

### CONFERENCIA Jueves, 25 noviembre 2010

### Clima y salud: impactos del cambio climático

Dr. J. M. Raso Nadal. Dr. en Geografía por la Universidad de Barcelona.





## VII CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CLIMATOLOGÍA

## CLIMA Y SALUD: IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

MADRID, 24 DE NOVIEMBRE DE 2010

8/12/10

J. M. Raso Nadal

### IMPACTOS DEL CLIMA EN LA SALUD

- I.- Incidencia del clima en la salud humana: concepciones tradicionales y presentes
- II.- Variabilidad y cambio climático: efectos de les temperaturas extremas
- III.- Radiación ultravioleta, ozono estratosférico y salud
- · IV.- Clima y contaminación atmosférica
- V.- Clima y enfermedades de transmisión por vectores
- VI.- Impactos en la salud de los previsibles cambios climáticos
- VII.- Alerta ante episodios extremos

## I.- INCIDENCIA DEL CLIMA EN LA SALUD HUMANA: CONCEPCIONES TRADICIONALES Y PRESENTES

#### CLIMA Y SALUD EN TIEMPOS PASADOS

- · Concepción hipocrática
  - · Hipócrates (hace 2400 años): *Aires Aiguas y Lugares* 
    - Diferencias climáticas estacionales y regionales
    - Interés estudio vientos, calor y frío
- Paracelso (s. XVI): continuador pensamiento hipocrático
- Thomas Syndeham (s. XVII): Estrecha relación entre clima y enfermedades epidémicas
- Miasmas (misteriosas efluvios de origen orgánico o emanaciones del suelo, agua o aire a las que se achacaba origen enfermedades)
- · Concepciones ambientalistas

- · Finales siglo XVIII: pensamiento higienista
  - Las enfermedades dependen de:
    - · Tiempo
    - · Clima
    - · Factores medio ambiente
    - Condiciones salubridad ciudades industriales y condiciones vida habitantes
- · Las topografías médicas
  - Referencia al pasado
  - Condiciones físicas y biológicas
  - Especial atención al clima

## Abandono de las doctrinas tradicionales

- Siglo XIX: Los primeros descubrimientos microbiológicos
- Siglo XX: Los primeros quimioterápicos y antibióticos
- · Fin de las topografías médicas
- · La transición epidemiológica
- El frustrado control de las enfermedades infecciosas
- · Las epidemias emergentes
- · Cambio climático y nueva atención al clima

## Efectos negativos del cambio climático en la salud (según IPCC, 2007)

- a) El incremento de la mortalidad y morbilidad provocadas por la olas de calor, inundaciones incendios y sequías.
- b) La intensificación de determinadas enfermedades transmitidas por vectores y la expansión de las áreas en donde actualmente son endémicas.
- c) Incremento de afecciones cardiacas y respiratorias provocadas por altas tasas de ozono troposférico otros contaminantes atmosféricos y alergógenos.
- d) Incremento cánceres y otras afecciones por excesos de radiación ultravioleta debido a debilitamiento del ozono estratosférico
- e) Incremento enfermedades y retraso en el crecimiento y desarrollo infantil por falta de agua y malnutrición:

### Contraste efectos positivos/negativos

- Disminución del número potencial de afectados por olas de frío
- Incremento de las cosechas en latitudes altas
- El contraste variable entre efectos positivos y negativos
  - Intensidad del calentamiento
  - Educación población
  - Nivel sanitario
  - Disponibilidades económicas
- · Según Costello et al. (2009)
  - Incrementos < 2°C respecto medias termométricas preindustriales reportaría tanto ganadores como perdedores
  - Incremento >2° C ... más perdedores
- Los países pobres, los menos responsables del cambio climático, padecerán las peores consecuencias

# II.- Variabilidad y cambio climático: efectos de les temperaturas extremas

## IMPACTO DE LAS TEMPERATURAS EXTREMAS

- Adaptación fisiológica limitada frente a variabilidad atmosférica
- Temperaturas extremas pueden provocar:
  - Trastornos fisiológicos
  - Daños orgánicos
  - Enfermedad
  - Muerte

#### SENSIBILIDAD FRENTE AL CALOR

- Mecanismos termorreguladores frente a calor:
  - Vasodilatación
  - Sudoración
  - Respiración
- · Pueden ser:
  - Suficientes en personas sanas adultas
  - Insuficientes en:
    - · Enfermos
    - Viejos
    - Niños
    - Grupos sociales con menores disponibilidades

