

Patrón estacional de exposición a estrés térmico por calor para escenarios laborales agrícolas de exteriores.

Ibis Avila Roque¹
Arlie Rodríguez Betancourt²
Wilmer Sáez Larrondo³
Yilbert Martínez García⁴

1. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores/Departamento Riesgos Físicos, La Habana, Cuba, Correo electrónico: ibis.avila@infomed.sld.cu

2. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores/Departamento Riesgos Físicos, La Habana, Cuba, Correo electrónico: diogien0974@gmail.com.

3. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores/Departamento Riesgos Físicos, La Habana, Cuba, Correo electrónico: wilmer@insat.sld.cu.

4. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores/Departamento Riesgos Físicos, La Habana, Cuba, Correo electrónico: yilbert@insat.sld.cu

Resumen

Introducción: La producción agrícola y de frutales es un sector estratégico y vulnerable pues, las condiciones climatológicas en las que se ejecuta influyen en la salud y seguridad de los trabajadores, y no pueden ser controladas.

Objetivos: Describir un patrón estacional de exposición a estrés térmico por calor, para escenarios laborales agrícolas, según régimen de trabajo/descanso, consumo metabólico y condición de aclimatación.

Método: Se aplicó un diseño descriptivo con componente analítico en escenarios agrícolas de La Habana. Como variable dependiente el Índice Temperatura de Globo y Bulbo húmedo (WBGT). Se utilizó el análisis de series temporales y los modelos de regresión lineal, auxiliados con la aplicación informática ETHEL - RFinsat versión 1, 0.

Resultados: En invierno el riesgo de estrés térmico se relaciona con la temperatura húmeda ($r = ,956$), en Primavera con la temperatura seca natural del aire ($r = ,760$), en verano con la temperatura radiante y húmeda ($r = ,882$ y $r = ,813$), y en otoño con la temperatura húmeda ($r = ,960$) y la radiante ($r = ,884$). En todas las estaciones climatológicas los valores medios y máximos del WBGT sobrepasaron los límites referenciales para todo régimen de trabajo/descanso, consumos metabólicos y condición de aclimatación.

Conclusiones: Los valores de WBGT obtenidos evidenciaron tendencia regular con variación cíclica. Se comprobó que en los escenarios laborales agrícolas de exteriores los trabajadores se exponen a sufrir estrés térmico por calor en cualquier actividad laboral con independencia del régimen de trabajo/descanso, consumo metabólico y condición de aclimatación.

Palabras claves: estrés térmico, sector vulnerable, trabajo agrícola, carga o tensión térmica, bienestar térmico

INTRODUCCIÓN

Muchas son las actividades laborales que se ejecutan en ambientes donde predominan las altas temperaturas y los valores extremos de otros indicadores climáticos. El microclima laboral está determinado por la temperatura seca natural, el contenido de humedad y la velocidad del aire en unión a la temperatura radiante, aspectos todos que están en íntima relación con las características del clima natural donde se realice la labor. (1).

Hoy día cobra mucha importancia el clima natural donde se ejecuta la labor, pues existe consenso internacional en relación a la existencia del cambio climático a escala planetaria, provocado entre muchas razones por el incremento en las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), la afectación de la capa de ozono y el calentamiento global que han provocado un clima mundial más cálido, alteraciones en el régimen de precipitaciones que se producen en el verano y en la estructura del viento así como, el deshielo de los glaciares con el consiguiente incremento en el nivel del mar, aspectos todos que tienen consecuencias sobre los ecosistemas naturales y los antrópicos por lo que preocupa a toda la sociedad en su conjunto y determina la realización de esfuerzos para identificar y mitigar sus efectos a mediano y largo plazo. (1, 2)

La condición nuestra de país insular y tropical hacen que sea en extremo vulnerable. Se han identificados múltiples problemas en todos los sectores de la economía y la sociedad que de una otra manera son consecuencias o impactos del cambio climático. La producción agrícola, pecuaria y de frutales es reconocida como un sector vulnerable a los efectos del cambio climático. (1)

Entre los grupos poblacionales o laborales donde se ha identificado la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático se encuentran los trabajadores agropecuarios que realizan sus labores en disímiles situaciones, condiciones y ubicaciones territoriales a lo largo y ancho del país, ya sea en zonas rurales, semiurbanas y urbanas con disímiles variedades de exposiciones laborales.

