

# Cambio climático y enfermedades ambientales



## Eugenio Domínguez Vilches

Biólogo.

Catedrático de Botánica y Responsable de la Cátedra de Medio Ambiente ENRESA-UCO de la Universidad de Córdoba. Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeIA3)



## Carmen Galán Soldevilla

Bióloga.

Catedrática de Botánica de la Universidad de Córdoba. Coordinadora de la Red Española de Aerobiología. Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeIA3)

### Resumen

La modificación de los factores ambientales por la especie humana juegan un papel importante en la ecuación del clima. El aumento en la velocidad e intensidad de dichas modificaciones en los últimos 200 años ha traído, como consecuencia, un aumento desmesurado en la concentración de GEI en la atmósfera, en particular de CO<sub>2</sub>, dando lugar a la aparición de nuevas patologías y exacerbación/extensión de las existentes entre los humanos. Para evitar las consecuencias que este fenómeno tendrá para las futuras generaciones, es necesario que se tomen medidas de mitigación de los factores desencadenantes y la adaptación a estos fenómenos, impidiendo así, la extensión, agravamiento o aparición de nuevas patologías.

### Palabras clave

Cambio climático, enfermedades medioambientales, calentamiento global, alergias, aeroalérgenos, enfermedades transmitidas por vectores

### Abstract

*The modification of the environment by human activity plays a very important role in the climate equation. The ever increasing rate of these modifications over the last 200 years has led to a disproportionate increase in the concentration of greenhouse gasses in the atmosphere, and particularly CO<sub>2</sub>, that has given rise to new disorders and the exacerbation/spreading of existing disorders among humans. In order to prevent the effects of this phenomenon on future generations, it is essential that we take measures to mitigate the causing factors and prevent the spreading, worsening or appearance of new disorders.*

### Keywords

*Climate change, Environmental diseases, Global warming, Allergies, Aeroallergens, Vector transmitted diseases*

### Introducción

*“Existen evidencias científicas que muestran el importante papel de los factores ambientales en el desencadenamiento o agravamiento de las enfermedades y dado el más que probable cambio abrupto del clima que el planeta Tierra está sufriendo en los dos últimos siglos, será necesario tomar medidas de mitigación para impedir su extensión y la aparición de patologías que puedan afectar no solo al ser humano sino al resto de la biodiversidad terrestre” (12, 9).*

La Oficina Regional para Europa de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en su *Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health* (2006) (10,2), indica que las enfermedades ambientales son aquellas que pueden ser generadas tanto por agentes internos, relacionados con la variación y cambio del clima, o las generadas por distintos agentes externos, tales como los vectores transmisores de enfermedades, los alimentos y el agua, o los aeroalérgenos.

A mediados del siglo XX, la Unión Internacional de Ciencias Biológicas y el Consejo Internacional de Uniones Científicas proyectaron un programa internacional sobre estudios biológicos enfocados hacia la “productividad de los recursos biológicos, la adaptación del hombre al cambio del clima, y a los cambios ambientales”. Fue así como surgió en 1964 el Programa Internacional de Biología en el que la NASA jugó un papel importante, proyectando algunos de sus estudios sobre el componente biológico de la atmósfera. Dada la estrecha relación que existe entre los factores climáticos y la salud pública, lo que lleva a pensar que la variabilidad y cambio del clima pueden, y así lo demuestran numerosas investigaciones, incidir de manera importante en la salud y el bienestar de los humanos.