### CALOR Y MORTALIDAD

- En climas templados:
  - Aumento mortalidad el 10-15 % de los días más cálidos de verano
  - Umbral termométrico para cada lugar
    - · St. Louis, 36°
    - · Detroit, 32°
    - · (Barcelona ≈ 32°)
- Diferencia zonal impacto de olas de calor:
  - Máximo en ciudades zona templada
  - Menor en poblaciones tropicales

## LA DIFICIL CUANTIFICACIÓN DE LA RELACIÓN CALOR/MORTALIDAD

- Evaluación de mortalidad debida al calor, como exceso de la esperada en ausencia de calor
- El aumento de mortalidad debido a distintos mecanismos:
  - Pacientes respiratorios
  - Pacientes cardiovasculares
  - Accidentes
  - Asma

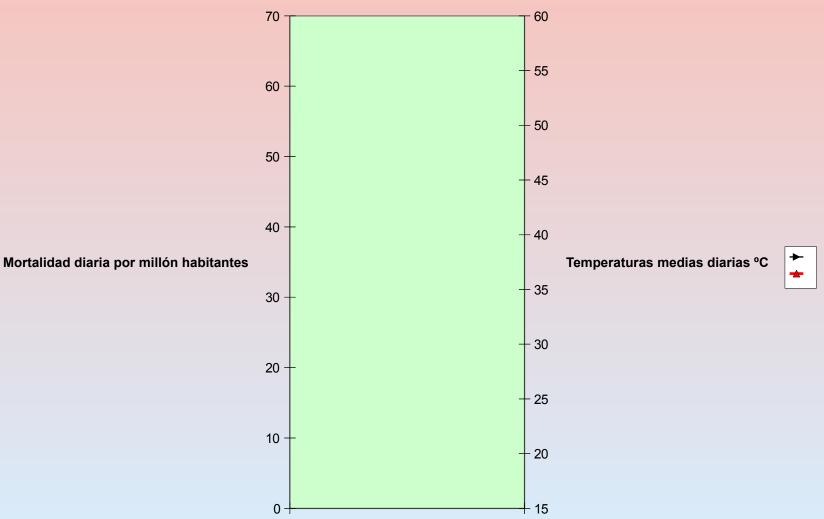
- Por tanto difícil precisar en qué medida los muertos atribuidos a olas de calor en USA:
  - 1700 en 1980
  - 556 en 1983
  - 454 en 1988
  - 465 en 1995 (sólo en Chicago)
- "únicamente" fueron víctimas de una más o menos breve anticipación de un fallecimiento próximo a producirse

## Estimación de mortalidad atribuida al calor en Europa en verano de 2003

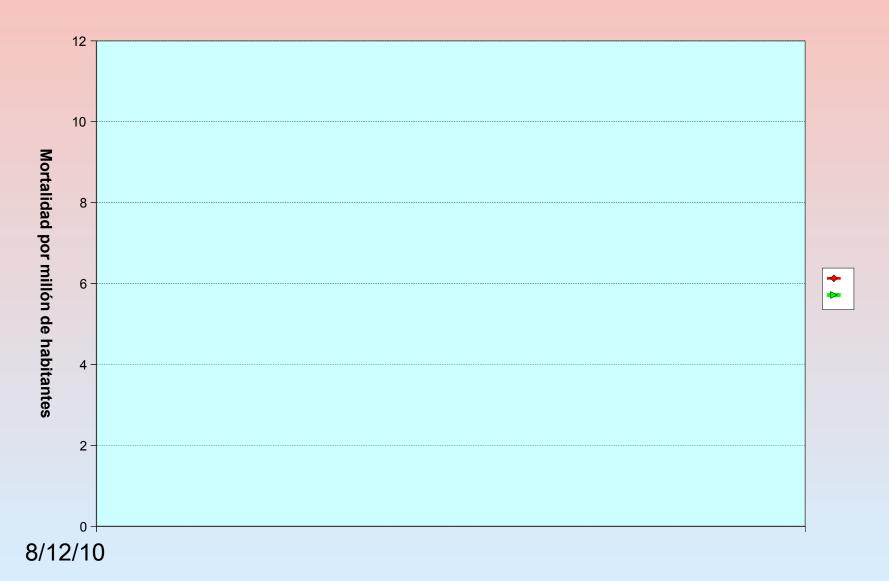
-Kovats et al. (2004): Eurosurveillance, vol 4, nº 12-

