

## LA DESERTIFICACION Y EL CLIMA (Homenaje a Antonio Cano)

CAPEL MOLINA, José Jaime  
Profesor titular de Universidad.

Sequías e inundaciones constituyen ejemplos de las desviaciones anormales que integran el clima del SE. español. Riesgos naturales relativamente frecuentes, unas veces los calores excesivos, los vientos huracanados, las lluvias excepcionales, incluso las fuertes granizadas y, otras, las sequías prolongadas. Quien desde Granada, se ha dirigido hacia Almería por el litoral y ha recorrido comarcas de estas tierras, le ha quedado posiblemente grabado en la mente la apariencia de un paisaje desértico que configuran estas inmensas solanas orientadas al mediodía: llanuras litorales, el campo de Dalías, el desierto de Tabernas, el campo de Níjar, la estepa litoral, Cabo de Gata, los yesares de Sorbas, etc. Llanuras litorales que poseen una precipitación "tan escasa y tan mal distribuida que le hacen la competencia a las tierras del Oeste de Australia, que tan mala fama pluviométrica tienen y en las que, a lo largo del año llueve un 22,5% más que en Almería, y en el verano, 5 veces más" (1).

Es un paisaje herencia del pasado, elaborado en análogas condiciones de circulación atmosférica de milenios atrás, testimonio natural y permanente de la persistencia de la sequedad del clima.

Estos enclaves del Sureste, en donde los ecosistemas naturales poseen amplios periodos secos, con frágiles equilibrios tras adaptaciones milenarias, están sujetos actualmente a fuertes tensiones externas. El aumento creciente de población, el acelerado desarrollo del sector servicios, la deforestación, la roturación de nuevas tierras, la captura de la montaña con abancalamientos en terrazas, la extensión del mar de plástico (12.000 Has.), realizan una fuerte presión sobre los elementos estabilizadores de la estructura del ecosistema —vegetación perenne, el nivel freático, los caudales, manantiales, aguas subterráneas y perfil de suelo fértil.

Ante acontecimientos naturales como la sequía, el medio natural del Sureste explotado con exceso pierde parte de su capacidad de autoprotección.

Habitualmente se dice que la sequía es una condición de clima anormalmente seco, que resulta de un desequilibrio hidrológico, en el que entraña gran dificultad el predecir el principio y arriesgado estimar el final. Dentro de una distribución de frecuencias de lluvias para una período suficientemente extenso, la sequía corresponde al intervalo de déficit, es decir, una situación deficitaria de humedad respecto a las condiciones habituales. Una semana sin precipitación en España puede considerarse como normal, dos consecutivas pueden ser una coincidencia, tres constituirán ya una combinación —secuencia seca— que, de mantenerse, podría desencadenar un ciclo de sequía.

Los grandes centros de acción atmosférica —*anticiclones dinámicos*— son los causantes de las sequías (temporales) y de la aridez que soportan todos los dominios climáticos de la Tierra. Las situaciones de tiempo anticiclónicas persistentes sobre una misma región se comportan como auténticos secantes atmosféricos, con sus cielos despejados, vientos débiles o encalmado y ambiente seco. Los potentes anticiclones dinámicos subtropicales pueden mantenerse prácticamente estacionarios en las inmediaciones de la Península Ibérica o interior, en períodos de varias semanas, incluso meses, actuando como generadores de la sequía.

Existen factores físicos de origen dinámico atmosférico planetario que explican el comportamiento climático de las sequías que afectan a amplios territorios regionales, incluso a escala continental. Posiblemente la explicación de las variaciones atmosféricas resida en el balance de calor del sistema océano-tierra-atmósfera, que está asociado a fluctuaciones energéticas.

— De los anticiclones alógenos que visitan los parajes de la Península Ibérica y provocadores todos ellos de períodos secos, son los *anticiclones cálidos de bloqueo* —Alta de Azores, Alta Norteafricana— (Cinturón subtropical de altas presiones), los que actúan a modo de barreras que desvían hacia latitudes mayores la trayectoria de las depresiones del frente polar y de los vientos del Oeste. Dando lugar a períodos secos, de gran estabilidad atmosférica.

— *Presencia de ozono* en la baja Estratosfera. No existe ozono en cantidad apreciable en la troposfera, si en cambio en la baja Estratosfera a partir de los 20 kilómetros de altitud, alcanza su máxima concentración hacia los 25 kms y desaparece hacia los 45 kms. Vestigios de ozono se forman a veces en las capas de la atmósfera, produciéndose fotoquímicamente en el aire contaminado (2), también “por descargas eléctricas, pero la mayor parte se forma y se destruye a grandes alturas, por procesos fotoquímicos” (3). Un aumento de la radiación de onda corta (rayos ultravioletas) provenientes del Sol, que suele acontecer dos años antes del mínimo de manchas solares tiene como consecuencia un aumento del ozono. El calentamiento de la estratosfera “parece debilitar el cinturón de altas presiones

y en consecuencia el flujo de vientos del Oeste, con lo que disminuye la lluvia en la fachada oceánica de los continentes de zonas templadas" (4). El debilitamiento de los Ponientes (circulación zonal) a favor de la circulación meridiana (Norte y Sur), trae consigo que las transgresiones polares alcancen las latitudes tropicales (gotas frías) y pulsaciones tropicales ligadas a anticiclones cálidos de bloqueo consiguen establecer en las altas latitudes subpolares.

