

# Exposición al calor en la construcción

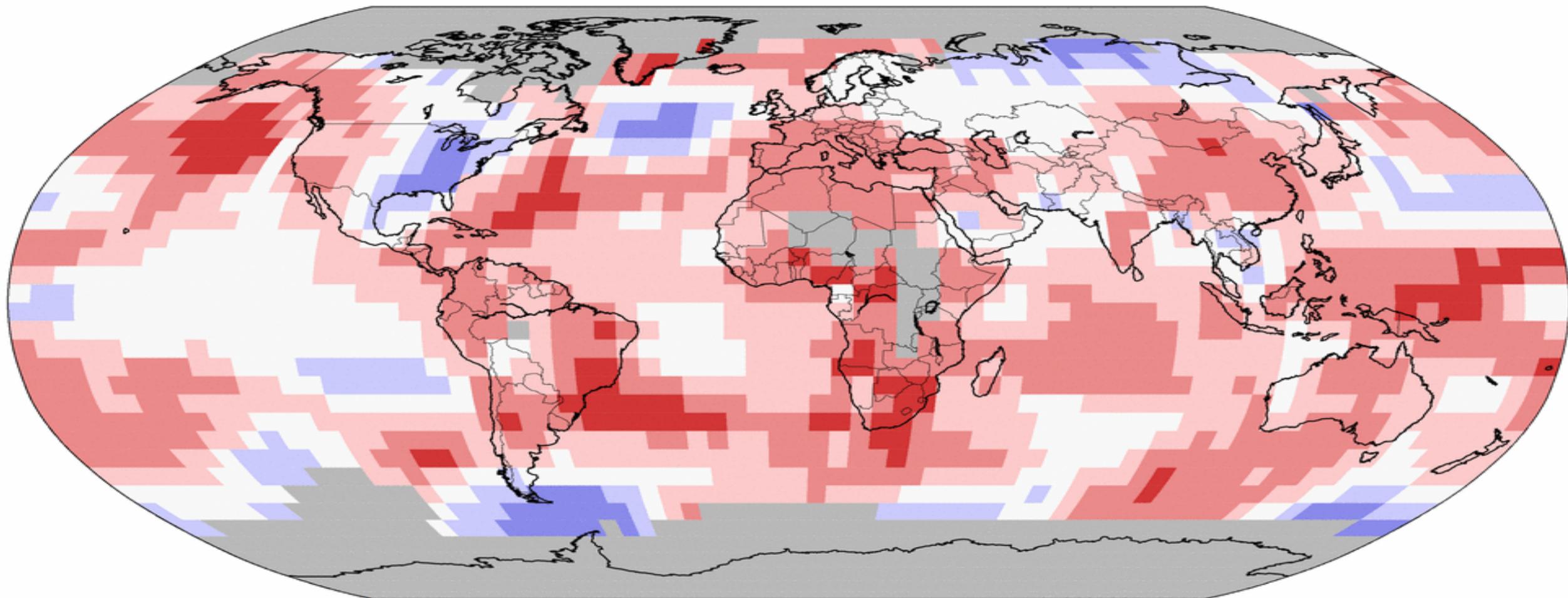


Ing. José Carlos Espino M.  
*Higienista Ambiental, Grupo ITS*  
Abril de 2014

# Land & Ocean Temperature Percentiles Jan 2014

NOAA's National Climatic Data Center

Data Source: GHCN-M version 3.2.2 & ERSST version 3b



  
Record  
Coldest

  
Much  
Cooler than  
Average

  
Cooler than  
Average

  
Near  
Average

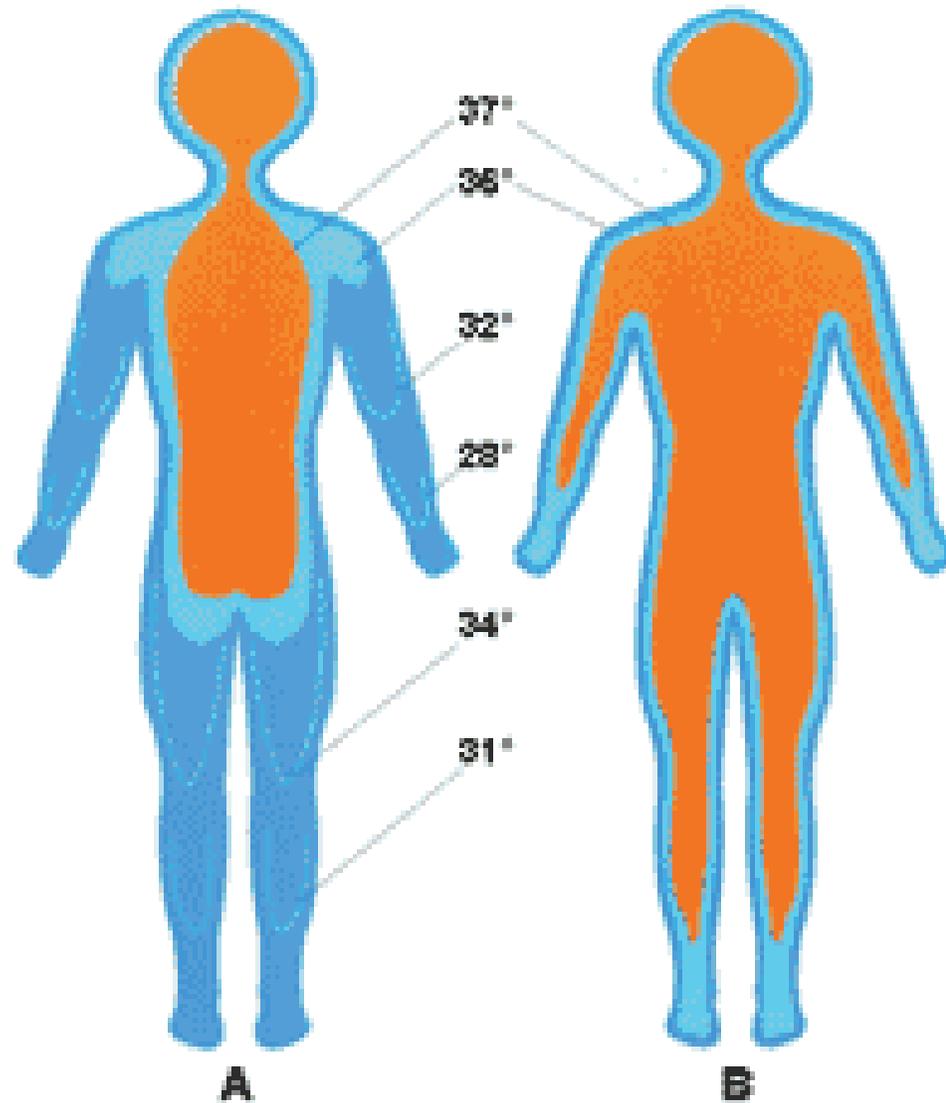
  
Warmer than  
Average

  
Much  
Warmer than  
Average

  
Record  
Warmest

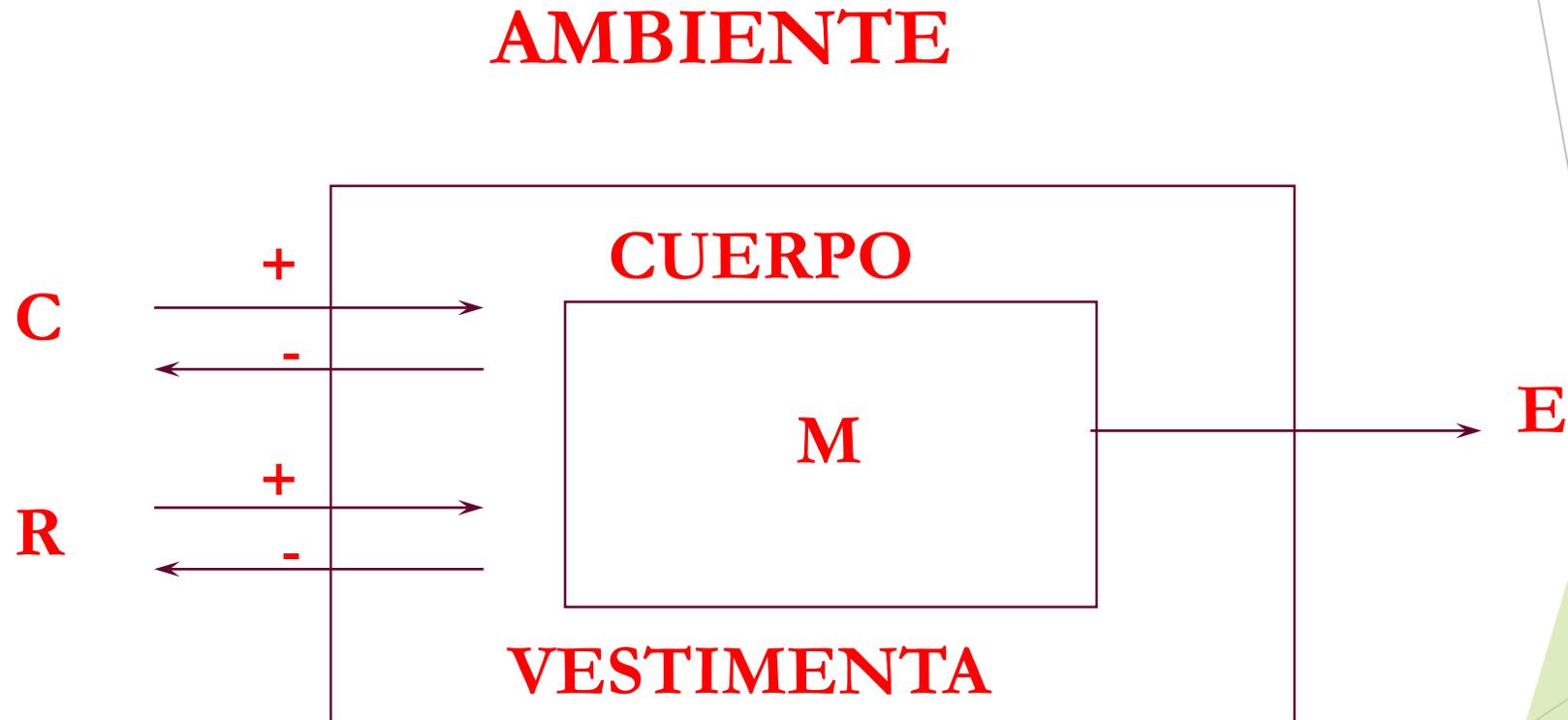
El ser humano es “homotermo”

36,8°C



Temperature fields of the human body in cold (A) and warm (B) ambient.

# Balance térmico



# Estrés térmico

## Definición:

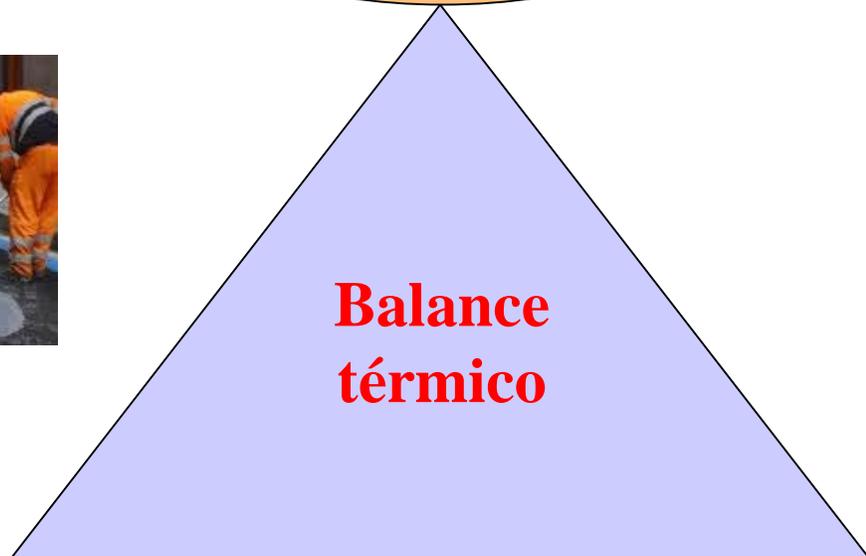
*Carga neta de calor a la cual un trabajador puede estar expuesto por las contribuciones combinadas del metabolismo, trabajo, los factores ambientales (p.e. temperatura, humedad, movimiento del aire y calor radiante) y la ropa. (AIOH 2003).*

*Nota: El calor es el único contaminante generado por el ser humano.*





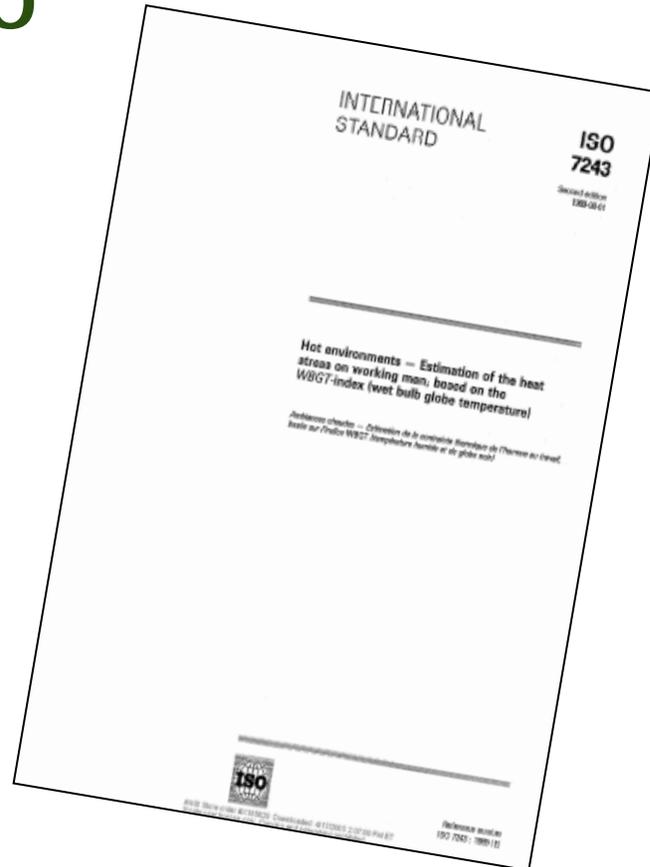
**Condiciones climáticas**



**Vestimenta**

**Demanda de trabajo (M)**

# Índice de temperatura de globo de bulbo húmedo (TGBH) - método aproximado



ISO 7243-1989

# Determinación del estrés por calor (Método TGBH)

1. **Temperatura del aire** (temperatura de bulbo seco)
2. **Humedad del aire** (humedad relativa)
3. Velocidad del aire
4. **Temperaturas de las superficies circundantes** (temperatura radiante)
5. Vestimenta
6. **Metabolismo** (gasto de energía)

