

El Estrés Térmico Laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente?

Julián Andrés Sánchez Stérling.¹

RESUMEN. *Introducción:* Muchas labores son desarrolladas en ambientes calurosos, generando una influencia en el sistema de refrigeración corporal y con ello, el confort y las condiciones propias de un ambiente seguro. Diversas investigaciones que tratan el tema se han enfocado desde el análisis de los ambientes circundantes hasta el análisis del gasto energético a nivel celular; sin embargo, no se puede dejar de lado, la influencia de los cambios climáticos, características geográficas y microclimas laborales, entre otros aspectos, que han implicado la aparición de nuevas causas de mortalidad y morbilidad en el mundo laboral. *Objetivo:* Esta reflexión se desarrolla con el objeto de destacar la influencia que debe tener el análisis sobre un riesgo asociado a golpes de calor, el cual debe involucrarse en una valoración general de riesgos y el mejoramiento de las temperaturas percibidas en un ambiente laboral. *Conclusión:* Las oleadas de calor, las altas temperaturas registradas en los últimos años y las muertes por deshidratación en Colombia son voces de alerta que deben extenderse al ámbito laboral como un fenómeno de creciente riesgo. Cabe entonces preguntarse: ¿Se priorizan medidas de prevención tanto a nivel gubernamental como empresarial?

Palabras clave: Metabolismo basal, golpe de calor, metabolismo energético, termogénesis. *Línea de investigación:* Promoción de entornos saludables y prevención de riesgos laborales.

THE LABOR HEAT STRESS: A NEW RISK WITH GROWING INCIDENCE? ABSTRACT.

Introduction: Many tasks are performed in hot environments, creating an influence on the body cooling system and thus, comfort and the very conditions of a safe environment. Various investigations dealing with the subject have focused from the analysis of the surrounding environment to the analysis of energy expenditure at the cellular level; however, it cannot be put aside the influence of climate change, geographic characteristics and labor microclimates, among other aspects, which have involved the emergence of new causes of mortality and morbidity in the workplace. *Objective:* This reflection is developed in order to highlight the influence that must have the analysis on a risk associated with heat shock, which should be involved in an overall risk assessment and improving the perceived temperatures in a work environment. *Conclusion:* Heat waves, high temperatures recorded in recent years and deaths from dehydration in Colombia, are voices warning that should extend to the workplace as a phenomenon of increased risk. So the question: Priority is given to prevention measures both government and business?

Keywords: basal metabolism, heat shock, energy metabolism, thermogenesis. *Research line:* Promoting healthy environments and prevention of occupational hazards.

Aceptado para publicación: Septiembre de 2015.

INTRODUCCIÓN

La existencia de altas temperaturas en el ambiente laboral constituye, sin duda, una fuente de problemas para el rendimiento en la producción, pero especialmente en el confort y la salud de los trabajadores. Es por esto que el estudio de los ambientes térmicos, requiere de especial atención si se trata de mejorar tanto la salud y seguridad de los trabajadores, como el rendimiento laboral. Para el ser humano, quien depende de unas

condiciones adecuadas de temperatura en su organismo, estar expuesto a un ambiente caluroso, como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, significa estar expuesto a un riesgo.

Es así que el cuerpo humano se puede considerar un sistema con niveles de autorregulación. Por ejemplo, la piel (sudoración) redistribuye el flujo de calor por medio de vasodilatación cutánea, la respiración absorbe calor y las excretas hacen su parte también en este sistema. De este modo, el ser humano es un animal homeotermo; es decir, que mantiene una temperatura corporal constante y dentro de unos límites muy estrechos, entre 36,6 +/- 38°C; sobre pasar estos niveles, implica consecuencias negativas diversas en la salud, que van desde el agotamiento, hasta el trastorno psico-neurótico e incluso la muerte.

La incidencia del calor en el rendimiento energético, es un tema del que se viene hablando hoy día con mucha fuerza, debido a los cambios climáticos y las exigencias siempre crecientes en los niveles de producción para cada uno de los sectores laborales, sin embargo, ¿el tema es tenido en cuenta como derrotero en la gestión corporativa nacional o incluso, en el ordenamiento jurídico de seguridad y salud en el trabajo?

Esta reflexión tiene como objetivo, una revisión sobre el tema del estrés térmico en el ámbito laboral, sus causas y consecuencias. También se plantea como propósito, indagar sobre las condiciones físicas y/o corporales en ambientes laborales particulares, teniendo en cuenta su incidencia en la aclimatación.

