

**Global Bioclimatics**  
(Clasificación Bioclimática de la Tierra)  
Salvador Rivas-Martínez  
(Versión 01-12-2008)

## **8. Cambio climático**

El clima durante el cuaternario se sabe que ha sido muy cambiante. Durante el último millón de años se acepta que ha habido unas diez épocas glaciares e interglaciales. En el tiempo actual estamos desde hace quince mil años en un periodo interglaciar que se estima aún durará otros diez mil años. Se acepta que estos grandes y largos periodos de cambios en el clima -en los que puede haber diferencias de 5° a 10° en la temperatura media anual, la mitad o el doble de la precipitación anual, y variaciones hasta de 200 m en el nivel de las aguas marinas- están condicionados por las modificaciones en la órbita de la Tierra y en su inclinación respecto al Sol, es decir en los parámetros orbitales de excentricidad, oblicuidad y precesión, cuyos ciclos oscilan entre los veinte y cien mil años. En consecuencia, la historia del clima de la Tierra desde el plioceno puede considerarse una secuencia continuada de épocas frías o glaciares y de periodos más cálidos o interglaciares. Como es obvio, estas grandes fluctuaciones en el clima no son claramente perceptibles en la escala de décadas o siglos sino en la de milenios. En periodos menores de tiempo, como el calentamiento tras la "Pequeña Edad de Hielo" en las últimas décadas del último siglo, parece que puede atribuirse en parte a la emisión de calor y gases nocivos producidos por las actividades humanas en la Tierra.

Por lo que se sabe hoy, el cambio del clima en la Tierra es un hecho continuo y rítmico, con periodos de aceleración y de estabilización. Para su análisis objetivo, siempre multidisciplinar, no deben perderse nunca de vista las perspectivas del tiempo, es decir, si se trata de décadas o de milenios y la escala geográfica de referencia, es decir si el estudio es local, regional o global. Por todo ello, hay que ser muy prudentes en la utilización de los conceptos y explicaciones sobre "cambio climático" y "cambio global", ya que esos términos están politizados y con cierta frecuencia los intereses de unos y la vehemencia de otros enmascaran las conclusiones y las bases científicas de los procesos.

Hace unos 13000 años terminó bruscamente la última gran glaciación del cuaternario, que con sus vaivenes había durado más de 35.000 años. En la latitud altotemplada en la que nos hallamos y en la fría o polar adyacente del hemisferio Norte, la temperatura media anual fue en el tardiglaciar de seis a nueve grados centígrados menor que la de hoy día. Los "inlandeis" (grandes campos y montañas de hielo asentados en tierra firme), las banquisas, los glaciares y los neveros, cubrieron o existieron en una buena parte de las regiones septentrionales terrestres y marinas, así como en las altas montañas. A lo largo de los últimos trece mil años del holoceno en que nos hallamos se sabe que han alternado periodos cálidos y fríos, con épocas lluviosas y áridas, bastante distintas a las de la actualidad. Bástenos recordar la templanza de la época del Imperio Romano. Hace poco más de dos milenios Aníbal cruzaba los Alpes de Saboya con su ejército y sus elefantes

... Hace poco más de dos milenios cruzaba los Alpes de Suoja con su ejército y sus soldados procedente de Hispania por collados alpinos que hoy no son transitables por la nieve y el hielo. También se pueden evocar los recientes periodos de grandes fríos, todavía en la memoria histórica, con incremento de los glaciares y neveros permanentes en las montañas, como el acaecido en nuestra geografía peninsular desde los siglos decimosexto al decimonoveno, circunstancia que propició la emigración de nuestros conciudadanos de entonces a los territorios tropicales y mediterráneos hispanos de América. Fue la época que se ha denominado "Pequeña Edad de Hielo".

Lo que parece estar hoy día bastante claro es que existen épocas donde el proceso del cambio climático se acelera y otras en las que se estabiliza o se produce muy lentamente. Al final el Sol - que es el astro que emite la mayor parte de la energía calorífica que disponemos en la Tierra- es el principal responsable de tales cambios. Muy recientemente, expertos norteamericanos en manchas solares han pronosticado una rápida pérdida de calor en los próximos treinta años, lo que evidentemente anuncia el camino hacia una nueva época fría. ¿Persistirán, se incrementarán o desaparecerán esas manchas en la corona solar?. Eso aún no lo sabemos o se halla en un periodo de investigación o comprobación.

Lo que hoy día se sabe es que el cambio del clima no es homogéneo en todos los lugares del planeta, y que el "efecto de urbe" o de "ciudad", es decir que la emisión de calor y de gases producidos por las grandes ciudades, conurbes y zonas industriales, algunos de ellos nocivos para la salud y otros con capacidad para retener el calor, está siendo muy importante en los últimos decenios y que el calentamiento de los termoclimas urbano-industriales es significativo localmente en tales áreas. También, como ya publicamos hace más de un lustro (Gavilán, Fernández-González & Rivas-Martínez, 2001), tal influencia urbana es poco apreciable al alejarnos 50 kilómetros de las ciudades y de las aglomeraciones industriales productoras de este fenómeno, que aunque extendido parece tener mayor influencia local que global en la Tierra. Por ello, no se deben utilizar datos climáticos procedentes de las grandes ciudades para estudiar el cambio climático global, circunstancia que a veces se olvida y que ha conducido en ocasiones a predecir cambios termoclimáticos globales excesivos.