En la actualidad de Cuba se apuesta por la producción alimentaria (agrícola, frutales y pecuaria) desde los pequeños productores asociados en Cooperativas de crédito y servicios (CCS); se intenta guiar las acciones desde los principios de la AGROECOLOGÍA, con vistas lograr una agricultura sostenible que tome en cuenta el equilibrio ambiental, sea económicamente viable, socialmente justa y culturalmente apropiada asimismo, se requiere que tenga un enfoque científico. (3)

Lo expresado hasta aquí permite considerar que la exposición a condiciones climáticas y micro climáticas calurosas de los trabajadores agrícolas requiere ser objeto de estudio permanente en el campo de la Salud Ocupacional, por lo que cualquier investigación que contribuya a la búsqueda de nuevos conocimientos en el tema está plenamente justificada.

Así, es **objetivo** de este artículo describir un patrón estacional de exposición a estrés térmico por calor, para escenarios laborales agrícolas según régimen de trabajo/descanso, consumo metabólico y condición de aclimatación de los trabajadores, resultado de un proyecto de investigación del Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores de Cuba.

I. MÉTODO

Se ejecutó una investigación de tipo aplicada, descriptiva y de desarrollo. Como método de nivel teórico se siguió la modelación y de nivel empírico, el análisis de series temporales. El universo de estudio se conformó con escenarios laborales de exteriores de CCS pertenecientes a la Asociación

Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) de La Habana. Se seleccionó una muestra, de tipo no probabilística o intencional bajo un muestreo bietápico, que incluyó a una CCS y tres de sus fincas en el municipio Arroyo Naranjo. El estudio abarcó el trienio 2017-2020.

La información primaria se obtuvo mediante el diseño y ejecución de un monitoreo ambiental de tipo secuencial en el horario diurno de trabajo de 7:00 am – 7:00 pm; que comprendió 36 semanas (una semana de cada mes, en la particular la 3era) y 180 días de medición (cinco días consecutivos de cada semana).

Variables de estudio:

Variables ambientales (independientes)

- Velocidad media del aire (m/seg): promedio de la velocidad del aire en el punto de medición seleccionado durante el intervalo de tiempo establecido.
- Temperatura del aire (°C): temperatura de bulbo seco, indicada por un sensor que está ventilado de forma natural.
- Temperatura húmeda natural (°C): temperatura de bulbo húmedo, indicada por un sensor cubierto con una mecha mojada que está ventilado de forma natural. Indica sensación térmica.
- Humedad relativa (%): Relación porcentual entre la presión parcial de vapor de agua en el aire y la presión de saturación del vapor de agua, a la misma temperatura y la misma presión total
- Temperatura de globo o radiante (°C): Temperatura indicada por un sensor localizado en el centro de un globo negro mate de características normalizadas. Se considera como la temperatura irradiada de un cuerpo.

Variable dependiente:

- Índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT, °C): indicador que relaciona las variables meteorológicas con el estrés térmico que pueden sufrir las personas en función de la actividad que realizan. (4)

En su cálculo se utiliza la ecuación para exteriores con carga solar:

$$WBGT = 0,7 t_{bh} + 0,2 t_g + 0,1 t_a$$

Procesamiento y Análisis de la información:

La información recopilada, se introdujo en las bases de datos de la aplicación informática para la Evaluación Termohigrométrica de Escenarios Laborales (ETHEL versión 1,0) elaborada en el Departamento de Riesgos Físicos del INSAT. Se utilizó el análisis de series temporales y los modelos de regresión lineal.

Se calcula para cada variable independiente (variables ambientales) estadígrafos descriptivos y de tendencia central, se agrupan los resultados por períodos estacionales y a su vez, se correlacionan (Correlación de Pearson) las mediciones ambientales obtenidas con el índice WBGT calculado para cada actividad que se evalúa.

Además, el índice de WBGT obtenido por cada uno de los periodos estacionales se comparan con los normalizados según régimen de trabajo/descanso, consumo metabólico y condición de aclimatación. (5)

II. RESULTADOS

En la Tabla 1 se aprecia el comportamiento del Índice WBGT en los escenarios de estudios, según los estadígrafos descriptivos seleccionados, de tendencia central y estación del año. Es visible que este indicador muestra un **patrón estacional esperado**, acorde a las condiciones climáticas de temperatura y humedad normales dada la condición de país tropical. Los valores superiores se encontraron en el verano (media de 29,56 °C) y los inferiores en invierno (media de 26,17 °C). Los diferenciales de este indicador (valores máximos versus mínimos) con mayor amplitudes se observaron en el invierno (diferencia de 12,12 °C) y la menor amplitud diferencial se apreció en el otoño (diferencial de 7,63 °C) seguido por el verano (diferencial de 8,41°C).

