

AUMENTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN ESPAÑA

José Jaime Capel Molina

Universidad de Murcia

RESUMEN

Se afianza cada vez más firme entre la comunidad científica internacional, la certeza del caldeoamiento global. La dificultad aparece a la hora de evaluar cuantitativamente los resultados. Un elemento de incertidumbre y preocupante, es el posible comportamiento de los actuales ecosistemas naturales ante la crisis climática actual. España como tantos otros países de la Zona Templada está soportando una anomalía muy reseñable en el clima, con fluctuaciones ostensibles en las condiciones de promedio (variabilidad de la temperatura y de la precipitación, y también, aunque menos acentuada en la distribución de la presión atmosférica) y eventos meteorológicos extraordinarios. Entre 1981 y 1994 ha tenido lugar el período más caluroso desde la segunda mitad del siglo XIX; el incremento térmico en España en los últimos 130 años ha sido entorno a 1'2 °C, a excepción del cuadrante noroccidental de la Península, donde se aprecia incluso un estancamiento.

Palabras clave: Clima, Fluctuación climática, España, Sistema climático global.

Augmentation de la variabilité climatique en Espagne

RÉSUMÉ

On affirme de plus en plus la certitude de la chauffe globale dans la communauté scientifique internationale. La difficulté apparaît à l'heure d'évaluer quantitativement les résultats. Un élément d'incertitude et de préoccupation c'est le comportement possible des actuels écosystèmes naturels devant la crise climatique de nos jours. L'Espagne, comme autant d'autres pays de la Zone Tempérée, subit une anomalie remarquable dans le climat, avec des fluctuations ostensibles pour les conditions de la moyenne (variabilité de la température et de la précipitation, et aussi, bien que ce soit moins accentué, en ce qui concerne la distribution de la pression atmosphérique) et des événements météorologiques extraordinaires. Entre 1981 et 1994 il a eu lieu la période la plus chaude depuis qu'il existe des enregistrements continuels et dignes de confiance, C'est-à-dire. depuis la deuxième moitié du XIXe siècle; l'accroissement thermique en Espagne dans les 130 ans derniers a été

environ 1,2° C, à l'exception du quadrant nordoccidental de la Péninsule Ibérique, où l'on apprécie même un étanchement.

Mot clés: Climat, Fluctuation climatique, Espagne, Système climatique global.

Dirección para correspondencia: José Jaime Capel Molina. Dpt°. de Geografía. Facultad de Letras, Universidad de Murcia. Apdo. 4021, 30080 - Murcia (España).

En las postrimerías del siglo XX, uno de los principales motivos de incertidumbre medioambiental a nivel global es el del incremento de gases de efecto de Invernadero y ligado al mismo el caldeoamiento global inducido por la actividad del hombre. Entre la comunidad científica cada vez es mayor el interés por las numerosas anomalías del clima que están apareciendo en sus diferentes escenarios del planeta. España como tantos otros países de la zona Templada está soportando una anomalía muy reseñable en el clima con fluctuaciones ostensibles en las condiciones de promedio y eventos meteorológicos extraordinarios.

El reciente incremento tan relevante de la variabilidad climática en España, referido a elementos del clima como la temperatura, la precipitación y, en cierta medida, la presión atmosférica, tanto en promedio como en el régimen ha permitido calificar a la última década 1981-1990, por numerosos investigadores y especialistas sobre el clima, como la más anómala del presente siglo (LINES ESCARDÓ, 1989) (FONT TULLOT, 1989) (QUEREDA SALA, 1994) (OLCINA CANTOS, 1994).

A nivel mundial se perfila un recalentamiento ascendente de la Temperatura a partir de 1975, acentuándose aún más en los años ochenta y se continua en el inicio de los 90. La anomalía de la temperatura media en superficie, basada tanto en medias terrestres como marinas del período 1951-1980 aumentó en 1990 hasta el máximo valor registrado (+0,39°C). Los ocho años más cálidos del registro mundial acontecieron a partir de 1980 (O.M.M., 1993).

En España desde 1981 hasta 1994 ha tenido lugar el período más caluroso desde que existen registros continuos y fiables de temperatura (a comienzos de la segunda mitad del siglo XIX). En Santiago de Compostela, los siete años más cálidos entre 1961-1994 se sitúan entre 1981 y 1994, y 2 años 1989, 1990, los más cálidos desde el inicio de las observaciones. Análoga tendencia muestra el interior de las tierras peninsulares, el observatorio de Madrid «Retiro» es un ejemplo paradigmático: seis años de los siete más cálidos observados en el período internacional 1961-1990, se sitúan en la década 1981-1990, y de los once años más cálidos para todo el período (1859-1994), seis se dan en la década de los 80; los años 1989 y 1990 se configuran con el récord de temperatura, con 15,8° y 15,4° C, respectivamente. En el Sureste peninsular, el observatorio de Murcia «Universidad» ofrece igual tendencia. Entre 1980 y 1994 se han dado nueve de los dieciséis años más cálidos desde 1862, registrando en el quinquenio 1990-1994, los dos años más cálidos desde el inicio de las observaciones, con 19,7° y 20° C en 1990 y 1994, respectivamente.

LA RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Los primeros balbuceos de organización de la Meteorología en España, se remontan a comienzos del siglo XVIII, cuando se llevan a cabo las primeras mediciones diarias de la presión barométrica y de temperatura. En 1737, el académico Fernández Navarrete edita las efemérides barométricas correspondientes a ese año. La Real Academia de Medicina de Madrid, durante el reinado de Felipe V, propuso comenzar las observaciones diarias sistemáticas, invitando a sus académicos honorarios, diputados y corresponsales, a que anotaran datos de vientos predominantes durante el día, la presión, las temperaturas, lluvias, nubes, rocío, nieblas, tormentas y otros meteoros, apuntando las efemérides de cada mes del año. Este impulso pionero de la Meteorología Española sólo estaría vigente durante varios años. Sin embargo, vuelve a reavivarse el antiguo plan en 1784, cuando Rodríguez Campomanes, ministro de Carlos III propuso a los Corregidores y Alcaldes mayores de las ciudades del Reino remitieran a la Secretaría de la Presidencia de Castilla información quincenal relativa a las lluvias, nieblas, vientos, rocíos, nubes, temperaturas y demás meteoros que se observaran, señalando su incidencia en la vida vegetal y las producciones agrícolas.

Dentro de este contexto, del gran interés que los miembros de la Real Academia de Medicina tuvieron por las observaciones barométricas, por la creencia entonces, muy en boga, de la incidencia en el ser humano a las variaciones de la presión atmosférica, surgen los primeros estudios sobre el clima. Y así surge, la primera aproximación científica al clima de la España Atlántica, promovida por el profesor F. CONSUL JOVE, que en 1788 esbozó una estimación de la precipitación en Santiago en base a los datos conocidos de París y Londres, deduciendo un balance de agua en el suelo.

