconformidad sobre las condiciones térmicas actuales, considerándolas como inadecuadas e incluso han tenido la necesidad de abandonarlas temporalmente para reestablecerse físicamente, la ropa de trabajo también les dificulta realizar su

trabajo con normalidad, los trabajadores nuevos no tienen un periodo de aclimatización, falta de controles médicos, existe poca información y formación en los trabajadores sobre el riesgo al que se exponen a diario, además de desconocer como brindar los primeros auxilios y las consecuencias de la exposición.

3.3. Resultados de evaluación de estrés térmico por calor WBGT

En la Tabla 13 se expresa el resultado de la evaluación de los 8 puestos de trabajo considerados como críticos, fueron evaluados para determinar el índice WBGT.

3.4. Desarrollo de la hipótesis

Se realizó la prueba de Chi-cuadrado para comprobación de la hipótesis planteada en este estudio. Es una prueba estadística de tipo no paramétrico con un nivel de confianza del 95%.

Ho = La evaluación de las condiciones térmicas metabólicas en el área de producción de una industria dedicada a la elaboración de diferentes tipos de alimentos de consumo humano, no permite reducir los trastornos sistémicos por calor.

H1 = La evaluación de las condiciones térmicas metabólicas en el área de producción de una industria dedicada a la elaboración de diferentes tipos de alimentos de consumo humano, si permite reducir los trastornos sistémicos por calor.

Se trabaja con las preguntas 3 y 8 de la encuesta realizada a una industria alimentaria.

Pregunta 3: ¿Mientras realiza sus actividades en lugares con altas temperaturas ha tenido la necesidad de abandonarlas temporalmente para restablecerse físicamente? (Tabla 14)

Pregunta 10: ¿Ha tomado la empresa alguna medida de tipo técnico para reducir la alta temperatura de las áreas o puestos de trabajo causado por el calor? (Tabla 14).

Tabla 14. Frecuencia Observada

| N° | Pregunta | Fo | | | |
|-------|--|----|----|-------|-------|
| | | Si | No | No/se | Total |
| 3 | ¿Mientras realiza sus actividades en lugares con altas temperaturas ha tenido la necesidad de abandonarlas temporalmente para restablecerse físicamente? | 66 | 24 | 10 | 100 |
| 10 | ¿Ha tomado la empresa alguna medida de tipo técnico para reducir la alta temperatura de las áreas o puestos de trabajo causado por el calor? | 9 | 57 | 34 | 100 |
| Total | | 75 | 81 | 44 | 200 |

Los grados de libertad para la prueba son:

$$gl = (f - 1) (c - 1)$$

Donde:

gl = Grados de libertad

f = número de filas = 2

c = número de columnas = 3

$$gl = (2 - 1) (3 - 1)$$

$$gl = (1) (2)$$

$$gl = 2$$

El valor crítico de X^2 para $\alpha = 0,05$ y 2 gl se obtiene de la tabla de la distribución Ji-Cuadrado

$$X^2 = 5,991$$

Tabla 13. Resultado global estrés térmico por calor

| Actividad | Palear | Control de proceso 1 | Control de proceso 2 | Control de proceso 3 | Control de proceso 4 | Control de proceso 5 | Control de proceso 6 | Control de proceso 7 | Control de proceso 8 |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|
| Proceso | Volteo de plátano | Cocción de azúcar | Cocción de azúcar | Refinado de ají | Refinado de ají | Cocción de ají | Secado de soya | Secado de soya | Cocción de salsa de tomate |
| WBGT | 30,41 °C | 30,41 °C | 30,41 °C | 30,41 °C | 30,41 °C | 30,41 °C | 30,41 °C | 30,41 °C | 30,41 °C |
| Gasto metabólico (W/m²) | 275,6 | 155,6 | 155,6 | 180,1 | 180,1 | 181,6 | 201,6 | 201,6 | 196,6 |
| Dosis | 1,28 | 0,94 | 0,94 | 1,01 | 1,05 | 1,01 | 1,05 | 1,2 | 0,97 |
| Riesgo | Alto | Medio | Medio | Alto | Alto | Alto | Alto | Alto | Medio |
| %Trabajo/descanso | 25-75 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 75-25 | 25-75 | 100 |

Se observa que en las actividades de volteo de plátano (1,28), refinado de ají (1,05), cocción de ají (1,01) y secado de soya (1,2) presentan valores altos en lo que respecta a la dosis diaria de exposición, dichos valores superan los límites diarios permitidos, interpretándose estos resultados como valores de riesgo alto, por lo que se recomienda tomar medidas de control inmediatas.

