



CIUDADANÍA Y VALORES
FUNDACIÓN

**EFFECTOS PREVISIBLES DEL CAMBIO
CLIMÁTICO SOBRE LA POBLACIÓN
MUNDIAL**

Por ***Emilio Chuvieco***

Catedrático de Geografía
Universidad de Alcalá de Henares

Mayo, 2009



La Fundación Ciudadanía y Valores como institución independiente, formada por profesionales de diversas áreas y variados planteamientos ideológicos, pretende a través de su actividad crear un ámbito de investigación y diálogo que contribuya a afrontar los problemas de la sociedad desde un marco de cooperación y concordia que ayude positivamente a la mejora de las personas, la convivencia y el progreso social

Las opiniones expresadas en las publicaciones pertenecen a sus autores, no representan el pensamiento corporativo de la Fundación.

Sobre el autor

Emilio Chuvieco es catedrático de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares donde ha desarrollado toda su labor académica. Especializado en Teledetección, Sistemas de Información Geográfica, Incendios Forestales, Desertificación, Deforestación, Riesgos Naturales, Detección de Cambios, Emilio ha colaborado en numerosos proyectos de I+D tanto de índole pública como privada: "Empleo de los Sistemas de Información Geográfica en la Cartografía de Incendios Forestales", "El uso de los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección en la gestión de incendios forestales", "Control-Fire-Sat", etc.

Asimismo, ha escrito un gran número de publicaciones y ha participado en foros especializados.

EFFECTOS PREVISIBLES DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA POBLACIÓN MUNDIAL

*Emilio Chuvieco
Catedrático de Geografía
Universidad de Alcalá*

1. Balance de los impactos previsibles

Si bien todavía existe una cierta controversia sobre la existencia y el origen del cambio climático, puede afirmarse que existe un consenso bastante generalizado en estos dos aspectos. Por el contrario, la discusión científica está mucho más abierta en cuanto a los efectos del calentamiento del planeta. Hacer pronósticos de ese impacto es muy complicado, tanto por la complejidad de los modelos climáticos, que presentan distintos procesos de retro-alimentación –tanto negativa como positiva- como por la evolución de las emisiones en sí. Las tendencias, en este sentido, estarán bastante relacionadas con el progreso de la economía y la población mundial, así como con la eficacia de las medidas políticas de reducción (protocolos de Kyoto y futuro de Copenhague), en el marco de la lucha por mitigar el calentamiento terrestre. Además, en un sistema no lineal pueden entrar en juego efectos multiplicadores que actualmente son difíciles de evaluar. Por ejemplo, si se mejoran los procesos de producción industrial y se reducen los aerosoles emitidos, se incrementaría la calidad del aire para la salud humana, pero se agravaría el efecto de calentamiento, ya que los aerosoles antrópicos disminuyen la radiación solar incidente y tienen un efecto de forzamiento radiativo negativo, como ha indicado el último informe del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007).

Pese a la complejidad de las predicciones, los escenarios que se manejan muestran impactos del calentamiento positivos y negativos para distintas zonas del planeta, según la distribución climática actual, si bien la tendencia global puede considerarse como negativa, no sólo por el ritmo de los cambios, sino –aún más importante- por su velocidad, lo que dificulta la adaptación de las especies vegetales y animales a las nuevas condiciones. Como indican varios autores críticos, ciertamente un enfriamiento del planeta tendría consecuencias globales más negativas que un calentamiento, pero éste también tiene efectos bastante preocupantes para la habitabilidad futura del planeta, que podrían ser catastróficas si se confirman las tendencias más pesimistas.