— *Hipótesis del albedo.* Supone que la reducción de la cubierta vegetal aumenta la reflectividad de la superficie de la Tierra respecto a la radiación solar (albedo) (5). Charney indicaba que la elevación brusca del albedo en los flacos del Sahara disminuiría la lluvia. Cualquier aumento del albedo aceleraría la subsidencia y, por consiguiente, una reducción mayor aún de la pluviometría. Esto llevará a la hipótesis de que los procesos que aumentan el albedo tiendan a disminuir la lluvia. "El suelo desnudo o las rocas tienen un albedo más alto que la hierba, el bosque seco o el monte bajo, y por tanto, la desertificación hace realmente que tienda a elevarse el albedo" (6). O sea, intensifica la subsidencia de las masas de aires que pasan por encima, dispersando las nubes y suprimiendo la convección.

— *Humedad del suelo.* Se ha experimentado con modelos de la circulación general, en Inglaterra, que un suelo con la superficie inicialmente seca suprimiría la formación de perturbaciones para la producción de lluvias (F. Kenneth Hare). Una desecación gradual de las zonas áridas está automanteniéndose actualmente. Según Hare, la mayor parte de las lluvias proceden de la lluvia evaporada localmente (7).

— *Aerosoles (polvo) sobre suelos áridos.* El polvo terrígeno reduce la radiación solar que llega a la superficie y calienta la troposfera baja (por absorción de la radiación solar). Ello provoca una estabilización fuerte de la atmósfera.

— *Concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.* Es manifiesto un aumento de la concentración del anhídrido carbónico en la atmósfera, para algunos autores ha significado un 10% en los últimos 30 años. El aumento total "durante aproximadamente los últimos 100 años ha sido de un 20%, pasando de entre 280 y 290 a 340 partes por millón de volumen (ppmv)" (8). Como consecuencia de la quema generalizada de los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) en los países industrializados; el CO<sub>2</sub> emitido se progagó velozmente por toda la Tierra. Además, "la tala de bosques produce CO<sub>2</sub> cuando la materia orgánica se pudre o se quema y puesto que los bosques también actúan como consumidores de CO<sub>2</sub>, la deforestación es, posiblemente, un nuevo factor que contribuye al incremento del CO<sub>2</sub> observado en estos últimos decenios" (9). Es comprensible que sus efectos sean mundiales y tendrán que combinarse con los debidos al aumento de las concentraciones de otros gases que producen efecto de invernadero, sobre todo el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y diferentes contaminantes industriales, como los clofluorometanos.

El aumento de su contenido en el aire “podría modificar en el futuro las condiciones de absorción de la radiación solar” (10). Los efectos del  $\text{CO}_2$  sobre el clima es debido a su capacidad de absorber y remitir radiación infrarroja, procedente de la superficie terrestre que de otra manera escaparía hacia el espacio exterior. Al igual que la hipótesis del albedo, los efectos del  $\text{CO}_2$  han sido comprobados experimentalmente con modelos de la circulación general atmosférica (F.K. Hare). El aumento de la temperatura media y especialmente en las latitudes bajas, incrementaría la evaporación de los océanos, e intensificando todo el ciclo hidrológico. Si la evaporación aumenta, ha de incrementarse la precipitación. ¿En qué regiones? ¿a qué latitudes?. Sin embargo, investigadores como Mac Intire insisten en que las características amortiguadoras del agua del mar impedirían un aumento térmico importante.

— *Erupciones volcánicas.* Las partículas de polvo y cenizas que emiten los volcanes son incorporadas a la atmósfera y encauzadas por los Ponientes de las capas altas y medias que constantemente circunvalan ambos hemisferios. Las partículas microscópicas casi llegan a confundirse en una suspensión coloidal.

Actúan como pantalla a la radiación solar, pues absorben parte de la radiación luminosa y al mismo tiempo, de absorber la radiación infrarroja de onda larga de la tierra.

— *Interacción Océano-Atmósfera.* El gran Océano de la tierra almacena grandes cantidades de calor y que de hecho afectan posteriormente a los intercambios de temperatura y humedad del aire que tiene sobre él; los cambios de temperatura del agua del mar van precedidos de variación en el régimen del viento. Si la atmósfera es muy receptora a los cambios energéticos (días o semanas), el Océano por su papel de termostato —almacenamiento de calor— muestra una gran inercia —años, décadas, siglos— (García de Pedraza). El proceso de realimentación “agua-atmósfera puede ser la clave de muchas sequías, pero no es bien conocido; sólo se induce que el agua fría, determina estabilidad y sequía, mientras que el agua cálida, parece favorecer la formación de borrascas y lluvias” (11).