En 1790 D. Alejandro Malaspina presentó al conde de Floridablanca el plan de «Correspondencia de efemérides Meteorológicas», donde engloba junto a las observaciones de ciudades de España, las anotadas en las colonias, y que dependería de la Academia de Guardamarinas de Cádiz. En mayo de 1791 el gobierno de Madrid dispuso que se redactara una instrucción para la uniformidad de las observaciones meteorológicas. Estos tres proyectos (Real Academia Matritense, Rodríguez Campomanes y Malaspina), aunque no tuvieron continuidad, por las convulsiones políticas, propiciaron la publicación de las primeras observaciones meteorológicas en España y, posteriormente, motivaron la creación de los primeros organismos que centralizaron las observaciones meteorológicas tan dispersas por largo tiempo. Barcelona, Cádiz y Madrid fueron las primeras ciudades donde se realizaron observaciones meteorológicas diarias. En Madrid, a partir de 1786 las inició D. Pedro Alonso Salanova y hasta 1795. En Barcelona, a partir de 1786 y hasta 1824 se realizaron tres observaciones diarias, a cargo de D. Francisco Salvá y Campillo, continuándose hasta 1824 por Vieta y Yáñez. En Cádiz se iniciaban en 1786, siguiendo desde 1802 el Observatorio Real Astronómico de San Fernando.

En 1796 se crea el Cuerpo de Cosmógrafos del Estado y del Real Observatorio, cuyas ordenanzas fueron dadas por el Rey Carlos IV. Las observaciones meteorológicas llevadas a cabo entre 1800 y 1804 se conservan en el Cuaderno de 1803, de la Biblioteca del Instituto Nacional de Meteorología, aunque sin mediciones de pluviómetro. En cambio en Gibraltar, el gobierno inglés de la colonia realizaba lectura diaria del pluviómetro desde

1796, lo que constituye la serie más larga de España que se conserva. Las observaciones meteorológicas continuaron en Madrid hasta 1841, en que se crea el Observatorio Meteorológico de Madrid. En 1850 se crea en España la primera red oficial de estaciones meteorológicas, distribuidas por el territorio nacional, dependientes de profesores de física de Instituto de segunda enseñanza y de Universidad, organizando observaciones meteorológicas con regularidad, información que se centralizaba en el Observatorio Astronómico de Madrid. Parte de la información se editó en hojas y folletos por parte de los profesores o en la revista de la Academia de Ciencias. En 1851 comienza la segunda época del Observatorio Astronómico, disponiéndose que el Observatorio fuese también Meteorológico.

A partir de 1865, se le encomienda al Observatorio Astronómico la dirección de los trabajos meteorológicos de las estaciones de provincias. Ya en el primer Anuario estadístico de España, correspondiente al año 1858 y publicado en Madrid en 1859, figuraban expresamente las observaciones meteorológicas del real Observatorio de Madrid, durante los años de 1838 a 1846 y de 1854 a 1858. Igualmente aparecen el resumen correspondiente del año 1858 en 11 estaciones meteorológicas: Madrid, Instituto de Alicante, Universidades de Barcelona, Granada, Oviedo, Salamanca, Santiago, Sevilla, Valencia, Valladolid y Zaragoza.

El segundo Anuario Estadístico de España, correspondiente a los años de 1859 y 1860, editado en 1860, incluía junto a Madrid, resúmenes de las estaciones antes citadas, además de otras nuevas como el Instituto de Bilbao y la Escuela de Montes de Villaviciosa de Odón. En 1860 se promulga un Decreto creándose 22 estaciones de observatorios (de las cuales 11 ya existían desde 1858, incluso antes, y las 11 restantes fueron Albacete, Almadén, Badajoz, Burgos, Ciudad Real, Cuenca, Huesca, Murcia, Palma, Riotinto y Soria. En el cuarto Anuario Estadístico, correspondiente a los años de 1862 a 1865, figuran junto a los de Madrid y por primera vez los datos de los nuevos observatorios creados en 1860. Todas las actividades ligadas a la Meteorología en España quedan bajo el auspicio del Observatorio Astronómico y Meteorológico de Madrid. El primer Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península Ibérica fue publicado por dicho Observatorio en 1866. A partir de entonces y hasta el final de siglo, los sucesivos Resúmenes de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península siguieron publicándose hasta el año 1900. El fin último de los resúmenes anuales era el conocer el clima de España y de sus regiones, según manifestaban los diferentes directores del Observatorio, impulsores de la Meteorología moderna en España.

En Madrid, en 1887, se creó el Instituto Central Meteorológico, destinado a calcular y anunciar el tiempo probable a los puertos y capitales de provincias; momento de arranque del Servicio Meteorológico Oficial en España (FONT TULLOT, 1988). Comenzándose la publicación de un Boletín Meteorológico Diario, el 1 de mayo de 1893, en él aparecía el primer mapa del tiempo, el estado de comportamiento de la atmósfera y una predicción somera, con datos de los observatorios de España y observatorios europeos de Francia, Inglaterra y Portugal, datos que se transmitían por enlace telegráfico. Así pues hasta 1860, no existen fuentes estadísticas meteorológicas (térmicas, pluviométricas y barométricas) continuadas y sistemáticas. Pues con anterioridad la continuidad de las observaciones fue puntualmente interrumpida por diferentes avatares de tipo político y guerras, (durante la guerra contra Napoleón se destruyó valiosísima información perdida para siempre).

El primer estudio global sobre el clima de España y Portugal, se realizó en el último tercio del siglo XIX. Se trata de la sucinta Memoria presentada por Gustavo Hellmann, acerca de la distribución de la lluvia en la Península Ibérica, a la Real Academia de Ciencias de Madrid, utilizando entre otras fuentes, los Resúmenes de las observaciones meteorológicas de provincias, publicados por el Real Observatorio de Madrid, correspondientes a los años entre 1865 y 1873.

VARIABILIDAD CLIMÁTICA ACTUAL EN ESPAÑA

Para constatar la evolución secular de las temperaturas y precipitaciones, y la fluctuación climática actual en la Península Ibérica, hemos utilizado los observatorios de Santiago de Compostela, Madrid y Murcia, que poseen series estadísticas muy largas (1862-1994). Observatorios además, representativos de la España Atlántica, interior de la Meseta y España Mediterránea, respectivamente.

SANTIAGO. La ciudad de Santiago de Compostela es tan conocida por su lluvia como lo pueden ser Valdivia en Chile, Bergen en Noruega o Niigata en Japón.

TEMPERATURAS. No pudimos disponer de datos térmicos fiables (en cambio, sí de precipitación) durante el último tercio del siglo XIX, la serie estadística utilizada data a partir de 1900. En la marcha de la temperatura media se observa un ligero enfriamiento durante el primer tercio de siglo 1901-1930, con 13,2°, recuperándose ligeramente entre 1931-1960, con 13,3°, para descender a 12,8° entre 1961-1990. El comportamiento de las medias máximas ha sido un continuo descenso: 17,8° en el primer tercio de siglo, 17,3° en el segundo tercio y 16,9° en el período 1961-1990. De igual forma se aprecia un descenso paralelo de las temperaturas medias mínimas, oscilando entre 8,7°, 8,3° y 7,7°, respectivamente, para los intervalos de tiempo anteriormente señalados. En cuanto a las temperaturas extremas, singularmente Santiago apenas rebasa los 39° a la sombra; registrando 40,3° como máxima absoluta el día 24 de agosto de 1926. Verano que se recuerda en los anales de la meteorología española como uno de los más cálidos del siglo XX en la mayor parte de las provincias españolas. Durante los meses de agosto y septiembre prevalecen las temperaturas medias más elevadas en Santiago.

