

CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD

Julio Díaz , Fernando Follos, Cristina Linares

RELATOS

TIEMPOS DE TRANSICIONES

- Relatos -

CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD

Julio Díaz ¹, Fernando Follos², Cristina Linares ¹

(1). Escuela Nacional de Sanidad. Instituto de Salud Carlos III.

(2). Troposfera Soluciones Sostenibles, S.L.



Primera Edición, 2020, Foro Transiciones.

Título: *Cambio climático y salud.*

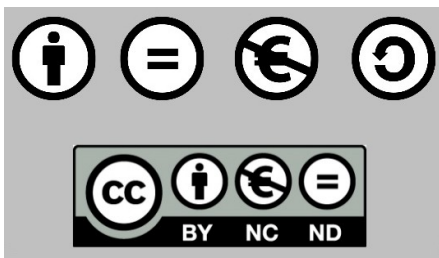
Autoría: Julio Díaz , Fernando Follos, Cristina Linares

Diseño portada: Traficantes de Sueños [taller@traficantes.net]

Julio Díaz Jiménez es Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid en la Especialidad de Física de la Tierra y el Cosmos. Científico Titular del Instituto de Salud Carlos III es, además, el Jefe del Área de Epidemiología y Bioestadística de la Escuela Nacional de Sanidad. Lleva más de 25 años dedicado a la investigación en medio ambiente y salud, en especial en los temas relacionados con los efectos en salud de la contaminación química y acústica así como en temperaturas extremas. En estas materias ha realizado más de 200 publicaciones. Actualmente es colaborador de la OMS en temas relacionados con Cambio Climático y extremos. Es el Director Técnico del Plan ante las Altas Temperaturas del Ministerio de Sanidad español.

Cristina Linares Gil es Doctora en Medicina Preventiva y Salud Pública por la Universidad Autónoma de Madrid. Actualmente desarrolla su actividad profesional como Científica Titular en el Departamento de Epidemiología y Bioestadística de la Escuela Nacional de Sanidad del Instituto de Salud Carlos III. Su principal línea de investigación se centra en el impacto de los extremos térmicos y la contaminación química y acústica sobre la salud. En su trayectoria cuenta con numerosas publicaciones a nivel internacional. Forma parte del Grupo de Trabajo II del VI Informe de Evaluación del IPCC en el campo de “Impactos del Cambio Climático en la Salud Humana”, Lead Author del capítulo sobre salud y cambio climático del MedECC (Mediterranean Experts on climate and Environmental Change), así como también es asesora para Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud en este mismo tema.

Fernando Follos Pliego, es un ambientólogo especializado en medio ambiente industrial y calidad del aire, que lleva algo más de 20 años dedicado a dar servicio a la administración pública y la empresa privada, centrado en el ámbito de la prevención de la contaminación y la reducción del impacto ambiental de los diversos ámbitos de la actividad humana. Actualmente trabaja en Tdot Soluciones Sostenibles



INTRODUCCIÓN

Vivimos tiempos decisivos. Tiempos en los que las actuales generaciones tienen ante sí la responsabilidad de hacer frente a una crisis ecológica global, capaz de determinar el devenir de las sociedades humanas sobre el planeta.

Conscientes de que lo que está en juego son las mismas bases de la vida actual, las fundaciones Conama y Fuhem impulsaron en 2013 el Foro Transiciones, un *think tank* transdisciplinar y plural, con el objetivo de enriquecer el debate en torno al cambio de época y las temáticas que, desde el universo ecosocial, van a decidir el futuro de la humanidad.

El Foro ha tomado la iniciativa de impulsar la publicación de una serie de documentos que, bajo el lema “Tiempos de Transiciones”¹, ofrezcan análisis y propuestas para abordar procesos de cambio en nuestro país, tomando en consideración los marcos globales, especialmente el europeo. Los contenidos de la serie se orientan en tres líneas de trabajo: contribuciones generales a la construcción del relato sobre las transiciones; propuestas temáticas en cuestiones claves relacionadas con esas transiciones; y consideraciones en torno a temas de actualidad.

Esperamos que la iniciativa resulte útil para impulsar el debate en la sociedad sobre la importancia de los retos ecosociales para las actuales y futuras generaciones, porque, a pesar de nuestras lagunas de conocimiento, hemos de aceptar que sabemos lo suficiente para empezar a transformar una realidad en la que la vida, tal y como la conocemos, está en peligro por primera vez en la historia de la humanidad.

FORO TRANSICIONES

¹ La función del Foro Transiciones es auspiciar la publicación de trabajos que sean considerados de interés general, sin que ello signifique que, por su carácter plural, el Foro comparta colectivamente los contenidos que en cada caso expongan sus correspondientes autores.

CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD

“Hay una conexión muy directa entre los cambios ambientales que surgen del calentamiento global y las grandes amenazas para la salud”

Achim Steiner.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

El cambio climático es la alteración del clima de la Tierra por las actividades humanas. Su origen reside en el calentamiento global, proceso por el que la temperatura media de la superficie del planeta aumenta, debido principalmente, al incremento en la atmósfera de la concentración de gases de efecto invernadero producidos en exceso de manera antropogénica. Es uno de los retos ambientales trascendentales a los que se enfrenta la humanidad a escala global y que influye sobre muchos sectores, entre éstos y de forma decisiva sobre la salud. La OMS calcula que el cambio climático causará unas 250.000 muertes adicionales al año entre 2030 y 2050 como consecuencia de las modificaciones en las características de las enfermedades. Muchas enfermedades son muy sensibles a los cambios de temperatura y pluviosidad; entre ellas figuran enfermedades transmitidas por vectores, por ejemplo el paludismo y el dengue. Otras grandes causas de sobre-mortalidad atribuible al cambio climático son la malnutrición y las diarreas, debidas al incremento en frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, como olas de calor, inundaciones y sequías; que conducen a la escasez de alimentos y los desplazamientos de población.

Por otra parte, se estima el coste económico de los daños directos para la salud del cambio climático entre los 2.000 y los 4.000 millones de dólares (US\$) de aquí al 2030. Sin embargo, estas cifras económicas y de mortalidad, están muy subestimadas y serían muy superiores si se consideraran también los impactos indirectos, a corto y largo plazo. Por lo

tanto, el cambio climático representa una amenaza emergente considerable para la salud pública y modifica la manera en que debemos considerar la protección de las poblaciones vulnerables. Todas las poblaciones están expuestas a los impactos negativos en salud que el cambio climático provoca, pero hay algunas circunstancias que aumentan la susceptibilidad, entre las que se encuentran la ubicación geográfica y las desigualdades socioeconómicas y en salud. Las repercusiones del clima en la salud humana no se distribuirán uniformemente en el mundo. La diferente incidencia en las distintas regiones y la posibilidad o no de adaptarse a estos cambios, va a ser esencial para que las poblaciones afectadas puedan vivir en sus hábitats o tengan que desplazarse a otros lugares. Sin duda los desplazados por el clima serán un importante problema.