### Las enfermedades ambientales

Las enfermedades ambientales siempre han despertado un interés especial. Podríamos remontarnos hasta el siglo

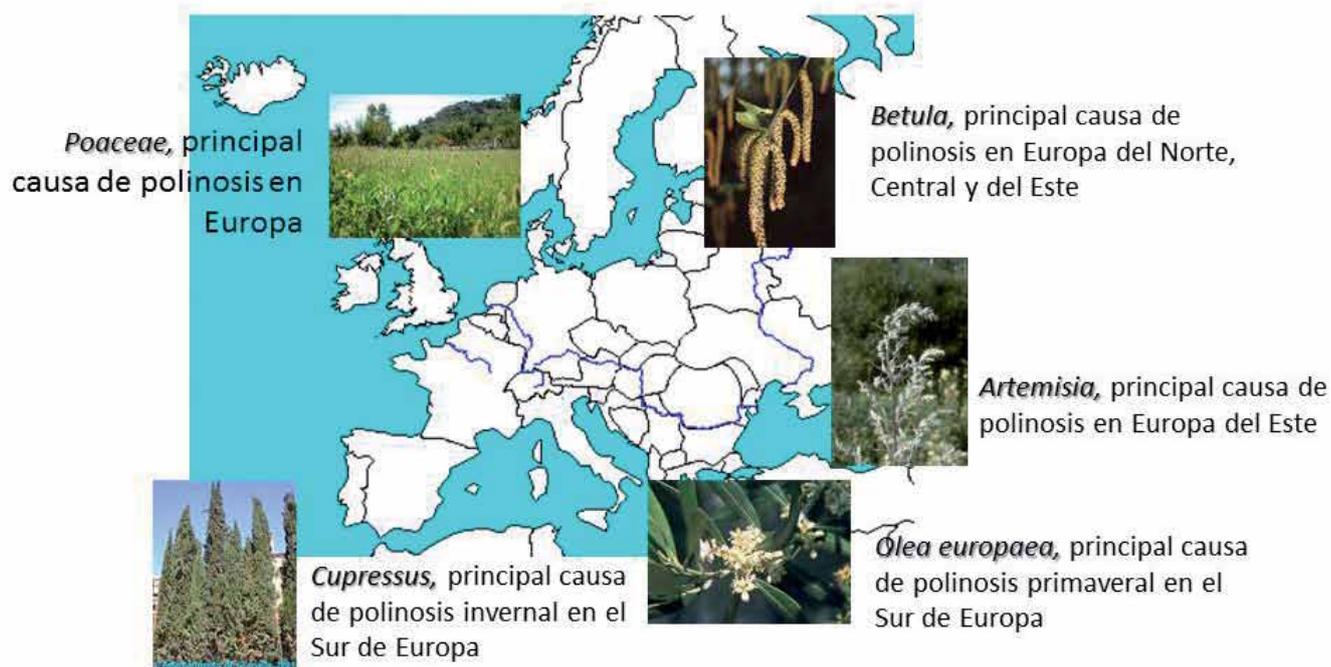


Fig. 1. Mayores productores de polinosis en las diferentes zonas de Europa en invierno y verano

V a.C. cuando Hipócrates de Kos, considerado hoy en día como padre de la medicina, atribuía las enfermedades a fenómenos naturales, ya entonces concluyó que “el hombre puede ser atacado por fiebres epidémicas cuando inhala el aire infectado con poluciones hostiles a la raza humana”.

Durante un periodo prolongado de tiempo se creyó que tanto los animales como las plantas podían surgir a partir de materia inerte, es decir, de forma espontánea (Teoría de la generación espontánea de Aristóteles, 384-322 a.C.). Teoría que se mantuvo vigente hasta el siglo XVII, cuando se puso en duda gracias a distintos experimentos de laboratorio, de Francesco Redi (1626-1697), con insectos; Pier Antonio Michelli (1679-1737), inoculando esporas de hongos en distintos frutos; o Lazzaro Spallanzani (1729-1799) con anfibios y reptiles.

Sin embargo, no fue hasta el siglo XIX cuando Louis Pasteur (1822-1895) desterró definitivamente la teoría de la generación espontánea a través de distintos estudios con microorganismos, asignando a estos el poder de crear y transmitir las

enfermedades en el resto de los seres vivos y que poniendo de manifiesto la intensidad y la extensión de éstas estaban fuertemente ligados a factores climáticos, entre otros.