En el primer tercio del siglo XX, la temperatura experimenta un retroceso. De 13,6° de media anual en 1906 desciende a 12,9° en 1925. El rasgo más característico de este intervalo (1901-1930) es el descenso térmico moderado coincidiendo con un retroceso muy importante de las precipitaciones. A partir de 1932 (12,6° de media anual), la temperatura comienza a experimentar una recuperación. Hacia los años 1936 y 1937 hay que consignar una subida general térmica, extendible a toda España, correspondiéndose con uno de los períodos lluviosos más intensos de todo lo que va de siglo en la Península Ibérica, seguido en 1938 por un descenso tanto térmico como pluviométrico. Este aumento de las temperaturas llega hasta 1950 y alcanza su punto culminante en 1949 con 14,2° de media, año extremadamente seco, con tan sólo 888,6 mm. Al mediar el siglo (1950) comienzan a producirse algunas oscilaciones importantes, (LORENTE, 1961), variaciones térmicas y pluviométricas acusadas, sobresaliendo una caída profunda de la temperatura en 1956 y 1957, años, por otra parte, muy secos, 1.122 y 923 mm. respectivamente, frente a los 1752 mm. de promedio de Santiago en 130 años. A partir de 1960, años fríos alternan

con otros que muestran una fuerte subida de la temperatura como sucede en 1961 y 1962, años muy húmedos en toda la vertiente atlántica y en especial 1960 con 3.169 mm., el más lluvioso de todo el período. El primer quinquenio de los años setenta se comporta como muy frío, alcanza su punto culminante en 1972 y 1974, con sólo 11,2 y 11,3°, respectivamente, correspondiéndose con años extremadamente lluviosos; las temperaturas comienzan a recuperarse a partir de 1975.

Los años ochenta se aprecian como muy cálidos, sobre todo, a partir de 1986 la temperatura se mantiene con valores anormalmente altos, con 13,9° en 1989 y 13,4°C en 1990. En 1991, la temperatura muestra un descenso notable (12,3°C) para seguir incrementándose lenta pero paulatinamente a partir de 1992 hasta 1994, con 12,8°C de promedio. Paralelamente tiene lugar la peor sequía que ha soportado Santiago desde 1858 (sexenio seco que constituye una notable anomalía climática). Los seis años más cálidos del período internacional 1961-1990 se sitúan en el decenio de 1981-1990 y los siete más cálidos entre 1961 y 1994 se sitúan entre 1981 y 1994. Así pues a finales de los años setenta comienza un recalentamiento que es homologable con el que se viene experimentando en la Península Ibérica desde 1975.

LAS PRECIPITACIONES

Durante el último tercio del siglo XIX las precipitaciones fueron muy abundantes con un promedio de 1.665 mm.; especialmente húmeda y fría fue la década 1881-1890, incrementándose las temperaturas a mediados de los años noventa. Precipitación que desciende a 1.440 mm. anuales durante el período 1901-1930 y que en la práctica se mantendrá sin apenas variación ostensible durante el período internacional 1931-1960, con 1.497 mm., para mostrar un ascenso notable, durante el período internacional 1961-1990, alcanzando 1.915 mm.

A lo largo del dilatado período 1858-1994, tuvieron lugar años muy húmedos por encima de los 2000 mm., destacan: 1872 con 2336 mm., 1881 con 2021 mm., 1885 con 2024 mm., 1936 y 1937 con 2094 y 2226 mm., respectivamente. El trienio (1959, 1960 y 1961) fue el más húmedo acontecido con 2442, 3169 y 2187 mm., correspondientemente, alcanzándose el récord absoluto en 1960. En el período 1961-1994 se han dado el mayor número de años húmedos, 1963, 1969, 1972, 1974 y 1994 con 2.052 mm. La década de los años setenta, se ha comportado muy húmeda, sobre todo, en su segunda mitad, superándose durante el cuatrienio 1976-1979 los 2.000 mm. en cada uno de ellos.

También hubo años secos, por debajo de los 1.000 mm. Así en 1917 se anotaron 951 mm., 945 mm. en 1926, 835 mm., en 1944 y 888 mm., en 1949; igualmente pródiga en sequías fue la década de los años cincuenta, con 717 mm. y 923 mm., en 1953 y 1957, respectivamente. Es muy reseñable el mínimo absoluta de 615 mm. anotado en 1921.

A partir de 1987, se ha observado una tendencia, de descenso pluviométrico; manteniéndose por debajo del promedio, a excepción de 1994, que ha cambiado de signo, con registro superior a 2.000 mm.

MADRID. En el ritmo de la temperatura media interanual se observa que entre 1869 y 1880 hubo una serie de ascensos y retrocesos puntuales, revelándose en la siguiente década (1881-1890) un descenso continuo de la Temperatura media, registrándose los

CUADRO I
Precipitaciones en Santiago de Compostela.

Último tercio Siglo XIX:	1865-1894	1.665,3 mm.
Primer tercio Siglo XX:	1901-1930	1.439,8 mm.
Segundo tercio Siglo XX:	1931-1960	1.497,0 mm.
Tercer tercio Siglo XX:	1961-1994	1.915,4 mm.
Década:	1981-1990	1.790,4 mm.
Período:	1981-1994	1.752,6 mm.

valores más bajos del siglo XIX, con 12,9° y 12,8° C, en 1884 y 1888, respectivamente, coincidiendo con un incremento de las precipitaciones anuales. La última década del siglo XIX revela una recuperación térmica, con ligeros retrocesos. Así, mientras que en 1890 la media fue de 13,1°, en 1899 se alcanzó el valor más alto del último tercio del XIX, con 15,2° C, al mismo tiempo que disminuía el volumen de precipitaciones.

Ya en el siglo XX, la temperatura experimenta un retroceso. De 14,1° de promedio en 1900, baja a 12,6° en 1925. El rasgo más característico de este intervalo (1901-1930) es el brusco descenso térmico (13,2° C) coincidiendo en parte con un retroceso moderado de la precipitación. Descenso, particularmente activo, en lluvias de invierno.

A partir de 1931 (14° C), la temperatura experimenta una recuperación. Como pone de manifiesto LORENTE, hacia los años 1936 y 1937, hay que consignar una subida general térmica en España —correspondiéndose con uno de los períodos lluviosos más intensos de todo lo que va de siglo en la Península, seguido en 1938, por un descenso pluviométrico, aunque no térmico. A partir de 1936, acontecen ciertas perturbaciones atmosféricas que Lorente denomina «aeromotos» que trastornaron a partir de este momento la sucesión de años húmedos y secos (LORENTE, 1955). Antecedentes de estos «aeromotos» se sitúan en los años hidráulicos 1914-15, 1904-05 y 1894-95. Esta subida termométrica llega hasta 1950 (LORENTE, 1968) y alcanza su punto culminante en 1949, con 14,9° de media.

A partir de 1951 se registran variaciones térmicas muy acentuadas, destacando una caída térmica profunda en los años de 1956 y 1954; al mismo tiempo se perfila un descenso pluviométrico, sobre todo en 1954, registrándose 240 mm. El promedio térmico entre 1931 y 1960 fue de 13,9°C, continuando la línea ascendente observada en el siglo pasado. En el último período internacional 1961-1990, años fríos se alternan con otros que muestran una fuerte subida, como sucede en 1961, 1962, 1964, 1968 y 1970, intercalados con otros más fríos. En realidad la década de los años 70, se muestra bastante fría hasta 1977. A partir de ese año, la variabilidad climática aumenta, incrementándose lenta pero paulatina, la temperatura media, manteniendo valores anormalmente altos hasta 1994. Llama particularmente la atención la década de los 80. Seis años, de los siete más cálidos del período 1961-1990, si sitúan en el decenio 1981-1990 y de los 11 años más cálidos por todo el período 1869-1994, seis se dan en la década de los 80.