País	Exceso mortalidad	<b>Período</b>
Inglaterra y Gales	2045 (16 %)	4 a 13 de agosto
Francia	14802 (60 %)	1 a 20 de agosto
Italia	3114 (15 %)	1 de junio a 20 de agosto
Portugal	2099 (26 %)	1 a 31 de agosto

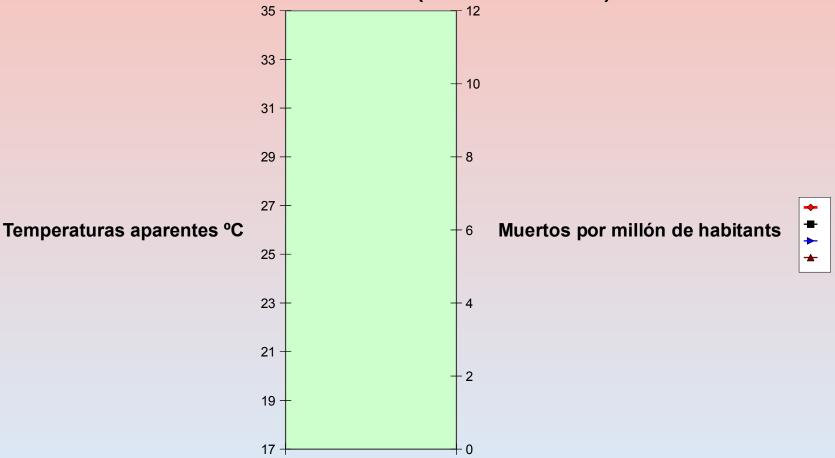
Temperaturas medias diarias y mortalidad diaria por millón de habitantes en Barcelona durante los meses de verano del año 2003



## Mortalidad por millón de habitantes: media meses de verano (1990-2006) y verano del año 2003



## Temperatura media y mortalidad por millón de habitantes durante los meses de verano en Barcelona (1990-2006)



### FRÍO Y MORTALIDAD

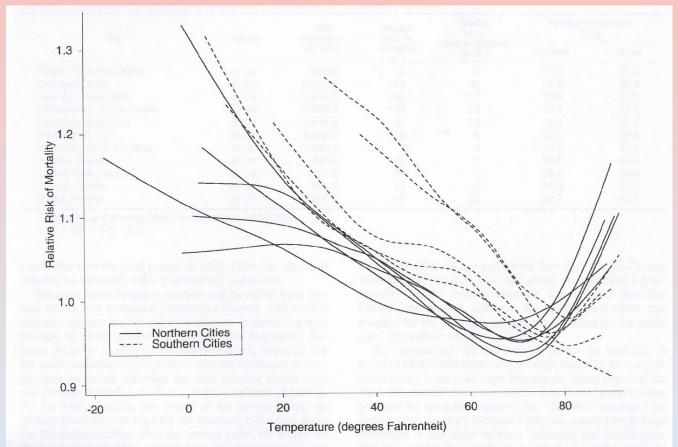
### · En climas templados:

- 15-25 % más muertos en invierno que en verano
- Parece que incremento mortalidad por olas de frío es inferior al causado por olas de calor
- Menos evidente existencia umbral frío
- Difícil evaluar la mortalidad achacable a temperaturas extremas bajas, debido a la intensificación estacional de las infecciones respiratorios

### EFECTOS DEL FRÍO

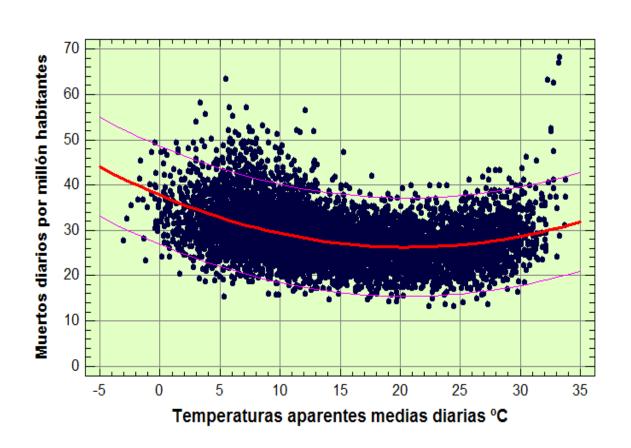
- Aumento afecciones cardíacas por incremento coagulación sangre y vasoconstricción
- · Intensificación enfermedades respiratorias:
  - Permanencia en lugares poco ventilados facilita el contagio
  - Estas enfermedades potencian las cardiovasculares
  - Gripe no correlación con temperatura media
- · Incremento accidentes
- No obstante, en climas extremos:
  - Las tempestades causan más muertos que frío
  - En USA, ataques cardíacos por sobrees fuerzo más muertos que ocasionados por frío

Temperatura y riesgo relativo de mortalidad según: CURRIERO, F. C. *et al.* (2002): "Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern United States". *American Journal of Epidemiology* **155**(1), pp.80-87.