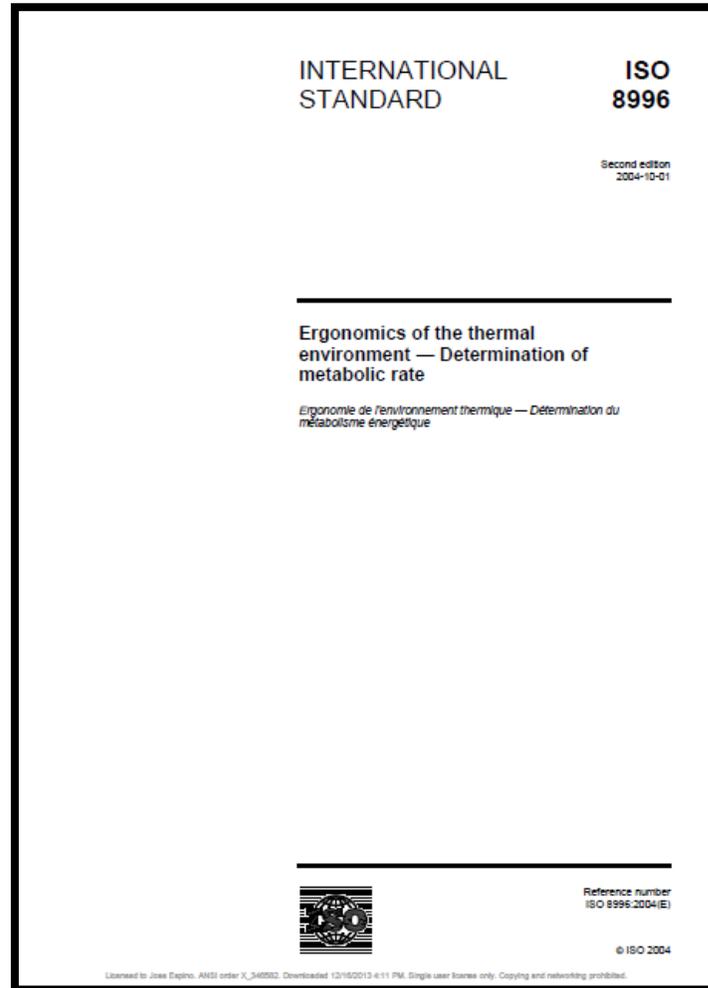


# ISO 7243:1989



El índice TGBH expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del consumo metabólico que el individuo genera durante el trabajo (M).

# Estimación del consumo metabólico



# ISO 7243:1989

## Metodología

▶  $T_{GBH} = 0.7 T_{bh} + 0.3 T_g$  (1)

(en el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar)

▶  $T_{GBH} = 0.7 T_{bh} + 0.2 T_g + 0.1 T_{bs}$  (2)

(en exteriores con radiación solar)

*Se parte de suponer como condición el lograr mantener la temperatura máxima corporal en 38°C.*

# Instrumentación - TGBH

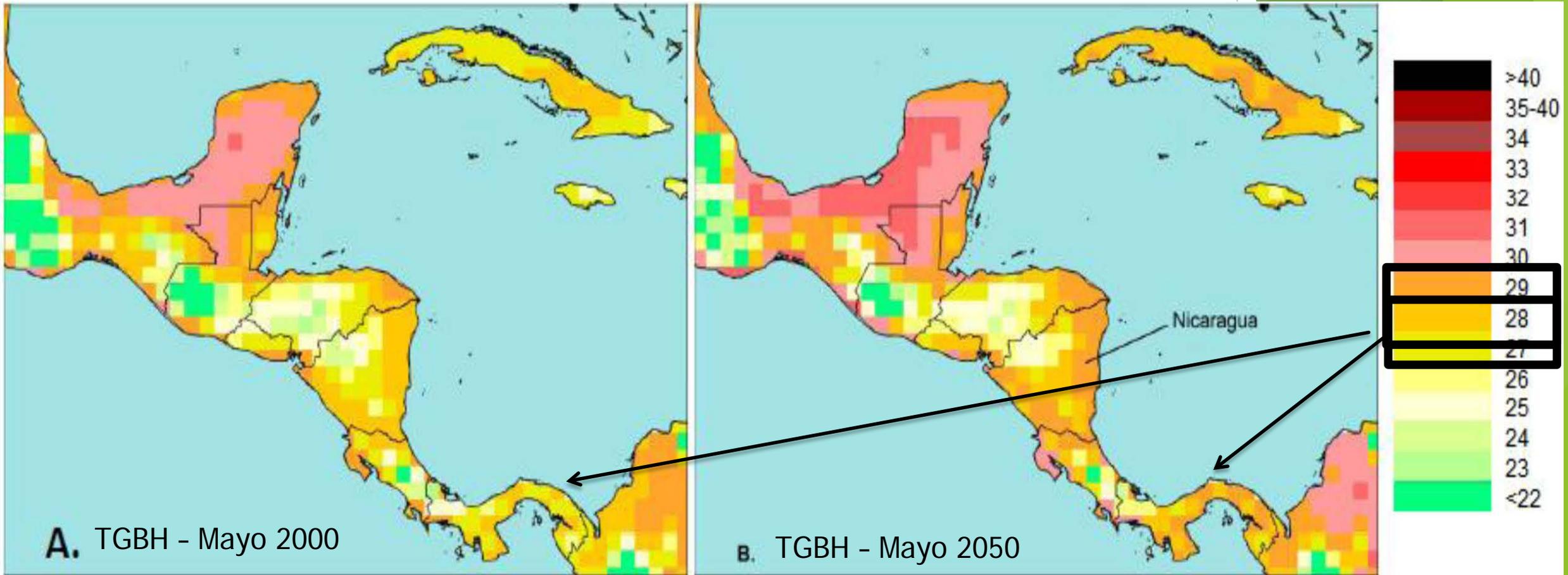


## Categorización del gasto metabólico de energía en diversas de actividades

Categoría	Carga metabólica (W)	Ejemplo de la actividad
Descanso	115	Sentado
Liviano	180	Sentado con trabajo liviano de las manos o los brazos y manos y manejo de vehículos. Parado con trabajo liviano usando los brazos y caminando eventualmente.
Moderado	300	Trabajo moderado sostenido de manos y brazos; trabajo moderado usando los brazos y piernas y el tronco; o empujando o halando cargas livianas. Caminando normalmente.
Pesado	415	Trabajo intenso de brazos y tronco, cargando, paleando, serruchando manualmente, empujando y jalando cargas pesadas y caminando a un ritmo rápido.
Muy pesado	520	Actividad intensa a un ritmo de rápido a máximo.

# Método TGBH (ACGIH, 2014)

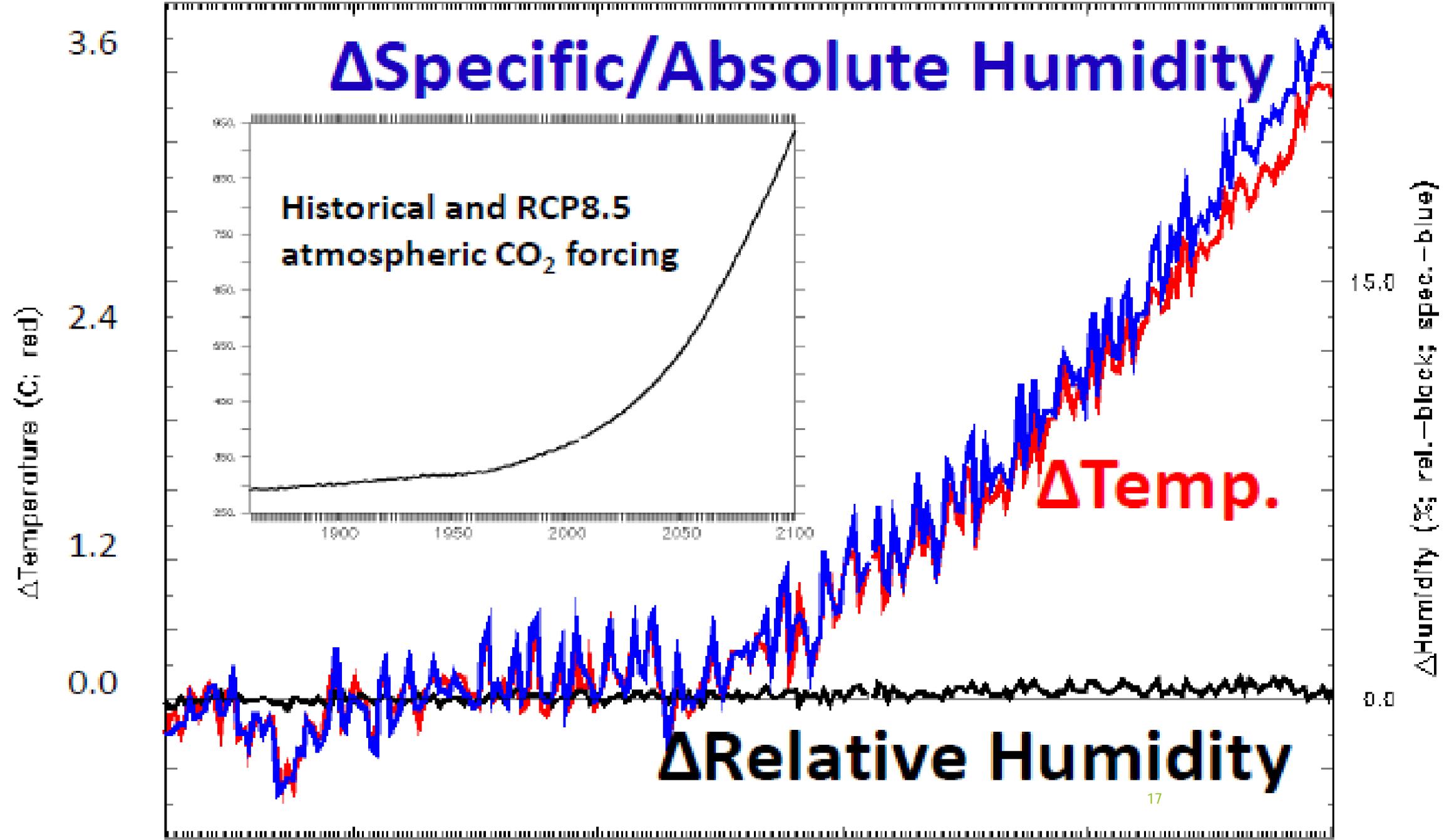
Régimen de trabajo y descanso	Límite máximo (TGBH en °C)				Nivel de acción (TGBH en °C)			
	Tipo de trabajo				Tipo de trabajo			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
75% a 100% de trabajo	31.0	28.0	-	-	28.0	25.0	-	-
50% a 75% de trabajo	31.0	29.0	27.5	-	28.5	26.0	24.0	-
25% a 50% de trabajo	32.0	30.0	29.0	28.0	29.5	27.0	25.5	24.5
0% a 25% de trabajo	32.5	31.5	30.5	30.0	30.0	29.0	28.0	27.5