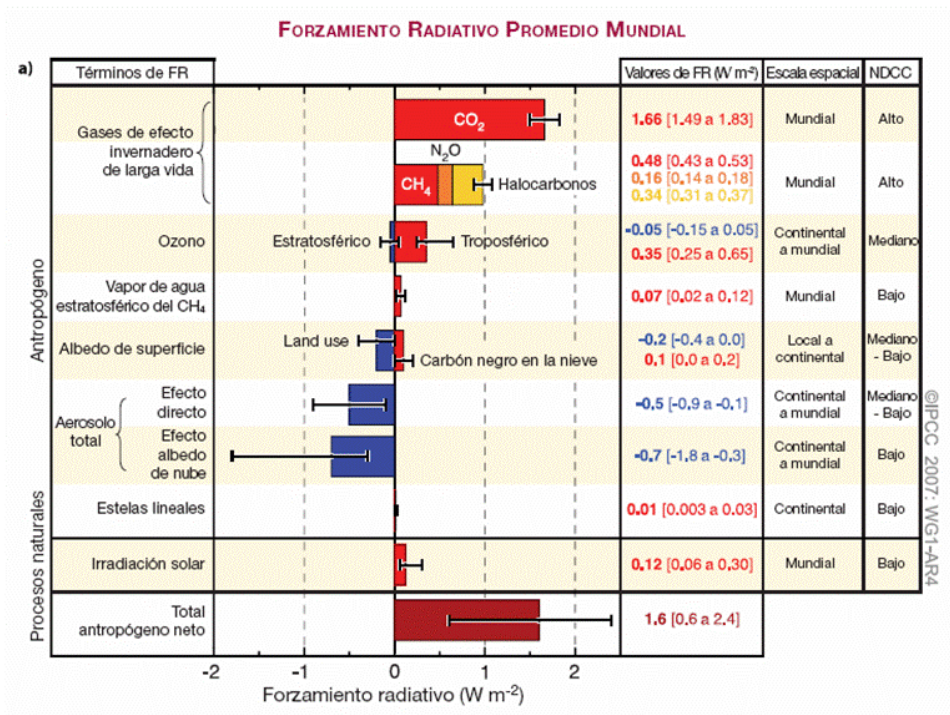


Fig. 1: Factores de forzamiento radiativo (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007)

Entre los efectos que ya se pueden observar con nitidez, posiblemente el de mayor alcance demográfico sea el aumento del nivel del mar, como consecuencia tanto de la fusión del hielo glaciar y polar como de la expansión térmica del océano. Considerando la enorme cantidad de población que vive cerca de la costa, este fenómeno podría dar lugar a movimientos en masa de la población sin precedentes a lo largo de la Historia. El impacto dependerá de la magnitud y ritmo del calentamiento que se produzca. En el último informe del IPCC ((Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007)), se preveía un rango de incrementos entre 0,2 y 0,6 metros a fines de siglo, dependiendo de la evolución de las emisiones y, en consecuencia, de las temperaturas. Sería mucho más improbable, pero no completamente imposible, el deshielo de Groenlandia y de parte del casquete glaciar antártico, lo que supondría aumentos de nivel del mar de 6 a 12 m, con consecuencias ciertamente catastróficas para buena parte de los continentes más poblados, principalmente en los deltas del extremo oriente. Con esos niveles de aumento también desaparecerían algunas islas del pacífico. Los cambios en la tasa de hielo de los polos también afectarían a las formas de vida de comunidades indígenas de esas zonas. Cabe reseñar, como curiosidad, que la comunidad Inuit presentó una querrela internacional contra EE.UU.

por su falta de compromiso con la reducción de emisiones por considerar que afectaba drásticamente a su comunidad indígena (Pardo, 2007).

El aumento del nivel del mar está asociado a la frecuencia de inundaciones, ya que si se eleva el nivel de base de los ríos, tenderán a desaguar con mayor dificultad y a extender las llanuras de inundación. Esto afectaría también a la salinización de acuíferos y al deterioro agrícola de las zonas costeras, que también aumentarían sus tasas de erosión. Las áreas más afectadas serían algunas de las zonas más fértiles de China y la India, y algunas de las islas del Indico (Java, Filipinas...) que albergan unos mil millones de personas.

Otro aspecto asociado al deshielo tiene que ver con el retroceso o pérdida de los glaciares de montaña, que suponen una fuente clave de abastecimiento de agua para buena parte de la población en muchos países en desarrollo, singularmente los situados al pie del Himalaya y los Andes. Esto dificultará el acceso al agua potable y los cultivos de riego en los valles interiores, así como el aumento de los ciclos de inundaciones y avalanchas. Estos fenómenos se agravan por el deterioro de la cubierta forestal en muchos de estos países, lo que supone una pérdida de protección de suelo, aumentos de la erosión y de la escorrentía superficial.