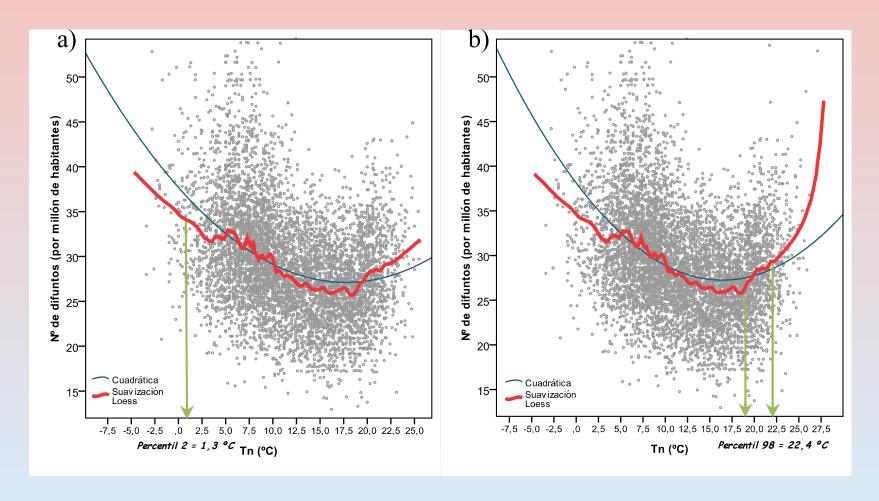


**FIGURE 1.** Temperature-mortality relative risk functions for 11 US cities, 1973–1994. Northern cities: Boston, Massachusetts; Chicago, Illinois; New York, New York; Philadelphia, Pennsylvania; Baltimore, Maryland; and Washington, DC. Southern cities: Charlotte, North Carolina; Atlanta, Georgia; Jacksonville, Florida; Tampa, Florida; and Miami, Florida.  $^{\circ}C = 5/9 \times (^{\circ}F - 32)$ .

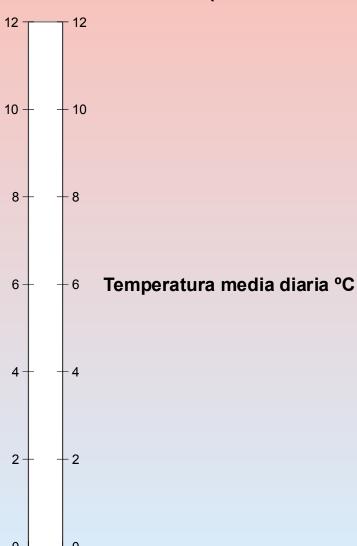
## Relación temperaturas aparentes medias y mortalidad diaria en Barcelona (1990-2006)



Relación temperatura máxima diaria del Observatorio Fabra y el número diario de difuntos (por millón de habitantes) en la ciudad de Barcelona para el período 1990-2006, sin tener en cuenta el año 2003 (izquierda) e incluyendo este año en el análisis (derecha)