*Se espera que la temperatura TGBH aumente 3°C en exteriores.*

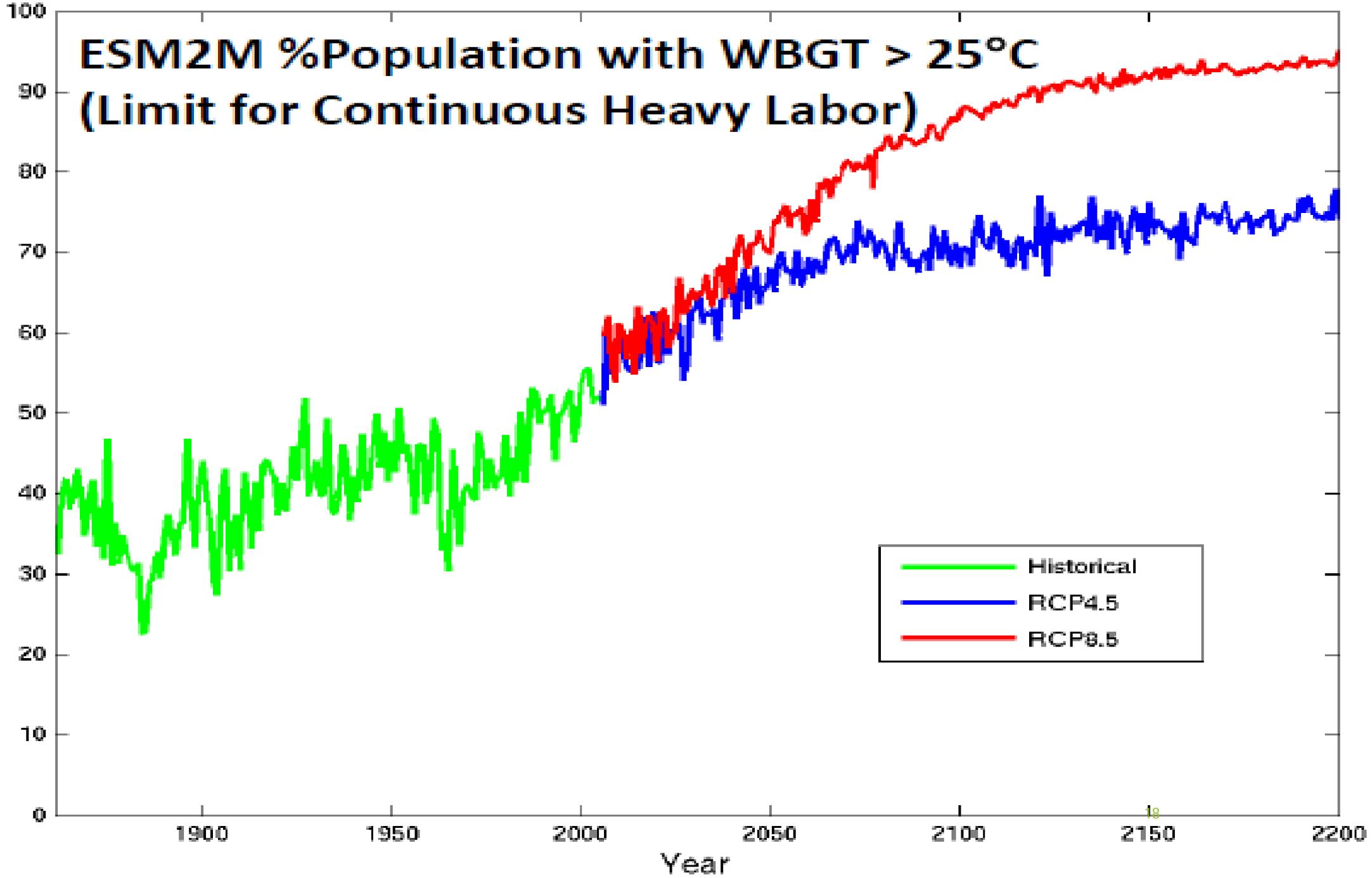
*Sheffield et al, 2012*

# $\Delta$ Specific/Absolute Humidity



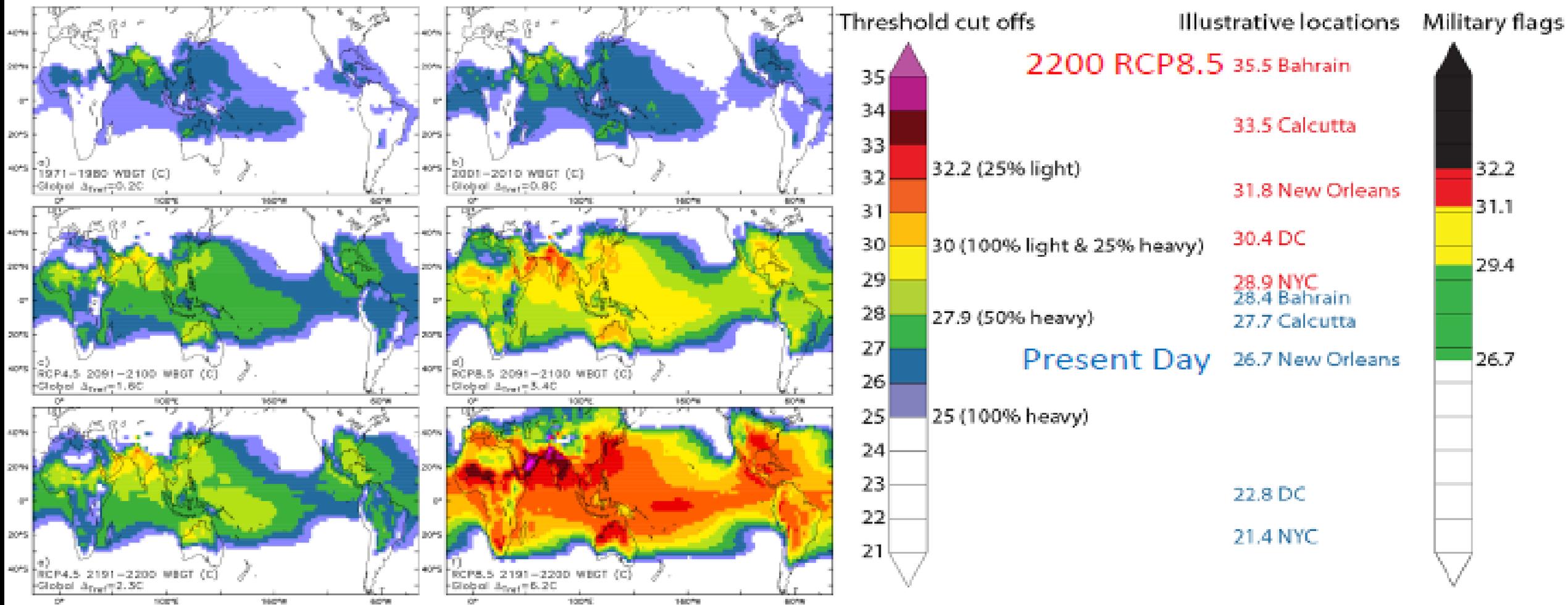
# ESM2M %Population with WBGT > 25°C (Limit for Continuous Heavy Labor)

Population Impacted [%]



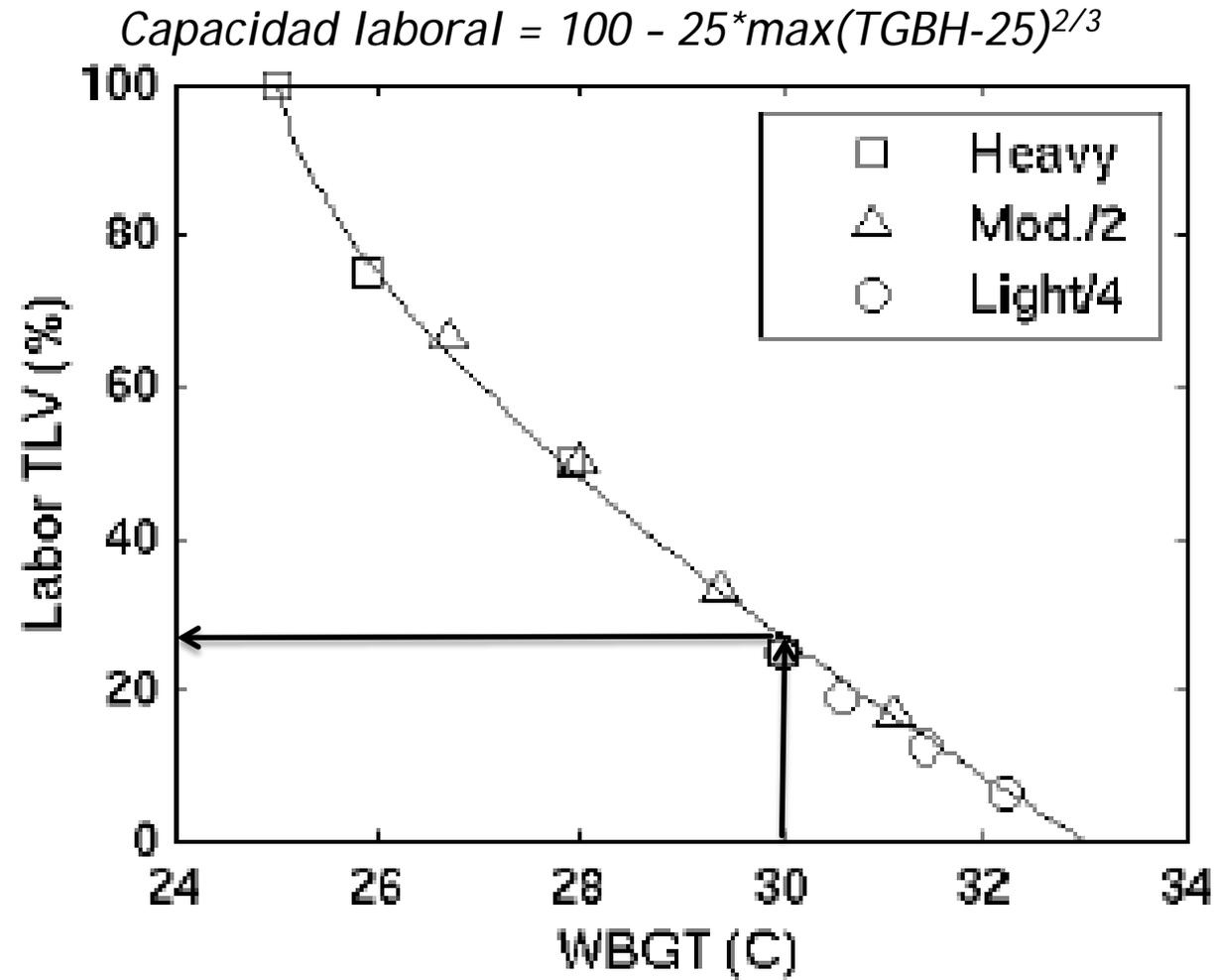
Historical  
RCP4.5  
RCP8.5

Year



Dunne, J. P., Stouffer, R. J., and John, J. G. Labor capacity reduction from heat stress under climate warming. Nat. Clim. Change (2013).

# Capacidad laboral como función de la TGBH

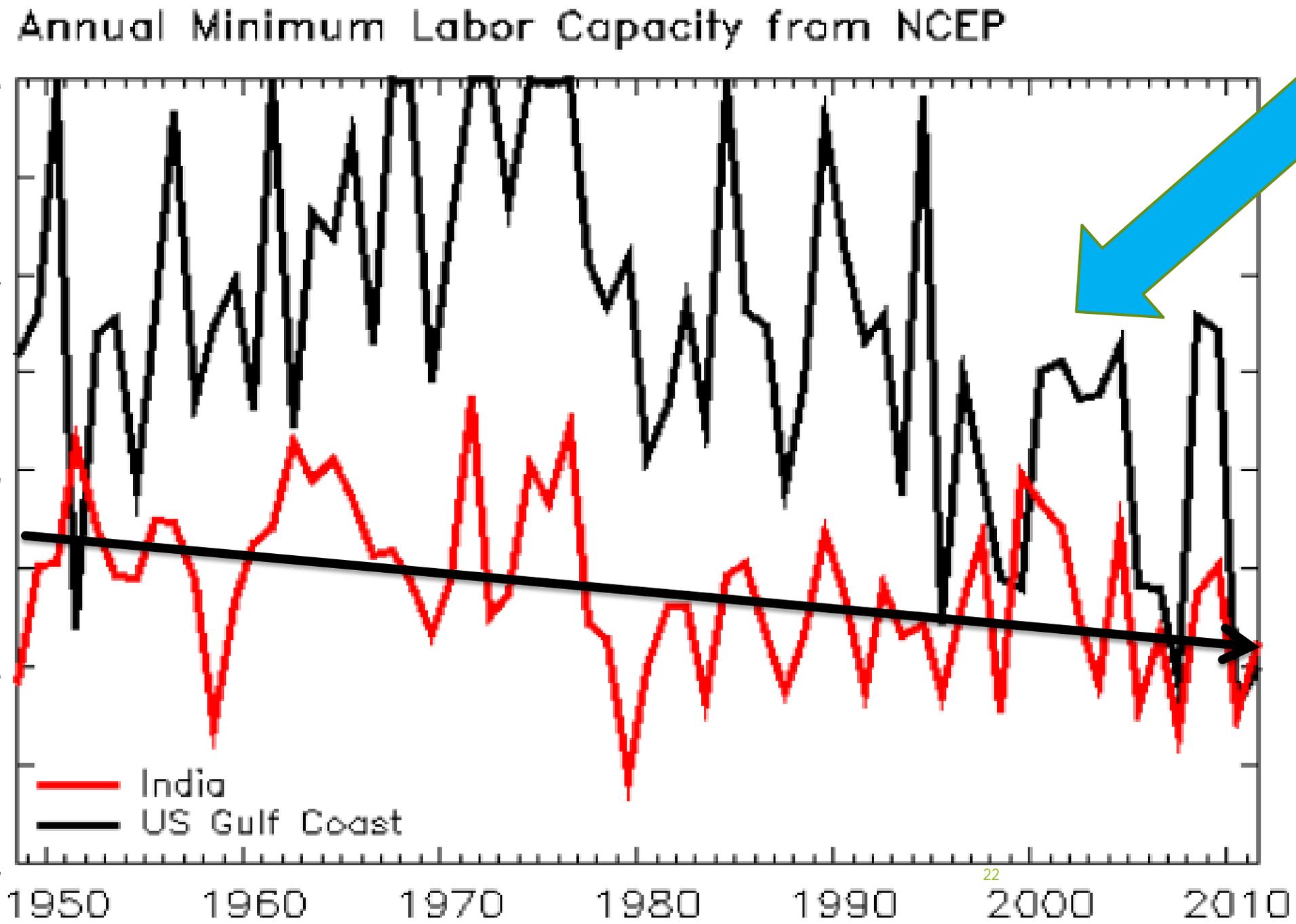


Dunne, J. P., Stouffer, R. J., and John, J. G. Labor capacity reduction from heat stress under climate warming. Nat. Clim. Change (2013).