INDICE

I. MAGNITUD, IMPORTANCIA E IMPACTO.....	6
II. TEMPERATURAS EXTREMAS.....	10
Efectos del calor y grupos vulnerables	
Efectos del frío	
Evolución temporal del impacto del calor y del frío	
Mortalidad atribuible al calor en los horizontes 2021-2050 y 2051-2100 en España en un escenario RCP8.5	
¿Nos estamos adaptando al calor?	
III. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.....	18
Población infantil y desarrollo fetal	
IV. EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS (VARIACIÓN DE LA PLUVIOSIDAD) E INCENDIOS	23
V. RIESGOS ALIMENTARIOS	25
VI. DISTRIBUCIÓN DE LAS INFECCIONES.....	27
NOTAS.....	28

I. MAGNITUD, IMPORTANCIA E IMPACTO

El cambio climático no es solo uno de los retos ambientales trascendentales a los que se enfrenta la humanidad a escala global, sino que influye sobre muchos sectores alcanzando su máximo exponente en el área de la salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que: «el cambio climático no causa enfermedades, sino que magnifica los efectos de muchas de ellas».² Tanto por sus efectos directos (olas de calor y frío, eventos meteorológicos extremos, inundaciones y sequías, entre otros), como por los importantes efectos indirectos (aumento de la contaminación atmosférica y aeroalérgenos, cambio en la distribución de vectores de enfermedades infecciosas, menor disponibilidad de agua e inseguridad alimentaria) debemos integrar la salud en las políticas energéticas, ambientales y climáticas, mejorando la salud pública, ya que el cambio climático influye en los determinantes sociales y medioambientales de la salud.

La OMS calcula que el cambio climático causará unas 250.000 defunciones adicionales al año entre 2030 y 2050 como consecuencia de las modificaciones en las características de las enfermedades,³ muchas de ellas son muy sensibles a los cambios de temperatura y pluviosidad, especialmente las enfermedades transmitidas por vectores (por ejemplo, el paludismo y el dengue). Por otra parte, el coste económico de los daños directos para la salud del cambio climático se estima entre los 2.000 y los 4.000 millones de dólares (US\$) de aquí al 2030. Sin embargo, estas cifras económicas y de mortalidad, están muy subestimadas y serían muy superiores si se consideraran también los impactos indirectos a corto y largo plazo.

El cambio climático representa una amenaza emergente para la salud pública y modifica la manera en que debemos considerar la protección de las poblaciones vulnerables. Todas las

² Véase www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/es/

³ Véase www.who.int/iris/handle/10665/134014

poblaciones están expuestas a los impactos negativos en salud que el cambio climático provoca, pero hay algunas circunstancias que aumentan la susceptibilidad, entre las que se encuentran la ubicación geográfica y las desigualdades socioeconómicas. La diferente incidencia en las distintas regiones y la posibilidad o no de adaptarse a estos cambios va a ser esencial para que las poblaciones afectadas puedan desarrollarse en su hábitat o tengan que desplazarse a otros lugares.

También es destacable que los eventos meteorológicos extremos como sequías e inundaciones van a tener una clara incidencia en el aumento de las hambrunas y de la malnutrición, lo que está llevando a la aparición de los desplazados climáticos, más de 24,9 millones de desplazados internos dentro de los propios países. En general estos desplazados lo harán a las grandes ciudades donde aumentan los problemas de inseguridad, salubridad contaminación y marginación de estas personas. Pero existen otros impactos del cambio climático en la salud que en un país desarrollado como España nos están afectando claramente, y que examinamos a continuación.

II. TEMPERATURAS EXTREMAS.

Según el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), las olas de calor van a ser cada vez más frecuentes y más intensas. El impacto que las olas de calor tienen sobre la mortalidad quedó claramente de manifiesto en el verano de 2003 cuando se produjo un exceso de mortalidad asociado al calor de 70.000 muertes en Europa,² de las cuales 6.600 se produjeron en España. Como consecuencia de este espectacular impacto de las altas temperaturas sobre la mortalidad, gran parte de los países europeos, entre ellos España, puso en marcha en el verano de 2004, a través del Ministerio de Sanidad entonces existente, el Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los Efectos del Exceso de Temperaturas sobre la Salud.

Este Plan en un principio asumía que el aumento de la mortalidad por calor se producía cuando la temperatura máxima y mínima diaria superaban ambas el percentil 95 de las series de temperaturas máximas y mínimas de los meses de verano. Con este criterio, el Plan se activó cada verano hasta 2014. Investigaciones posteriores demostraron que suponer que era el mismo percentil 95 para todas las ciudades no era lo más adecuado. Existen factores demográficos, sociales, sanitarios y económicos, entre otros, que pueden hacer que ese percentil varíe de unos lugares a otros, por lo que es preciso su cálculo a nivel de cada provincia española.³ Es decir, basándose en diagramas temperatura-mortalidad se trata de determinar a qué temperatura máxima diaria se produce un incremento de la mortalidad de forma estadísticamente significativa. Esa temperatura, determinada para cada capital de provincia es la base del actual Plan del Calor del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social.⁴ La determinación de estas temperaturas de disparo de la mortalidad por calor, junto con el cálculo del riesgo asociado por cada grado en que la temperatura máxima diaria supera la temperatura umbral, ha permitido calcular cuál es la mortalidad atribuible al calor en

España, para cada provincia, en el periodo 2000-2009. Estas temperaturas oscilan entre una temperatura máxima diaria de 26°C para A Coruña o de 40°C para Córdoba y Sevilla. Para el conjunto de toda España el valor medio del incremento de la mortalidad por grado es del 9,9%, siendo mayor el impacto para las causas respiratorias (15,3 %) que para las circulatorias (9,9%). La mortalidad atribuible al calor en España en el periodo 2000-2009 es de 13.119 muertes, es decir, 1.300 muertes año por calor. En el periodo analizado en España hubo 4.400 días con ola de calor, por lo que cada día con ola de calor en cada ciudad la mortalidad aumenta en media en 3,0 muertes/día.⁵

Efectos del calor y grupos vulnerables

En gran medida la mortalidad asociada al calor no se debe de forma directa a las altas temperaturas, lo que se llamaría “golpe de calor”, sino que se relaciona con el agravamiento de otras patologías ya existentes, fundamentalmente cardiovasculares y respiratorias, si bien se ha encontrado incremento en la mortalidad por causas renales, gastrointestinales e incluso neurológicas. Por tanto, los grupos especialmente susceptibles son las personas mayores de 65 años, en especial las mujeres mayores de 75 años.⁶ El accidente cerebrovascular agudo es la causa, entre las cardiovasculares, de mayor asociación con el calor en este grupo de edad. Estudios recientes realizados en España han determinado que también se produce un incremento de la mortalidad en aquellas personas que padecen trastornos neurológicos como es el caso del Parkinson.