Otro de los efectos negativos del cambio climático con mayor impacto demográfico sería el aumento de la aridez en zonas que ya experimentan actualmente déficit hídricos o sequías. El IPCC calcula en su último informe que pueden reducirse las precipitaciones entre un 10% y un 30% en algunas regiones semiáridas de África o América, con el consiguiente aumento de las dificultades para abastecimiento de agua potable y la pérdida de rendimientos en cultivos. Para África el IPCC calcula en su último informe una reducción potencial del 50% del rendimiento de cultivos de secano para 2020 (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007). Ciertamente en otras zonas del planeta, pueden aumentar los rendimientos agrícolas (principalmente en latitudes medias y altas), al menos en las próximas décadas, pero un continuado incremento de las temperaturas pueden deteriorarlos a largo plazo.

Aumentar las dificultades de acceso a los recursos básicos también es una fuente innegable de conflictos entre naciones. En la historia reciente podemos citar algunos de mayor impacto mediático, como los que ocurren en el próximo oriente entre Israel-Jordania-Siria y Turquía por el acceso al agua. El IPCC calcula que entre 75 y 250 millones de personas incrementarán sus problemas de abastecimiento de agua en África a consecuencia del cambio climático.

El incremento de las temperaturas del agua en los trópicos puede aumentar también la frecuencia e intensidad de los huracanes tropicales, si bien todavía no hay constancia cuantitativa de esta relación. Los impactos de estas tormentas son muy devastadores, especialmente en los países más pobres del Caribe, que han visto reforzarse esos efectos como consecuencia también del deterioro forestal de sus cuencas de recepción. La falta de gestión forestal de los países más pobres dificulta mucho la conservación del ecosistema forestal, que alivia el impacto de algunos desastres naturales. Por ejemplo, se comprobó que los efectos negativos del tsunami del SE asiático fue menor allí donde se preservaban los bosques de manglares (Pardo, 2007).

El calentamiento global y aumento de la aridez en zonas templadas también supondrá un incremento de la frecuencia e intensidad de los incendios forestales. Se han comprobado tendencias recientes de incremento significativo del número de grandes incendios en latitudes boreales, paralelo al aumento de la temperatura y extensión de la estación libre de heladas (Kasischke y Turetsky, 2006). Similares consecuencias se han encontrado en otros ecosistemas templados (Westerling *et al.*, 2006).

En cuanto a los impactos sanitarios del cambio climático, se han estudiado posibles desplazamientos de algunas enfermedades tropicales a zonas templadas, singularmente el dengue y la malaria (Rogers y Randolph, 2000), como consecuencia de la extensión de los vectores de propagación de estas enfermedades (fig. 2). De hecho, ya se están observando algunos de estos efectos, como la aparición de enfermedades tropicales en países templados fronterizos (leishmaniasis en el sur de Francia o malaria en algunas zonas costeras del Mar Negro). El informe del IPCC también apunta el aumento de enfermedades ligadas a la contaminación bacteriana del agua, como diarreas y cólera, asociada a la repetición cíclica de inundaciones y sequías.