ANÁLISIS TEÓRICO

Todos los seres humanos poseemos un consumo basal específico según las actividades que ejecutamos; Incluso una persona en coma, necesita de unos niveles de energía para que su cuerpo funcione normalmente. El metabolismo basal depende de varios factores como la edad, el peso, el género, entre otros. Éste metabolismo ejerce una influencia en los niveles de calor del cuerpo, junto con la temperatura que se puede evidenciar en el ambiente.

El cuerpo y el entorno mantienen una relación estrecha que se puede balancear de la siguiente manera:

$$S = M \pm C \pm R - E$$

Donde:

M = Es el aumento de calor por metabolismo.

C = Aumento de calor (o pérdida) por conducción.

R = Aumento de calor (o pérdida) por radiación.

E = Pérdida de calor a través de la evaporación del sudor.

S = Almacenamiento de calor (o pérdida) del cuerpo.

¹ Geógrafo, Universidad del Cauca (Cauca-Colombia). Especialista Ingeniería Ambiental, Universidad Surcolombiana (Huila-Colombia). Especialista en Salud Ocupacional e Higiene del Trabajo, Universidad del Quindío (Quindío-Colombia). Auditor, Control Interno en Seguridad y Salud en el Trabajo, Cano Jiménez Estudios, Proyecto de construcción Túnel Vial Aburrá Oriente (Antioquia-Colombia). Rionegro-Antioquia, andrester7@hotmail.com

Para la neutralidad térmica, S debe ser cero. Si la suma de varios intercambios de calor a través del cuerpo da como resultado una ganancia de calor, esto representa un aumento de temperatura en el núcleo (valor normal en 37°C), que puede representar un problema potencial por calor.¹

En el cuerpo humano, también se pueden destacar mecanismos de producción de calor como: la musculatura esquelética,² el metabolismo celular, la ingesta de alimentos y bebidas calientes, entre otros elementos. Teniendo en cuenta estos aspectos, se puede realizar un análisis de las condiciones de confort en un espacio laboral, si se toman en cuenta las temperaturas del ambiente de trabajo. Es decir, que dependiendo de estas temperaturas, también el metabolismo celular será mayor hasta el punto de generar un peligro para la salud, si no se tienen en cuenta medidas contingentes claras como la ingesta de bebidas o alimentos, que puedan suplir esa pérdida energética y una buena aclimatación de espacios. Sin embargo, a pesar de que pueda resultar común que en ocasiones no se contemplen los anteriores aspectos, el hombre o trabajador hasta ciertos límites, es capaz de adaptarse a diversos ambientes; es decir, que el cuerpo humano posee la facultad de aclimatarse y/o adaptarse a diversas temperaturas, dependiendo de lapsos de exposición; estas adaptaciones se llevan a cabo por unas modificaciones en los mecanismos nerviosos, sensitivos, hormonales y cardiovasculares, que permiten una mejor tolerancia al calor. De este modo, se podría inferir que no todos los cuerpos tienen la misma capacidad de resistencia a diversas temperaturas, ni la misma resistencia y/o rendimiento energético.³

TABLA 1
Límites de exposición según ACGIH

Régimen de Trabajo - descanso	Carga de trabajo		
	Ligera	Moderada	Fuerte
Trabajo continuo	30	26,7	25,5
75% Trabajo + 25% descanso cada hora	30,6	28	25,9
50% Trabajo + 50% descanso cada hora	31,4	29,4	27,9
25% Trabajo + 75% descanso cada hora	32,2	31,1	30

Existen indicadores para evaluar situaciones conocidas como estrés térmico: Uno de los más utilizados, incluso desde la legislación colombiana (resolución 2400 de 1979), es un índice basado en la combinación de las cargas de calor ambiental (temperatura de bulbo húmedo) y cargas de calor metabólico;⁴ éste es el indicador WBGT, o temperatura global de bulbo húmedo (temperatura valorada en un bulbo o sensor de un termómetro de mercurio). Aunque es una herramienta muy importante para el análisis de rendimiento energético, sin embargo, deja de lado algunos aspectos como: la especificación de la vestimenta del trabajador, la velocidad del aire, la cual solo es tenida en cuenta hasta cierto punto, y también desconoce los procesos de adaptación fisiológica. Aun así, resulta una herramienta imprescindible a la hora de evaluar la influencia del calor en las condiciones de trabajo. La ACGIH (*American*