Generalmente los efectos del calor sobre la morbi-mortalidad suelen ser a corto plazo. Normalmente ocurren desde el mismo día que se produce la ola de calor hasta 4 ó 5 días después. Por otro lado, se ha encontrado asociación entre el incremento de las temperaturas y el número de partos que se producen así como el número de nacidos con bajo peso o sobre los partos prematuros, y, por tanto, las mujeres embarazadas deben

considerarse un grupo de especial riesgo en olas de calor. El grupo de personas que trabajan en el exterior y los que realizan ejercicio al aire libre también son grupos especialmente vulnerables.

Efectos del frío

Aún en un entorno de cambio climático como el actual, con un constatado calentamiento global, las olas de frío no van a desaparecer ni la mortalidad asociada a ellas tampoco.

La mortalidad asociada al frío presenta un comportamiento claramente diferenciado al del calor. Los efectos del frío suelen ser a más largo plazo. Normalmente la mortalidad y los ingresos hospitalarios en relación al frío ocurren entre 7 y 14 días después de la bajada de las temperaturas. Su impacto no suele ser tan agudo como el del calor y suele relacionarse con patologías circulatorias y respiratorias vinculadas a su vez con procesos de carácter infeccioso presentes en la época invernal. Los grupos de especial susceptibilidad en relación a los impactos del frío sobre la mortalidad son los niños y mayores de 65 años.

Siguiendo un análisis similar al del calor, se conoce a nivel de cada provincia cuál es la temperatura mínima diaria a partir de la cual comienza a aumentar la mortalidad por ola de frío.⁷ Oscilan entre una temperatura mínima diaria de -10°C en Ávila hasta los 6°C de Almería y Cádiz. Desde el punto de vista de su impacto sobre la mortalidad diaria, a nivel de toda España, por cada grado en que la temperatura mínima diaria esté por debajo del umbral de definición de ola de frío la mortalidad diaria aumenta un 11,5 %, siendo mayor el efecto para las causas respiratorias (19,4%) que las circulatorias (15,3 %). Estos impactos son mayores que los observados para el caso de las olas de calor. En un estudio realizado en España para el periodo 2000-2009 sobre la mortalidad asociada al frío cifra en 10.460 las muertes atribuibles a esta causa, es decir, unas 1.050 muertes/año.⁵ En el periodo estudiado, en toda España se han

producido 3.000 días con olas de frío, es decir, cada día que hay una ola de frío la mortalidad se incrementa, en media, en 3,5 muertes/día, valor superior a los 3,0 que ocurría en los días de ola de calor. Pese a esto, hay Planes de Prevención a nivel estatal para olas de calor, pero no para olas de frío.

Evolución temporal del impacto del calor y del frío

Es evidente que tanto los impactos del calor como del frío sobre la mortalidad no permanecen constantes, entre otros motivos porque influyen muchas variables que cambian a lo largo del tiempo.

Con el objetivo de cuantificar esta variación se realizó un estudio en España⁸ en el que se analizó cuál había sido el impacto debido al calor en diferentes ciudades españolas en tres décadas: 1983-1992; 1993-2003 y 2004-2013. Los resultados mostraron que por cada grado en que la temperatura máxima diaria supere la temperatura de definición de ola de calor, la mortalidad aumentaba un 14% en el primer periodo, subía a un 15 % en el segundo y descendía prácticamente al 1 % en el periodo 2004-2013. No existe una causa única para explicar este brusco descenso experimentado en la última década analizada, sino que son varios factores que pueden explicar esta bajada acusada del impacto del calor, observado también en otros lugares como EEUU, Australia o Japón. Entre ellos está la existencia de planes de prevención, que en España comienzan a implementarse justo en 2004, la mejora de los servicios sanitarios y de las infraestructuras, el aumento del número de aparatos de aire acondicionado, la mejora en las viviendas, y, sobre todo, la denominada “cultura del calor” que ha hecho que las personas especialmente vulnerables adopten medidas para disminuir su exposición y los riesgos de las elevadas temperaturas. Esta “cultura del calor” no existe para el caso del frío, ya que un estudio, similar al del calor,⁹ en el que se analiza el impacto del frío muestra que en la década 1983-1992 por cada grado en que la temperatura

mínima diaria está por debajo del umbral de definición de ola de frío la mortalidad aumentaba un 10,7%; en la década 1993-2003 un 13%; y un 15% en la 2004-2013. Como puede verse existe una tendencia contraria a la observada para el caso del calor.

Mortalidad atribuible al calor en los horizontes 2021-2050 y 2051-2100 en España en un escenario RCP8.5

Recientemente se ha publicado un estudio realizado en España¹⁰ para cada capital de provincia y teniendo en cuenta las predicciones de las temperaturas máximas diarias de AEMET en un escenario de máximas emisiones RCP8.5. En él se calcula cuál será la mortalidad asociada al calor en dos supuestos. El primero de ellos, denominado “sin adaptación”, es aquel en el que se considera constante la temperatura de definición de ola de calor que existe en la actualidad para cada provincia. También se considera constante el impacto del calor y únicamente se suponen cambios en la mortalidad en base a las proyecciones del INE.

En este caso las olas de calor se multiplicarían por 5 en relación a las actuales, y la mortalidad anual atribuible al calor en España en el horizonte 2051-2100 sería de 12.000 muertes/año, es decir ocho veces las actuales. La otra hipótesis consiste en suponer que a medida que suben las temperaturas por el calentamiento global lo hacen, al mismo ritmo, las temperaturas provinciales de ola de calor. Es decir, se mantiene constante el percentil de definición de ola de calor. En este caso, denominado de “adaptación completa”, no habría más olas de calor, ya que los percentiles son constantes y la mortalidad anual atribuible al calor presentaría un moderado descenso como consecuencia de una menor mortalidad en España. Dependiendo de a qué ritmo evolucionen las temperaturas de disparo de ola de calor estaremos en uno u otro escenario, lo que es clave para evaluar los fenómenos de adaptación al calor.