Este resultado pone en evidencia como en una misma jornada de trabajo pueden los trabajadores exponerse a diferentes condiciones térmicas según sea la estación del año que predomina y enfrentarse así, a graves exposiciones o al empeoramiento de las condiciones en las que realizan su trabajo en un breve lapso de tiempo, riesgo que se incrementa con la falta de aclimatación. (2)

Tabla 1. Comportamiento promediado del Índice WBGT según estadígrafos descriptivos, de tendencia central y estaciones climatológicas.

Índice de Temperatura de Globo y Bulbo húmedo (WBGT en °C) N:180 días de medición	Estadígrafos				
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Diferenciales Max/Min
WBGT invierno	20,55	32,67	26,17	2,07	12,12
WBGT primavera	21,71	31,33	26,31	2,48	9,62
WBGT verano	24,93	33,34	29,56	1,84	8,41
WBGT otoño	23,53	31,16	27,73	1,94	7,63

Fuente: Investigación realizada

En la Tabla 2, se muestra como es determinado el comportamiento del Índice de WBGT en las diferentes estaciones del año mediante su correlación lineal con cada una de las variables independientes estudiadas. En invierno, se aprecia que este índice tiene una relación de manera lineal y fuerte con la temperatura de bulbo húmedo (Tbh) ($r = ,956$) o sea, con la temperatura húmeda así, a mayor humedad ambiental mayor riesgo de sufrir estrés térmico por calor en dicha estación climatológica. En Primavera, la asociación lineal ocurre con la temperatura seca natural del aire ($r = ,$

760) aunque, la asociación evidenciada no es fuerte. En el caso del verano, se asocia de manera muy similar con la temperatura radiante y húmeda ($r = ,882$ y $r = ,813$), y en otoño, con la temperatura húmeda ($r = ,960$) y la radiante ($r = ,884$).

Estos resultados muestran el grado de covariación entre las variables de estudio en relación con las estaciones del año, y demuestran que aunque la exposición al calor ambiental sea un “peligro natural”, los episodios de altas temperaturas están presentes en todas las estaciones y resultan ser eventos previsibles que se repiten cada año y que afectan a las condiciones de trabajo. (2,6) Por tanto, en los escenarios agrícolas de estudios y en toda entidad laboral cubana que se labore bajo exposición a condiciones ambientales externas se puede afectar el bienestar, la salud y/o la seguridad de sus trabajadores en cualquier estación del año, por lo que se deberá contemplar este riesgo en el plan de prevención de riesgos laborales. (6)

Tabla 2. Correlación Lineal para los Índices estacionales de WBGT, según variables independientes.

Índice de Temperatura de Globo y Bulbo húmedo (WBGT en °C) N:180 días de medición		Variables independientes (°C)		
		Tbs	Tg	Tbh
WBGT invierno	Correlación de Pearson	,715**	,754**	,956**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000
WBGT primavera	Correlación de Pearson	,760**	,753**	,504**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000
WBGT verano	Correlación de Pearson	,530**	,882**	,813**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000
WBGT otoño	Correlación de Pearson	,704**	,884**	,960**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).				

Fuente: Investigación realizada

En las Tablas 3, 4 y 5 se muestra la proyección modelada del riesgo de exposición a estrés térmico, según el índice de WBGT, para Trabajadores Agrícolas Aclimatados, que realicen trabajos con diferentes Consumos Metabólicos (bajos, moderado y alto) y Régimen de trabajo descanso (Trabajo continuo (100%) y con períodos de actividad de cada hora del 75, 50 y 25% respectivamente.

En la Tabla 3, se muestra como en los Trabajadores Agrícolas Aclimatados durante la realización de trabajos con Consumo Metabólico Bajo, en cualquier tipo de Régimen de trabajo-descanso, tienen un riesgo medio y/o alto de sufrir estrés térmico por calor cuando se exponen a valores de WBGT similares a los calculados como máximos en este estudio. Llama la atención que esta situación muestra un comportamiento similar en todas las estaciones del año, aunque en el verano también, existe este riesgo en los valores calculados como medios.

Tabla 3. Valoración del Riesgo de Estrés Térmico en Trabajadores Agrícolas Aclimatados con Consumo Metabólico Bajo.