Si durante el último tercio del siglo XIX, la temperatura media experimenta un ascenso culminando en 1899, con 15,2°C, en los primeros 30 años de nuestro siglo, se caracteriza por un retroceso ostensible. A partir de esta fecha la temperatura experimenta una recupe-

ración que culmina en 1949, con 15'1°C, frente a 12'8°C registrado a principios de siglo (1901). Esta tendencia, es característica por toda la España peninsular: Sevilla, por ejemplo, había subido de 18'1° de media en 1901, a 20'5°C en 1949 (Capel Molina, 1976); Barcelona anota 15'6°C en 1901 y alcanza 17'3° en 1949.

A partir de 1950 y hasta 1970, el ritmo termométrico revela ascensos y retrocesos, caracterizándose el decenio 1951-1960, por una ligera tendencia a la baja, para de nuevo recuperarse a los inicios de los 60. A lo largo de estos 125 años, la marcha interanual de la temperatura muestra oscilaciones, con un índice elevado de 13'6°C en el último tercio del XIX, un descenso acusado en el primer tercio del XX, 13'2°C, para de nuevo volver a recuperarse en el segundo tercio del siglo XX, con 13'9°C y comenzar con un incremento manifiesto en el período 1961-1990 (14'3°C), recalentamiento de 0'7°C frente al último tercio del XIX. El incremento térmico que nos ofrece el decenio de los 80 es muy revelador con 14'8°C, 1'2°C más elevado que a finales del XIX y 1'6° frente al primer tercio de nuestro siglo.

Las precipitaciones mantuvieron un promedio más alto en el último tercio del XIX, con 544 mm., descendiendo bruscamente, a principios del XX, 418 mm., para el primer tercio del siglo; a partir de 1931 y hasta 1960, se incrementa ligeramente, hasta un promedio de 437 mm., tendencia que se continua en las postrimerías del siglo XX, ascendiendo a 455 mm., para el período 1961-1990, siendo húmedas las décadas de los años 60, 70 y muy seca la década de los 80, con tan solo 409 mm.; precisamente en este decenio, ha sido donde se han dado más casos de sequías puntuales; en total tres. (Guerra Sierra, 1989).

El inicio de los 90, se caracteriza por una fuerte indigencia hídrica, con caídas muy por debajo del promedio, con 304, 338 y 356 mm., en los años 1990, 1991 y 1992, respectivamente. Caracterizándose por una de las peores sequías y graves que ha padecido la capital de España desde el trienio seco 1868 a 1870.

A lo largo del período 1859-1994, hubo años muy húmedos, por encima de los 600 mm., sobresalen: 1885 con 698 mm., 1888 con 621 mm. y 1895 con 616 mm. En 1936 cayeron 606 mm. y 690 mm. en 1947. En 1959 se anotaron 636 mm. y sobre todo en 1963 se registraron 746 mm., que constituye el récord absoluto. La década de los 60, ha sido especialmente húmeda; en la primera mitad de los 70 decaen las precipitaciones, aumentando en su segunda mitad para decrecer notablemente, a partir de 1980 (a excepción de los años de 1987 y 1989, que se comportaron como muy húmedos), tendencia que se constata en su continuación en el inicio de los años 90.

MURCIA.- En la marcha de la temperatura media se observa un enfriamiento durante el primer tercio de siglo XX (17'6°) frente al último tercio del siglo XIX, más cálido (17,9°C), recuperándose ligeramente entre 1931-1960, con 17'8°C, para aumentar ostensible entre 1961-1990, que alcanza 18'7° C. La década de los años 80 ha sido muy cálida (19'1°C), prorrogándose la tendencia en los años 90. Durante el último tercio del siglo XIX, la temperatura se mantuvo con valores moderadamente bajos; el promedio solo fue de 17,9°C; sin embargo en el último quinquenio, se alcanzan los valores más altos del período (18,7°C) registrándose los dos años más cálidos del siglo XIX, con 19'2°C. En el primer tercio del siglo XX, éstas se mantuvieron más frescas; ningún año llegó a 19°C, coincidiendo con un retroceso muy relevante de la precipitación, tal tendencia se extiende

por el decenio de los años 30. A partir de los años 40 comienza la temperatura a incrementarse, alcanzando 19'1° en 1945 y 1947. Al mediar el siglo aumenta la variabilidad climática, comenzando el decenio de los años 50 con un enfriamiento, registrándose tan sólo 16'5° en 1950, valor más bajo para todo el período de 130 años, valores igualmente bajos se mantienen hasta 1955; a partir de ese año y hasta 1960, tuvo lugar un calentamiento. La década de los 60 se caracterizó por una continua elevación térmica; mientras que en los años 70, y en su primera mitad hay un enfriamiento, tendencia que se invierte a partir de 1976, con un ascenso paulatino térmico, que se confirma, al principio de la década de los 80, incremento espectacular extensible a la Península Ibérica. Característica mantenida al comienzo de los 90, con un débil estancamiento en 1992 y 1993, y un ascenso relevante en 1994, sin duda el año más cálido de los siglos XIX y XX, con 20°C. A partir de 1980 el incremento térmico ha sido tan significativo que en ese intervalo de 14 años se han dado nueve de los 16 años más cálidos de todo el período. En el quinquenio 1990-1994, se dieron los dos años más cálidos de ambos siglos, con 19'7° y 20°C en 1990 y 1994, respectivamente. Los siete años más cálidos del período internacional 1961-1990 se sitúan en el decenio 1981-1990. Así pues, a finales de los años 70 se inicia un recalentamiento de la temperatura que es homologable con el que se viene experimentando en España desde 1975.

PRECIPITACIONES.- En el último tercio del siglo XIX las precipitaciones fueron abundantes, dentro de la indigencia hídrica que caracteriza al SE peninsular, con un promedio de 376'4 mm.; singularmente húmeda y fría fue la década 1881-1990 (420'4 mm.), incrementándose las temperaturas en los años 90. Precipitación que desciende ostensiblemente en el primer tercio de nuestro siglo con 283 mm.; tan tendencia se mantiene en el período 1931-1960, con 292 mm., incrementándose la pluviometría en el último tercio, con 333 mm. Sobre todo fueron muy húmedas las décadas de los 60 y 70; en cambio, a partir de los 80 las lluvias escasean, confirmándose en los años 90, con sequías muy prolongadas y de carácter catastróficas.