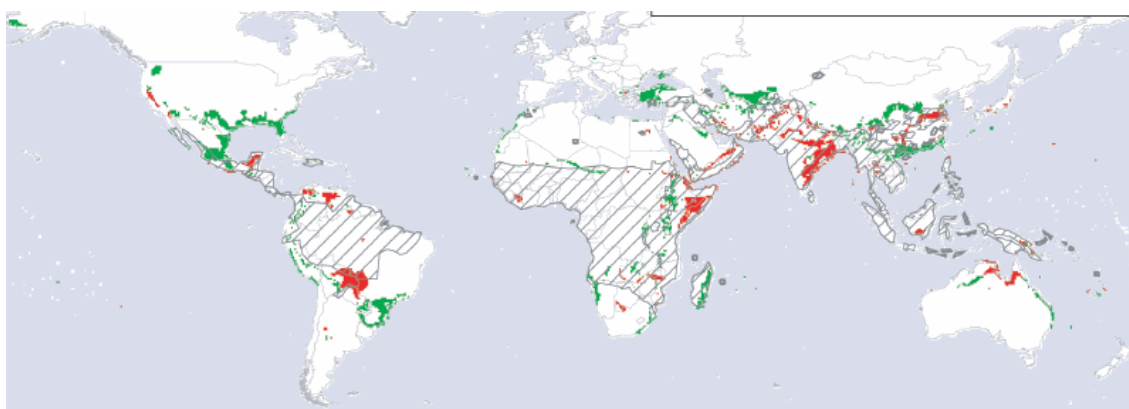


Fig. 2: Desarrollo actual de la malaria en el mundo (rayado). Zonas que dejarían de ser idóneas (rojo) y zonas que comenzarían a serlo (verde) a partir de datos de modelos climáticos para 2050. (Rogers y Randolph, 2000)

En este marco asociado a la salud pública, se plantean como especialmente preocupantes los posibles impactos de fenómenos climáticos extremos, como las olas de calor, en climas regularmente poco propicios. De especial relevancia fueron los efectos de la ola de calor que afectó a centro Europa en 2003, causando más de 30.000 muertes. También se relaciona con los cambios térmicos la mayor incidencia de alergias, o de enfermedades cardio-respiratorias u oculares, relacionadas con contaminación del aire y niveles de ozono troposférico.

Finalmente, en cuanto a aspectos económicos del cambio climático, se han apuntado posibles efectos sobre el turismo (desplazamiento de la línea de costa, aparición de especies contaminantes como las medusas, impacto de olas de calor, deterioro de arrecifes de coral por acidificación del agua); sobre la agricultura (incremento del rendimiento en altas latitudes, pero deterioro en tropicales con estación seca) y en energía (reducción del abastecimiento hidro-eléctrico). Para el caso concreto de nuestro país, resulta interesante consultar el informe coordinado por Moreno (2005).

Obviamente, estas consecuencias negativas dependerán en gran medida del valor que finalmente alcancen los incrementos de la temperatura, los efectos multiplicadores que de éstos a su vez se deriven y de la capacidad humana para adaptarse a esos cambios. Entre los principales damnificados se prevé que estén los países más pobres, muchos de ellos situados en zonas tropicales semiáridas que tenderán a perder recursos hídricos y con una abundante población costera.

2. Estrategias de mitigación y adaptación al cambio

Si los efectos previsibles son generalmente negativos, parece razonable tomar medidas para evitar el cambio climático o, caso de que no sea posible, adaptarnos lo mejor posible al mismo para aliviar las consecuencias más graves. Los costes económicos de estas medidas son unas de las materias más controvertidas, y el verdadero cuello de botella para que se adopten acuerdos políticos de gran calado.

Si el factor dominante en el calentamiento es la creciente concentración de GEI, la solución pasa por reducir las emisiones, por un lado, y bajar esas concentraciones, por otro. La primera estrategia lleva a tomar acuerdos que permitan reducir notablemente el consumo masivo de combustibles fósiles, mediante medidas eficaces de ahorro energético y la sustitución del uso de los combustibles tradicionales por otros con escasos o nulos impactos en la emisión (energías renovables y nuclear, principalmente). Esto supone hacer grandes inversiones en fuentes alternativas de energía y materias primas industriales. El segundo enfoque llevaría a desarrollar

técnicas para absorber los excedentes de GEI, transformándolos en compuestos no volátiles, que permitieran no aumentar, o incluso reducir, las concentraciones actuales. En ambos casos, se plantean costes muy considerables que van a afectar, de una forma u otra a la economía internacional en las próximas décadas.

La reducción de emisiones pasa por mejorar la eficiencia energética y desarrollar fuentes alternativas de energía. En el primer enfoque, se incluyen distintas medidas de ahorro y eficiencia energética, que deberían llevar a mejorar los sistemas de aislamiento térmico, mejorar eficiencia de motores, y promover aparatos de bajo consumo, desde automóviles hasta bombillas. Un reciente informe de Greenpeace estima que este tipo de medidas podría ahorrar hasta un 47% del consumo mundial de energía (Zervos y Teske, 2007).