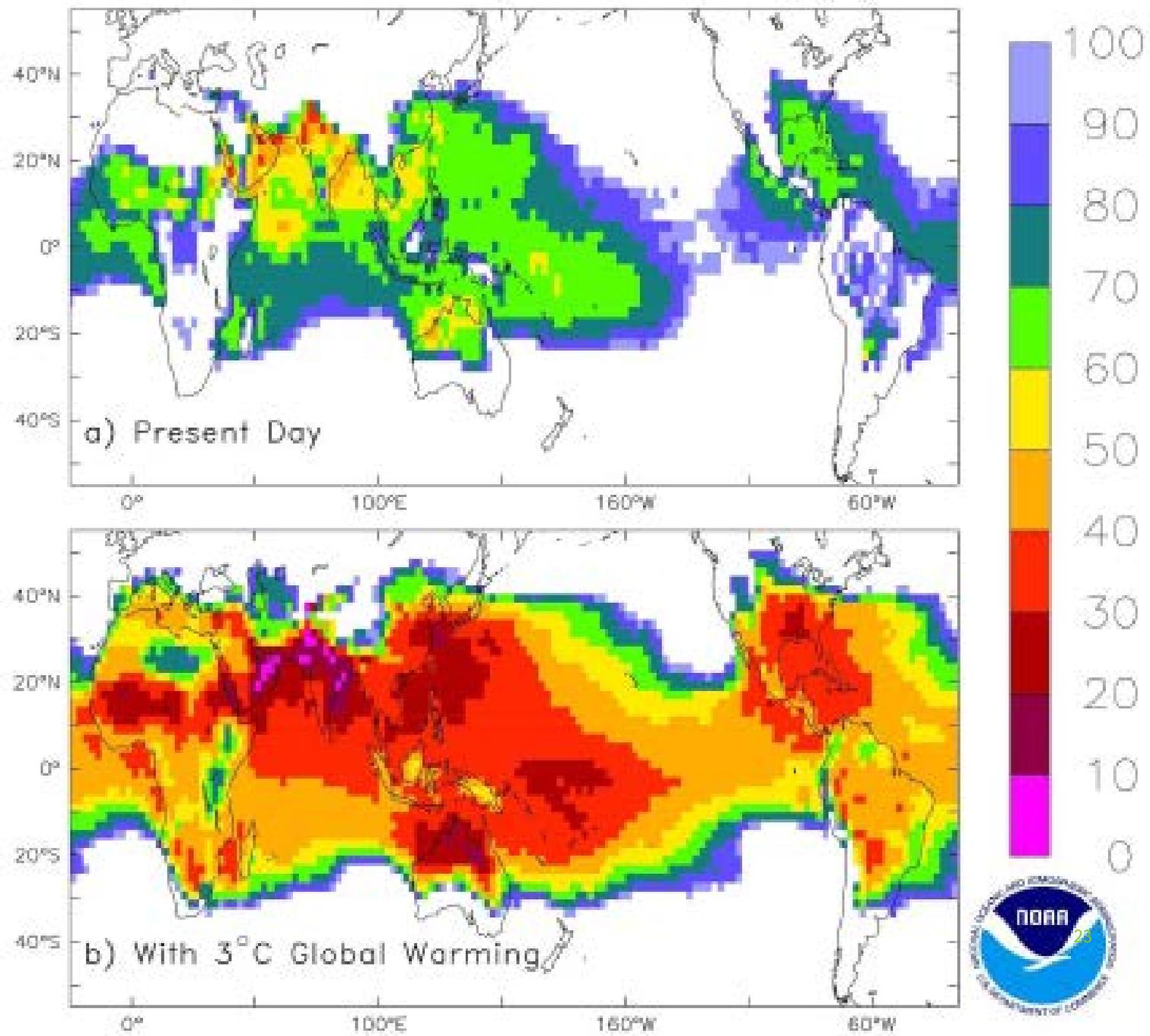
# Capacidad laboral como función de la TGBH

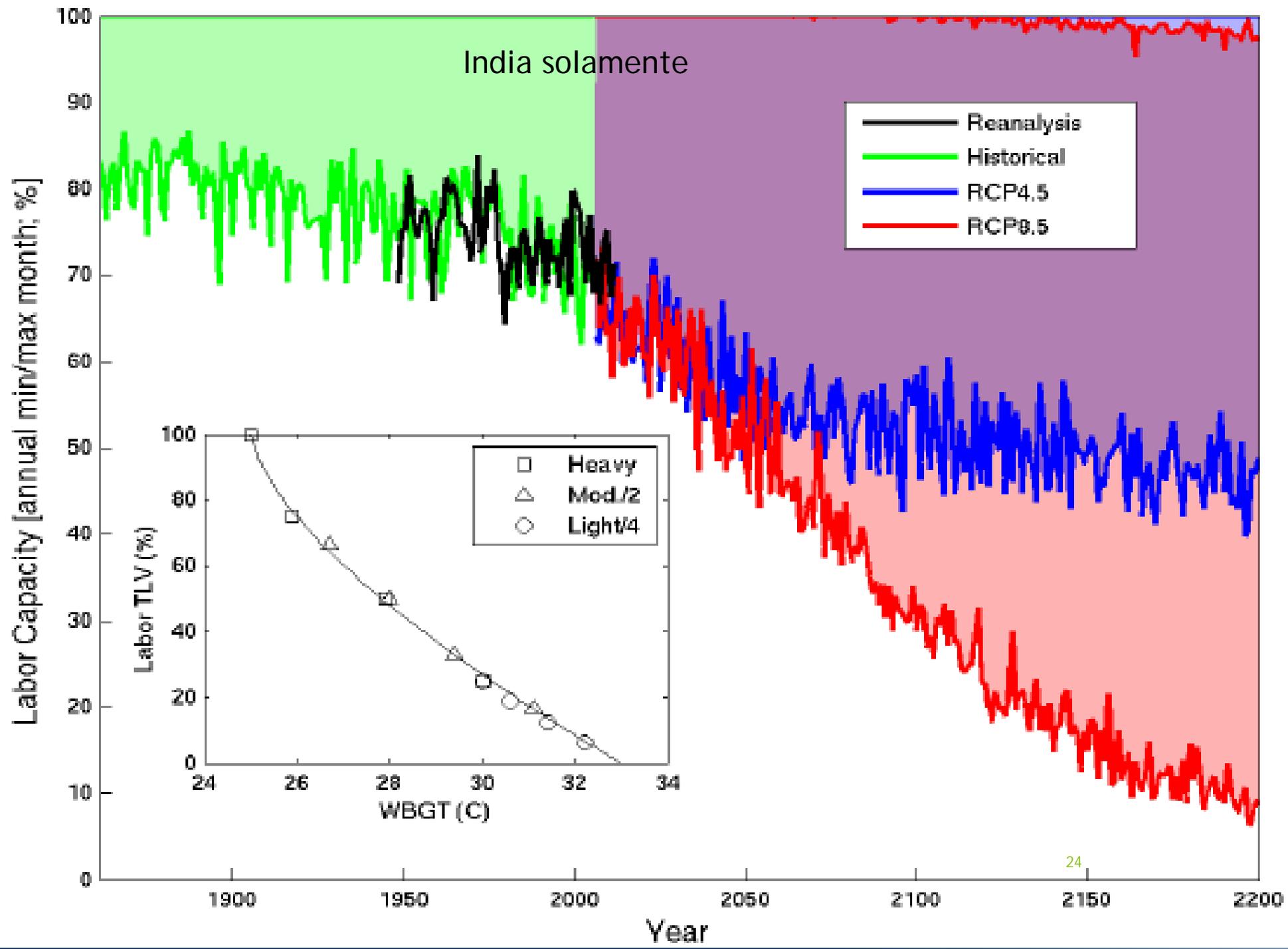
- ▶ 100% de capacidad laboral significa que no existe estrés por calor que limite la actividad.
- ▶ 0% de capacidad laboral significa la falta de habilidad para poder trabajar en forma segura debido al calor.
- ▶ Se asumen individuos sanos, aclimatados y con ropa adecuada.
- ▶ Toma en cuenta la heterogeneidad de la distribución de la población, pero trata la población como un solo ser humano y su respuesta al estrés por calor.

Minimum Labor Capacity (%)

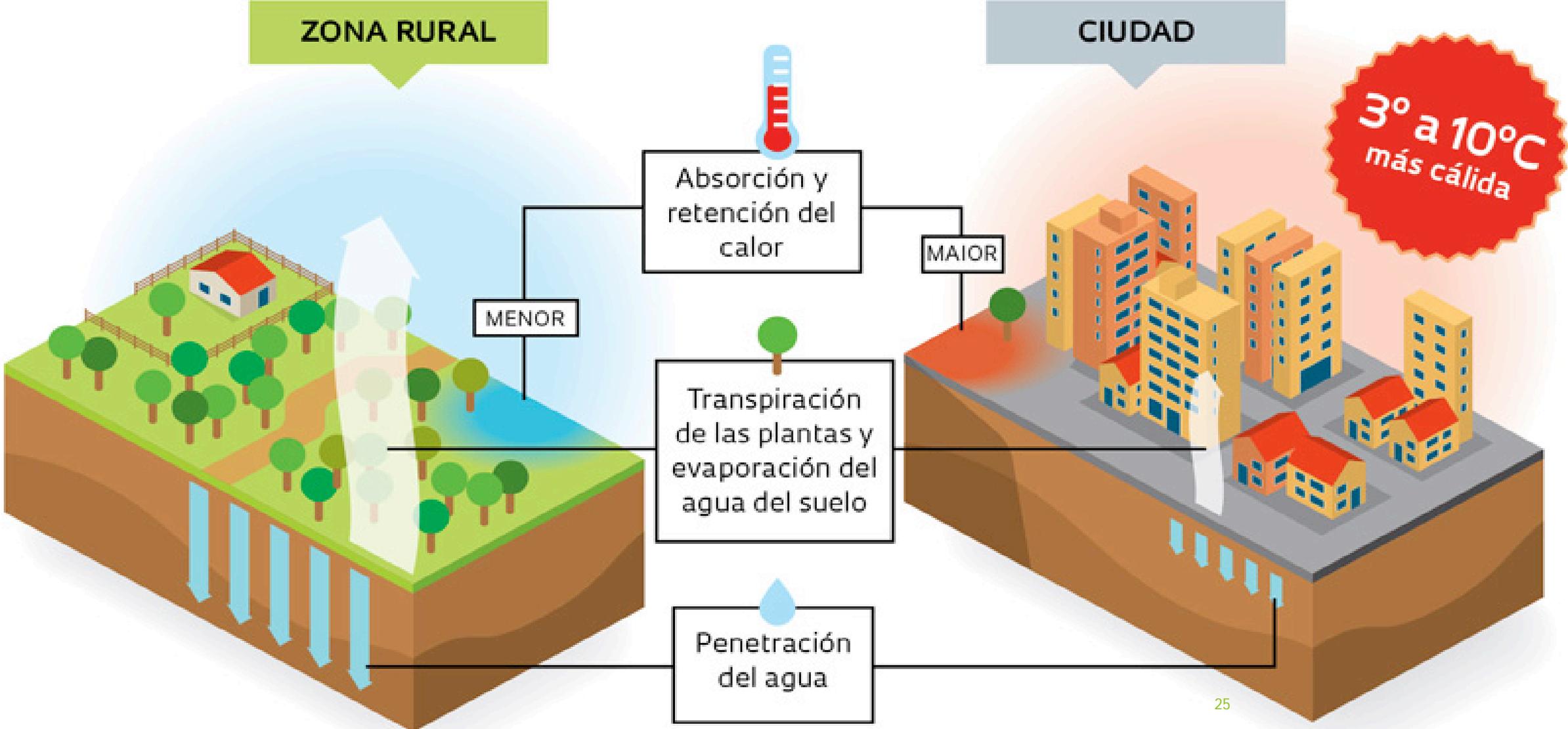


# Minimum Monthly Labor Capacity (%)





# Por qué ocurre el efecto isla urbana de calor



**AUMENTO DE LA  
TEMPERATURA CORPORAL**

**VASODILATACION  
PERIFERICA**

**DISMINUCION DE  
LA CIRCULACION  
CEREBRAL**

**SINCOPE**

**SUDORACION**

**DEFICIT DE SAL**

**CALAMBRES**

**FATIGA DE  
GLANDULAS  
SUDORIPARAS**

**FALLO DE LA  
TERMO-REGULACION**

**GOLPE DE  
CALOR**

**DEFICIT DE  
AGUA**

**DISMINUYE  
VOLUMEN  
SANGUINEO**

**SHOCK  
CIRCULATORIO**

## MECANISMOS DE ENFRIAMIENTO

### Radiación

Calor transferido al ambiente.

Pérdida de calor: **60%**



### Evaporación

A través del sudor.

Pérdida de calor: **20%**



### Convección

Enfriamiento por contacto con el aire.

Pérdida de calor: **15%**



## PRINCIPALES SÍNTOMAS

**Dolor de cabeza:** Deshidratación

**Sed:** Pérdida de peso corporal. Una pérdida de 5% puede causar lesiones graves

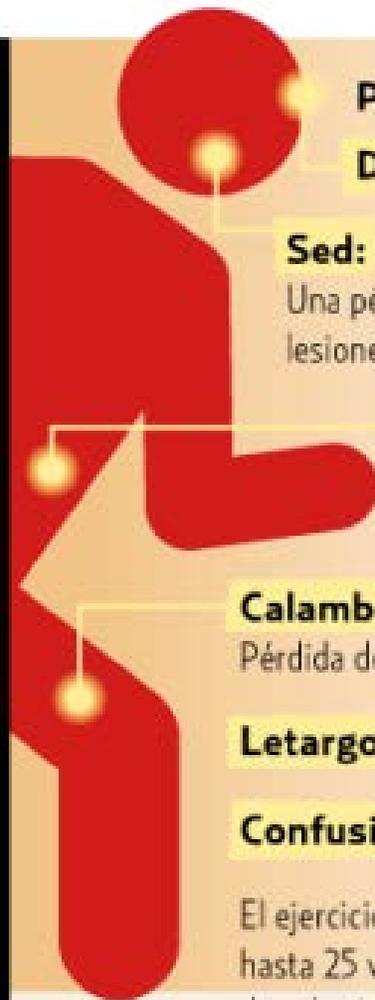
**Nausea:** Acumulación de toxinas e incremento del estrés metabólico en el hígado y los intestinos

**Calambres musculares:** Pérdida de sodio y potasio al sudar

**Letargo:** Reacciones lentas

**Confusión:** Capacidad de juicio afectada

El ejercicio incrementa el ritmo metabólico hasta 25 veces, lo que aumenta la generación de calor interno en 1°C cada cinco minutos