### Estacionalidad de la mortalidad: Ritmo anual de la temperatura y la mortalidad en Barcelona (1990-2006)



Mortalidad media diaria por millón habitantes

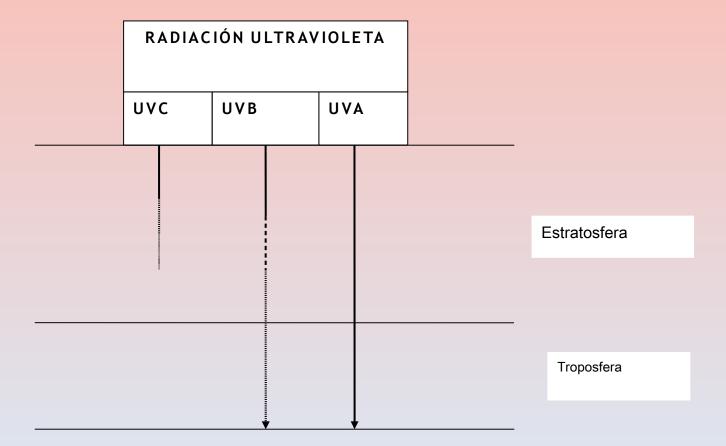
# III.- RADIACIÓN ULTRAVIOLETA, OZONO ESTRATOS FÉRICO Y SALUD

## OZONO ESTRATOS FÉRICO Y RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

- Estratosfera contiene aproximadamente 90 %
   O3, sobre todo a 15-25 Km, donde alcanza 10 ppmv
- · Radiación que llega a Tierra:
  - 40 % banda visible
  - 55 % banda infrarroja
  - 5 % banda ultravioleta (UV):
    - · Fracción A: longitud onda 315-400 nm (UV-A)
    - · Fracción B: longitud onda 280-315 nm (UV-B)
    - · Fracción C: longitud onda 100-280 nm (UV-C)

### ABSORCIÓN DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

- · Ozono estratosférico absorbe:
  - Casi toda rad. ultra alta energía y corta long.
     (UV -C)
  - Aproximadamente 75 % UV-B
  - Pequeña parte UV-A
- Además, troposfera (nubes, polvo, partículas) absorbe parte R-UV, variable según ángulo de incidencia, tiempo invertido en atravesar la atmósfera, ...



#### DEBILITAMIENTO OZONOSFERA

- A partir años setenta, se constata debilitamiento ozonósfera. Hasta principios años noventa:
- · Pérdidas O3 respecto años sesenta:
  - 12-13 % latitudes medias Hem. N. invierno y primavera
  - 6-7 % latitudes medias Hem. N. en verano y otoño
  - 11 % latitudes medias Hem. S.

 Niveles O3 persistirán y, previsiblemente, decaerán hasta niveles similares a 1990 a mediados siglo XXI.

 Actual tendencia a estabilización en ambos hemisferios

- Aumento exponencial O3 nivel suelo
  - Impactos salud humana
  - Efecto invernadero

### R-UV Y SALUD

- Exposición moderada a R-UV beneficiosa:
  - Síntesis vitamina D
  - Metabolismo calcio
- · Exposición prolongada daña seres vivos.
  - UV-B daño ADN
    - · Génesis cánceres de piel
  - UV-A afecta moléculas fotosensibles ... ADN y cristalino
    - · Cáncer
    - · Lesiones oculares

### R-UV Y CÁNCER DE PIEL

- · Gran número de trabajos relacionan radiación solar con cánceres de piel:
  - Melanomas
  - No melanomas
    - · Carcinoma basal (basal cell carcinoma -BCC-)
    - · Carcinoma escamoso (squamous cell carc. -SCC-)
- · Identificadas mutaciones de genes asociados cáncer (gen p53 y el MTS-1, gen asociado melanoma)

### MELANOMAS MALIGNOS

- Producidos junto a las células productoras de pigmento (melanocitos)
- Relación con R-UV no simple: algunos surgen en sectores menos irradiados (tronco)
- · Factores hormonales e inmunológicos

### UV-C Y DAÑOS OCULARES

- Capa epitelial ojo absorbe rad. < 280 nm,</li>
   (UV-C), la cual ocasiona:
  - Exposición breve:
    - · Fotoqueratitis (ceguera nieve)
  - Exposición crónica
    - · Pterygium
    - · Diversas queratopatias
- Fármacos inadecuados en terapia fotoquímica pueden provocar:
  - reacciones fotosensibles
  - exacerbar daños oculares

### UV-B / UV-C Y CATARATAS

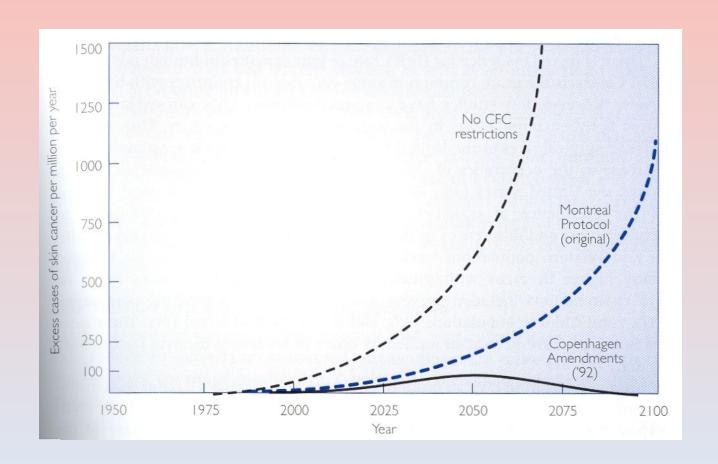
- Humor acuoso y humor vítreo no absorben banda visible pero sí R-UV
  - UV-A se cree causa cataratas nucleares y mácula degenerativa
    - Cataratas no relacionadas con pigmentación
    - Cataratas causan >50 % 25-35 millones ciegos
  - UV-B afecta principalmente capa cortical y subcápsula posterior