En cuanto a desarrollar nuevas fuentes de energía, se apuesta por la progresiva sustitución del carbón, el petróleo y sus derivados por energía eólica, solar, geotérmica y la procedente de la biomasa. Estas energías renovables podrían abastecer hasta un 50% de la electricidad necesaria en nuestro planeta para 2050, según un estudio reciente de Greenpeace y el consejo europeo para la energías renovables (Zervos y Teske, 2007). La energía nuclear en su funcionamiento no produce emisiones de GEI, y garantiza una potencia sostenida e independiente de las condiciones meteorológicas, pero es muy controvertida por sus potenciales efectos contaminantes y por el tratamiento de los residuos. Entre los países comprometidos con el Protocolo de Kyoto, algunos han apostado nítidamente por ella (singularmente Francia y, en menor medida, Rusia o Finlandia), mientras otros prefieren confiar más en las energías renovables (Alemania, España o Bélgica), manteniendo la producción nuclear de las centrales existentes, pero sin realizar nuevas inversiones.

En cuanto a los sistemas de captación del CO₂ presente en la atmósfera, la estrategia más acorde con los ciclos naturales es la preservación y extensión de la cubierta vegetal, sumidero natural, junto al océano, del CO₂ atmosférico. Las plantas absorben CO₂ mediante la fotosíntesis y lo re-emiten en su proceso de respiración, absorbiendo una cantidad de carbono equivalente, en términos generales, a su producción de biomasa seca. Por esta razón, el aumento de CO₂ también favorece la actividad vegetativa, en condiciones de disponibilidad de agua, como ocurrió en el Mesozoico, con concentraciones de CO₂ muy superiores a las actuales, cuando se formaron la mayor parte de las grandes superficies vegetales que acabarían fosilizándose en los combustibles que utilizamos actualmente.

En consecuencia, una estrategia para reducir la concentración de CO₂ presente en la atmósfera es incrementar los elementos naturales de captación, por ejemplo,

aumentando las superficies forestales. Asimismo, el océano es un gran sumidero de CO₂, que se capta en procesos de fotosíntesis marina, así como en la formación de relieves calcáreos. Sin embargo, el agua caliente tiene menos capacidad de almacenar carbono que la fría, por lo que la tendencia del océano en este sentido será más negativa si se mantiene la evolución actual.

Junto a estos sumideros naturales, también se estudian soluciones tecnológicas para incrementar la absorción del CO₂ atmosférico, mediante su captación y enterramiento en estratos geológicos seguros. La investigación en esta dirección todavía es incipiente. Si bien el CO₂ se utiliza desde hace ya bastantes décadas en la extracción de hidrocarburos, reemplazar las bolsas de combustibles fósiles con depósitos de CO₂ todavía es una posibilidad remota.

La otra gran estrategia ante el cambio climático se orienta a la adaptación al mismo, reduciendo la vulnerabilidad ante los posibles efectos negativos. Esta línea de actuación ha ocupado mucha menor atención que las medidas de mitigación, puesto que se considera mucho más costosa a medio y largo plazo. En esta línea de trabajo estarían, por ejemplo, medidas para modificar las técnicas agrícolas (favoreciendo cultivos con menor demanda hídrica o más resistencia a ciertas plagas, por ejemplo), la protección física frente a aumentos del nivel del mar (barreras o muros de contención), la mejora en los sistemas de embalse de agua para gestionar mejor el almacenamiento, o la aplicación de medidas preventivas frente a vectores de propagación de enfermedades.