Estadístico de prueba

Para el cálculo de X^2 se utilizó la siguiente fórmula (ver Ecuación 2):

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad (2)$$

Para el cálculo de las frecuencias esperadas se utilizó la siguiente fórmula (ver Ecuación 3):

$$f_e = \frac{(Total\ Fila)(Total\ Columna)}{Gran\ Total} \quad (3)$$

Tabla 15. Frecuencias esperadas

| N° | Pregunta | Fe | | | |
|-------|--|------|------|-------|-------|
| | | Si | No | No/se | Total |
| 3 | ¿Mientras realiza sus actividades en lugares con altas temperaturas ha tenido la necesidad de abandonarlas temporalmente para restablecerse físicamente? | 37,5 | 40,5 | 22 | 100 |
| 8 | ¿Ha tomado la empresa alguna medida de tipo técnico para reducir la alta temperatura de las áreas o puestos de trabajo causado por el calor? | 37,5 | 40,5 | 22 | 100 |
| Total | | 75 | 81 | 44 | 200 |

Tabla 16. Cálculos de la frecuencia observada

| fo | Fe | fo-fe | (fo-fe) ² | (fo-fe) ² /fe |
|-------|------|-------|----------------------|--------------------------|
| 66 | 37,5 | 28,5 | 812,25 | 21,66 |
| 24 | 40,5 | -16,5 | 272,25 | 6,72 |
| 10 | 22 | -12 | 144,00 | 6,55 |
| 9 | 37,5 | -28,5 | 812,25 | 21,66 |
| 57 | 40,5 | 16,5 | 272,25 | 6,72 |
| 34 | 22 | 12 | 144 | 6,55 |
| Total | | | | 69,86 |

Comprobación de la hipótesis

- Se rechaza H_0 , si X^2 calculado $\leq X^2$ crítico.
- Se acepta la hipótesis alternativa si X^2 calculado $\geq X^2$ valor crítico.

En los cálculos realizados se determinó que X^2 calculado = 69.86 y X^2 valor crítico = 5,991

por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa ya que la evaluación de las condiciones térmicas metabólicas en el área de producción de una industria dedicada a la elaboración de diferentes tipos de alimentos de consumo humano permite reducir los trastornos sistémicos por calor.

4. CONCLUSIONES

- La identificación de los puestos de trabajo en el área de producción reveló que existen varias áreas donde la exposición a altas temperaturas es significativa, notándose fatiga y molestia en los trabajadores mientras realizan sus actividades, información que se utilizó para determinar los puestos críticos a ser evaluados.
- Se observa que el 66 % de los puestos evaluados supera los límites de la dosis diaria, se determina que debe tomar acciones correctivas de inmediato que mejoren significativamente las condiciones ambientales de trabajo haciéndolas saludables, debido a que las actuales condiciones representan altas probabilidades que el personal sufra accidentes de trabajo, adquieran alguna enfermedad profesional e incluso el riesgo de morir.
- Conociendo la incidencia de las condiciones térmicas altas en los trabajadores se concluye diseñar un sistema de medidas preventivas para reducir del estrés térmico por calor en los trabajadores que realizan sus actividades diarias en el área de producción de una industria dedicada a la elaboración de diferentes tipos de alimentos de consumo humano aplicando legislación Nacional y Normas Internacionales.

REFERENCIAS

- [1] J. Moran, C. Carlos, y H. Soto, “Prácticas de gestión de seguridad y salud en el trabajo: Una revisión sistemática de la literatura,” *Ciencias Administrativas Teoría y Praxis*, vol. 1, no. 8, pp. 89–104, septiembre 2022, [Online]. Available: <https://cienciasadmvastyp.uat.edu.mx/index.php/ACACIA/article/view/304>
- [2] U. Luquez, G. Solórzano, M. Martínez, C. Rodríguez, y A. Morris, “Estrés térmico en el área de producción de una panadería de acuerdo a la norma Convenin 2254-1995,” in 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, Lima 2018, pp. 1–8. doi: 10.18687/LACCEI2018.1.1.376.
- [3] C. Chávez, “Gestión de la seguridad y salud en el trabajo,” *Eídos*, pp. 13–17, 2009, doi: 10.29019/eidos.v0i2.49.
- [4] L. Yoza, O. Tang, R. Yaringaño, y Y. Huachaca, “Medición de estrés térmico en los ambientes de una fábrica de chocolates en la ciudad de Lima,” *Anales Científicos*, vol. 76, no. 1, pp. 17–20, enero 2015, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6171074>
- [5] J. Arakaki, O. Tang, y R. Yaringaño, “Evaluación del estrés térmico durante el verano 2015 en los ambientes de una fábrica de chocolates en la ciudad de Lima,” *Anales Científicos*, vol. 77, no. 2, pp. 229–232, diciembre 2016, [Online]. Available: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/544>
- [6] W. Villacis, S. Julio, y I. Bravo, “Estudio del estrés térmico y su efecto en la salud de los trabajadores en el área de producción de una industria alimenticia,” *Revista Carácter*, vol. 10, no. 1, pp. 1–21, diciembre 2022, [Online]. Available: <https://upacifico.revistasjournals.com/index.php/up/article/view/113>