Conference of governmental industrial hygienists) ha establecido los valores máximos de exposición (ver Tabla 1).⁵

También se puede establecer el grado de riesgo como la relación entre la carga térmica soportada en WBGT y la carga máxima que puede soportar el trabajador. De esta manera se establece la siguiente fórmula:

$$\text{Grado de Riesgo} = \frac{\text{La carga térmica soportada en WBGT}}{\text{La carga máxima que puede soportarse para el trabajo}}$$

La ACGIH establece una interpretación para este tipo de resultados:⁶

- Grado de Riesgo > 1: El trabajador se encuentra sobre-expuesto a altas temperaturas.
- Grado de Riesgo = 1: El trabajador se encuentra en el umbral.
- Grado de Riesgo < 1: El trabajador no se encuentra sobre-expuesto a altas temperaturas.

Al tener en cuenta los anteriores análisis, resulta imprescindible mencionar las enfermedades generadas por una alta exposición a temperaturas: entre ellas, se destacan:⁷

- La insolación: la temperatura corporal sube rápidamente y el cuerpo no puede enfriarse; puede causar incapacidad permanente y muerte.
- Agotamiento por Calor: es un tipo más suave de enfermedad causada por el calor, que generalmente se presenta después de varios días con temperaturas altas y por no beber suficientes líquidos.
- Calambres por Calor: generalmente afectan a las personas que sudan mucho durante una actividad agotadora. El sudor reduce la sal y humedad del cuerpo y puede causar calambres dolorosos, normalmente en el abdomen, brazos o piernas. Los calambres por calor también pueden ser síntomas de agotamiento por calor.

Además de las investigaciones sobre temperaturas en el área de trabajo, ha sido bien documentada la asociación entre las altas temperaturas y la mortalidad y morbilidad para el caso de personas expuestas a temperaturas altas en el ambiente; lo cual debe ser tenido en cuenta en un análisis de riesgos laborales, puesto que la influencia del clima y la temperatura es diferente para cada región o ubicación geográfica, y así mismo se presenta una diferencia entre ambientes laborales rurales y ambientes laborales urbanos. Krau D. Stephen (2013) realiza una interesante investigación al respecto y establece lo que él llama un efecto calor "Island" o isla para su traducción al español. Argumenta que las zonas urbanas tienen una temperatura superior a la de áreas rurales circundantes. En áreas urbanas, los edificios y las carreteras han reemplazado a los espacios abiertos y la vegetación que una vez existió allí. Debido a que estas estructuras son menos permeables, y afectan a la

humedad, la zona forma una especie de isla de temperaturas más alta, donde en días de verano calurosos y soleados, las superficies urbanas, tales como techos, caminos y aceras que están expuestas al sol, hacen que las temperaturas suban de 50° a 90° F más que la temperatura del aire.⁸ Estas condiciones pueden persistir durante el día y la noche, acompañado de un albedo o reflexión de calor que ejerce especial influencia en los cambios de temperatura en el ambiente. La idea detrás de esto, es que la implementación de plantas y vegetación en los techos y en zonas abiertas (parques, bosques, etc.) en todo el entorno urbano, reducirían la reflectividad y disminuirían la intensidad y algunos efectos de la isla de calor. Con ello, se beneficiarían los ambientes sociales, incluidos los de trabajo. Este es un tema imprescindible en la planificación urbana.

Según un estudio hecho en Norteamérica en el periodo 1997-2006, la mayoría de las personas (66,1 %) que sufrieron una lesión derivada de lo que se conoce como golpe de calor, la padecieron durante los meses de junio, julio y Agosto; es decir, en los periodos de mayor temperatura.⁹ Para el caso colombiano el análisis sería mucho más complejo, debido a que las olas de calor dependerían no solo de periodos de mayores o menores lluvias, sino también de espacios isotérmicos determinados por una geografía quebrada y situaciones de microclima de diversas características. No obstante, el país ha registrado un sin número de problemas de salud pública debido a oleadas de calor,¹⁰ generadas en gran parte por la depredación y el mal manejo ambiental.¹¹ La generación de planes de emergencia sobre poblaciones vulnerables debe ser un nuevo reto para la epidemiología y la salud pública nacional, no solo por los cambios bruscos en la temperatura del cuerpo humano, consecuencia en parte de los cambios presentados en el ambiente, sino también por los riesgos biológicos a consecuencia de la mortandad faunística, inevitable en una ola de calor.