Entre 1863 y 1994, hubo años muy húmedos, con registros pluviométricos por encima de 500 mm.: bienio 1863-1864, con 534 y 572 mm., respectivamente. En 1884 se alcanza el récord absoluto para todo el período con 765 mm. Bienio 1887-1888, con 588 y 571 mm., respectivamente; 1890 con 571 mm. y 1894 con 562 mm. Bienio 1948-1949, con 544 mm. y 501 mm.; 526 mm. se anotan en 1951 y 510 mm. en 1972. Los años secos son muy comunes: 1878 con 193 mm. y 1907 con 192 mm. El trienio 1911-1912-1913, con 170, 190 y 102 mm., respectivamente. 1937 con 162 mm. y sobre todo 1945, año extremadamente seco con tan solo 84,5 mm., 1960 y 1970, con 153 y 144 mm., respectivamente; y sobre todo la gran sequía de los 80, cuatrienio 1981-1984, que ha sido la «sequía» más larga que se ha producido desde que existen registros, con 190, 196, 159 y 183 mm., respectivamente. El año de 1994 se ha mostrado extremadamente seco, con tan solo 144 mm., sequía que ha significado la pérdida de más de 20.000 has. de regadíos.

CONCLUSIONES

Numerosas anomalías del clima están apareciendo en muy diferentes escenarios del planeta en los últimos años. La evolución climática reciente ha incluido pertinaces y

graves sequías, difícilmente soportables por los ecosistemas naturales, incluso de ámbitos medioambientales proverbialmente lluviosos, o inundaciones calamitosas como consecuencia de precipitaciones torrenciales fuera de su dominio geográfico habitual (Dominio Tropical o Subtropical) o anomalías térmicas prolongadas reseñables en aquellas otras regiones de las altas latitudes.

Presumiblemente estamos asistiendo a una anomalía reseñable en el clima, con variaciones ostensibles en las condiciones de promedio. Para algunos autores a finales de los años cincuenta (LORENTE, 1981) (FONT TULLOT, 1988) se iniciaba una etapa de transición hacia un nuevo período climático, donde la variabilidad climática (temperaturas y precipitaciones) ha ido incrementándose. La década de los ochenta ha mostrado una singularidad sobre diversas regiones de la tierra. La Península Ibérica como otras tantas regiones del hemisferio Norte, se ha caracterizado en estos últimos años, por la diversidad de eventos meteorológicos extraordinarios:

— Hemos asistido al invierno más seco en todo lo que va de siglo XX (invierno 1988/1989), a excepción del Sureste Peninsular e igualmente correspondido con una anomalía térmica positiva nunca observada y extendida a toda Europa.

— Una de las perores olas de frío (enero/1985) desde que existen registros, con 5,5° de temperatura media en Santiago, 9'1°C en Murcia y 3'6°C en Madrid.

— Una gran ola de calor en junio de 1981, la más acentuada en lo que llevamos de siglo.

— La temperatura media de septiembre de 1985, excepcionalmente cálida. Valor sin precedentes desde que existen registros en Santiago (20'5°C) y Madrid (24'2°C).

— El verano de 1989, el más cálido desde el inicio de las observaciones hasta 1990 en los observatorios de Madrid y Murcia.

— Febrero de 1990, el más seco en los últimos 50 años.

— El período 1987/1992, constituye la peor sequía desde que comenzaron los registros para el observatorio de Santiago.

— El período 1981-1984, la sequía más calamitosa y prolongada en Murcia, desde que comenzaron las observaciones.

— Un temporal atlántico con viento huracanado (octubre/1984) promovido por una perturbación atlántica muy violenta (Exciclón tropical Hortensia).

— La temperatura media de abril de 1986 excepcionalmente fría (8'8°C en Madrid, 7°C en Santiago), valor sin precedentes desde que existen registros termométricos.

Sin duda a lo largo de la década de los años 80 y hasta finales de 1994 en España, asistimos a una singularidad climática reseñable. A partir de 1987, la temperatura media anual observada en Santiago se mantiene con valores anormalmente altos y paralelamente a ello se produce una sequía duradera (sexenio seco), la más prolongada y pertinaz desde que existen registros meteorológicos. Tras unos retrocesos puntuales de la temperatura media y, sobre todo, a partir de 1975, se observa en Madrid, Santiago y Murcia un acrecentamiento de la variabilidad climática. Perfilándose un recalentamiento ascendente de su temperatura media que se acentúa aun más en los años ochenta e inicio de los 90. Fenómeno que hay que entenderlo dentro de fluctuaciones climáticas que están interesando a amplios territorios de nuestro planeta.

¿Que significa la serie de años secos 1981-1983/84 en las regiones Central y Sur de

España, los episodios secos 1990/1992 en la región Central y de 1993/1994 en el SE peninsular? ¿O bien, el sexenio seco 1987/1992 en Galicia? ¿Avanzan las áreas desérticas subtropicales hacia el Norte? ¿La desertización es climática o antrópica? Las precipitaciones casi normales, incluso copiosas en amplios territorios de España durante 1986, 1987 y 1988, dejó bajo un mínimo de atención política y en los medios de comunicación social la gran sequía de España que comenzó a incidir de una forma inusual en la década de los años setenta y, sobre todo, en el inicio de los años 80 (primer quinquenio). En cambio en esos años, se inicia en el flanco Norte una sequía que interesó severamente a una región tradicionalmente húmeda como Galicia y con mayor o menor intensidad a otras áreas de la España Cantábrica, Navarra y Castilla. El análisis pluviométrico de Santiago desde 1858, aunque con lagunas, revela carencias o ritmos parecidos, sin embargo, no tan limitantes como en el período 1987-1992. Posiblemente el avance de la desertificación hacia otros ámbitos deba ser considerada como un fenómeno de irrupciones sucesivas. En una sucesión de años secos, las orlas marginales del Dominio climático Templado-Océánico experimentan un desequilibrio que afecta con distintos grados de intensidad a los componentes del ecosistema: vegetación y el suelo cultivable se degradan, a ellos hay que agregar otros procesos inducidos por la actuación humana, de tal forma que los ecosistemas naturales pierden su capacidad espontánea de regeneración. Iniciándose procesos de desertificación. La deficiencia de precipitaciones tan acusada observada en este sexenio —auténtico cataclismo climático— ha significado, entre otros hechos, una constatación del frágil equilibrio de los mismos, tras dilatadas adaptaciones y ajustes en períodos pasados. La intervención del hombre y de la tecnología a su alcance se hace necesaria para corregir en lo posible, la detención de los procesos de desertificación; incluso las crisis más violentas pueden ser, en algún modo, al menos favorecidas o aminoradas en sus inmediatas consecuencias por la acción humana (PONCET, 1975).

Los procesos de interacción suelo-océano-atmósfera actuales podrían quedar modificados, a prisa, por los acelerados cambios inducidos por el hombre (LINES, 1989). Las actividades humanas están cambiando la atmósfera de nuestro planeta, a un ritmo sin precedentes y son responsables del aumento incontrolado de los gases de efecto invernadero (CO₂, Ozono, Metano, Oxido Nitroso, los CFC) que están interfiriendo en el Sistema Climático Mundial. Este aumento de la variabilidad climática en España (variabilidad de la temperatura y de la Precipitación, y también, aunque menos acentuada en la distribución de la Presión atmosférica), está encadenado a las anomalías climáticas que se han sucedido en diversos escenarios de la Tierra, para algunos autores «crisis climática del siglo XX» (FONT TULLOT, 1989); manteniéndose a comienzo de los años 90 tales tendencias. La anomalía de la temperatura media mundial en superficie, basada en las temperaturas medias del período 1951-1980 aumentó en 1990 hasta el máximo valor registrado: (+0,39°). Este valor supera en 0,06° al de la máxima que se había iniciado a mediados del decenio de 1970. Los siete años más cálidos del registro mundial han tenido lugar a partir de 1980. Las temperaturas medias mundiales se han calentado unos 0,58° en los últimos 100 años (1856-1990). El calentamiento ha sido más acentuado en el hemisferio norte pero las tendencias recientes y a largo plazo de incremento de las temperaturas han sido comunes a ambos hemisferios. Este incremento se corresponde con las predicciones de los modelos climáticos, aunque para algunos autores no se puede garantizar

certestamente que obedece a un cambio climático provocado por las emisiones antropogénicas, ya que los valores que se observan estarían aún en un rango de variabilidad climática natural.