En la Figura 1 se muestra cómo variarán a nivel provincial esas temperaturas en el periodo 2021-2100. En la Figura 2 se indica, a nivel provincial, cuál deberá ser ese ritmo de adaptación al calor para que no haya un incremento de la mortalidad.

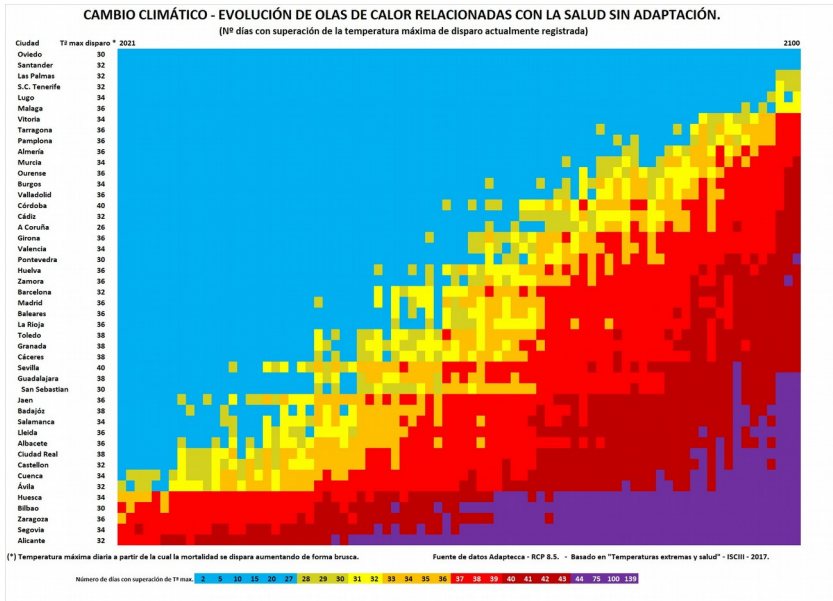


Figura 1. Evolución de las olas de calor a nivel provincial sin considerar adaptación. Periodo 2021-2100. Elaboración Propia Follos F.

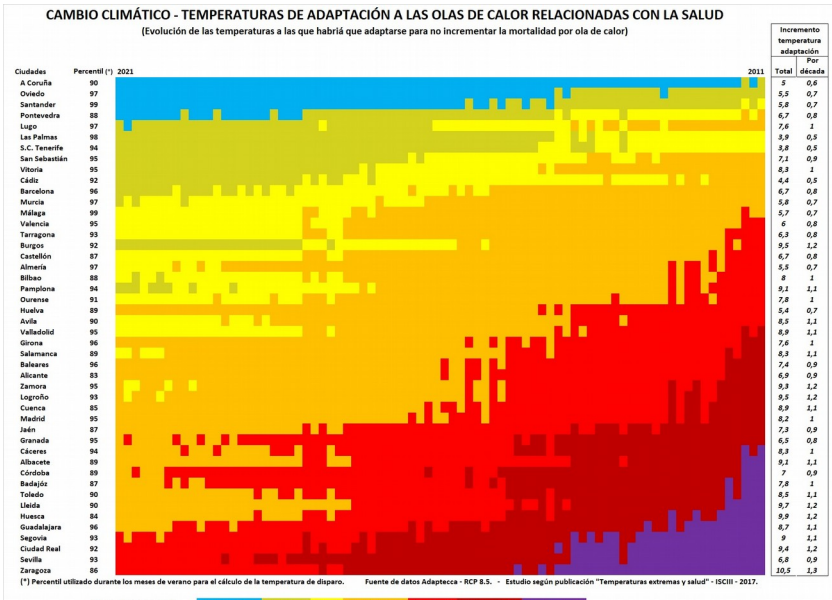


Figura 2. Incremento de las temperaturas previsto en 2100 a nivel provincial y ritmos de adaptación necesario para la “adaptación completa”. Elaboración Propia Follos F.

¿Nos estamos adaptando al calor?

Para contestar a esta pregunta hay que tener en cuenta una investigación realizada recientemente para las provincias de Madrid y Sevilla.¹¹ En ellas se trabaja con la denominada temperatura de mínima mortalidad. La relación que existe entre la mortalidad diaria (eje Y) y la temperatura (eje X) tiene forma de “V”. La rama de la izquierda representaría la mortalidad por frío y la de la derecha la mortalidad por calor, siendo el vértice de la “V” la denominada temperatura de mínima mortalidad (TMM). Si la TMM aumenta indica que es necesario temperaturas más elevadas para que las personas fallezcan y, por tanto, supondría una mejor adaptación al calor de la población. Basándonos en esta premisa se ha determinado cuál es la variación de la TMM en el periodo 1983-2018. Para el caso de Sevilla esta variación ha sido de

1,14°C/década y para el de Madrid de 0,58 °C/década. Como el ritmo de incremento de la temperatura previsto para Sevilla según la Figura 2 es de 0,6°C/década y para Madrid de 0,54 °C/década podemos decir que, en ambos casos, se ha producido en el periodo 1983-2018 la adaptación necesaria para que no aumente la mortalidad por olas de calor. Evidentemente el reto es que esta adaptación prosiga al mismo ritmo hasta 2100.

III. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Cambio climático y contaminación atmosférica son dos graves problemas ambientales que, si bien son muy distintos en cuanto a su ámbito, características y escala de impacto, presentan varios vínculos comunes. En primer lugar, la intensa contribución de las fuentes antropogénicas, que suponen un importante desequilibrio de las condiciones naturales o biogénicas. En segundo lugar, la evidencia manifiesta de una grave repercusión sobre la salud de ambos impactos, con efectos sinérgicos evidentes. Pero es que además de las anteriores, existe una tercera derivada a considerar, y es la necesaria contribución que el cambio en el clima generado por el primer fenómeno supone en las condiciones meteorológicas, vitales para la evolución del segundo de ellos, tanto por las emisiones indirectamente generadas, como por las condiciones dadas para la dispersión y/o concentración de contaminantes.