A pesar de la influencia ejercida por un ambiente circundante, es importante incluir en este análisis las diferencias en la adaptabilidad, según determinadas características; la edad, la relación masa/superficie, entre otros aspectos, son importantes para determinar las susceptibilidades a enfermedades derivadas de las altas temperaturas. Los niños, por ejemplo, son más propensos a una deshidratación en comparación con adultos; mientras que individuos de 65 años o de más edad son más sensibles a temperaturas extremas y por consiguiente, propensos a sufrir enfermedades derivadas de las altas temperaturas. Del mismo modo, una variedad de condiciones y medicamentos también generan condiciones de riesgo para ciertos individuos: Las personas con cáncer, enfermedades cardiovasculares, personas con movilidad limitada, diabetes y enfermedades mentales tienen un alto riesgo. También las personas en tratamiento con diuréticos o

medicamentos que causan la diuresis son más susceptibles a deshidratación.¹²

METABOLISMO ENERGÉTICO

Se debe tener en cuenta, como se ha expresado anteriormente, que existe una diferencia en la resistencia hacia condiciones específicas de gasto energético y resistencia a condiciones de temperatura; esto radica en que existen también distinciones fundamentales en los componentes ingeridos, ya sea por vía respiratoria (cantidad de O²) o por digestión (alimentos). En el caso de la vía respiratoria es mucho más compleja la resistencia, puesto que el cuerpo humano no guarda reservas importantes de éste compuesto (no se puede aguantar la respiración por más de 2 o 3 minutos); sin embargo, sí se puede ayunar durante varios días ya que se guardan importantes reservas de energía, más aún en situaciones de obesidad. Por ejemplo, en el caso del consumo de carbohidratos, el material de reserva es el glucógeno, un polímero de la glucosa que se almacena en células con un gran contenido de agua; este glucógeno se contendrá especialmente en los músculos y el hígado, los cuales representan casi un 40% del peso corporal. Los lípidos y proteínas representan también una importante fuente de resistencia calórica: Las 40.000 K/cal contenidas en las proteínas de una persona normal de 70 Kg. representan aproximadamente 10 Kg. principalmente en la masa muscular.¹³

Según Rocotta (2001), El ser humano en reposo puede tener el siguiente consumo energético: el cerebro (2%) del peso corporal utiliza unos 120 gr. de glucosa al día y los músculos (30 a 40% del peso corporal) utiliza unos 30 a 120 g/día. Sin embargo, el consumo del cerebro es constante, mientras que el muscular depende de la actividad motora. Por ejemplo, una persona en una maratón, debe gastar al menos 4 o 5 gramos de glucosa por minuto, o sea unos 300 gramos por hora, lo que equivale un gasto de 80 veces el gasto en reposo, por supuesto, sin contar con el gasto de lípidos y proteínas.

El gasto energético depende básicamente del consumo de glucosa, lípidos y proteínas; estas tres fuentes consumen oxígeno y producen bióxido de carbono CO₂ y agua, en lo que se llama oxidación. La relación de bióxido de carbono CO₂ eliminado y oxígeno O₂ inspirado, puede determinar qué tipos de compuestos han sido más utilizados. Por ejemplo, después de la ingestión de una comida balanceada, aumenta el coeficiente respiratorio por mayor utilización de glucosa, con la actividad corporal seguidamente se van utilizando lípidos y proteínas.

Rocotta establece un gasto energético determinado por los siguientes componentes en condiciones de vida sedentaria:¹⁴

- Metabolismo de reposo: metabolismo basal más el costo de la termorregulación un 70%
- Metabolismo de actividad: un 20%.
- Termogénesis inducida por la dieta o costo energético de la ingestión: un 10%

Existen diferencias en la asimilación y descomposición de los alimentos por lo cual muchos se preguntan ¿porque dos individuos aun cuando comen lo mismo, uno engorda y otro no? Esto se debe a factores metabólicos muchas veces determinados genéticamente. Del mismo modo, se vuelve complejo el análisis de gastos metabólicos para estudios particulares en el ámbito laboral, puesto que habría diversas variables implicadas (peso, edad, género, genética, etc.)