Los acontecimientos meteorológicos extraordinarios acaecidos en 1990-1993 no sólo confirman la continuación de las condiciones extremas, sino incluso parecen mostrar la tendencia hacia un incremento de la variabilidad climática global. Aunque es demasiado pronto para «relacionar la reciente agrupación de años cálidos con la influencia de aumento de los gases de efecto invernadero, la opinión científica Internacional apoya enérgicamente esta hipótesis». Según la Organización Meteorológica Mundial (B.Vol. 41, n° 3), la temperatura media mundial en superficie durante 1991, fundamentada tanto en las medias marinas como terrestres, fue de 0,34° más cálida que en el promedio de 1951-1980, configurándose el segundo año más cálido después de 1990, de los últimos 140 años de medias comparables. El tercero más cálido fue 1988 (+0,32°), seguido de 1983, 1987, 1989 y 1981. El valor anotado en 1991 continúa la configuración correspondiente al decenio de los años ochenta, que es el decenio más cálido del registro, sobre todo en Europa, Asia y América del Norte.

La anomalía de la temperatura media anual en superficie, basada tanto en medias marinas como terrestres fue de +0,22°C, más cálida que en el promedio 1951-1980. Ello evidencia que el incremento de la Temperatura mundial sobre dicha media fue menor en 1992 que en 1991 (+0,34°C) y que en 1990 (+0,39°C). La anomalía térmica observada durante 1992 estuvo dentro de la variación normal. En gran medida parte del calentamiento de la tierra durante 1992 se dio en el primer trimestre del año, en un promedio de entorno a 0,8°C. No obstante las temperaturas descendieron por debajo del normal en gran parte del hemisferio Boreal hacia julio, y, por debajo de la normal casi el resto del año. Este calentamiento de principios de 1992 pueda atribuirse, quizás, en cierto modo, a los fenómenos relacionados con ENSO (EL NIÑO/Oscilación Austral) que produjeron configuraciones meteorológicas significativamente diferentes de las de los años recientes (LIMBERT, 1993) y el posterior enfriamiento a los efectos de sombra (velo de polvo) de la erupción volcánica del Pinatubo en Filipinas, desde abril de 1991 y presumiblemente, los efectos de las erupciones del Unzen (Japón), desde noviembre de 1990. La temperatura media anual de la superficie terrestre en 1993, fue superior a los valores normales registrados entre 1951 y 1980, entre 0,18° y 0,24°C, con un incremento inferior al valor máximo alcanzado en 1990, e inferior a los de 1991 y 1992. Si las temperaturas en las regiones tropicales se han mantenido constantes (+0,4°C) en los últimos cuatro años (1990-1993), por el contrario, la anomalía de la temperatura registrada en 1993 en las regiones extratropicales fue superior en el hemisferio boreal (+0,3°C) que en el hemisferio austral (+0,1°C), (O.M.M., 1994).

El incremento en los últimos decenios de los gases de efecto invernadero, parece ser que tienen una acción directa sobre el sistema climático global. Durante 1981-1992, el 40 % de las emisiones antropogénicas de CO₂ han permanecido en la atmósfera, mientras que el resto ha sido absorbido por el océano y los ecosistemas terrestres. Se estima que la absorción oceánica actual es de aproximadamente 2 GTC, quizás se haya subestimado, puesto que difícilmente se puede explicar un sumidero de las dimensiones requeridas de 1,6 GTC en la biosfera terrestre, a no ser que prevalezcan en los ecosistemas terrestres

procesos que asimilen o fijen grandes cantidades de CO₂. En 1990 la concentración de CO₂ en la atmósfera es de aproximadamente 360 ppmv, o sea un 25% mayor que el existente en 1750-1800, siendo este valor el más elevado en los últimos 160.000 años. Este crecimiento, que se sitúa en unos órdenes de magnitud, de 1,8% anual, es promovido por las actividades humanas. En 1985, las emisiones antropogénicas de CO₂ han sido de 7.000 millones de toneladas. Igualmente se ha producido un incremento en la atmósfera de los gases traza: ante todo, el metano y el óxido de Nitrógeno, cuya incidencia en el incremento térmico son muchísimo más decisivos.

Las concentraciones atmosféricas actuales de metano con valores de 1,72 ppmv duplican las existentes en el período preindustrial, que eran del orden de 0,8 ppmv, y aumenta con una tasa de crecimiento superior al 1 % anual. Las actividades humanas responsables de este incremento del metano en la atmósfera son, entre otras, la minería del carbón, el cultivo de arroz y la ganadería de rumiantes, aunque no se conoce la parte cuantitativa de cada uno de ellos al incremento total.

El óxido de Nitrógeno (N₂O) tiene actualmente una concentración en la atmósfera de 310 ppmv, lo que conlleva un incremento del 8 % de los valores existentes en el período preindustrial con una tasa de crecimiento anual del orden 0,2 a 0,3 % equivalente a 3-4,5 TgN anuales. Algunos autores dan valores más elevados de incremento anual del CH₄ y NO₂, estimados entre 1,5 y 3% anual (ISAKEN y HOV, 1987).

La distribución vertical del ozono atmosférico está sufriendo cambios sensibles debido a las actividades humanas, disminuyendo el existente en la estratosfera (que actúa como un filtro de la radiación ultravioleta B, protegiendo a los seres vivos en esta radiación nociva), y aumenta el troposférico (no tiene ningún aspecto beneficioso para la humanidad, ya que es un gas tóxico, además de incrementar el efecto de invernadero como gas radiativamente que es), todo ello como consecuencia de procesos de contaminación sustancialmente distintos. Según el IPCC, 1992, el resultado del balance de esta variación es una disminución neta del ozono contenido en la columna y un debilitamiento de la protección contra las radiaciones UV-B nocivas para los seres vivos, aumentando el riesgo de lesiones en los ojos y en la piel, pudiendo quebrar la cadena de nutrición en los mares y afectar a la calidad del aire. Las mediciones realizadas en las estaciones del Sistema Mundial de observaciones del Ozono (SM003) evidencian en el Hemisferio Norte una reducción del ozono total del orden del 3% en relación con los decenios anteriores, más importante en Invierno-primavera, que en verano. Se observó que el ozono total medido sobre las latitudes medias y altas del Hemisferio Norte fue entre un 9 y 20 % inferior al normal durante el período Invierno-primavera (O.M.M., 1994), interesando a todo el territorio peninsular. Los responsables de esta disminución de la capa de ozono estratosférico y que ha interesado al Polo Norte, incluso a latitudes subtropicales de Europa, ha llegado hasta un 10-13 % del total de ozono existente en la columna. Los responsables de esta disminución son los compuestos de cloro y bromo producidos por el hombre. En la actualidad la fuente más importante del cloro son los CFC 11 y CFC 12, cuya producción ha pasado de ser prácticamente nula en 1970, a ser del orden de un millón de toneladas como consecuencia de su utilización industrial como disolventes, propelentes, industria del frío, etc. El CO₂, los CFC y el óxido nitroso desaparecen muy lentamente de la

atmósfera, motivo por lo que la repercusión en las concentraciones de las variaciones de estos gases no se produce hasta transcurridos decenios incluso siglos.