La evidencia científica muestra que la contaminación del aire es responsable de una carga significativa de muertes, hospitalizaciones, y causa y exacerbación de síntomas de numerosas enfermedades.¹² Según la OMS, actualmente el 92% de la población vive en áreas donde se superan los índices de protección de la salud.¹³

Usualmente se separan los efectos de la contaminación en la salud en dos grandes grupos. El primero son los efectos a corto plazo, es decir aquellos que ocurren el mismo día o unos días después de que la persona haya estado expuesta a la contaminación. Estos afectan principalmente a personas frágiles, que generalmente ya sufren de una patología previa. El segundo son los efectos a largo plazo, que son aquellos derivados de estar crónicamente expuesto a niveles altos de contaminación. En este caso, la contaminación puede influir en que personas, que de otra manera hubiesen estado sanas, desarrollen una enfermedad. Los estudios epidemiológicos han demostrado que los efectos a largo plazo son de mayor

magnitud que los efectos a corto plazo, y por ello las medidas de prevención en salud pública deben focalizar los esfuerzos en reducir los niveles de contaminación a lo largo del año, es decir, aquellos relacionados con las emisiones que son habituales, y no solamente en situaciones episódicas.

El impacto de la contaminación en la salud a nivel global o regional se ha evaluado principalmente en la mortalidad prematura, teniendo en cuenta tanto efectos a corto como a largo plazo. Así, según la OMS, la contaminación atmosférica fue responsable, en 2012 de más de 7 millones de muertes en el mundo.¹⁴ Desde el punto de vista económico, el impacto de la contaminación supera los 3,7 billones de euros al año, es decir, el 6,2% de la riqueza del planeta.¹⁵

En Europa, el 90% de los ciudadanos están expuestos a niveles de partículas finas en el aire por encima de las directrices de calidad del aire que fija la OMS. Estas cifras se traducen en 568.000 muertes prematuras anuales, 422.000 atribuibles a PM_{2.5} – materia con partículas en suspensión muy pequeñas, inferiores a 2.5 micrómetros—, 17.000 a O₃ —ozono— y 79.000 a NO₂ – dióxido de nitrógeno—.¹⁶ La exposición a material particulado reduce la esperanza de vida de los europeos en unos ocho meses. Esto supone cerca de 1,2 billones de euros por muerte prematura, a lo que se añade un 10% más por enfermedades asociadas (10% del PIB europeo del 2013).¹⁷

En España, se calcula que 15,5 millones de personas (un 33,1% de la población) respira aire que incumple los estándares vigentes con niveles de contaminación por encima de los límites marcados por la Unión Europea, y un 95,5% de la población (44,7 millones de personas) respira aire contaminado según los valores recomendados por la OMS.¹⁶ Estas cifras se traducen, para el año 2014, en 31.300 muertes prematuras anuales, 23.000 por PM_{2.5}, 1.600 por O₃ y 6.700 por NO₂. Esto supone económicamente unos 38.000 millones de euros (3,5% del PIB).¹⁶ Estimaciones de la mortalidad a corto plazo basadas en funciones dosis-respuesta calculada para cada ciudad

española dan valores más bajos en relación a la mortalidad anual atribuible a la contaminación atmosférica en España, estableciéndose en 2.600 muertes/año las relacionadas con PM_{10}^{18} ; 6100 con el NO_2^{19} y 500 las debidas al ozono.²⁰ Es decir, la mortalidad anual, a corto plazo, atribuible a la contaminación atmosférica química en España estaría en torno a las 10.000 personas. Esta mortalidad es la quinta parte que la debida al tabaco y ocho veces más que la causada por los accidentes de tráfico.

Aunque la principal fuente de la contaminación atmosférica en entornos urbanos es de origen antrópico, en España también es importante la entrada de material particulado que proviene de fuentes naturales como es la advección de polvo del Sahara y la entrada de sustancias que provienen de quema de biomasa como puede ser los incendios forestales o la quema de podas o restos vegetales en algunos lugares. Tanto la entrada de polvo del Sahara²¹ como la quema de biomasa²² tienen incidencia sobre la mortalidad en España.

Además de las tradicionales afectaciones en morbi-mortalidad cardiorrespiratoria antes descritas,²³ la contaminación del aire está relacionada con cáncer de pulmón. En el año 2010 se produjeron 223.000 muertes por cáncer de pulmón atribuibles a la contaminación y en 2013 la Agencia Internacional Investigación en Cáncer (IARC) clasificó la contaminación atmosférica como un cancerígeno de primer orden.²⁴ Por otro lado, comienza a existir evidencia que la contaminación atmosférica puede aumentar el riesgo de otros tipos de cáncer como cáncer de mama²⁵ en especial con los NO_x . También se ha relacionado la contaminación con otras patologías de carácter endocrino como diabetes²⁶ y existe evidencia emergente relacionando contaminación con enfermedades neurológicas y psiquiátricas. Por ejemplo, se ha relacionado la contaminación atmosférica con riesgo de ansiedad y depresión²⁷ o con la enfermedad de Parkinson.²⁸

Población infantil y desarrollo fetal

El impacto para la salud en población infantil se produce incluso a concentraciones de contaminante menores que en el caso de los adultos²⁹ por la vulnerabilidad que supone ya de por sí el aumento celular acelerado que se da en esta etapa para la formación del sistema nervioso, reproductivo y endocrino,³⁰ entre otros, como por el hecho de que las rutas fisiológicas sean metabólicamente más inmaduras y los mecanismos de eliminación de compuestos exógenos del organismo estén igualmente menos desarrollados y sean menos eficaces. Por ello, los niños son especialmente vulnerables a la contaminación atmosférica.

La exposición de los niños a O₃ y PM se asocia con una mayor probabilidad de bronquitis y otras enfermedades respiratorias en la etapa post-natal, mientras que la exposición intrauterina al dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y partículas tienen efectos negativos significativos sobre el crecimiento fetal y parámetros antropométricos al nacer³¹ que se describirán con mayor profundidad en el siguiente apartado.