# ¿Cómo controlamos el estrés por calor?





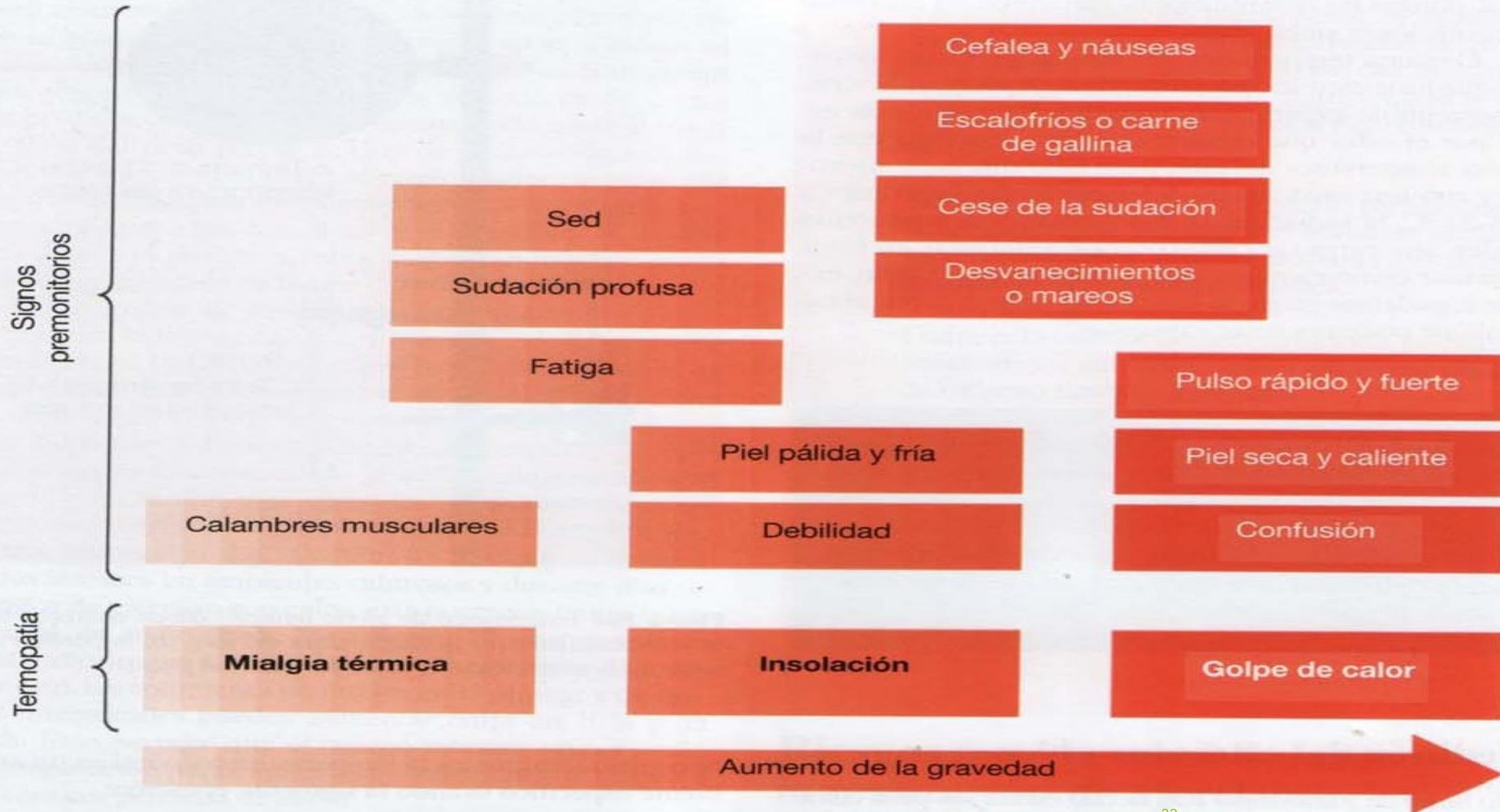
# Deshidratación

La deshidratación (pérdida excesiva de líquidos en el cuerpo) puede llevar a las siguientes consecuencias:

- ▶ Disminución en el volumen de sangre
- ▶ Inestabilidad cardiovascular
- ▶ Reducción en el desempeño cognitivo
- ▶ Reducción en la función muscular
- ▶ Estrés térmico elevado sobre algunos órganos
- ▶ Enfermedad renal
- ▶ Reducción en los beneficios de la adaptación al calor
- ▶ Alto riesgo de enfermedad por calor

# Pérdida de agua: deshidratación

- ▶ El 1% ; Empezamos a sentir sed, malestar, ya se siente una disminución en el rendimiento físico.
- ▶ El 2%; Perdemos el apetito, aumento de la temperatura corporal.
- ▶ El 3% ; Disminuye la excreción renal, síntomas que el organismo empieza a prepararse ante la falta de agua, boca seca, poca orina.
- ▶ El 4%; Nuestro rendimiento físico caerá entre un 20% y un 35% aproximadamente, síntomas de un gran agotamiento, empiezan los calambres.
- ▶ El 5%; Padeceremos de dificultad de concentración, impaciencia, dolores de cabeza e insomnio.
- ▶ El 6%; Ya se considera un problema grave, ya tenemos una mala termo regulación, produciendo un serio aumento del ritmo respiratorio, calambres, dificultad para respirar y hablar.
- ▶ Entre el 7% y el 10%; Se produce dolores de cabeza, gran dificultad para hacer esfuerzo físico, hormigueo en piernas y brazos, dificultad para hablar. Estando aquí digamos que es el punto crítico, donde ya hablamos de una urgencia médica, es el punto en el cual, si no nos recuperamos rápidamente vamos a tener graves secuelas.
- ▶ Entre el 11% y el 20%; Se produce un golpe de calor, la lengua se hincha, visión oscurecida, pérdida de conocimiento, espasmos y si duda se produce la muerte.



**Figura 10.9** Signos premonitorios de mialgia térmica, insolación y golpe de calor. ©PepsiCo 1995. Reproducido con autorización.

# Máxima tasa de sudoración (g/h) en función del gasto metabólico

Para personas aclimatadas y no aclimatadas (máxima humedad de la piel de 0,85 para no aclimatados y 1,0 para aclimatados):

- ▶  $SW_{max} = 2.62 M \pm 149 \text{ g/h}$  para sujetos no aclimatados
- ▶  $SW_{max} = 3.27 M \pm 186 \text{ g/h}$  para sujetos aclimatados

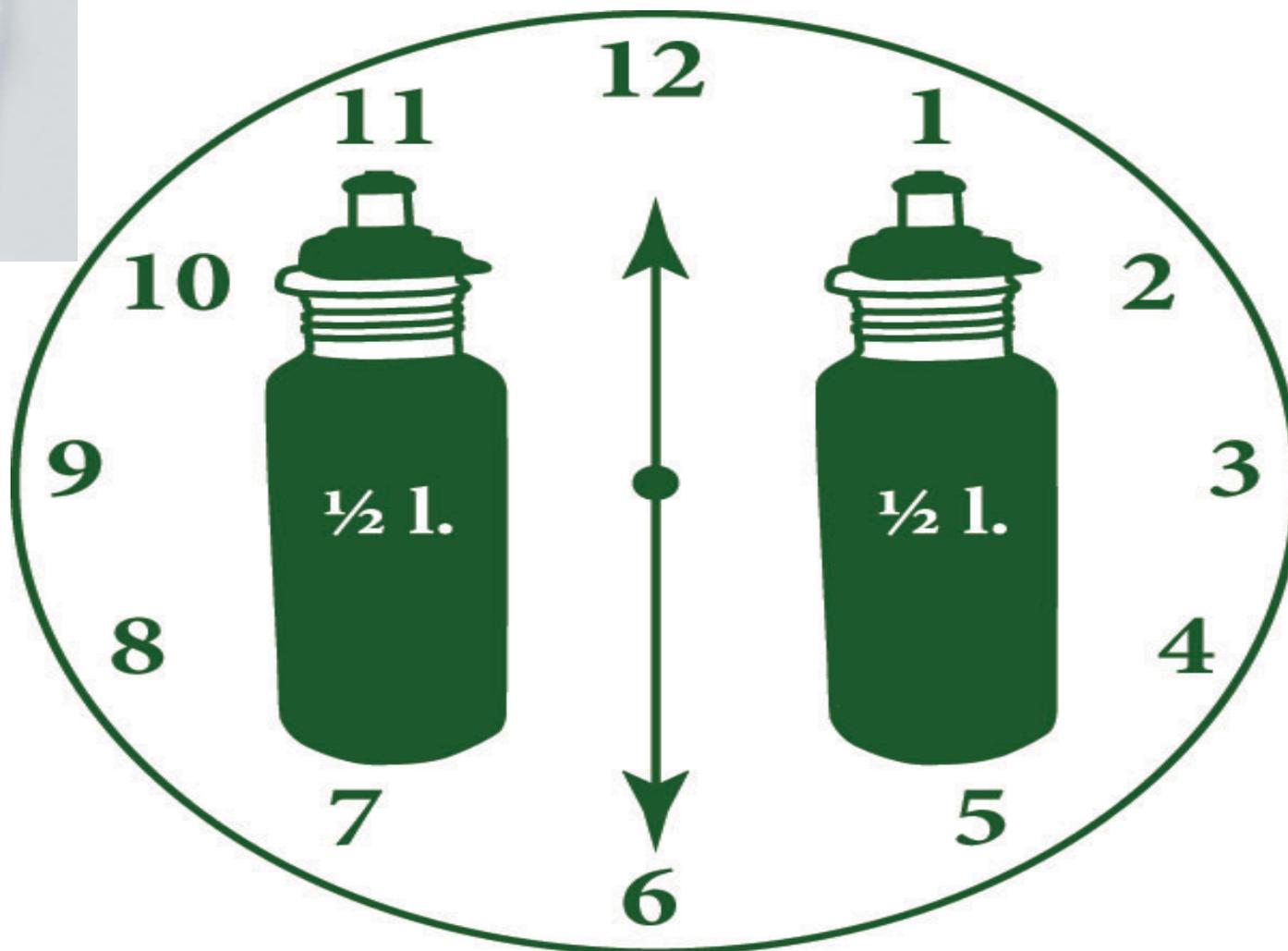
M en watts

# Reemplazo de líquidos y electrolitos

- ▶ Existe una tasa máxima de reemplazo de líquidos que pueden absorberse en el cuerpo de aproximadamente 1,5 L/hora limitada por la tasa de absorción y eliminación gástrica (*Wyndham, C.H.; Atkins., 1968*).
- ▶ Las bebidas con altas concentraciones de carbohidratos (azúcar) y electrolitos (sales) pueden ser absorbidos lentamente y se cree que impiden el reemplazo de líquidos (*Cabanac, 1996*).
- ▶ La pérdida normal de sodio día tras día no requiere suplementos adicionales de electrolitos, ya que la dieta normal provee suficiente cloruro de sodio.
- ▶ Sin embargo, donde haya sudoración alta (especialmente en trabajadores no aclimatados) la necesidad de reemplazar la pérdida de electrolitos diariamente a intervalos regulares es importante para evitar afectaciones fisiológicas.

# Deshidratación e hipo hidratación

- ▶ Un trabajador sometido a un consumo metabólico alto en un ambiente caluroso puede llegar a sudar en exceso de 1,5 litros/hora y en un turno de 12 horas llegar a perder más de 10 L de líquidos.
- ▶ Estudios han demostrado un déficit de 3,5 L al final de un turno de trabajo (*Brake & Bates, 1998*)
- ▶ Las funciones fisiológicas y físicas disminuyen con la deshidratación (*Havenith, 1999*) lo que lleva a una disminución en la productividad y seguridad en el trabajo.

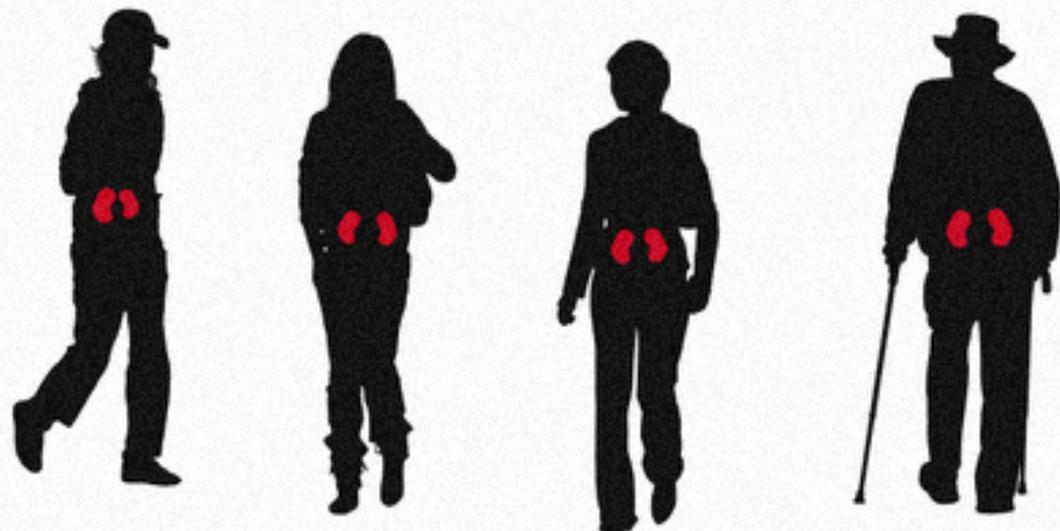


**$\frac{1}{2}$  liter every  $\frac{1}{2}$  hour**

# ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA

Pérdida progresiva e irreversible de la función renal. Se inicia con el deterioro progresivo del volúmen de filtrado glomerular por el reclutamiento de nefronas dañadas, al que se agregan los trastornos tubulares de homeostasis y finalmente la falla de las funciones hormonales del órgano.