El comportamiento de la radiación solar y su incidencia en las evoluciones de la temperatura a escala mundial, presentan numerosas interrogantes, en la actualidad, las variaciones de la radiación proveniente del Sol, explicarían únicamente una variación de las temperaturas globales en un máximo cercano a $0,2^{\circ}\text{K}$ (QUEREDA SALA, 1994).

Con los modelos matemáticos tridimensionales del sistema climático (atmósfera, océano, hielos, tierras) más conocidos como modelos de circulación general (MCG) quizás en este momento sean la mejor herramienta para llevar a cabo las estimaciones de los cambios climáticos y en los que se ha sintetizado todo el conocimiento que se tiene de los procesos físicos y las interacciones para los próximos 100 años.

— Si las emisiones de gases de invernadero permanecen en los niveles actuales (Hipótesis A de Invariabilidad), la temperatura media global de la tierra aumentará a un ritmo de $0,3^{\circ}$ por década, con unos márgenes de error de $0,2^{\circ}$ a $0,5^{\circ}$. Aumentando la Temperatura media mundial 1° , en relación a la actual en el horizonte 2025.

— Si se controlan las emisiones en diferentes grados (Hipótesis B, C y D), los incrementos de la temperatura media mundial aumentarían $0,2^{\circ}$ por década (Hipótesis B), algo más de $0,1^{\circ}$ por decenio (Hipótesis C) y aproximadamente $0,1^{\circ}$ por decenio (Hipótesis D) (IPCC, 1990). El Panel Intergubernamental de expertos para el cambio climático (IPCC), dependientes de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente, que se creó en 1988, desarrolló un gran esfuerzo de síntesis, tras un bienio de trabajos, cuyas conclusiones fueron expuestas en la II Conferencia Mundial del clima, en 1990; y han sido establecidas por el IPCC, 1990, cuatro hipótesis o escenarios (IPCC, Grupo III) (Escenarios 590 A,B,C,D,E).

Hipótesis A de Invariabilidad. No se toma ninguna medida tendente a limitar las emisiones de estos gases.

Hipótesis B. Uso de gas natural como fuente de energía, en sustitución de otros combustibles con menos contenido en carbono. Se invierte en el sentido de la deforestación y se aplica el protocolo de Montreal en todos los países.

Hipótesis C. La energía a partir del 2050 se obtiene de fuentes de energía renovable y energía nuclear. No se utilizan los CFC. Las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las actividades agrarias están controlados.

Hipótesis D y E. Las energías renovable y nuclear se utilizan desde el año 2000. Hay control estricto en países industrializados. Sobre el 2050 las emisiones del CO_2 quedarían reducidas a la mitad de los niveles alcanzados en 1985.

«El IPCC, en su documento “climate change 1992”, ofrece un cuadro alternativo de seis escenarios (IS92 a,b,c,d,e,f). Señala que escenario no es lo mismo que predicción de futuro, sino aquello para conocer la influencia de los parámetros socioeconómicos y otros en el clima. Estos escenarios alternativos incluyen nuevas hipótesis, relativas a revisión del Protocolo de Montreal, actualización de los datos sobre la deforestación, nuevas estimaciones de fuentes y sumideros de gases con efecto invernadero, previsiones más optimistas sobre energías renovables y uso de la biomasa, y diversos aspectos socioeconómicos y políticos como los cambios en los países del este y las nuevas predic-

ciones de población mundial. Estos escenarios complementan y actualizan los escenarios SA90» (LINES, 1994).

Tales estimaciones adolecen de cierto grado de incertidumbre puesto que difícilmente pueden conocerse con exactitud las tasas de emisiones futuras efectuadas por el hombre, ni siquiera como tales emisiones modificarían las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero, ni tampoco la reacción del clima a la variación de las concentraciones.

Sin olvidar que los modelos matemáticos (climáticos) son imperfectos y estamos aun lejos de conocer determinados procesos como es el caso de la retroalimentación de las nubes que podrían hacer que los valores del calentamiento pueda oscilar entre la mitad y el doble de los previstos o el de la transferencia de energía océano-atmósfera y atmósfera-superficie terrestre.

La actividad humana está cambiando la atmósfera a un ritmo sin precedentes, con consecuencias imprevisibles en nuestro planeta. Tal problemática ha sido puesta de manifiesto por los distintos gobiernos y comisiones dependientes de la Organización de Naciones Unidas, como la llevada a cabo en La Haya en mayo de 1989, en Noordwijk en noviembre de 1989, en Nairobi en mayo de 1990, en Ginebra en la parte ministerial de la Segunda Conferencia Mundial del Clima, en octubre de 1990. Las acciones tomadas son ineficaces a modo de protocolos, declaraciones programáticas, promovidas por las grandes potencias industriales y que son las más reticentes en llevarlas al terreno práctico. Sobre todo después del fracaso de acuerdo final que no fue ratificado por todos los países sobre la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, celebrado en Brasil, en 1992, y que fue vetado por los EE.UU.

El hombre, pues, se ha convertido en un agente perturbador de su ambiente atmosférico, cuyas consecuencias para el planeta ya han adquirido una dimensión global (FONT TULLOT, 1991). Denunciado por la Organización Meteorológica Mundial, medios de comunicación social y comunidad científica; lo cual se ha configurado en un motivo creciente de preocupación por los Estados más desarrollados.

En el espíritu de la Declaración de la Haya (11 de marzo de 1989), se puso de manifiesto que las condiciones de vida estaban severamente amenazadas por graves atentados contra la atmósfera: se constataban científicamente dos hechos relevantes (deterioro de la capa de ozono y recalentamiento de la atmósfera). Se vio la necesidad de configurar nuevos principios de Derecho Internacional, con mecanismos de decisión y ejecución nuevos, alternativos a los actuales. Hay un elemento de incertidumbre y preocupante, y es los posibles comportamientos de los actuales ecosistemas naturales ante la crisis climática actual, para algunos autores (LINES, 1994), si se prosigue el deterioro climático, en el umbral de medio siglo, se cercenarían extensas áreas de la tierra. Se afianza cada vez más firme entre la Comunidad Científica Internacional la certeza del caldeoamiento global. La dificultad aparece a la hora de evaluar cuantitativamente los resultados. Los valores comúnmente más aceptados del incremento global térmico oscila en los últimos 100-125 años, entorno a $0,45^{\circ} \pm 0,15^{\circ}\text{C}$, paralelo a ello es observable un retroceso ostensible de los glaciares de montaña sobre todo y en menor grado en las regiones polares. Este calentamiento concuerda con las predicciones que se han obtenido a través de los modelos utilizados (IPCC, 1990). Las variaciones presumibles de la temperatura y en las precipita-

ciones apuntan un desplazamiento latitudinal de las actuales zonas climáticas hacia los Polos (en varios centenares de kilómetros, en los próximos 50 años). La fauna y la flora se retrasarían con respecto a estos desplazamientos climáticos, perdurando en sus enclaves actuales de localización, situándose pues, en regímenes climáticos diferentes. Igualmente no se prevé que se desplacen los ecosistemas como unidades aisladas, sino que adoptaran nuevas estructuras a consecuencia de las alteraciones en la distribución y abundancia de especies. Por consiguiente el cambio climático inducido por la acción humana en caso de confirmarse, a consecuencia de emisiones incontroladas y continuas, acentuará los desequilibrios aún más entre países desarrollados y subdesarrollados; incluso acrecentando los efectos de otros impactos desfavorecidos en los sistemas socioeconómicos y políticos, precisamente en regiones y países de economías menos favorecidas.