#### R-UV/ESPECIES TERRESTRES

- R-UV puede alterar equilibrio entre especies y reducir producción alimentos
- · Efectos en especies agrícolas y vegetación:
  - Alteración fotosíntesis
  - Alteración genética
  - Floración, polinización, competencia entre especies, descomposición, ciclo nutrientes
  - Plantas más afectadas: judías, guisantes,
     coles, ..., también maíz centeno, girasol, soja,
     ...
  - Incertidumbre: trigo arroz, ..(efecto beneficioso CO2)
  - Efectos indirectos por oxidación contaminantes urbanos

#### R-UV/ESPECIES ACUÁTICAS

- Fitoplancton base alimentación acuática © 20
   % proteína animal consumida en el Mundo
- · Algunas especies fitoplancton sensibles R-UV
- Reducción 10 % fitoplancton reducción en 5 Gt el CO2 depositado fondo mar
- · R-UV daña huevos y larvas anfibios y peces:
  - Disminución predadores
  - Incremento insectos



## IV.- CLIMA Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

### RELACIONES ENTRE CLIMA Y CONTAMINACIÓN

- Las condiciones atmosféricas condicionan la calidad del aire.
- Impacto sobre los contaminantes
  - Formación
  - Dispersión, difusión y eliminación
  - Agresividad sobre organismo humano
  - Efectos sinérgicos con topografía
- Los contaminantes pueden exacerbar los efectos de los episodios atmosféricos extremos
- Incremento gases efecto invernadero: CO2, NH4, CO, NxO...
- Combustiones fósiles y biomasas ( aeosoles y gases precursores de aerosoles

## IMPACTOS DE LAS TEMPERATURAS EN LA CONTAMINACIÓN Y EFECTOS INDIRECTOS SOBRE LA SALUD

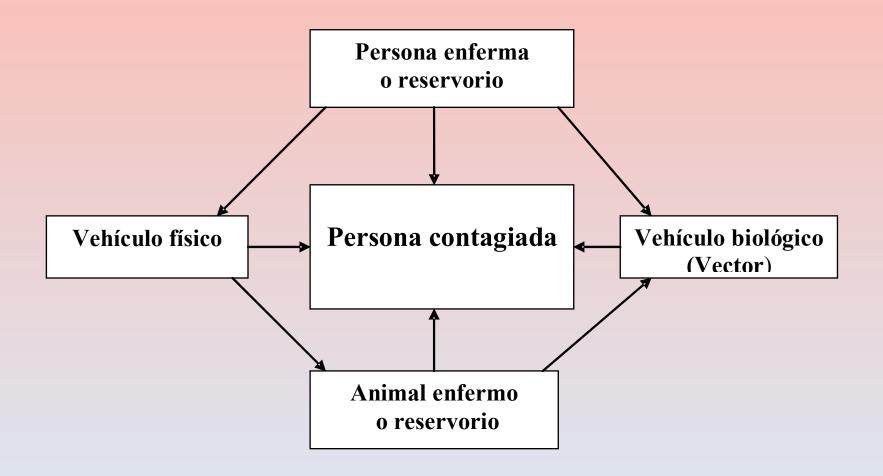
- Calor Incremento agresividad contaminantes
- Inversión térmica Acumulación de contaminantes
- · Radiación intensa (temperaturas altas):
  - NO2+energía luminosa NO+O
  - O2+O O3
  - O3+NO NO2+O2

- · Sinergismo calor contaminación
- · Combustión fósiles Iluvia ácida daño ecosistemas
- Calor aumenta liberación esporas y dispersión polen ("contaminantes")
- Contaminación urbana:
  - humos y SO2 disminuye países más desarrollados
  - pero aumenta NOx , CO, partículas, oxidantes fotoquímicos
  - Óxidos fotoquímicos aumento temperatura potencia acción R-UV acelera formación O3 oxidante, daña pulmones
- Contaminación incrementa con inversiones térmicas