- [7] L. Arce y K. Rojas, “Trabajadores costarricenses expuestos a sobrecarga térmica; implicaciones en la salud y la producción,” *Enfermería en Costa Rica*, vol. 28, no. 1, pp. 20–25, enero 2007, [Online]. Available: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/enfermeria/v28n1/art4.pdf>
- [8] L. Sánchez, “Condiciones térmicas ambientales en el área de productos pasteurizados de una empresa procesadora agroindustrial venezolana,” *Revista Salud de los Trabajadores*, vol. 28, no. 2, pp. 135–146, julio 2020, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7817892>
- [9] A. Cújar y G. Julio, “Evaluación de las condiciones térmicas ambientales del área de producción en una panadería en Cereté (Córdoba),” *Entramado*, vol. 12, no. 1, pp. 332–343, (MES) 2016, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/2654/265447025020.pdf>
- [10] R. Gutiérrez, K. Guerra, y M. Gutiérrez, “Evaluación de riesgo por estrés térmico en trabajadores de los procesos de incineración y secado de una empresa de tableros contrachapados,” *Información Tecnológica*, vol. 29, no. 3, pp. 133–144, junio 2018, doi: 10.4067/S0718-07642018000300133.
- [11] J. Ararat, E. Cavadia, L. Tapia, y I. Villadiego, “Evaluación de estrés térmico en una empresa productora de alimentos en Córdoba-Colombia,” *Clepsidra*, no. 19, pp. 113–124, febrero 2014, [Online]. Available: <http://revistas.fuac.edu.co/index.php/clepsidra/article/view/451>
- [12] K. Blandón, M. Méndez, y J. Vega, “Golpe de calor: patología inminente en el servicio de emergencias,” *Revista Médica Sinergia*, vol. 8, no. 6, p. e1069, junio 2023, doi: 10.31434/rms.v8i6.1069.
- [13] W. Cheshire, “Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress,” *Auton Neurosci*, vol. 196, pp. 91–104, abril 2016, doi: 10.1016/j.autneu.2016.01.001.
- [14] M. Revueltas, J. Betancourt, R. Del Toro, y Y. García, “Caracterización del ambiente térmico laboral y su relación con la salud de los trabajadores expuestos,” *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, vol. 16, no. 2, pp. 3–9, julio 2015, [Online]. Available: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=61753#:~:text=Todos los trabajadores consideraron el,su bienestar y generarles disconformidad.>
- [15] A. Gómez, “Trastornos de la temperatura corporal,” *OFFARM*, vol. 26, no. 7, pp. 48–53, julio 2007, [Online]. Available: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13108301>
- [16] C. Pizarroso, “Evaluación y diagnóstico del estrés térmico en una planta de producción en fábrica de alimentos de galletas Santa Cruz-Bolivia gestión 2019,” *Atacama Journal of Health Sciences*, pp. 1–3, septiembre 2022, [Online]. Available: <http://www.salud.uda.cl/ajhs/index.php/ajhs/article/view/77>
- [17] K. Blandón, M. Méndez, y J. Vega, “Golpe de calor: patología inminente en el servicio de emergencias,” *Revista Médica Sinergia*, vol. 8, no. 6, p. e1069, junio 2023, doi: 10.31434/rms.v8i6.1069.
- [18] R. Gutiérrez, K. Guerra, y M. Gutiérrez, “Evaluación de riesgo por estrés térmico en trabajadores de los procesos de incineración y secado de una empresa de tableros contrachapados,” *Información Tecnológica*, vol. 29, no. 3, pp. 133–144, junio 2018, doi: 10.4067/S0718-07642018000300133.

- [19] C. Yic, D. Gindel, J. Pontet, y M. Cancela, “Golpe de calor,” *Revista Argentina de Terapia Intensiva*, vol. 33, no. 4, enero 2016. <https://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/download/476/396>
- [20] Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional, GTC 45:2012. p. 36, 2012.

Copyright (2023) © Diego Tuarez García, Cyntia Erazo Solórzano, Pedro Mestanza Segura.

Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Usted es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. También podrá adaptar: remezclar, transformar y construir sobre el material. [Ver resumen de la licencia.](#)