En España, el Proyecto INMA (Infancia y Medio Ambiente), creado en 2003,⁴ lleva a cabo un estudio de seguimiento que incluye unos 4.000 pares de mujeres-niños y niñas de diferentes áreas geográficas, desde la gestación hasta la actualidad. En el estudio se evalúa la exposición individual a contaminación atmosférica y se analiza su relación con la salud y el desarrollo. En la etapa prenatal la exposición a mayor contaminación por parte de la madre se asoció con retraso en el desarrollo fetal³² y un mayor riesgo de parto prematuro.³³ Por otro lado, en el estudio también se ha descrito la relación entre la exposición a contaminación atmosférica en las primeras etapas de la vida y el desarrollo neuroconductual.³⁴

Por otra parte, varios estudios en España documentan aumentos del número de partos prematuros relacionados con

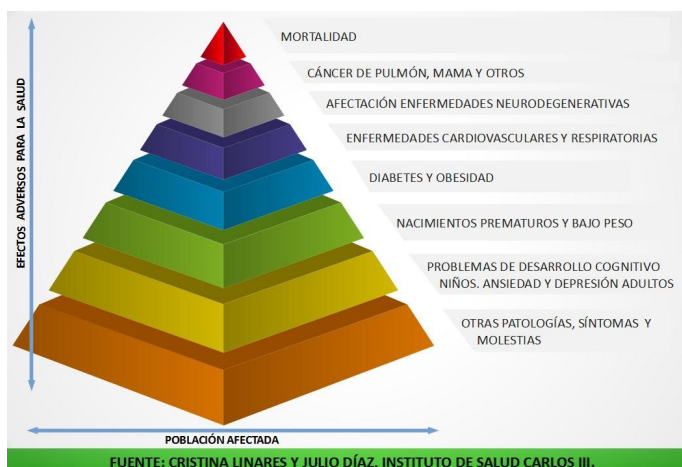
4

Véase www.proyectoinma.org

la contaminación, que se calcula que puede ser responsable del 17% de ellos³⁵ y del 13% de los nacimientos con bajo peso.³⁶

Existen también numerosas investigaciones relacionando la exposición a contaminación en la etapa prenatal y postnatal con alteraciones en la cognición de los niños.³⁷ Un estudio realizado en 783 niños y niñas de una población holandesa³⁴ estableció, en base a resonancia magnética en niños de 6 a 10 años, que la exposición a partículas finas (a niveles que no excedían los límites fijados en la UE) durante la etapa fetal, está asociada al deficiente desarrollo de la corteza cerebral y a dificultades en el control inhibitorio, lo que se puede traducir en problemas a largo plazo. En la Figura 3 se muestra de forma esquemática cuáles son los principales efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud en función de su gravedad y de las personas que sufren ese efecto.

Por otro lado, los cambios a nivel climático ya están modificando los procesos de polinización, alterando sus estacionalidades y concentraciones con el consiguiente impacto en los procesos alérgicos y que, en algunos casos, pueden provocar asma, dolencia que afecta a unos 300 millones de personas. Se prevé que el aumento de las temperaturas que se está produciendo aumentará esa carga.



IV. EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS (VARIACIÓN DE LA PLUVIOSIDAD) E INCENDIOS

A nivel mundial, el número de desastres naturales relacionados con la meteorología se ha más que triplicado desde los años sesenta. Cada año esos desastres causan más de 60.000 muertes, sobre todo en los países en desarrollo. El aumento del nivel del mar y unos eventos meteorológicos cada vez más intensos y/o frecuentes destruyen hogares, servicios médicos y otros servicios esenciales. Más de la mitad de la población mundial vive a menos de 60 km del mar y en España, la población residente en municipios costeros supera los 15 millones de personas, en torno a un tercio del total. Muchas personas pueden verse obligadas a desplazarse, lo que acentúa a su vez el riesgo de efectos en salud, desde trastornos mentales³⁸ hasta enfermedades transmisibles. Se prevé que siga aumentando la frecuencia y la intensidad de precipitaciones extremas a lo largo de este siglo y, correlativamente, se incremente la frecuencia y la intensidad de las inundaciones. Estas, además, contaminan las fuentes de agua dulce, incrementando el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y dando lugar a criaderos de insectos portadores de enfermedades. Causan asimismo ahogamientos y lesiones físicas, daños en las viviendas y perturbaciones del suministro de servicios médicos y de salud. La creciente variabilidad de las precipitaciones afectará probablemente al suministro de agua dulce, y la escasez de esta puede poner en peligro la higiene y aumentar el riesgo de enfermedades diarreicas (cada año provocan a nivel mundial aproximadamente 760.000 defunciones de menores de cinco años). En los casos extremos, la escasez de agua causa sequía y hambruna. Se estima que a finales del siglo XXI es probable que el cambio climático haya aumentado la frecuencia y la

intensidad de las sequías a nivel regional y mundial con su consiguiente efecto en salud.³⁹ Los incendios forestales, como consecuencia de estas sequías, serán cada vez más frecuentes y más intensos con el consiguiente impacto a nivel social y sanitario.²²

V. RIESGOS ALIMENTARIOS

Numerosos estudios han descrito los efectos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria, tanto en lo referido a la provisión de alimentos como a su salubridad. Existe un gran consenso científico sobre la disminución en el rendimiento de los cultivos destinados a la alimentación humana y animal debido al incremento de la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos, especialmente en zonas tropicales y templadas.⁴⁰ El quinto informe del IPCC estima en un 1% por década el descenso en el rendimiento de los cultivos atribuible al cambio climático. El aumento de la concentración de CO₂ se relaciona con una disminución de la concentración de proteína y oligoelementos en cereales, afectando a su calidad nutritiva y composición.⁴¹ La ganadería y particularmente la pesca son también sectores muy sensibles al cambio climático. La elevación de la temperatura del agua y la acidificación de los océanos se manifiestan de una manera global afectando de forma significativa los recursos pesqueros. Por ejemplo, ya se está observando una redistribución del potencial de capturas pesqueras hacia latitudes más altas debido a estos cambios en detrimento de las que se observan en más bajas, cercanas a los trópicos.⁴²

Un aumento en la temperatura media podría ampliar el pico estacional de verano de casos de algunas enfermedades transmitidas por alimentos. El Centro Europeo para la Prevención y el Control de las Enfermedades alerta del riesgo potencial de incremento de *Campylobacter* por la elevación de la temperatura y los episodios de lluvias torrenciales y de mayor riesgo por *Salmonella* debido al aumento de las temperaturas.⁴³ Las lluvias torrenciales —con arrastre de aguas fecales y contaminantes—, el aumento de la temperatura y los cambios en la salinidad se relacionan con la aparición de patógenos marinos como *Vibrio* spp, aumentos en la frecuencia y amplitud de afloramientos de dinoflagelados tóxicos (mareas rojas) o aparición de patógenos propios de aguas más cálidas,

como los casos de ciguatera que se están detectando en las islas Canarias desde 2004 vehiculada por dinoflagelados del género *Gambierdiscus*.⁴⁴

VI. DISTRIBUCIÓN DE LAS INFECCIONES

Es probable que los cambios del clima prolonguen las estaciones de transmisión de importantes enfermedades transmitidas por vectores, alteren su distribución geográfica y modifiquen su incidencia y severidad. Enfermedades transmitidas por el agua como la criptosporidiosis, giardiasis, y por vectores como la leishmaniosis visceral, la borreliosis de Lyme, la encefalitis transmitida por garrapatas, el virus del Nilo Occidental, la fiebre del valle del Rift, el dengue y el chikungunya son algunas de las enfermedades notificables en Europa que se consideran más influenciadas por el cambio climático.⁴⁵