#### Las enfermedades del sistema inmune (aeroalérgenos) y el clima

Ya en el siglo XVIII algunos médicos se interesaron por describir algunos casos de enfermedades estacionales, no descritas hasta entonces en los libros de Medicina. Empezaron a conocerse su sintomatología y los posibles agentes responsables, apareciendo las primeras menciones a una extraña enfermedad, que fue nombrada de diferente manera dependiendo del principal agente causante. Por ejemplo, John Bostock (1773-1846) se refirió a ella como la “fiebre del heno” y Charles H. Blackley (1820-1900), como “Catarrhus Aestivus”, una enfermedad ideal para investigación según estos autores, ya que no “es peligrosa y ocurre solo durante una época del año”. Por otro lado, y dado que estos primeros síntomas se detectaron en pacientes de clase alta, hubo quien llegó a denominarla como la “enfermedad de la aristocracia” (Fig. 1).

Las alergias polínicas no son más que una hipersensibilidad inmunológica, desencadenada en el tracto respiratorio de algunos individuos atópicos y que al parecer solo se produce en los humanos. Los alérgenos son aquellos componentes biológicos frente a los que nuestro sistema inmune reacciona al reconocerlos como cuerpos “extraños” (antígenos), tratando de neutralizarlos, destruirlos o eliminarlos. Los aeroalérgenos son aquellos que se encuentran en el aire durante un cierto período de tiempo.

La mayoría de los autores parecen estar de acuerdo en que uno de los principales causantes del cambio climático parece ser el incremento exponencial que han sufrido las concentraciones de los GEI en nuestra atmósfera. Uno de estos gases es el CO<sub>2</sub> y está más que constatado que un aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico favorece la actividad biológica de las plantas y por ende, la fotosíntesis, que a su vez produce un incremento de la intensidad de la floración y, por tanto, de la emisión polínica por parte de las plantas y como consecuencia un incremento de las concentraciones de polen en el aire que respiramos. De ahí que el número de polinóticos se haya incrementado en más de 75 % en los últimos 50 años, de tal manera que los estudios epidemiológicos indican que en España, más del 25 % de la población es sensible, en mayor o menor medida al polen de las plantas superiores (3).

Nuestro equipo ha demostrado recientemente que el aumento de las temperaturas, especialmente de las invernales, provoca un adelanto de la floración de algunas especies de floración primaveral, alargando su estación polínica, por lo que los pacientes que sufren polinosis se exponen durante un período de tiempo más prolongado (4,5) (Fig. 2a).

Por otro lado, un aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico favorece la actividad biológica de las plantas, y la fotosíntesis, observándose un incremento de la intensidad de la floración y, por tanto, de la emisión polínica (10) (Fig. 2b).

### Impactos directos generados por el clima

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, la variabilidad del clima puede deberse a procesos naturales internos que ocurren dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en las que la mano del hombre tiene una importante implicación