# V.- CLIMA Y ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN POR VECTORES

## ENFERMEDADES INFECCIOSAS: AGENTES, PARÁSITS, HUÉSPEDES Y VECTORES

- · Agentes y parásitos
  - Virus
  - Microbios
  - Protozoos y organismos multicelulares
- Huésped: organismo en el cual vive un agente patógeno
  - Vector
  - Huésped intermedio
  - Reservorio



- VECTOR: organismo que actúa como huésped intermedio o definitivo de agentes patógenos y juega un papel esencial en la transmisión de ciertas enfermedades
  - Raramente los vectores actúen en zonas frías
  - Actual incremento enfermedades infecciosas
    - Crecimiento densidad y movilidad población
    - Uso incorrecto antibióticos e insecticidas
    - Desintegración social
    - Alimentación
    - Variabilidad climática
  - Cambio climático 

    puede alterar incidencia infecciones
- HUÉSPED INTERMEDIO: huésped en el cual se produce reproducción sexuada de agentes patógenos
- RESERVORIO: animal, vegetal suelo o materia inanimada donde vive y se reproduce un agente patógeno

## EFECTOS DEL CLIMA SOBRE LOS VECTORES

- · Temperatura
  - Aceleración metabolismo vectores
    - · Alimentación y reproducción
    - Distribución geográfica de los vectores
- Humedad
  - Aceleración metabolismo vectores
    - · Alta humedad y temperatura aumenta supervivencia
    - · Pero más susceptibles a hongos y bacterias

#### · Precipitación

- Determina existencia larvas acuáticas de insectos
- Impacto depende de:
  - Cantidad precipitación
  - Evaporación
  - Percolación
  - Pendiente terreno
  - Distancia grandes cuerpos de agua
- Viento
  - Dispersión insectos

#### IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS VECTORES

Cambios en el clima pueden alterar la distribución de no pocas especies de vectores e incrementar la extensión de enfermedades a nuevas áreas con insuficientes infraestructuras médicas y sanitarias.



## ENFERMEDADES TROPICALES TANSMITIDAS POR VECTORES

- · Paludismo (malaria)
  - Agente: 4 especies *Plasmodium*
  - Vector: Anopheles (numerosas especies)
  - 1-2 millones muertos/año
  - Primeros síntomas parecen leves
  - Escalofrío, temblor, sensación de frío seguida de calor intenso
  - Profilaxis: eliminación mosquitos y larvas, vestido, medicamentos

#### DENGUE

- Distribución: Sur Asia, Oceanía, América tropical
- Agente: 4 cepas de flavivirus
- Vector: mosquito (diferentes variedades Aedes)
- Brotes durante estación lluviosa
- Descubierta en Manila (1953) y propagada todo el Pacífico el año 1972 por atletas de los Juegos Pacífico S.
- Dos formas:
  - Benigna: "síndrome gripal", astenia en 3-6 semanas
  - Hemorrágica: 350.000 enfermos y 12.000 muertos en 30 años
- Profilaxis: eliminación mosquitos. No hay vacunas
   8/12/10

## TRIPANOSOMIASIS AMERICANA O ENFERMEDAD DE CHAGAS

- Distribución: América tropical y subtropical
- Agente: Trypanosoma cruzi
- Vector: chinche asesina / transfusión sangre
- Inicialmente asintomática
- Desarrollo enfermedad en 1-2 semanas:
   fiebre, malestar general, linfadenopatía,
   hepatoesplenomegalia, .. en 10% afectados,
   miocarditis aguda con insuficiencia ...
- Fase latente puede durar años.
   Inmunosupresión puede producir reactivación

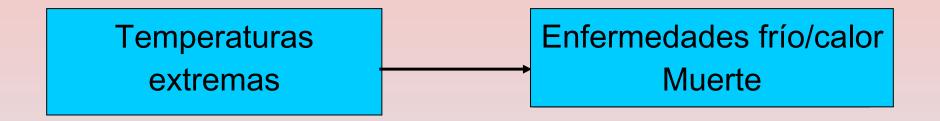
#### CHIKUNGUNYA (fiebre o artritis)