Valoración del Riesgo de Estrés Térmico en Trabajadores Agrícolas Aclimatados													
T/D	CM BAJO	WBGT invierno (°C)			WBGT primavera (°C)			WBGT verano (°C)			WBGT otoño (°C)		
		Min	Máx	Medio	Min	Máx	Medio	Min	Máx	Medio	Min	Máx	Medio
		20,5	32,6	26,1	21,7	31,3	26,3	24,9	33,3	29,5	23,5	31,1	27,7
T-100%	29,5	NR	AR	NR	NR	AR	NR	NR	AR	AR	NR	AR	NR
T-75%	30,5	NR	AR	NR	NR	RM	NR	NR	AR	RM	NR	RM	NR
T-50%	31,5	NR	RM	NR	NR	RM	NR	NR	AR	NR	NR	RM	NR
T-25%	32,5	NR	RM	NR	NR	RM	NR	NR	RM	NR	NR	RM	NR
Leyenda: • AR (Alto Riesgo): $\geq$ al valor de referencia • RM (Riesgo Medio): difiere del valor de referencia - 1,5° C • NR (No Riesgo): difiere del valor de referencia + 1,5° C • T/D: Régimen Trabajo-Descanso • CM: Consumo Metabólico													

Fuente: Investigación realizada

En cambio, en la Tabla 4 se aprecia que los Trabajadores Agrícolas Aclimatados que ejecutan trabajos considerados como de Consumo Metabólico Moderado, en cualquier tipo de régimen de trabajo-descanso, se exponen a un alto riesgo de sufrir estrés térmico cuando los valores de WBGT son similares a los calculados como máximos en todas las estaciones del año. Sin embargo, para trabajos continuos los valores de WBGT calculados como medios clasifican como de riesgo medio en invierno y primavera, y alto en verano y otoño. En el caso del periodo de verano también, existe alto riesgo de sufrir estrés térmico cuando predominan los valores calculados como medios para el régimen de T/D continuo, del 75 y 50% de la jornada laborando.

Tabla 4. Valoración del Riesgo de Estrés Térmico en Trabajadores Agrícolas Aclimatados con Consumo Metabólico Moderado.

Valoración del Riesgo de Estrés Térmico en Trabajadores Agrícolas Aclimatados													
T/D	CM Moderado	WBGT invierno (°C)			WBGT primavera (°C)			WBGT verano (°C)			WBGT otoño (°C)		
		Min	Máx	Medio	Min	Máx	Medio	Min	Máx	Medio	Min	Máx	Medio
		20,5	32,6	26,1	21,7	31,3	26,3	24,9	33,3	29,5	23,5	31,1	27,7
T- 100%	27,5	NR	AR	RM	NR	AR	RM	NR	AR	AR	NR	AR	AR
T-75%	28,5	NR	AR	NR	NR	AR	NR	NR	AR	AR	NR	AR	AR
T-50%	29,5	NR	AR	NR	NR	AR	NR	NR	AR	AR	NR	AR	NR
T-25%	31,0	NR	NR	NR	NR	AR	NR	NR	AR	RM	NR	AR	NR
Leyenda: • AR (Alto Riesgo): $\geq$ al valor de referencia • RM (Riesgo Medio): difiere del valor de referencia - 1,5° C • NR (No Riesgo): difiere del valor de referencia + 1,5° C • T/D: Régimen Trabajo-Descanso • CM: Consumo Metabólico													

Fuente: Investigación realizada

En la Tabla 5, se aprecian los resultados de la proyección de riesgo de estrés térmico realizada para Trabajadores Agrícolas Aclimatados que realicen un trabajo con Consumo Metabólico Alto, en cualquier tipo de régimen de trabajo-descanso, se apreció que existe un alto riesgo de sufrir estrés térmico cuando predominan los valores medios de WBGT obtenidos, en todas las estaciones del año. De igual manera, los valores máximos calculados de WBGT representan riesgos para los trabajadores en los períodos de primavera, verano y otoño.

Tabla 5. Valoración del Riesgo de Estrés Térmico en Trabajadores Aclimatados con Consumo Metabólico Alto.