BIBLIOGRAFÍA

- CAPEL MOLINA, J.J. (1981): Los climas de España. Oikos-Tau. Barcelona.
- CAPEL MOLINA, J.J. (1990): «Riesgos climáticos. Desertificación y fluctuación climática actual». Boletín Geológico y Minero, Vol. 101-104, Madrid, pp. 612-620.
- CARBALLEIRA, A. et al. (1984): Bioclimatología de Galicia. Fundación Barrié, La Coruña, 391 págs.
- CASARES, M. y ELIZAGA, F. (1991): «Dos situaciones de temporal en las costas gallegas». Segundo Simposio Nacional de Predicción del Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid, pp. 95-102.
- CONSUL JOVE, F. (1788): «Hidráulica Agrícola». Imp. F. Aguayo, Santiago.
- DE LAS CASAS AYALA, J.M. et al. (1980): «Condiciones de diseño. Datos climáticos». Vigo. Programa de Investigación A.T.E.C.Y.R., I.N.M., Madrid, 80 págs.
- DE LAS CASAS, J.M. et al. (1980): «Condiciones de diseño. Datos climáticos. Santiago de Compostela. Programa de Investigación A.T.E.C.Y.R., I.N.M., Madrid, 80 págs.
- DE LAS CASAS AYALA, J.M. (1982): «Condiciones de diseño. Datos climáticos». La Coruña. Programa de Investigación A.T.E.C.Y.R., I.N.M., Madrid, 77 págs.
- DÍAZ-FIERROS, F. (1971): Contribución a la climatología agrícola de Galicia. Monografías de la Universidad de Santiago de Compostela, 8, 110 págs.
- DE UÑA ÁLVAREZ, E. (1992): «La serie pluviométrica del observatorio de Orense. Análisis estadístico de los valores totales anuales (1952-1991)». Rev. Minius, I, Orense, pp. 27-38.
- FONT TULLOT, I. (1988): Historia del clima de España: Cambios climáticos y sus causas. I.N.M., Madrid.
- FONT TULLOT, I. (1991): El hombre y su ambiente atmosférico. I.N.M., Madrid, 229 págs.
- GARCÍA ÁLVAREZ, R. (1974): Climatología de Galicia. Gran Enciclopedia Gallega, Editor Silveiro Cañada, Tomo 6, pp. 210-215.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. (1977): «Variedad climática de Galicia». Calendario Meteorológico 1978, S.M.N., Madrid, pp. 173-183.
- GARDINER, B.G. (1989): «The Antarctic ozone hole». Weather, Vol. 44, pp. 291-297.

- HELLMANN, G. (1880): «Distribución de la lluvia en la Península Ibérica». Rev. de Montes, Madrid, pp. 102-110.
- INSTITUTO HIDROGRÁFICO. (1959): Derrotero de la costa Noroeste de España desde la Estaca de Vares al río Miño. Tomo I, 2, Cádiz.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (1958): «Climatología. Provincia de Pontevedra». Reseña Estadística de la Provincia de Pontevedra. Madrid, pp. 27-38.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (1956): «Climatología. Provincia de Orense». Reseña Estadística de la Provincia de Orense. Madrid, pp. 17-24.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (1961): «Climatología. Provincia de La Coruña». Reseña Estadística de la Provincia de La Coruña, Madrid, pp. 33-52.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (1964): «Climatología. Provincia de Lugo». Reseña Estadística de la Provincia de Lugo. Madrid, pp. 25-38.
- ISAKEN, I.S.A. y O. HOV (1987): «Calculations of Trends in the tropospheric concentration of O₃, OH, CO, CH₄ and NO». Tellus, 39 B, pp. 271-285.
- KELLOG, W.W. (1983): «Identificación del cambio climático introducido por el aumento del CO₂ y otros gases en la atmósfera». Boletín de la O.M.M., Ginebra, Vol. 32. Enero.
- LABEYRIE, J. (1987): El hombre y el clima. Col. Límites. Ed. Gedisa. Barcelona.
- LIMBERT, D.W.S. (1993): «Los impactos humanos y económicos de los fenómenos meteorológicos en 1992». O.M.M. Boletín Vol. 42, nº 4, octubre, pp. 368-378.
- LINES ESCARDO, A. (1985): Acción del hombre en el clima y contaminación. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- LINES ESCARDO, A. (1989): «Clima y cambio climático». Seminario de Zonas Áridas en España, Real Academia de Ciencias, Madrid, pp. 11-23.
- LINES ESCARDO, A. (1990): Cambios en el sistema climático. I.N.M., Madrid, 126 págs.
- LORENTE, J. M^a (1961): «Un siglo de observaciones de temperatura media anual en España». Calendario Meteorofenológico, S.M.N., Madrid, pp. 133-138.
- LORENTE, J. M^a (1968): «Variaciones de la temperatura media anual en España peninsular. Calendario Meteorofenológico, S.M.N., Madrid, pp. 183-194.
- MIRO-GRANADA GELABERT, J. (1989): «Cambios climáticos. Estado de la Cuestión». En XX Jornadas de la Asociación Meteorológica Española, San Sebastián, mayo, pp. 211-225.
- MOUNIER, J. (1979): Les climats océaniques des régions atlantiques de L'Espagne et du Portugal. Lille, Unvers. III, Tome II.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (1992): «El sistema climático mundial en 1991». Boletín O.M.M., Vol. 41, nº 3, julio, pp. 331-334.
- ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL (1993): «El sistema climático mundial en 1992». Boletín de la O.M.M., Vol. 42, julio, nº 3, pp. 256-260.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (1994): «El sistema climático mundial en 1993». Boletín O.M.M., Vol. 43, nº 3, julio, pp. 234-238.
- PÉREZ IGLESIAS, M^a L. y ROMANÍ BARRIENTOS, R. (1981): «Aproximación al gradiente pluviométrico de las Montañas gallegas». VII Coloquio de Geógrafos. Tomo I, A.G.E., Pamplona, pp. 37-42.

- QUEREDA SALA, J. (1994): ¿Hacia un cambio climático? LliÀó d'Obertura del curs 1993-49. Universitat Jaume I, Castellón, 27 págs.
- ROACH, W.T. (1990): «The greenhouse effect an CFS», s. *Weather*, Vol. 45, pp. 349-351.
- SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, B. (1977): El clima en el municipio de Pontevedra. C.S.I.C., 24 págs.
- URIARTE, A. (1979): «El régimen de precipitaciones en la costa N y NW de la Península Ibérica». Tesis Doctoral, Zaragoza.
- WALLEN, C.C. (1970): *Climates of Northern and Western Europe*. VI 5º, de «World Survey of Climatology», Amsterdam.