- Nombre procedente de la lengua bantú (S. De Tanzània y N. De Mozambique, no del swahili)
- · Virus chikungunya, o CHICKV
- · Vector: Aedes aegypti y Aedes albopictus (mosquito tigre)
- Extendido por África y Sur de Asia
- · Fiebre y dolores articulares
- Año 2005-06 se detectaron 225.000 casos en isla Reunión (1% de mortalidad)
- · Italia (Emilia-Rogmana): 292 enfermos en 2007
- · España, 2007: 10 a Madrid, 5 a Barcelona i 1 a Valencia

## VII.- IMPACTOS EN LA SALUD DE LOS PREVISIBLES CAMBIOS CLIMÁTICOS

## TIPOS DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD HUMANA

#### DIRECTOS



Otros episodios
extremos
fisiología humana y
equipamientos sanitarios

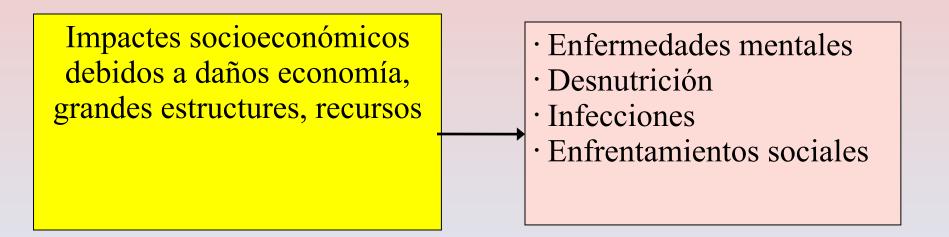
#### **INDIRECTOS**

Alteración sistemas
ecológicos:
·Vectores
·Infección agua y alimentos
·Alteración producción
alimentos
· Malnutrición, hambre, etc

Elevación nivel mar

· Trastornos sicológicos

#### 



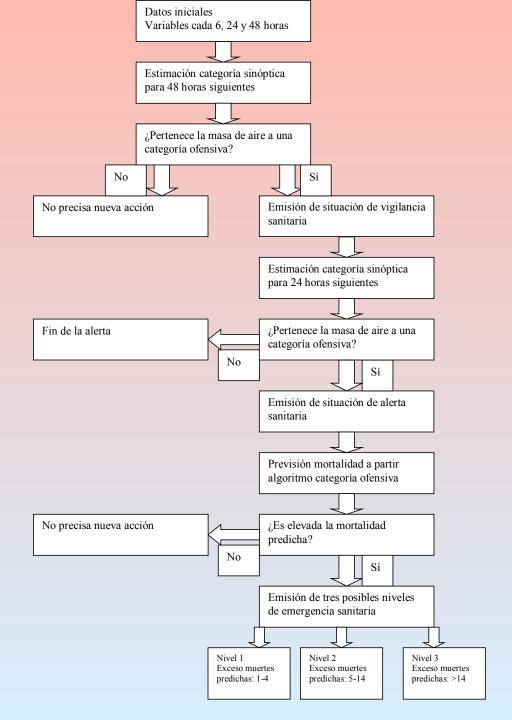
## TIPOS DE IMPACTOS DEL DEBILITAMENTO DEL OZONO ESTRATOSFÉRICO EN LA SALUD HUMANA

·Cáncer piel Directos ·Cataratas · Inmunopatologías "Agujeros" de 020110 Indirectos ·Daños producción agrícola ·Daños producción acuática

## VII.- ALERTA ANTE EPISODIOS EXTREMOS

- · Interés previsión episodios extremos
- 1996: Kalkstein de la Universidad de Delaware desarrolló un sistema de alerta: identificación masas aire nocivas salud:
  - Tres niveles alerta: 48, 24 horas antes y durante episodio...
- Chicago posterior introducción de un sistema similar
- · ... Roma (2000) ...

Sistema de vigilancia y emergencia de episodios extremadamente calurosos en Philadelphia. Elaboración a partir de Kalkstein et al. (1996)



## Sistema de alerta de situaciones meteorológicas de riesgo para la salud en Toronto

- Control rutinario: previsión de masas de aire opresivas aunque sin sugerir probables excesos de mortalidad
- Situación de alerta: condiciones
   opresivas con probabilidad superior al 65
   % de exceso de mortalidad
- Situación de emergencia: condiciones opresivas con probabilidad superior al 90 % de exceso de mortalidad

Un deseo y una esperanza: ¡Ojalá el Protocolo que surja de la presente cumbre de Copenhague sobre el clima tenga mejor suerte que el de Kyoto (1997)!



"Dreaming of a White Christmas!"

©Seppo Leinonen www. seppo.net