Valoración del Riesgo de Estrés Térmico en Trabajadores Aclimatados													
T/D	CM ALTO	WBGT invierno (°C)			WBGT primavera (°C)			WBGT verano (°C)			WBGT otoño (°C)		
		Min	Máx	Medio	Min	Máx	Medio	Min.	Máx.	Medio	Min	Máx	Medio
		20,5	32,6	26,1	21,7	31,3	26,3	24,9	33,3	29,5	23,5	31,1	27,7
T- 100%	26	NR	NR	AR	NR	AR	AR	RM	AR	AR	NR	AR	AR
T-75%	27,5	NR	NR	AR	NR	AR	AR	NR	AR	AR	NR	AR	AR
T-50%	28,5	NR	NR	AR	NR	AR	AR	NR	AR	AR	NR	AR	AR
T-25%	30,0	NR	NR	AR	NR	AR	AR	NR	AR	AR	NR	AR	AR
Leyenda:													
• AR (Alto Riesgo): $\geq$ al valor de referencia								• T/D: Régimen Trabajo-Descanso					
• RM (Riesgo Medio): difiere del valor de referencia - 1,5 ⁰ C								• CM: Consumo Metabólico					
• NR (No Riesgo): difiere del valor de referencia + 1,5 ⁰ C													

Fuente: Investigación realizada

III. CONCLUSIONES

Los valores que se obtienen del Índice WBGT muestran un patrón estacional, con tendencia regular y variación cíclica, acorde a la condición de país tropical, con valores superiores en verano e inferiores en invierno.

La amplitud diferencial (valores máximos versus mínimos) en el Índice WBGT por estaciones del año supone riesgo para los trabajadores agrícolas en el invierno (diferencial de 12,12 0C) pues se pueden exponer, en una misma jornada de trabajo y en un lapso breve de tiempo, al empeoramiento higrotérmico de las condiciones en las que realizan su labor, situación de riesgo que se incrementa con la falta de aclimatación.

El riesgo de exposición a estrés térmico para Trabajadores Agrícolas Aclimatados se modelada para los valores calculados del índice WBGT mínimos, medios y máximos según Consumo Metabólico, Régimen de trabajo descanso y estación del año. Se encuentra que:

- Los valores mínimos calculados no implican riesgo de exposición para ninguna variante de Consumo Metabólico, Régimen de trabajo descanso y estación del año.

- Los valores medios calculados implican Riesgo Medio y Alto Riesgo de exposición en el verano para labores con Consumo Metabólico Bajo y Moderado, con independencia del Régimen de trabajo descanso.
- Los valores medios calculados implican Riesgo Medio de exposición en el invierno y la primavera para labores con Consumo Metabólico Moderado y Régimen de trabajo descanso continuo.
- Los valores medios calculados implican Alto Riesgo y Riesgo Medio de exposición en el otoño para labores con Consumo Metabólico Moderado y Regímenes de trabajo descanso continuo y del 75% de actividad por hora.
- Los valores medios calculados implican Alto Riesgo de exposición para labores con Consumos Metabólicos Altos, con independencia del Régimen de trabajo descanso que predomine y la estación del año de que se trate.
- Los valores máximos calculados implican Riesgo Medio y Alto Riesgo de exposición para labores con Consumos Metabólicos Bajos y Moderados con independencia del Régimen de trabajo descanso y la estación del año de que se trate.
- Los valores máximos calculados implican Riesgo Medio y Alto Riesgo de exposición en primavera, verano y otoño para labores con Consumos Metabólicos Altos con independencia del Régimen de trabajo descanso y la estación del año de que se trate.

REFERENCIAS

1. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba. Tarea Vida. La Habana: CITMATEL; 2017.
2. Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente. El golpe de calor en trabajos al aire libre. Guía sindical para delegados y delegadas de prevención. Zaragoza: CCOO Aragón; 2018.
3. Martínez Rodríguez M.R., Viguera B., Donatti C.I., Harvey C.A., Alpízar F.. Cómo enfrentar el cambio climático desde la agricultura: Prácticas de Adaptación basadas en Ecosistemas (AbE). Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA. Turrialba, Costa Rica: Conservación Internacional-CATI; 2017.
4. Norma Cubana 869:2011. Seguridad y Salud en el Trabajo. Ambientes térmicos calurosos. Estimación del estrés térmico en el trabajo basado en el índice WBGT (Temperatura de Globo y Bulbo húmedo).
5. Norma Cubana 870:2011. Seguridad y Salud en el Trabajo. Ergonomía. Criterios de referencia e indicadores para evaluar la intensidad y la carga de trabajo físico.
6. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. Exposición laboral a estrés térmico por calor y sus efectos en la salud. ¿Qué hay que saber? Valencia: ISTAS-CCOO España; 2019.