ESTIMACIÓN DE GASTO ENERGÉTICO EN CIERTAS ACTIVIDADES

Actualmente no se ha descifrado un método ideal para evaluar el gasto energético al interior del cuerpo humano. Para la doctora Montaner (2012) la biopsia muscular es un método directo; no obstante es invasivo y ha de aceptarse que una minúscula muestra, refleja los eventos metabólicos del músculo en su totalidad.¹⁵ Trabajos pioneros al respecto se pueden evidenciar en Wilmore et al,¹⁶ quienes en 1978, realizan un estudio del gasto metabólico experimentando con tres circuitos de diez ejercicios de fuerza, hallando una media de gasto calórico de 9,0 kcal/min para los hombres y 6,1 kcal/min para las mujeres.

Otras investigaciones se centran en analizar lo que se conoce como carga térmica, como la suma de la carga térmica ambiental y el calor generado en los procesos metabólicos.¹⁷ Como se había expuesto anteriormente, el metabolismo basal o gasto energético diario, está influenciado por la temperatura del ambiente; estas dos variables deben estar en un balance para no incurrir en riesgos de salud y seguridad. En una evaluación de tensión fisiológica por exposición laboral a ambientes calurosos en trabajadores de cocina, se pudo evidenciar a partir de la toma de muestras orales en distintas estaciones del año, que los seres humanos poseemos una evidente facultad de adaptación, puesto que no existieron diferencias significativas en las temperaturas de núcleo (temperaturas orales tomadas a los individuos), ya que todos los sujetos evaluados en el ambiente laboral llevan allí más de 5 años. Otros autores han comentado resultados funcionales obtenidos de sujetos aclimatados que laboran en trabajos industriales subterráneos y que están expuestos a condiciones de altas temperaturas y humedad, destacándose la ausencia de efectos negativos y la tolerancia a aumentos de la temperatura.¹⁸ Las temperaturas orales de estos trabajadores llegaron a 38°C y el aumento en 1 grado de temperatura no registró eventualmente un síntoma de enfermedad por calor. A pesar de la aclimatación en estos dos casos, Las variables fisiológicas temperatura oral y frecuencia cardiaca,

aumentaron significativamente al incrementarse la carga térmica del ambiente, causada por el calentamiento del día y por una mayor demanda metabólica de la labor. Podemos entonces determinar que estas variables pueden servir de indicador ante riesgos significativos en la salud.

En otras investigaciones se reconocen las incidencias negativas de los ambientes calurosos: Se estudiaron 10 trabajadores cubanos del vidrio: sopladores, moldeadores y cortadores que operan en altas temperaturas, en régimen de producción en cadena, mediante el registro horario de pulso, temperatura y sudoración. En cambios fisiológicos ligeros, quedaron comprobados efectos de fatiga, cansancio y perturbaciones de concentración, lo cual evidencia la influencia negativa de las monotonías y ambientes adversos.¹⁹

Las aclimataciones se pueden presentar en aproximadamente 14 días, sin embargo, estas adaptaciones dependen de la función cardiovascular y otras habilidades fisiológicas para disipar el calor. Para Lawrence el tema se describe de la siguiente manera:

“Las adaptaciones tempranas (1-5 días iniciales) involucran un control incrementado de la función cardiovascular, incluyendo un volumen plasmático expandido, una frecuencia cardiaca reducida, y una habituación del Sistema Nervioso Autónomo, el cual redirige el gasto cardiaco a los capilares de la piel y a los músculos activos. La expansión del volumen plasmático como resultado de un incremento de las proteínas plasmáticas y una retención incrementada de NaCl, varía de +3 a +27 %, y es acompañada por una disminución de un 15-25% en la frecuencia cardiaca. Esta reducción del esfuerzo cardiovascular reduce la tasa de agotamiento percibido, el cual es proporcional al estrés cardiorrespiratorio central, y el cual también disminuye durante el ejercicio.”²⁰

El volumen plasmático al que se refiere Lawrence es disminuido en el día 14 aproximadamente y en concreto lo que se presenta es una disminución del flujo sanguíneo a la piel y el incremento del flujo sanguíneo central, lo que se traduce en una temperatura corporal central disminuida. También se puede observar una conservación creciente del cloruro de sodio NaCl.

Otro fenómeno importante que describe Lawrence es:

“El exceso de agua y electrolitos en la dieta no hacen más rápido el proceso de aclimatación al calor. Cuando existe una deshidratación o déficit de sales, las respuestas cardiovasculares y termorregulatorias pueden ser negativamente afectadas, y el riesgo teórico de golpe de calor puede incrementarse.”²¹

Una propensión a la deshidratación puede provenir de los cambios en el Cortisol plasmático:²² una persona bien hidratada no exhibe cambios significativos en este elemento. Las transformaciones en esta hormona suelen disminuirse con el proceso de aclimatación.