El cambio climático puede afectar a la distribución de las garrapatas y su densidad⁴⁵ y alterar de esta forma los patrones de las enfermedades que transmiten. En los últimos 30 años se ha producido un incremento del número de casos de enfermedades transmitidas por garrapatas que, como la enfermedad de Lyme, están influidas por el cambio climático. Es un fenómeno complejo en el que otros factores como las poblaciones de hospedadores, los cambios en los usos del suelo o la fragmentación del hábitat pueden ser importantes elementos moduladores.⁴⁶ El paludismo depende mucho del clima. Estudios realizados en el este de África encuentran asociación entre el aumento de la temperatura y el incremento de la malaria.⁴⁷ El paludismo fue una enfermedad de alta endemicidad en España hasta mediados del siglo XX, y los vectores anofelinos siguen estando presentes en la actualidad numerosos humedales de España.⁴⁸ Los mosquitos del género *Aedes*, vectores del dengue, chikungunya, Zika y otras arbovirosis, son también muy sensibles a las condiciones climáticas. El escenario de riesgo de transmisión de estas arbovirosis clásicamente tipificadas como “tropicales” es ya una realidad en el Mediterráneo, donde países como Croacia, Italia, Francia y, más recientemente también España, han sufrido episodios de contagio autóctono de dengue o chikungunya por

parte de poblaciones locales asentadas del mosquito tigre, insecto originariamente tropical que fruto de la globalización y el cambio climático se ha asentado en la mitad sur de Europa. Diversos estudios han mostrado el incremento en el área de riesgo de la leishmaniosis y de arbovirosis como el virus Toscana, debido a la expansión de los flebotomos vectores hacia áreas en las que no estaban presentes, tanto en el sur como en el centro de Europa.

1. UNEP. The Adaptation Gap report 2018. United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya, 2018.
2. Robine J-M, Cheung S, Le Roy S, Van Oyen H, Griffiths C, Michel J-P, et al. (2008). Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003 / Plus de 70 000 décès en Europe au cours de l'été 2003. *Comptesrendus biologies*. 2008; 331(2):171-178.
3. Díaz J, Carmona R, Mirón IJ, Ortiz C, León I, Linares C. Geographical variation in relative risks associated with heat: Update of Spain's Heat Wave Prevention Plan. *Environ Int*. 2015;85:273-83.
4. https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/pla_nAltasTemp/2019/Plan_nacional_actuaciones_preventivas.htm
5. Carmona R, Díaz J, Mirón IJ, Ortiz C, Luna MY, Linares C. Mortality attributable to extreme temperatures in Spain: A comparative analysis by city. *Environ Int*. 2016;91:22-8.
6. Díaz J, Carmona R, Mirón IJ, Ortiz C, Linares C. Comparison of the effects of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain), by age group: the need for a cold wave prevention plan. *Environ Res* 2015; 143:186-191.
7. Carmona R, Díaz J, Mirón IJ, Ortiz C, León I, Linares C. Geographical variation in relative risks associated with cold waves in Spain: The need for a cold wave prevention plan. *Environ Int*.2016; 88:103-111.
8. Díaz J, Carmona R, Mirón IJ, Luna MY, Linares C. Time trend in the impact of heat waves on daily mortality in Spain for a period of over thirty years (1983-2013). *Environ Int* 2018; 116:10-17.
9. Díaz J, Carmona R, Mirón IJ, Luna MY, Linares C. Time trends in the impact attributable to cold-waves in Spain: incidence of local factors and the need for cold-wave prevention plans. *Sci Tot Environ* 2019; 655:305-312.
10. Díaz J, Sáez M, Carmona R, Mirón IJ, Barceló MA, Luna MY, Linares C. Mortality attributable to high temperatures over the 2021-2050 and 2051-2100 time horizons in Spain: adaptation and economic estimate. *Environ Res*. 2019; 172:475-485.
11. Follos F, Linares C, Vellón JM, López-Bueno JA, Luna MY, Martínez GS, Díaz J. The evolution of minimum mortality

- temperatures as an indicator of heat adaptation: The cases of Madrid and Seville (Spain). *Sci Tot Environment*. 747 (2020) 141259
12. Achakulwisut P, Brauer M, Hystad P, Anenberg SC. Global, national, and urban burdens of paediatric asthma incidence attributable to ambient NO₂ pollution: estimates from global datasets. *The Lancet Planetary Health*. 2019. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30046-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30046-4).
 13. WHO, 2018. <http://www.who.int/es/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people->
 1. WHO, 2016. <https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>.
 14. Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet*. 2017 May 13; 389(10082):1907-1918.
 15. EEA, 2018. Air Quality in Europe-2018 Report. EEA Report 12/2018. Copenhagen.
 16. OECD WHO Regional Office for Europe, 2015. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. Copenhagen.
 17. Ortiz C, Linares C, Carmona R, Díaz J. Evaluation of short-term mortality attributable to particulate matter pollution in Spain. *Environmental Pollution*. 2017; 224: 541-551.
 18. Linares C, Falcón I, Ortiz C, Díaz J. An approach estimating the short-term effect of NO₂ on daily mortality in Spanish cities. *Environment International*, 2018a; 116:18-28.
 19. Díaz J, Ortiz C, Falcón I, Linares C. Short-term effect of tropospheric ozone on daily mortality in Spain. *Atmospheric Environment*. 2018; 187:107-116.
 20. Díaz J, Linares C, Carmona R, Russo A, Ortiz C, Salvador P, Trigo RM. Saharan dust intrusions in Spain: health impacts and associated synoptic conditions. *Environmental Research* 2017; 156:455-467. doi: 10.1016/j.envres.2017.03.047.
 21. Linares C, Carmona R, Salvador P, Díaz J. Impact on mortality of biomass combustion from wildfires in Spain: a regional analysis. *Science of the Total Environment* 2018b; 622-623:547-555. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.321.