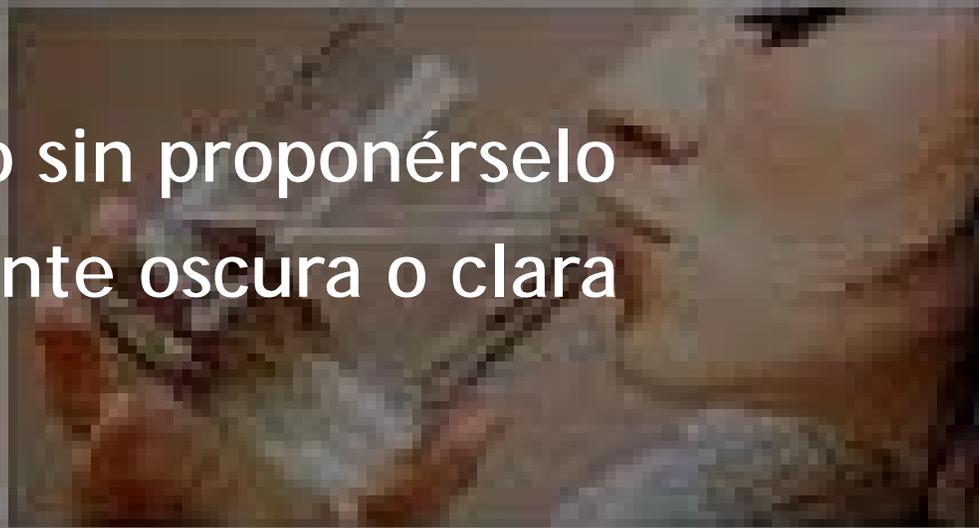
La (ERC) afecta a un porcentaje cada vez mayor de la población debido a que las principales causas de ERC residen en trastornos de alta prevalencia como la diabetes, hipertensión y enfermedad cardiovascular



La evolución natural de la ERC es la progresión hacia la enfermedad renal crónica terminal la consiguiente necesidad de tratamiento sustitutivo mediante diálisis o trasplante renal

# Síntomas

- ▶ Inapetencia
- ▶ Sensación de malestar general y fatiga
- ▶ Dolor de cabeza
- ▶ Picazón generalizada (prurito) y resequedad de la piel
- ▶ Náuseas
- ▶ Pérdida de peso sin proponérselo
- ▶ Piel anormalmente oscura o clara
- ▶ Dolor óseo



## Otros síntomas que se pueden presentar cuando la función renal ha empeorado, incluyen:

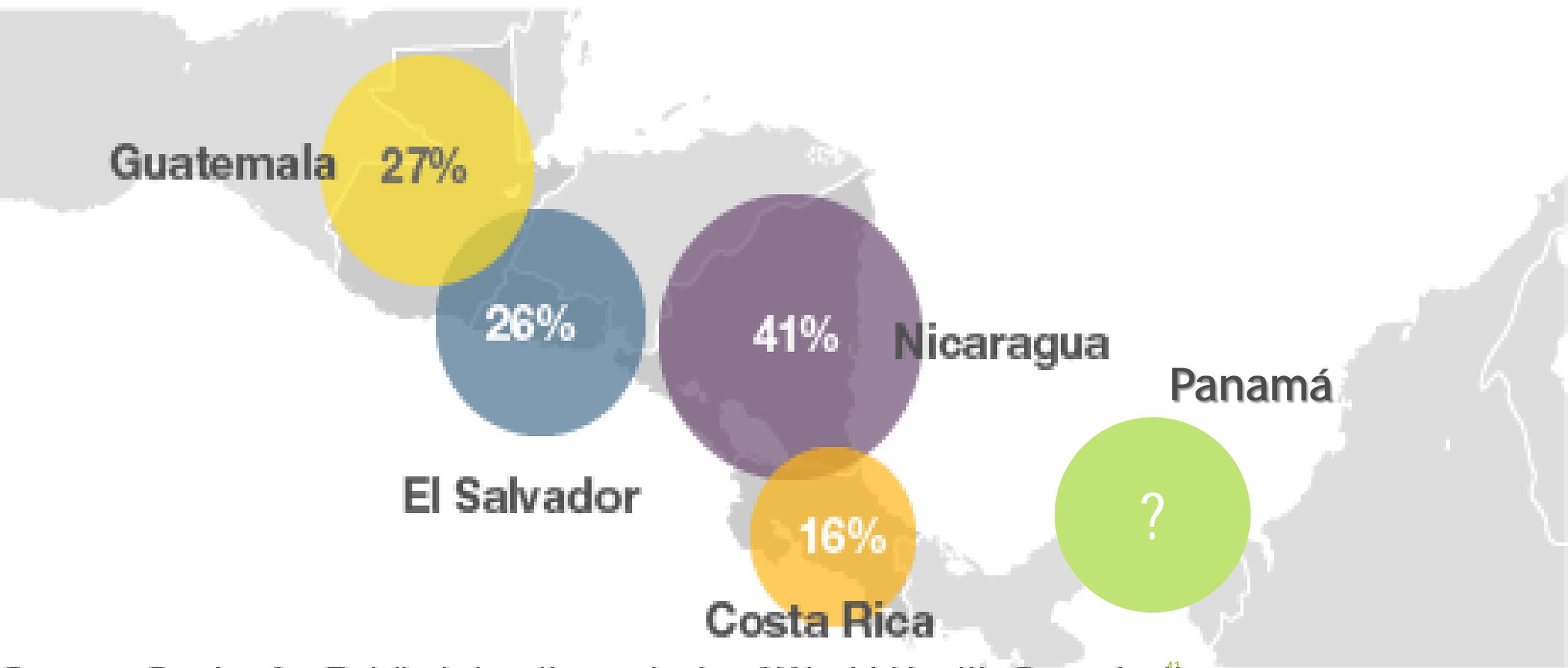
- ▶ Somnolencia y confusión
- ▶ Problemas para concentrarse o pensar
- ▶ Entumecimiento en las manos, los pies u otras áreas
- ▶ Calambres
- ▶ Mal aliento
- ▶ Susceptibilidad a hematomas o sangrado o sangre en las heces
- ▶ Sed excesiva
- ▶ Hipos frecuentes
- ▶ Bajo nivel de interés sexual e impotencia
- ▶ Cesación de los períodos menstruales (amenorrea)
- ▶ Problemas de sueño como
- ▶ Hinchazón de pies y manos (edema)
- ▶ Vómitos, típicamente en la mañana
- ▶ Muerte

# Finalmente...



# Male deaths from kidney disease

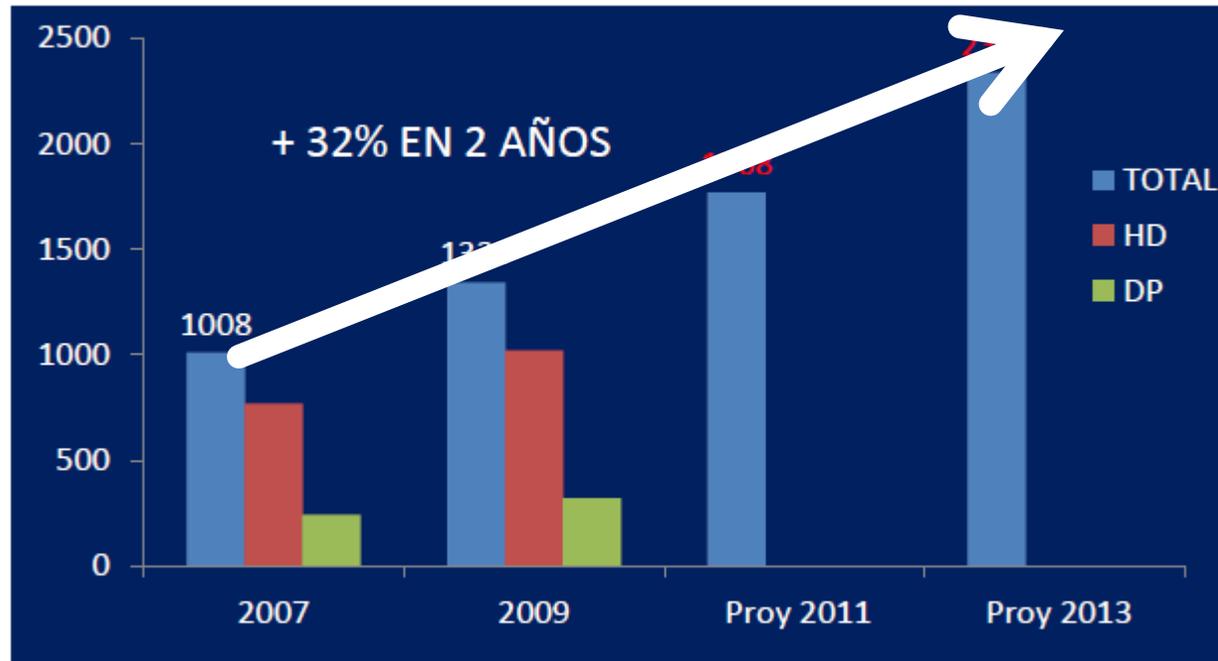
Percentage increase 2005 to 2009



Source: Center for Public Integrity analysis of World Health Organization and Pan American Health Organization

# ¿Qué pasa en Panamá?

## CRECIMIENTO NACIONAL DE PTES EN DIÁLISIS 2007 - 2013



Prevalencia total 2007 ~ 22.9 x 100,000 habitantes  
(en HD ~ 17.4 x 100,000 )



## Investigarán causas de la insuficiencia renal en Coclé

PENONOMÉ, Coclé Una investigación para determinar a qué se debe la incidencia de casos de insuficiencia renal crónica en la comunidad de Puerto El Gago, en Coclé, realizará el Ministerio de Salud, con el apoyo del Instituto Conmemorativo Gorgas.

"Se está elaborando un protocolo de investigación en el Gorgas y es probable que se abra un concurso para la realización del estudio en Puerto El Gago y el resto de la provincia", informó Francisco Navarro, director de la Región de Salud de Coclé.

El corregimiento de Coclé de Penonomé es uno de los que mayor índice de casos de la enfermedad presenta, más de 30 en los últimos cinco años. De esa cantidad, la mayoría proviene de pacientes de Puerto El Gago.

Navarro dijo que aún no tienen la fecha de inicio ni los costos de la investigación, pero dentro de dos o tres meses se abrirá el compás para todos los interesados en desarrollar el estudio. Aunque no se han determinado las causas específicas del mal, los moradores lo atribuyen al uso indiscriminado de agroquímicos en los sembradíos de arroz.

EDILSA GONZÁLEZ  
PENONOMÉ, Coclé

**EL DISTRITO DE PENONOMÉ ES EL DE MAYOR  
INCIDENCIA DE ESTE MAL EN EL PAÍS**  
**Salud, tras rastro de la insuficiencia renal**

Hoy, Coclé tiene 355 enfermos renales en la provincia, 150 de ellos se atienden en la sala de hemodiálisis del hospital Rafael Estévez, de Aguadulce, y el 80% de ellos proviene de Penonomé.



La investigación, que se inició el 26 de septiembre pasado, es la primera en realizarse a nivel nacional para medir la patología renal en el campo y se aplicará en las localidades de puerto El Gago, Las Guabas y una comunidad más en el norte de Penonomé, así como en Juan Díaz, distrito de Antón.

Panamá, domingo 10 de octubre de 2010

## TASAS DE PACIENTES POR DISTRITOS (población proyectada 2007)

DISTRITO	# HD	POBLACIÓN	TASA X 100,000 HAB
AGUADULCE	17	45,764	37.1
ANTÓN	25	51,008	49.0
LA PINTADA	2	25,503	7.8
NATÁ	8	19,787	40.4
OLÁ	6	5,931	101.1
PENONOMÉ	34	81,823	41.5
TOTAL	92	229,816	40.5

Tasa Panamá ~ 5 x 100.000 Hab. (CSS, 2012)

# What's the Difference?

CKD	CKDu
Common Chronic Kidney Disease	Chronic Kidney Disease of Unknown Aetiology

## Who Gets It?



Older people,  
both males and females



Working age males

## Part of Kidneys Affected



**Glomerulus**  
(consistent with high blood sugar, high pressure)

**Tubules and interstitial tissue**  
(consistent with dehydration, toxic poisoning)

## Risk Factors



Diabetes, hypertension, obesity

Strenuous labor, residence in endemic region, farm worker

## Proteins in Urine



High

Low

## Where in the World



Worldwide, highest in rich countries

Central America, Sri Lanka, India

Health : Mystery in the Fields

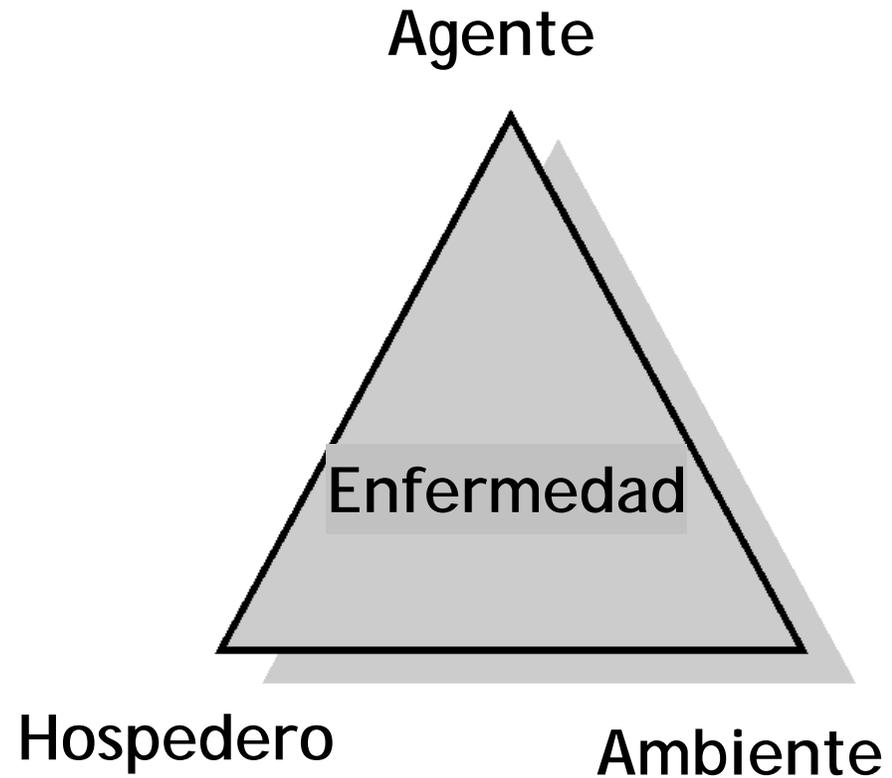
# CDC launches industry-financed studies of deadly kidney disease in Central America

By [Sasha Chavkin](#) 6:00 am, February 12, 2014 Updated: 11:24 am, February 12, 2014



<http://www.publicintegrity.org/2014/02/12/14236/cdc-launches-industry-financed-studies-deadly-kidney-disease-central-a...>

# ¿Podría ser un problema de salud ambiental?



# Condiciones medioambientales



# Trabajo arduo



# Trabajo arduo

A photograph showing two workers in a field of tall grass. The worker in the foreground is bent over, using a machete to cut the grass. The worker in the background is also bent over, working in the field. The scene is set in a rural, agricultural environment with a clear sky and some trees in the distance.