1.3. Acuerdos internacionales

Puesto que los efectos del calentamiento climático tienen una dimensión planetaria, la reducción de las emisiones debería también ser objeto de un acuerdo internacional. En este marco se planteó el Protocolo Kyoto, la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático aprobada en 1997. Fue firmado por 84 países, aunque para su entrada en vigor se requería la ratificación de los países responsables de una determinada proporción de las emisiones. Finalmente, entró en vigor en 2005, gracias a la aceptación de Rusia, reticente hasta entonces, que permitió llegar al límite acumulado de emisiones que preveía el protocolo para confirmarse (55% del total mundial). Estados Unidos y Australia fueron los únicos países desarrollados que lo rechazaron, si bien Australia lo ha ratificado en noviembre de 2007.

El Protocolo de Kyoto requería que los países más avanzados redujeran sus emisiones de GEI en el período 2008-2012 en un nivel no inferior a un 5% de los valores de 1990, tomado como año base para los cálculos. No se aplicaba a los países

en vías de desarrollo (ahora en creciente industrialización, como China o India), que sólo debían informar sobre sus emisiones de GEI. También permitía que algunos países desarrollados con menor crecimiento económico aumentaran ligeramente las tasas de emisión de 1990. Los objetivos de reducción de emisiones se fijaban en el anexo B del protocolo. Para España, el compromiso se fijó en un 92% de las emisiones base, pero posteriormente se permitió renegociar ese objetivo entre los 15 países de la Unión Europea y los Estados en período de adhesión, acordándose como objetivo global para todos un 8% de reducción. Esa negociación interna en el seno de la UE permitió aumentar un 15% las emisiones de España sobre las calculadas para 1990.

Para facilitar los compromisos de Kyoto, se autorizó a los países firmantes a compensar sus emisiones excedentarias con proyectos realizados en terceros países; por ejemplo, mediante la adquisición de derechos de emisión a países con balances de emisión negativos o invirtiendo en sistemas renovables de producción de energía. También se preveía la creación de un mercado de “carbono”, a través de agencias financieras y organismos internacionales (Fondo de Carbono del Banco Mundial, por ejemplo). La Unión Europea creó su propio mercado interno de carbono, con diversos mecanismos de control y transferencia para la reducción de emisiones.

En este momento se negocia la extensión del Protocolo de Kyoto más allá del 2012, con el importante reto de incorporar a los países actualmente en vías de industrialización, que pueden convertirse en los próximos años en los principales emisores, caso de China, India o Brasil, que temen estos acuerdos puedan incidir negativamente sobre su ritmo de crecimiento económico.

Las medidas son necesarias ante la magnitud de los impactos negativos. Los costes de la mitigación y adaptación al cambio también son de enorme magnitud, pero según buena parte de los estudios, mucho menores que los que podrían derivarse de no hacer nada. Según el informe Stern el coste de la no actuación sería para el mundo una catástrofe económica, puesto que supondría una reducción de entre un 5 y un 20% del PIB mundial, mientras que el de la mitigación supone una fuerte inversión, en torno al 1% anual, pero asumible sin graves perjuicios económicos (Stern, 2007).

Referencias

- Intergovernmental Panel on Climate Change (Ippc) (Ed.) (2007): *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Kasischke, E. S. y Turetsky, M. R. (2006): Recent changes in the fire regime across the North American boreal region - Spatial and temporal patterns of burning across Canada and Alaska. *Geophysical Research Letters*, 33: 1-5.
- Moreno, J. M. (Ed.) (2005): *Evaluación Preliminar de los Impactos en España del Cambio Climático*, Madrid, Centro de Publicaciones. Ministerio de Medio Ambiente.
- Pardo, M. (2007): El impacto social del cambio climático. *Panorama Social*, 5: 23-35.
- Rogers, D. J. y Randolph, S. E. (2000): The global spread of malaria in a future warmer world. *Science*, 289: 1763-1766.
- Stern, N. (2007): *Stern Review on The Economics of Climate Change. Executive Summary*, London, M Treasury.
- Westerling, A. L., Hidalgo, H. G., Cayan, D. R. y Swetnam, T. W. (2006): Warming and earlier spring increase western US forest wildfire activity. *Science*, 313: 940-943.
- Zervos, A. y Teske, S. (Eds.) (2007): *Energy Revolution. A sustainable global energy outlook*, Amsterdam, Greenpeace - European Renewable Energy Council.