22. Thurston GD, Kipen H, Annesi-Maesano I, Balmes J, Brook RD, Cromar K. A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution? An analytical framework. *Eur Respir J*. 2017 Jan 11;49(1). doi: 10.1016/S0140-6736(16)31679-8.
23. Straif K, Cohen A, Samet, JM. IARC Scientific Publication 161. <http://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Scientific-Publications/Air-Pollution-And-Cancer-2013>.
24. Schmidt CW. Air Pollution and Breast Cancer in Postmenopausal Women: Evidence across Cohorts. *Environ Health Perspect*; DOI: 10.1289/EHP3200 .
25. Alderete TL, Chen Z, Toledo-Corral CM1, Contreras ZA, Kim JS et al. Ambient and Traffic-Related Air Pollution Exposures as Novel Risk Factors for Metabolic Dysfunction and Type 2 Diabetes. *Curr Epidemiol Rep*. 2018 Jun;5(2):79-91. doi: 10.1007/s40471-018-0140-5.
26. Vert C Sánchez-Benavides G, Martínez D, Gotsens X, Gramunt N, et al. Effect of long-term exposure to air pollution on anxiety and depression in adults: A cross-sectional study. *Int J Hyg Environ Health*. 2017 Aug;220(6):1074-1080. doi: 10.1016/j.ijheh.2017.06.009.
27. Hu CY, Fang Y, Li FL, Dong B, Hua XG, Jiang W, et al., Association between ambient air pollution and Parkinson's disease: Systematic review and meta-analysis. *Environ Res*. 2019 Jan;168:448-459. doi: 10.1016/j.envres.2018.10.008.
28. Weiss B, Landrigan PJ. The developing brain and the environment: An introduction. *Environ Health Perspect*. 2000;108(SUPPL. 3):373–4.
29. Bruckner J V. Differences in sensitivity of children and adults to chemical toxicity: the NAS panel report. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2000; 31(3):280–5.
30. Pedersen, M.; Giorgis-Allemand, L.; Bernard, C.; Aguilera, I.; Andersen, A.M.; Ballester, F.; Beelen, R.M.; Chatzi, L.; Cirach, M.; Danileviciute, A.; et al, Ambient air pollution and low birthweight: A European cohort study (ESCAPE). *Lancet Respir Med*. 2013, 1, 695–704.
31. Iñiguez C, Esplugues A, Sunyer J, Basterrechea M, Fernández-Somoano A, Costa O, et al., INMA Project. Prenatal Exposure to NO₂ and Ultrasound Measures of Fetal Growth in the

- Spanish INMA Cohort. *Environ Health Perspect.* 2016 Feb;124(2):235-42.
32. Estarlich M, Ballester F, Davdand P, Llop S, Esplugues A, Fernández-Somoano A, et al., Exposure to ambient air pollution during pregnancy and preterm birth: A Spanish multicenter birth cohort study. *Environ Res.* 2016 May;147:50-8.
 33. Guxens M, Lubczyńska MJ, Muetzel RL, Dalmau-Bueno A, Jaddoe VWV, Hoek G, et al., [Air Pollution Exposure During Fetal Life, Brain Morphology, and Cognitive Function in School-Age Children.](#) *Biol Psychiatry.* 2018 Aug 15;84(4):295-303.
 34. Arroyo V, Linares C, Díaz J. Premature Births in Spain: Measuring the impact of air pollution using time Series Analysis. *Science of the Total Environment.*2019a ;660:105-114. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.470.
 35. Arroyo V, Díaz J, Salvador P, Linares C. Impact of Air Pollution on Low Birth Weight in Spain: A National Level Study. *Environmental Research.* 2019b ;171:69-79. doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.030.
 36. Selemon LD. A role for synaptic plasticity in the adolescent development of executive function. *Transl Psychiatry* 2013; 3:e238.
 37. Hayes K, Poland B. Addressing Mental Health in a Changing Climate: Incorporating Mental Health Indicators into Climate Change and Health Vulnerability and Adaptation Assessments. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2018 Aug 22 [cited 2019 Apr 12];15(9):1806. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30131478>
 38. Salvador C, Nieto R, Linares C, Diaz J, Gimeno L. Effects on daily mortality of droughts in Galicia (NW Spain) from 1983 to 2013. *Sci Total Environ* [Internet]. 2019 [cited 2019 Apr 2];662:121–33. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.217>
 39. Lobell DB, Schlenker W, Costa-Roberts J. Climate trends and global crop production since 1980. *Science* [Internet]. 2011 Jul 29 [cited 2019 Apr 26];333(6042):616–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21551030>.
 40. Myers SS, Zanoibetti A, Kloog I, Huybers P, Leakey ADB, Bloom AJ, et al. Increasing CO2 threatens human nutrition. *Nature*

[Internet]. 2014 Jun 7 [cited 2019 Apr 26];510(7503):139–42. Available from: <http://www.nature.com/articles/nature13179>

41. Cheung WWL, Watson R, Pauly D. Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature* [Internet]. 2013 May 16 [cited 2019 Apr 26];497(7449):365–8. Available from: <http://www.nature.com/articles/nature12156>
42. Assessing the potential impacts of climate change on food- and waterborne diseases in Europe [Internet]. [cited 2019 Apr 26]. Available from: <https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/assessing-potential-impacts-climate-change-food-and-waterborne-diseases-europe>
43. Rodríguez F, Fraga S, Ramilo I, Rial P, Figueroa RI, Riobó P, et al. “Canary Islands (NE Atlantic) as a biodiversity ‘hotspot’ of *Gambierdiscus*: Implications for future trends of ciguatera in the area.” *Harmful Algae* [Internet]. 2017 Jul [cited 2019 Apr 26];67:131–43. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1568988317301038>
44. Léger E, Vourc’h G, Vial L, Chevillon C, McCoy KD. Changing distributions of ticks: causes and consequences. *Exp Appl Acarol* [Internet]. 2013 Feb 27 [cited 2019 Apr 26];59(1–2):219–44. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23015121>
45. Estrada-Peña A. Ticks as vectors: taxonomy, biology and ecology. *Rev Sci Tech* [Internet]. 2015 Apr [cited 2019 Apr 26];34(1):53–65. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26470449>
46. Alonso D, Bouma MJ, Pascual M. Epidemic malaria and warmer temperatures in recent decades in an East African highland. *Proc R Soc B Biol Sci* [Internet]. 2011 [cited 2019 Apr 26]; Available from: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2010.2020>
47. Bueno Marí R, Chordá Olmos FA, Bernués Bañeres A, Jiménez Peydró R, Peydró RJ. Aportaciones al conocimiento de los mosquitos (<i>Diptera, Culicidae</i>) de alta montaña presentes en la Península Ibérica. *Pirineos* [Internet]. 2009 Dec 30 [cited 2019 Apr 26];164(0):49–68.

Available from:
<http://pirineos.revistas.csic.es/index.php/pirineos/article/view/29/30>

COLECCIÓN
TIEMPO DE
TRANSICIONES