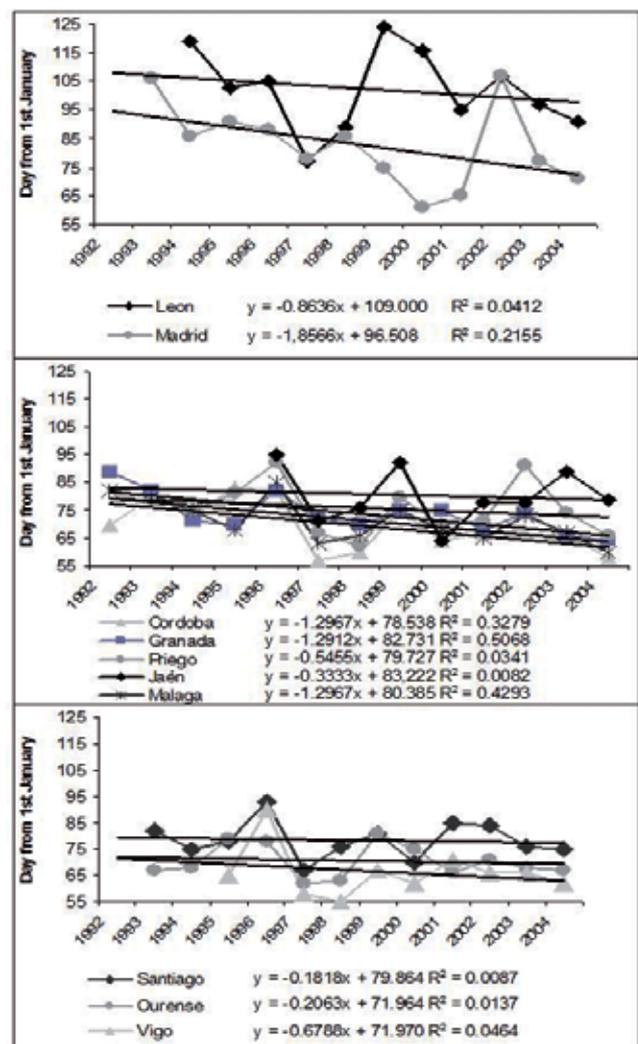


Fig. 2a. Tendencia negativa del inicio de la estación polínica de la encina en distintas zonas de España. Más marcado en zonas continentales que en zonas de costa, debido a un escenario de mayor incremento de las temperaturas medias en el área continental

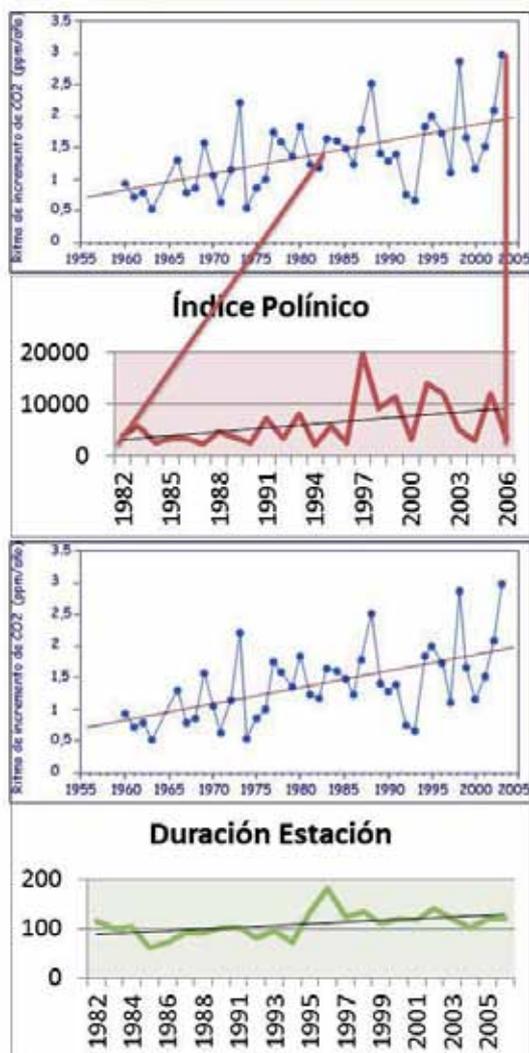


Fig. 2b. Aumento del índice polínico y de la duración de la estación en especies del género *Quercus*, debido al alargamiento del período de actividad vegetal y el ascenso térmico, combinado con un aumento de CO<sub>2</sub> atmosférico y otros cambios, como la fijación acelerada de nitrógeno

como agente externo o antropógeno (variabilidad externa). Aun así, es difícil determinar el porcentaje que representa lo que hoy día se viene llamando la huella humana sobre lo que sería la variabilidad natural del clima. Parece evidente, por la información que obra en manos de los climatólogos, que se está produciendo un importante cambio en el clima de la Tierra, que a su vez tiene su máxima expresión en un incremento de la temperatura del planeta que se está expresando a través de distintos episodios meteorológicos extremos y que son los responsables de los impactos directos a los que se puede ver expuesta la población. Distintos escenarios de proyección del clima del futuro ponen de manifiesto que los días fríos, noches frías y heladas serán menos frecuentes, mientras que los días cálidos, noches calurosas, y olas de calor serán más frecuentes; en general, la temperatura aumentará aunque no se conoce con exactitud cuál será la magnitud de este aumento (2) (Fig. 3).