En otra investigación, referida por el mismo autor, Pandolf *et al* (1988) demuestra que existen diferencias sustanciales en los periodos de aclimatación, dependiendo de las edades, ya que existe diversidad en la potencia aeróbica VO₂ max (cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo determinado). Ellos expusieron a 9 hombres jóvenes (21 años) y a nueve hombres de mediana edad (46 años) a un protocolo de aclimatación al calor de 10 días (100 minutos de caminata por día, a 46 °C de temperatura del aire). Los resultados de las evaluaciones del día 1 indicaron que los hombres de mediana edad eran capaces de ejercitarse más tiempo, tenían frecuencias cardíacas y temperaturas rectales menores, y exhibían mayores tasas de transpiración en todo el cuerpo que los hombres jóvenes. Esta sería entonces una de las razones del porque en trabajos de esfuerzo y temperatura es preferible tener trabajadores en un orden de edades entre 30 y 40.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el análisis de la incidencia del calor en el rendimiento energético se debe tener en cuenta diversas variables: la musculatura esquelética, el metabolismo celular, la ingesta de diversos alimentos. En este sentido se pueden también realizar evaluaciones de confort en un espacio laboral. En la práctica, significa que inicialmente los esfuerzos deberían dirigirse a la atención del riesgo, por medio de las valoraciones médicas (exámenes médicos ocupacionales); es decir, contemplar, entre otros aspectos, antecedentes médicos, tales como, enfermedades del sistema cardiovascular, de las vías respiratorias, diabetes o insuficiencia renal. Del mismo modo, La incidencia del riesgo por estrés térmico laboral, lleva a pensar que las empresas deben evaluar no solo sus ambientes térmicos, sino también las capacidades corporales del personal que ingresa; es preciso que las mismas, generen acciones tendientes a evaluar áreas vulnerables, así como la predicción y manejo de golpes de calor, como un derrotero más de la seguridad y salud en el trabajo, en lo que pudiéramos llamar, planes de contingencia, sistemas de alarma, perfiles epidemiológicos, entre otros aspectos.

Dentro de estos planes de contingencia, es importante tener en cuenta una vigilancia sobre los factores climáticos o meteorológicos; un control sobre las tareas que requieran un gasto energético excesivo, una habilitación tanto de puntos de hidratación como zonas de sombra y áreas con un control, si se quiere, artificial del aire (ventiladores, equipos de aclimatación, etc); una

intervención sobre la dotación personal, la cual también es importante que se ajuste a las condiciones climáticas de trabajo, entre muchos otros aspectos que se deben tener en cuenta para el manejo y control del riesgo por estrés térmico.

Por otro lado, el hecho de que se haya considerado la facultad de adaptación del organismo humano a ciertos ambientes, no quiere decir que no se considere el riesgo por estrés térmico, discomfort o disminución en la capacidad energética. Al contrario, se debe insistir en la investigación juiciosa de los efectos adversos del calor en el organismo humano, teniendo en cuenta la referencia hecha sobre la diversidad de elementos tanto biológicos como físicos que inciden en este tema.

Por otro lado, es importante que a partir de una política pública, se generen procesos de prevención, que cuenten con un verdadero análisis de fluctuaciones climáticas y de temperatura, como por ejemplo, la aparición de periodos de calor como el fenómeno del Pacífico o fenómeno del niño y las consecuencias que este pudiera generar, definiendo también las fortalezas que pudieran presentarse por esta condición.