# Altas temperaturas



# Exposición a agroquímicos



# Incremento en la temperatura TGBH en 1-2°C: análisis del estrés térmico

**Indices**

Índice de valoración medio de Fanger (IVM) (ISO 7730)

Índice de sudoración requerida (SWreq) (ISO 7933)

Índice de sobrecarga calórica (ISC)

Índice del viento frío (WCI) (ISO 11079)

Índice de temperatura de globo y de bulbo húmedo (WBGT) (ISO 7243)

Índice del aislamiento requerido (IREQ) (ISO 11079)

**Parámetros:**

Metabolismo (M)  W/m<sup>2</sup>

Aislamiento de la ropa (clo)  clo

Temperatura seca del aire (ta)  °C

**Radiación**

Temperatura de globo (tg)  °C

Temperatura Radiante Media (TRM)  °C

**Carga solar**

Al aire libre

Interior

**Postura**

De pie

Sentado

Agachado

Temperatura de bulbo húmedo natural (THN)  °C

**Humedad**

Humedad relativa (%)

Temperatura de bulbo húmedo (tbh, en °C)

Presión parcial del vapor de agua (pa, en kPa)

Velocidad del aire (va)  m/s





# INDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO Y DE BULBO HUMEDO (WBGT)

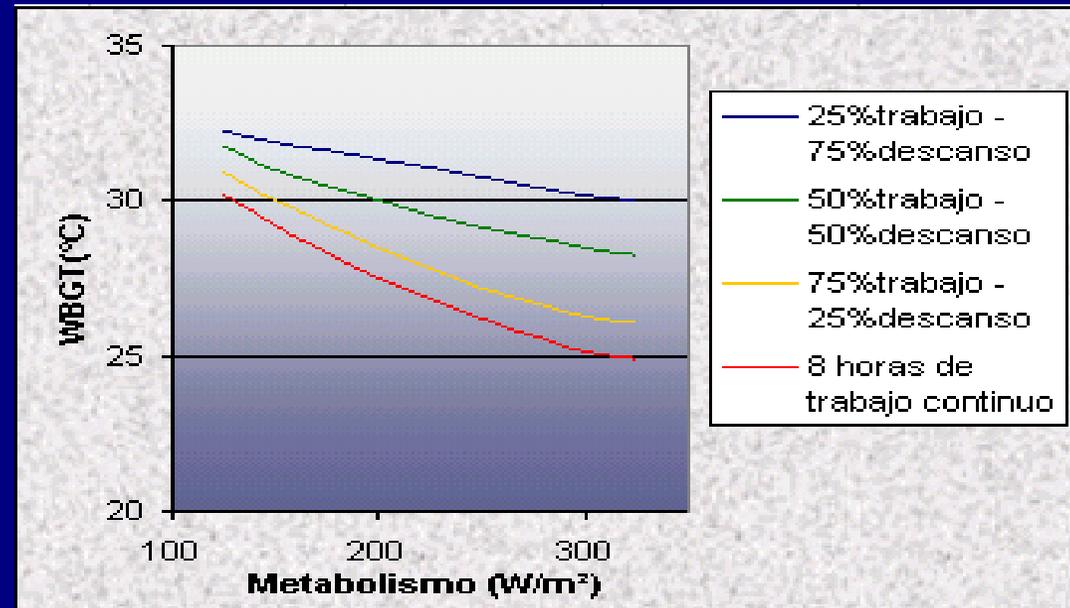
Indice de temperatura de globo y bulbo húmedo:

WBGT = 30.00°C

Metabolismo:

M = 200.00 W/m<sup>2</sup>

Valores de referencia máximos



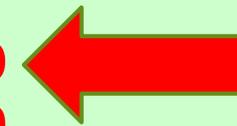
Régimen de trabajo y descanso	Límite máximo (TGBH en °C)				Nivel de acción (TGBH en °C)			
	Tipo de trabajo				Tipo de trabajo			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
75% a 100% de trabajo	31.0	28.0	-	-	28.0	25.0	-	-
50% a 75% de trabajo	31.0	29.0	27.5	-	28.5	26.0	24.0	-
25% a 50% de trabajo	32.0	30.0	29.0	28.0	29.5	27.0	25.5	24.5
0% a 25% de trabajo	32.5	31.5	30.5	30.0	30.0	29.0	28.0	27.5

## INPUTS

WB temperature, °C	27,0	
Relative Humidity, %		
Air temperature (DB), °C	36,0	
Globe temp (0 if using MRT), °C	36,0	
Barometric pressure, kPa	101,0	
Relative wind speed, m/s	0,2	
Mean radiant temp, °C		Std values
Clothing insulation, clo	0,55	0,35
Vapour permeation, d'less	0,45	0,45
Posture factor, d'less	0,73	0,73
Max sweat rate, kg/hr	1,0	1,2
Max $T_{core}$ , °C	38,2	38,2

## OUTPUTS

$TWL_{phy}$ , W/m <sup>2</sup>	122	1
$TWL_{eng}$ , W/m <sup>2</sup>	122	2
Actual sweat rate, kg/hr	0,99	3
$T_{skin}$ , °C	36,0	4
$T_{core}$ , °C	37,9	5
$T_{\Sigma}$ , °C	37,7	6
Sweat efficiency, %	17% <sup>57</sup>	7
Wet bulb temperature, °C	27,0	
Relative humidity, %	50,0%	



# Pérdida de líquidos en una jornada de 6 hrs









# Condiciones meteorológicas



# Nivel de hidratación



**ALTAMENTE DESHIDRATADO**  
Tomá inmediatamente una botella de agua!!

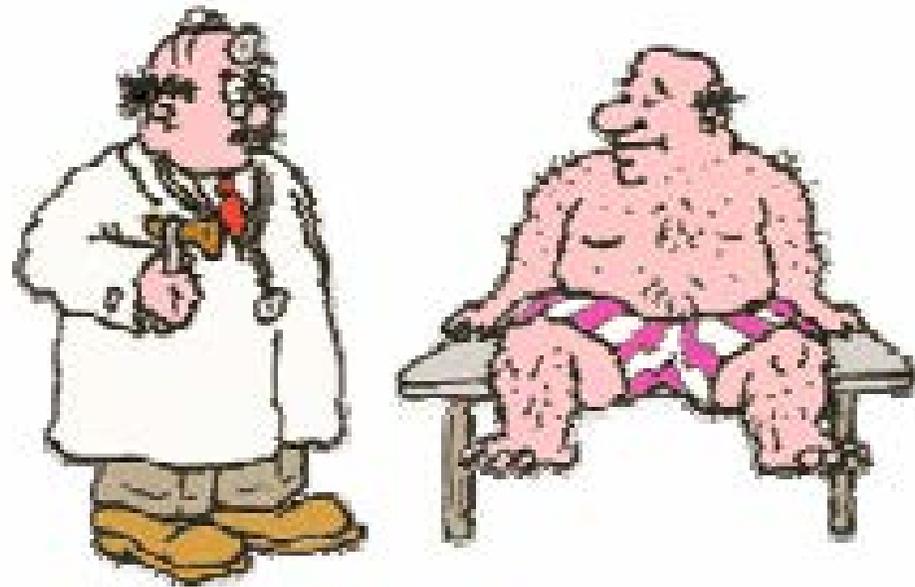
**AÚN ESTÁS MUY DESHIDRATADO**  
Tomá una botella de agua, te sentirás mucho mejor

**MODERADAMENTE DESHIDRATADO**  
Perdés agua a lo largo del día, es necesario que tomes más agua!

**CASI LO LOGRASTE**  
Tomá más agua para eliminar los desechos producidos en tu entrenamiento. Mantenete hidratado y saludable!

**BUEN TRABAJO!**  
**AHORA NO TE VUELVAS A DESHIDRATAR**  
Tomá 8-12 vasos grandes de agua durante el día para lograr mantener este color!

# Estado de salud del trabajador

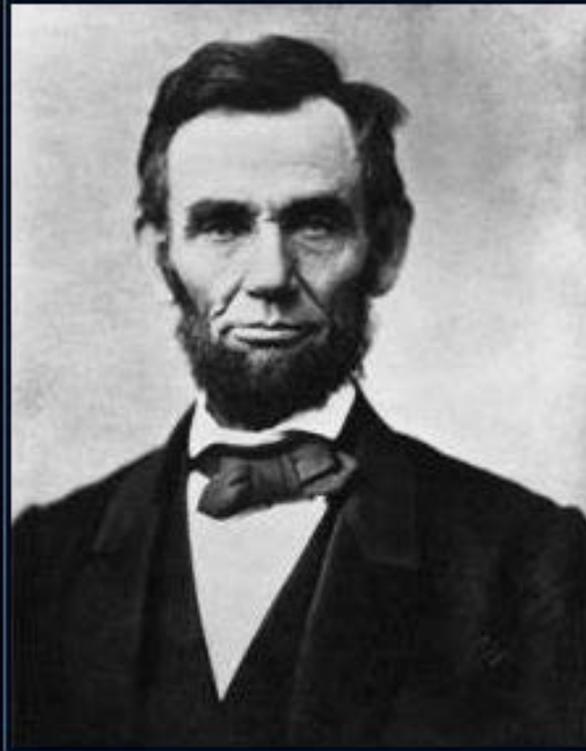


# Consumo de alcohol



# Alimentación





“No creas todo  
lo que lees en  
Internet sólo  
porque hay una  
foto con una  
cita al lado”

- Abraham Lincoln -

¿Preguntas?  
ya lo está bien claro

[jose.espino@itsconsultores.net](mailto:jose.espino@itsconsultores.net)



Número de Estación

144-002

Nombre de Estación

TOCUMEN  
(E.T.E.S.A.)

Elevación (msnm)

18

Latitud

9° 03' 56"

Longitud

79° 23' 31"

Años de Registro

44

Fecha Inicial

1/01/1970

Fecha Final

Humedad Relativa Min.  
Humedad Relativa Max.

Humedad Relativa Prom.

Promedio Anual: 75.7 %



Número de Estación

144-002

Nombre de Estación

TOCUMEN  
(E.T.E.S.A.)

Elevación (msnm)

18

Latitud

9° 03' 56"

Longitud

79° 23' 31"

Años de Registro

44

Fecha Inicial

1/01/1970

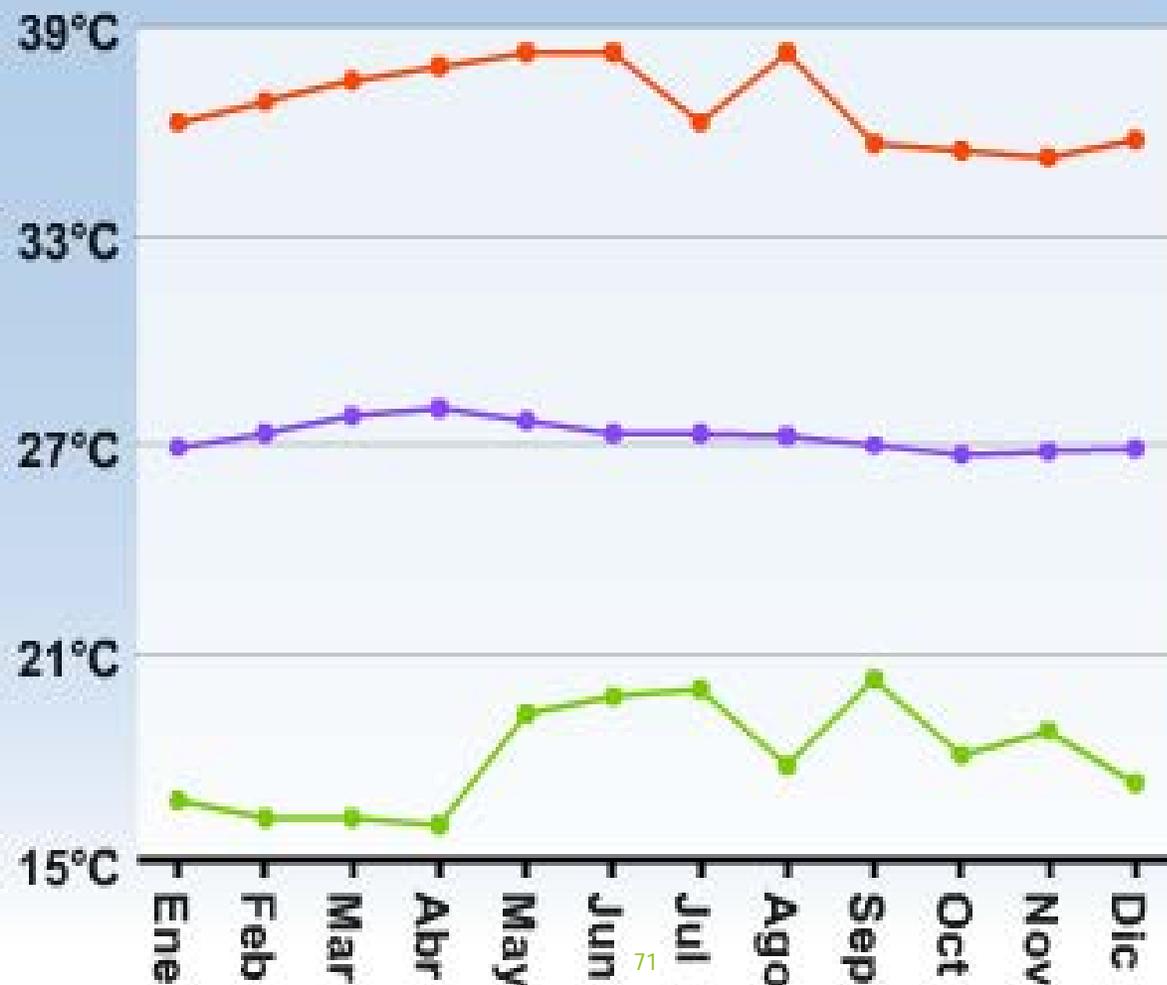
Fecha Final

T Min.