Por lo tanto, planificar acciones de adaptación es hoy en día una de las tareas más relevantes en el ámbito de la salud pública. La adopción de medidas preventivas de adaptación, tratando de reducir los impactos que este cambio del clima está provocando en la salud, deberían enfocarse hacia una mejor educación de la ciudadanía, la oferta de una información más acertada que ayude a adoptar medidas de prevención, así como hacia proyectos de nuevos diseños urbanos, una orientación de los edificios apropiada y el uso de infraestructuras que eviten, como ejemplo, una mayor exposición en las “islas de calor urbano” con su capacidad de atrapamiento de las partículas biológicas y no biológicas, los lugares donde se detectan, al contrario de lo que cabría esperar, el mayor número de sensibilizaciones al polen, habiéndose apreciado fuertes correlaciones sinérgicas entre concentraciones de polen y de partículas inorgánicas procedentes de los vehículos propulsados por motores de combustión interna, sobre todo de los alimentados por diésel (1).

**Alergias y factores socio-ambientales**

Distintos estudios han puesto en evidencia el papel que juega el estilo de vida y distintos factores socio-ambientales en los casos de atopía y asma (7). Hoy en día se ha constatado el efecto coadyuvante de la polución ambiental sobre el carácter alérgico del polen. Estudios llevados a cabo en laboratorio han puesto de manifiesto una mayor o menor

CIUDADES	Inicio años 90	2025	2050	2075	2099	2099 - Inicio s. XXII
Santiago	82	80	79	77	77	-3
Vigo	74	55	50	36	32	-33
Ourense	73	54	48	33	29	-40
Barcelona	90	77	76	74	75	-5
Girona		80	75	70	72	-13
Lleida		80	77	75	71	-13
Tarragona		80	76	76	75	-15
León	115	90	64	47	31	-74
Madrid	106	65	47	27	26	-56
Córdoba	90	71	58	31	23	-57
Priego	91	59	50	25	25	-50
Jaén		50	49	27	28	-43
Granada	82	64	54	31	30	-45
Málaga	81	68	54	43	34	-39
<b>Media</b>	<b>88</b>				<b>45</b>	<b>-34</b>

Fig. 3. Escenario de adelanto en el inicio de la floración de los Quercus de España para final del siglo XXI de acuerdo con el modelo climático previsto por el UK.Met.Office

		2000	2001	2002
	Valores Límite			
GVP-PM <sub>10</sub>	50 µg/m <sup>3</sup> (25 µg/m <sup>3</sup> )	295	87	209
PC-PM <sub>10</sub>		177	144	222
Polen	50 polen/m <sup>3</sup>	38	32	39
	Valores aceptable			
GVP-PM <sub>10</sub>	150 µg/m <sup>3</sup> (50 µg/m <sup>3</sup> )	0	0	0
PC-PM <sub>10</sub>		0	0	0
Polen	100 polen/m <sup>3</sup>	55	28	33
	Valores de riesgo			
GVP-PM <sub>10</sub>	350 µg/m <sup>3</sup> (75 µg/m <sup>3</sup> )	0	0	0
PC-PM <sub>10</sub>		0	0	0
Polen	200 polen/m <sup>3</sup>	58	75	59

Fig. 4. Número de días en los que las concentraciones de (Materia Particulada) PM10 y granos de polen sobrepasan valores límite, aceptable o de riesgo en la ciudad de Córdoba. Entre paréntesis los valores de PM10 indican las reducciones que han sido aplicadas en 2005. Cariñanos, P., E. Domínguez-Vilches & al (2007). Ann. Agric. Environ. Med.