REFERENCIAS

- ¹ ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARABITO. Curso de higiene y seguridad industrial, edición 2008-1. Tomado el 20-04-2014. Disponible en http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/6299_temperatura.pdf
- ² Contribuye con un 20% de producción de calor cuando está en reposo, pero durante el ejercicio, esta cifra puede verse incrementada hasta 10 veces más.
- ³ FORESTO, Walter. Adaptaciones generales del sistema nervioso. Tomado el 20-05-14. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd165/adaptaciones-generales-del-sistema-nervioso.htm>
- ⁴ Es la suma del calor que se produce en el cuerpo humano debido a la acción de las funciones vegetativas tales como digestión, respiración, circulación sanguínea etc.
- ⁵ MELO, José Luis. Higiene Laboral carga térmica, tomado 20-05-2014, disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=160>
- ⁶ ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARABITO. Curso de higiene y seguridad industrial, edición 2008-1. Tomado el 20-04-2014. Disponible en http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/6299_temperatura.pdf
- ⁷ Enfermedad causada por el calor
- ⁸ STEPHEN, D. Krau. The Impact of Heat on Morbidity and Mortality. *Critical Care Nursing Clinics of North America, Volume 25, Issue 2, June 2013, Pages 243-250.* Disponible en: http://www.sciencedirect.com/bd.uniquindio.edu.co/science?_ob=ArticleListURL&method=list&ArticleListID=582301524&sort=r&st=13&view=c&md5=039f607580547e33f7f1a9943c5f1f28&searchtype=q
- ⁹ NELSON NG, Collins CL, Comstock RD, *et al* Exertional heat-related injuries treated in emergency departments in the U.S., 1997-2006. *Am J Prev Med* 2011; 40(1):54-60.
- ¹⁰ Se han presentado varios reportes acerca de las condiciones de calor extremo en el país. La más cercana, es la situación de muerte de diversas especies faunísticas (chigüiros, tortugas, etc.) en la zona de los llanos en Enero y febrero de 2014. Otros reportes se pueden constatar en:

<http://www.rcnradio.com/audios/asi-se-vive-la-intensa-ola-de-calor-en-colombia-42949>

¹¹ Entre el 2002 y 2009 en Colombia la inversión en el sector extractivo aumentó en más de un 500% (minería del oro, el carbón, petróleo, entre otros) a septiembre de 2010 se registran 8.828 títulos mineros, más del 7.5% del territorio nacional se entregó a la minería: cifras de Ingeominas y Minambiente, disponibles en https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=ygQ1gukSETI minuto 1:07:49

¹² STEPHEN, D. Krau. The Impact of Heat on Morbidity and Mortality. *Critical Care Nursing Clinics of North America, Volume 25, Issue 2, June 2013, Pages 243-250.*

¹³ ROCOTTA, Radu. Metabolismo energético en el humano, un enfoque cuantitativo. Instituto Politécnico Nacional de México. 2001 Obtenido 19-06-2014. Disponible en: <http://www.libros.publicaciones.ipn.mx/PDF/1270.pdf>

¹⁴ Ibídem. Pg. 20 y 21.

¹⁵ MONTANER, Viana. GOMEZ, JR. Estimación del gasto energético en actividades de corta duración y alta intensidad. Obtenido el 21-05-2014. Disponible en: <http://zl.elsevier.es/es/revista/revista-andaluza-medicina-deporte-284/estimacion-gasto-energetico-actividades-corta-duracion-alta-90185025-revision-2012>

¹⁶ WILMORE JH, PARR RB, WARD *et al* Energy cost of circuit weight training. *Med Sci Sports* 1978, obtenido el 20-05-2014 Disponible en: <http://europepmc.org/abstract/MED/692305/reload=0;jsessionid=vN9jNY7Nrfad3XO5WAad.0>

¹⁷ Higiene laboral, carga térmica. Obtenido el 21-05-2014. Disponible en: http://www.uhu.es/servicio.prevencion/menuservicio/info/higiene/carga_termica.pdf

¹⁷ CABALLERO Eduardo, SUAREZ Rugiere. Tensión fisiológica por exposición laboral a ambientes calurosos en trabajos de cocina. *Revista cubana de salud y trabajo*, 2009. Obtenido 21-05-2014. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol10_2_09/rst03209.pdf

¹⁸ BRAKE DJ. Deep body core temperatures in industrial workers under thermal stress. Obtenido el 21-05-2014. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11851213>

¹⁹ POMMERENCK, Carlos W; Mourlot, Douglas, et. al. Criterios fisiológicos para la normalización del trabajo en sobrecarga térmica. *Revista cubana de higiene y epidemiología*. Cuba 2003.

²⁰ LAWRENCE E. Armstrong. Aclimatación al calor. 1998. Obtenido el 21-05-2014. Disponible en: <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/aclimatacion-al-calor-147>

²¹ Ibídem.

²² Hormona producida por la glándula suprarrenal. Se libera como respuesta al estrés; incrementa los niveles de azúcar en la sangre y ayuda al metabolismo de grasas, proteínas y carbohidratos.