T Prom.

T Max.

Promedio Anual: 27 °C



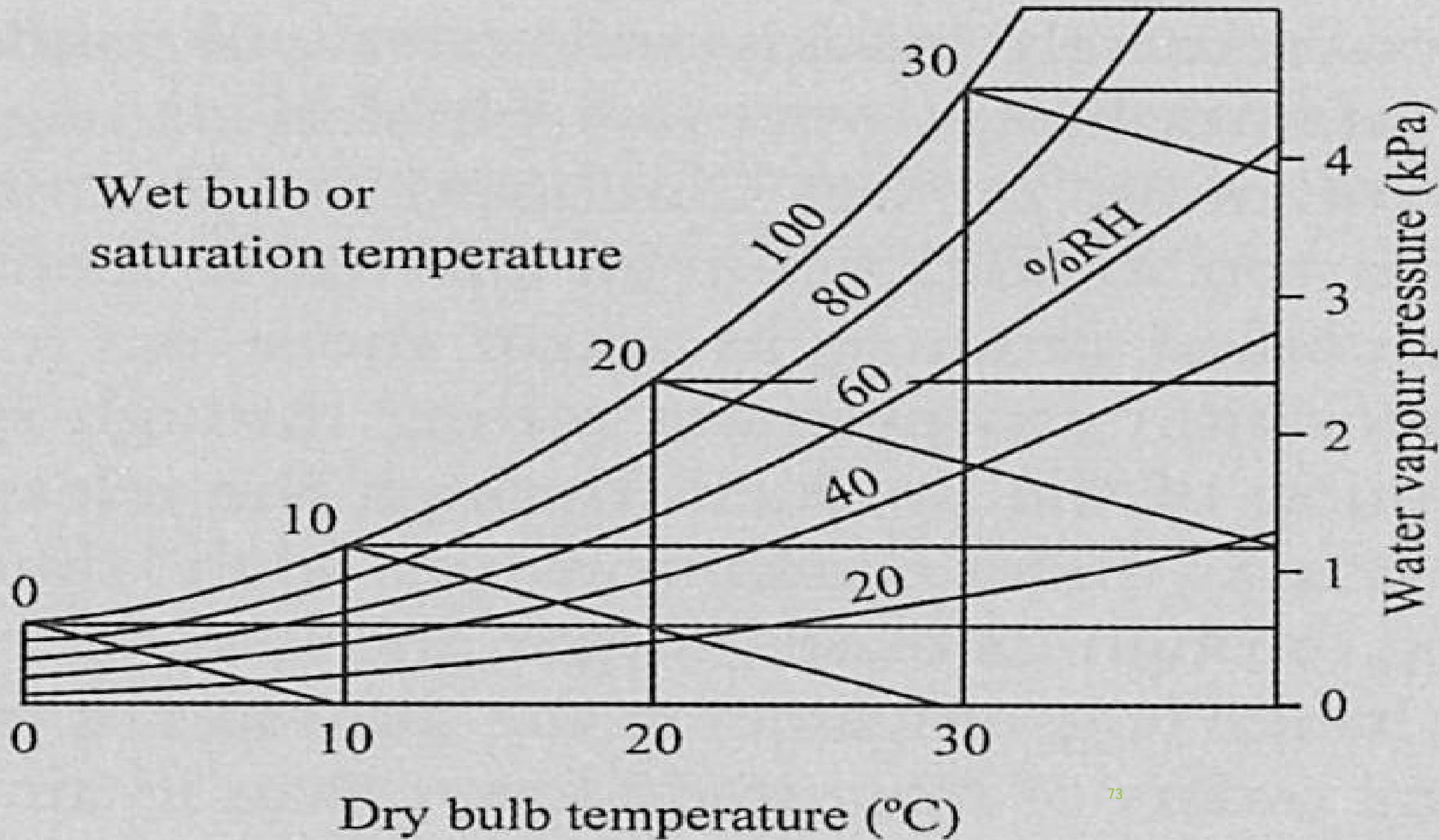
# Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) from Temperature and Relative Humidity

Temperature (°C)

Relative Humidity (%)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
0	15	16	16	17	18	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	27	27	28	28	29	29	30	31	31	32	32
5	16	16	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	27	28	29	29	30	31	31	32	33	33	34	35
10	16	17	17	18	19	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31	32	32	33	34	35	36	36	37
15	17	17	18	19	19	20	21	21	22	23	23	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	39	
20	17	18	18	19	20	21	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	31	32	32	33	34	35	36	37	38	39			
25	18	18	19	20	20	21	22	23	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39					
30	18	19	20	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34	35	36	37	39							
35	18	19	20	21	22	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39								
40	19	20	21	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39									
45	19	20	21	22	23	24	25	26	27	27	28	29	30	32	33	34	35	36	37	38											
50	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	39												
55	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34	35	36	37	38													
60	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	35	36	37	38														
65	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	36	37	38															
70	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	38	39	WBGT > 40														
75	22	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	35	36	37	39																
80	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33	34	36	37	38																	
85	23	24	25	26	28	29	30	31	32	34	35	37	38	39																	
90	24	25	26	27	28	29	31	32	33	35	36	37	39																		
95	24	25	26	27	29	30	31	33	34	35	37	38																			
100	24	26	27	28	29	31	32	33	35	36	38	39																			

Note: This table is compiled from an approximate formula which only depends on temperature and humidity. The formula is valid for full sunshine and a light winds



# Máxima tasa de sudoración (g/h) en función del gasto metabólico

- ▶ Para personas aclimatadas y no aclimatadas (máxima humedad de la piel de 0,85 para no aclimatados y 1,0 para aclimatados).
- ▶  $SW_{max} = 2.62 M \pm 149$  g/h para sujetos no aclimatados
- ▶  $SW_{max} = 3.27 M \pm 186$  g/h para sujetos aclimatados
- ▶ Una pérdida máxima de agua del 7,5% de la masa corporal para una persona promedio y 5% para proteger al 95% de la población.
- ▶ Una máxima temperatura rectal de 38 °C, el límite que asegura que la probabilidad de que un trabajador alcance la temperatura rectal de 39.2 °C y 42 °C.



# Deshidratación e hipo hidratación

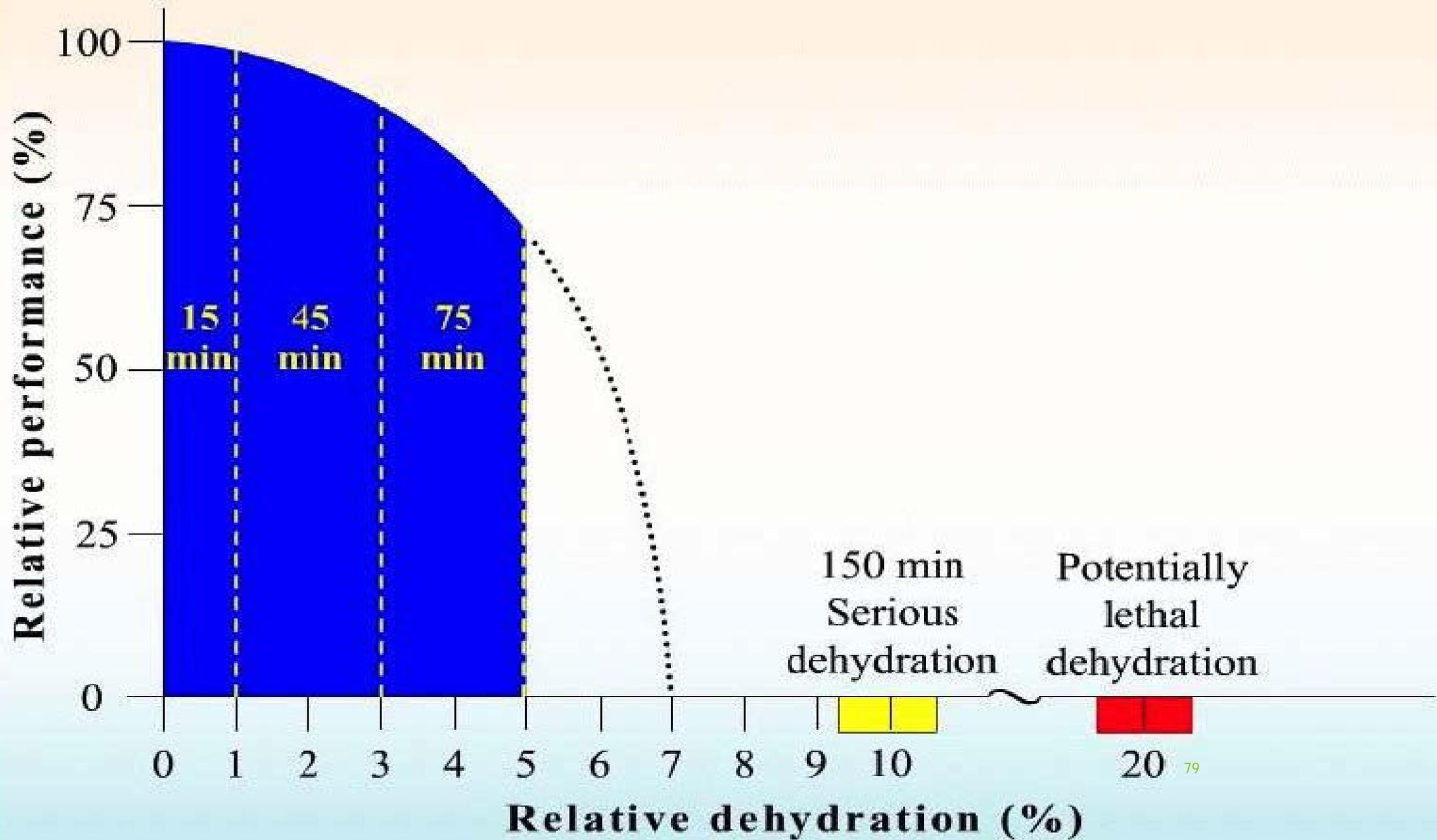
- ▶ La sudoración prolongada nos conducirá eventualmente a una hipo hidratación u otra condición más seria de la deshidratación.
- ▶ Los signos y síntomas de la deshidratación incluyen: sed, resequedad en la boca, debilidad, mareos (sobre todo al pararse), oscurecimiento de la orina, etc.
- ▶ Una deshidratación severa puede causar cambios en la bioquímica del cuerpo, fallas renales y llevarnos a condiciones peligrosas a la vida.

# Límites críticos de la deshidratación (Taylor 2005)

- ▶ 3% - el desempeño cognitivo y físico empieza a deteriorarse (ocurre aproximadamente en 45 minutos durante el trabajo intenso sin reemplazo de líquidos).
- ▶ 5% - degradación severa del desempeño cognitivo y físico (ocurre en 75 minutos durante el trabajo intenso sin reemplazo de líquidos).
- ▶ 10 - 15% - deshidratación severa y peligrosa aproximándose al colapso circulatorio (ocurre en 150 minutos durante el trabajo intenso sin reemplazo de líquidos).
- ▶ 20% - Deshidratación potencialmente letal asociada con una pérdida incontrolada de líquidos (p.e. diarrea).

# Otras consideraciones

- ▶ Many workers who labour in thermally stressful occupations give up wearing their protective equipment because of their discomfort, which can promote the absorption of chemicals (Gordon CJ (2005))
- ▶ Aumento en el gasto metabólico que aumenta la demanda cardiaca y respiratoria
- ▶ Mayor probabilidad de deshidratación y sus consecuencias
- ▶ Mayor incidencia de ERC
- ▶ The amounts of xenobiotics absorbed through the lungs and the skin during work in a hot environment can be increased significantly due to higher pulmonary ventilation and cutaneous blood flow<sup>8, 11</sup>). Therefore, the overall impact of heat exposure translates, in most cases, into an increased concentration of xenobiotics in the biological fluids. Since the “internal dose” of contaminant is increased, more health Leon LR (2008)
- ▶ Necesidad de mayor concienciación en el tema



# Aclimatación

- ▶ La aclimatación es un proceso donde el cuerpo se adapta o se acostumbra a la exposición al calor. Depende del nivel de actividad del trabajador en el calor además de la duración de la exposición.
- ▶ Generalmente, 14 días es tiempo suficiente para aclimatar a un trabajador, pero en 4-5 días el proceso de a aclimatación ha llegado a un nivel aceptable.



# Aclimatación

Algunos beneficios de la aclimatación incluyen:

- ▶ Reducción en la pérdida de sodio en la sudoración de hasta un 50% (*Howes, 1997*);
- ▶ Incremento en la rapidez del inicio de la sudoración (*Brake & Bates, 2000*);
- ▶ Un incremento en la tasa de sudoración y una mayor eficiencia en el enfriamiento del cuerpo;
- ▶ Una reducción en la acumulación de ácido láctico en la sangre y músculos;
- ▶ Una reducción en el ritmo cardiaco.

	<i>AGOTAMIENTO POR CALOR</i>	<i>GOLPE DE CALOR</i>
<b>CAUSAS</b>	Principalmente deshidratación	Repentina falla en el sistema de termorregulación
<b>SINTOMAS</b>	Mareos, dolor de cabeza, nauseas, vértigos, escalofríos	Desorientación, pérdida de la conciencia
<b>TEMPERATURA CORPORAL SUDORACION</b>	Profusa	Ausente pero la piel puede mantenerse mojada por sudoración anterior
<b>TRATAMIENTO</b>	Ir a un lugar con sombra y fresco y tomar líquidos	Inmediato enfriamiento con cualquier medio disponible. Tratamiento medico inmediato