## Epidemiología vectorial y salud humana

Original de Andreas Kalk & Britta Heine. *Climate Change and Health . Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.*  
[http://www2.gtz.de/wbf/4tDx9kw63gma/CC\\_Health-final.pdf](http://www2.gtz.de/wbf/4tDx9kw63gma/CC_Health-final.pdf)

1. Las Enfermedades relacionadas con los vectores representan casi el 17% de la carga mundial de morbilidad (Townson et al 2005).
2. Las Enfermedades Sensibles al Clima se encuentran entre las principales causas mundiales.
3. En África, la diarrea, la malaria y la malnutrición proteico-calórica solo, causaron más de 3,3 millones de muertes en 2002, lo que representa el 29% de la cifra total de muertos (OMS).
4. En un estudio reciente, se estima para África (Hammerich et al 2002) un aumento del 16-18% de los meses-persona de exposición a la malaria atribuibles al calentamiento global y el cambio climático (sin aumento de la población).

Fig. 5. Enfermedades Transmitidas por Vectores

liberación de ciertas proteínas polínicas, dependiendo de su grado de exposición a distintos contaminantes de la atmósfera. Como se ha citado anteriormente, las partículas emitidas por los motores diésel, pueden adherirse a la pared del grano de polen induciendo la liberación de proteínas, algo parecido a lo que ocurre cuando el grano de polen se adhiere sobre el órgano receptor femenino de la planta en el proceso de polinización. Esto refrenda la idea de que el alto índice de contaminantes dispersos en la atmósfera, junto con el constante incremento de partículas polínicas, pueden ser responsables de una mayor frecuencia de procesos alérgicos entre la población urbana. El alto nivel de emisión de partículas y el estilo de vida occidental está relacionado con un incremento en la frecuencia de problemas respiratorios inducidos por el polen. Las personas que viven en zonas urbanas tienden a estar más afectadas que las personas que viven en el medio rural (Fig. 4).

### Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV)

En el caso de las ETVs juegan un importante papel distintos factores medioambientales que caracterizan al clima

de una zona determinada. El clima en general, y distintas condiciones meteorológicas en particular puede afectar a la distribución geográfica y la dinámica de la población de distintos vectores transmisores y huéspedes intermedios. Parámetros meteorológicos, como la temperatura, la lluvia y la humedad ambiental pueden afectar a la fisiología y ecología de estos vectores y huéspedes intermedios, así como al índice de desarrollo y supervivencia del patógeno transmitido por ellos.

Sin embargo, otros factores como la vegetación y el uso del suelo juegan también un papel relevante (Fig. 5).

En Europa, las ETVs más frecuentes son la enfermedad de Lyme, transmitida por garrapatas o la leishmaniosis, transmitida por mosquitos flebótomos, esta última considerada como una enfermedad endémica en distintas zonas del sur de Europa. El paludismo o malaria, transmitida por mosquitos del género *Anopheles*, no se considera hoy en día una enfermedad que se adquiera en España, aunque se observan algunos casos de transmi-

sión, posiblemente a través de pacientes que provienen de África. (6,8)

La distribución de los distintos vectores de transmisión de estas enfermedades está relacionada con el clima, aunque, en este caso, surge la duda de si podría aumentar la presencia de estos vectores en el norte de Europa en un futuro próximo o la posible introducción de nuevos vectores procedentes de las zonas tropicales y subtropicales. ¿El calentamiento global puede llevarnos a un aumento de ETV en Europa? Según el IPCC durante el siglo XX se ha venido observando una tendencia hacia una elevación de las temperaturas en la mayor parte de Europa, lo que ha supuesto un aumento de la media global de 0,8 °C. Esta situación nos puede llevar hacia una posible reducción en la mortandad de vectores transmisores de la enfermedad, como es el caso de muchos insectos, durante inviernos más suaves, al no encontrarse expuestos a situaciones de estrés térmico. En cuanto a las lluvias, la tendencia de precipitación en el siglo XX ha mostrado un incremento en el norte y un descenso en el sur de Europa, lo que puede llevar hacia un desplazamiento y una mayor propagación de distintas enfermedades hacia latitudes septentrionales. Sin embargo, de momento no queda claro que un aumento del riesgo de padecer estas enfermedades sea consecuencia del cambio climático.