Solanki & al. (2000, 2004) -apoyándose en la concentración de radiocarbono 14 obtenido en medidas dendrocronológicas y en su extrapolación con el número de manchas solares indicadoras del incremento en la emisión de calor en los últimos 11400 años del holoceno- señalan que el significativo calentamiento habido en las últimas seis décadas está ya remitiendo por el incremento de las manchas solares, habida cuenta que la probabilidad de que la gran actividad solar se prolongue hasta el año 2030 es de solo el 25%, y únicamente del 8% en el año 2050. La conclusión parece obvia: que el calentamiento debido a la actividad solar está ya disminuyendo y que vamos hacia un periodo de estabilidad solar, cuya consecuencia será la de un incremento del frío en el Planeta.

En las cuatro últimas décadas, en nuestras latitudes peninsulares -como ha podido comprobar Sara del Río (2005) para Castilla y León- puede aceptarse como modelo en ese territorio: la existencia de un ligero aumento de la temperatura, sobre todo en invierno, que no en verano, y un desplazamiento de las precipitaciones invernales hacia la primavera, lo que conlleva, un incremento de la oceanidad y de la templanza, que no una tropicalización como se dice en la prensa o en los ambientes poco informados. Este nuevo escenario, dado que conocemos los

umbrales y fórmulas bioclimáticas de las series de vegetación de España, permite predecir para Castilla y León, en el caso de mantenerse esa tendencia, para los 25, 50 y 75 años próximos un aumento de los bosques caducifolios, es decir un incremento de los robledales y hayedos, a costa de los encinares y sabinars albares; circunstancia favorable económicamente, ya que incrementará la producción forestal, agrícola y ganadera. La conclusión territorial permite entrever un futuro poco catastrófico. Otros investigadores (Fernández-González & al., 2005), utilizando la proyección del modelo Promes correspondiente al período 1961-1990, prevén para el último tercio del siglo XXI en la Península Ibérica, un posible aumento del valor del índice de termicidad (It) mayor al correspondiente a un horizonte termoclimático; así como un incremento de la "mediterraneidad" y de la aridización (disminución del índice ombrotérmico Io) considerables, también por encima del valor correspondiente a un horizonte ombroclimático. Los resultados proyectados por el modelo Promes para el conjunto de la Península Ibérica muestran incrementos de temperatura y aridez mayores que los obtenidos por Río (2005) y por Río & Penas (2006) para Castilla y León.

No obstante, con independencia de la finura de los modelos aplicados en cada caso, es evidente que hoy tenemos importantes conocimientos físicos, meteorológicos, climáticos, bioclimáticos y vegetacionales, para poder ensayar y utilizar modelos predictivos y acometer con rigor el apasionante campo científico de la predicción de escenarios bioclimáticos y vegetacionales futuros en la Tierra. Sin embargo, la investigación debe intensificarse en todos los campos y las conclusiones para que sean científicamente válidas deben testarse con la óptica de todas las especialidades que se dedican a estos temas (Allen & al. 1996; Almarza, 2000; Balairón, 2000; Blasi, 1996; Brunet & al., 1999; Budong & al., 2000; Burga, 1988; Camarero & Gutiérrez, 2004; Copons & Bordonau, 1997; Creus & Saz, 1999; Creus & al., 2000; Davis & al., 2003; Duplessy & al., 1991; Escudero & al., 1997; Galán & al., 1999; Gavilán, 2003; Gavilán & Fernández-González, 1997; Goddard & al., 2001; Fernández-González & al., 2005; González-Hidalgo & al., 2001; Grabherr & al., 1994; Hernández, 1999; Herráez, 1999; Huntley (1991); Manrique & Fernández-Cancio, 1999, 2000; Jalut & al., 2000; Le Houérou, (2008); Menzel & Fabián, 1999; Moreno & al., 1990; Moreno & Oechel, 1995; Murphy, 2000; Neq & al., 2001; Orloci, 1994; Oturbay & Loidi, 2001; New & al., 2001; Peñalba, 1994; Peñuelas & Filella, 2001; Pons & Reille, 1988; Pott, 1998, 2001; Ramil-Rego & al., 2001; Río (2005); Río & al., (2005, 2006, 2007); Río & Penas, (2006); Rodríguez & al., 2001, Ruiz-Zapata, 1999; Sala & al., 2000; Sánchez-Egea, 1975; Sanz-Elorza & al., 2003; Sparks & Menzel, 2002; Torres & al., 2001; Walther & al., 2002; etc.).