Son otros los factores que pueden contribuir a este fin, como las condiciones socioeconómicas, los usos de suelo, la migración de personas infectadas, etc. Aun así, se hace necesario estudiar la posible implicación del calentamiento global como otro factor a tener en cuenta cara al futuro.

#### **Enfermedades transmitidas por los alimentos y el agua**

El cambio del clima tiene un efecto directo sobre la producción de alimentos a escala mundial. Un aumento de la temperatura y una mayor exposición a eventos extremos pone en riesgo el rendimiento de las cosechas, el ganado, la pesca y la acuicultura, afectando de forma importante a la producción de alimentos (12).

En algunos casos estas enfermedades presentan un patrón estacional poniendo de manifiesto su modo de transmisión. Por ejemplo, la salmonelosis, enfermedad provocada por la bacteria denominada Salmonella, presenta su pico durante el verano, mientras que la campilobacteriosis, que

son las infecciones causadas por la bacteria Campylobacter, ocurre generalmente durante la primavera. En estas enfermedades suelen estar implicados algunos patrones estacionales, como por ejemplo, patrones de migración y de crecimiento de algunos vectores transmisores.

Por otro lado, la temperatura y la lluvia pueden influir en el desarrollo de estas enfermedades, aunque en la mayoría de los casos este papel no está bien documentado. Algunos estudios indican la relación entre el ratio de multiplicación de Salmonella y la temperatura. Sin embargo, se han observado distintos umbrales de respuesta y modelos de comportamiento en diferentes países, dependiendo no solo de las temperaturas medias, sino de la latitud.

#### **Estrés crónico y alergia**

Estudios recientes en psiconeuroinmunología ponen de manifiesto una regulación recíproca entre el sistema inmune y el sistema nervioso como respuesta del organismo para afrontar una situación estresante. A lo largo del tiempo se ha venido observando una asociación entre situaciones de estrés crónico y diferentes patologías, tales como cardiovasculares, psiquiátricas, endocrinas, gastrointestinales o neurológicas. Sin embargo, no está del todo claro que el estrés provoque casos de alergia, aunque las evidencias apuntan a que en individuos genéticamente predispuestos puede favorecer su aparición o dificultar su control cuando estas ya existen.

Algunos autores plantean la posibilidad de que algunos casos de suicidio primaveral, que aunque ocurren por causas desconocidas desde tiempo inmemorial, han podido estar provocados por una exposición intensa al polen durante esa época del año. Los últimos trabajos publicados en el campo de la epidemiología psiquiátrica han puesto de manifiesto que la exposición a altas concentraciones de polen puede desencadenar procesos de depresión en personas atópicas, observaciones llevadas a cabo en la mayoría de los casos durante la estación primaveral, y solo en algunos casos en la otoñal.

#### **Conclusión**

Parece pues evidente, que existen evidencias científicas que muestran el importante papel de los factores ambientales y en consecuencia, todos aquellos que tienden a su modificación, como es el caso del calentamiento global,

en el desencadenamiento o agravamiento de un número importante de enfermedades y que será necesario tomar medidas de mitigación y de adaptación sobre ellos para impedir su extensión y, en su caso, en la aparición de nuevas patologías que puedan afectar no solo al ser humano, sino a muchos del resto de los seres vivos que forman parte del ecosistema Tierra.

Múltiples parecen ser los agentes externos implicados en las enfermedades ambientales inducidas por el cambio climático, pero siempre existe una variable común en la importancia de estos sobre la salud humana, el papel de las acciones antropogénicas y su capacidad de modificación de los factores ambientales sobre la ecuación clima-enfermedades ambientales. **ROP**

### Referencias

- (1) Cariñanos, P., C. Galán, P. Alcázar, E. Domínguez. 2007. Analysis of the solid particulate matter suspended in the atmosphere of Córdoba, South-western Spain. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 14: 219-224
- (2) Ebi, K.L., R. S. Kovats & B. Menne. 2006. An Approach for Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Interventions to Adapt to Climate Change. *Environ Health Perspect*, 114(12): 1930–1934.
- (3) Fernández-González, F., J. Loidi, J.C. Moreno, M. del Arco, A. Fernández-Cancio, C. Galán, H. García-Mozo, J. Muñoz, R. Pérez-Badía & M. Tellería. Chapter 5 Impacts on Plant Biodiversity. 2005 In: *Evaluation of Climate Change Impacts in Spain*. ECCE. Moreno, J.M. ed. Ministry of Environment. Madrid, Spain. 183-248 pp.
- (4) García-Mozo, H., I. Chuine, M.J. Aira, J. Belmonte, D. Bermejo, C. Díaz de la Guardia, B. Elvira, M. Gutiérrez, J. Rodríguez-Rajo, L. Ruiz, M.M. Trigo, R. Tormo, R. Valencia & C. Galán. 2008. Regional phenological models for forecasting the start and peak of the Quercus pollen season in Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148:372-380.
- (5) García-Mozo H., C. Galán, V. Jato, J. Belmonte, C. Díaz de la Guardia, D. Fernández, M. Gutiérrez, M. Jesús Aira, J. M. Roure, L. Ruiz, M. M. Trigo & E. Domínguez-Vilches. 2006a. Quercus pollen season dynamics in the Iberian Peninsula: response to meteorological parameters and possible consequences of climate change. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 13:209-224.
- (6) Githeko, A.K., S.W. Lindsay, U.E. Confalonieri & J.A. Patz. 2000. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 78 (9): 1136–1147.
- (7) Huynen M. & Menne B. 2003. Phenology and human health: allergic disorders. Report of a World Health Organization (WHO) meeting, Rome, Italy, 16-17 January 2003. Health and global environmental change, Series No. 1. (EUR/02/5036813). Rome, Italy.
- (8) Lindsay SW, Birley MH. Climate change and malaria transmission. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 1996, 90: 573–588.
- (9) McMichael, A.J., D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalán, K.L. Ebi, A.K. Githeko, J.D. Scheraga & A. Woodward Eds. 2003. *Climate Change and Human Health. Risks and Responses*. World Health Organization Library Cataloguing-in-Publication Data. Geneva, Italy.
- (10) Menne, B. & K. L. Ebi, Eds. 2006. *Climate change and adaptation strategies for human health*. Steinkopff Verlag Darmstadt, 449 pages.
- (11) Menzel, A., T.H. Spark, N. Estrella, E. Kochl, A. Aasas, R. Ahas, K. Alm-Kübler, P. Bissolli, O. Braslavskaja, A. Briede, F. M. Chmielewski, Z. Crepinsek, Y. Curnel, A. Dahl, C. Defila, A. Donnelly, Y. Filella, K. Jactzaj, F. Mage, A. Mestre, O. Nordli, J. Peñuela, P. Pirinen, V. Remisova, H. Scheifinger, M. Striz, A. Susnik, A. J.H. van Vliet, F.E. Wielgolaski, S. Zach & A. Zust. 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, 12:1969-1976.
- (12) Patz, J.A., D. Campbell-Lendrum, T. Holloway & J. A. Foley. 2005. Impact of regional climate change on human health. *Nature*, 438:310-317.
- (13) Peñuelas J., I. Fililla, P. Comas. 2002. Changed plant and animal life cycles from 1952-2000 in the Mediterranean region. *Global Change Biology*, 8:531-544.