— *Factores cósmicos.* La Tierra, en su movimiento de traslación alrededor del sol, y de éste en torno a la estrella Vega, a través de espacios interestelares, puede atravesar zonas con abundante polvo cósmico o polvo intergaláctico (12) que reduzca la radiación directa del Sol, pudiendo ser la causa indirecta de la sequía (García de Pedraza).

— *Manchas solares.* La radiación total que llega del Sol, experimenta una oscilación periódica; aunque es de muy pequeña amplitud, su revelación nos ha sido puesta en evidencia por fenómenos tan conspicuos como manchas y protuberancias solares. Además de la radiación “electromagnética recibimos del Sol radiaciones corpusculares, que no carecen de acción sobre nuestra atmósfera, y éstas

si obedecen con bastante amplitud al ritmo undecenal, aunque con fuertes altibajos de carácter aleatorio" (13). Cuando aparece el Sol en calma, o limpio de manchas, observamos el nacimiento de manchas a ambos flancos del Ecuador, de pequeño tamaño y número; durante unos 4 años, aumentan el número de manchas, su extensión y ganan latitud; durante los 7 años siguientes disminuyen su número y extensión, al mismo tiempo que ganan latitud, pero sin rebasar los 60°, finalizando el ciclo; y de nuevo comienza otro ciclo. Aunque la periodicidad no es rigurosa, el período de 11 años debe de considerarse como un promedio. Hay autores que consideran el verdadero período de 22 y otros de 33 años. Aunque los resultados de las investigaciones sobre correlación manchas solares y cambios climáticos son muy exiguos, se consideran impulsantes de las variaciones climáticas y presumiblemente de sequías.

Otros factores de origen dinámico regional y locales, se superponen a las variaciones climáticas, aportando sus singularidades a la provincia de Almería. El Mar de Alborán que constituye una manga de mar cálido encerrado entre flancos continentales terciarios (14), actúa de límite meridional de la corriente en chorro que excepcionalmente rebasa la latitud del Estrecho y de las perturbaciones del frente polar que le acompaña. En promedio, sobre nuestra vertical gobierna la circulación con curvatura anticiclónica frente a la ciclónica en las capas altas, cuyos tipos de tiempo originan la pertinaz indigencia de humedad que padece al sur de la Península. La proximidad inmediata del cinturón de Altas Subtropicales implica que durante un dilatado período del año sea el factor rector del clima regional. Se trata del anticiclón subtropical de las Azores o de una dorsal norteafricana, en definitiva, expansión linguiforme hacia el norte de dicho anillo planetario anticiclónico. La subsidencia dinámica provoca movimientos descendentes, alejándose la temperatura del aire de su punto de condensación, con ausencia de nubosidad y de precipitaciones. Temporalmente, en los meses de invierno, el Alta Ibérica y el Alta continental europea, pueden afianzarse en nuestro ámbito geográfico, ejerciendo un rol de calma y estabilidad del tiempo atmosférico, y provocar sequías invernales. En cambio, los anticiclones oceánicos polares, nos pueden visitar en cualquier estación del año, aunque de vida efímera, el tiempo que generan es siempre seco y soleado.

## SEQUIA ACTUAL

La gran sequía y la desertificación que fué tema de gran actualidad y preocupación a finales de los años sesenta y principios de los setenta, por las vastas extensiones de los márgenes del Sahara que afectó —Zona sudano-saheliana— ha incidido ciertamente en las investigaciones de los riesgos naturales, en su divulgación, y una mejor comprensión de su impacto universal.

Los estudios sobre la temática de catastrofes naturales eran poco conocidos en Francia, Italia o España; en cambio tales investigaciones eran ampliamente conocidas y desarrolladas en los países anglosajones, a finales de los sesenta y comienzos de los setenta, con la expresión de "natural-hazards". Constituyendo además uno de los temas privilegiados del grupo de trabajo "Hombre y Medio" de la Unión Geográfica Internacional.

Las precipitaciones casi normales, incluso copiosas en amplios territorios de Africa Boreal durante 1974 y 1975, dejó bajo un mínimo de atención política la gran sequía del Sahel que comenzó en 1968. En cambio, en esos años se inicia en el borde meridional europeo una sequía que afectó severamente a extensos territorios de España y Portugal y, con una mayor o menor intensidad a otras áreas del Mediterráneo (Chipre, Sur de Italia y Mar Egeo). El boletín de la Organización Meteorológica Mundial, se hacía eco de la prolongada sequía "en gran parte de España y Portugal, en contraste con la gran humedad reinante en el resto de Europa, se sufrió una sequía extraordinaria desde el mes de Agosto hasta fin de año. Las excepciones fueron las regiones septentrional y del Sureste. La falta de lluvias fué debido a un sistema persistente de altas presiones al oeste de la península. La precipitación total desde agosto hasta diciembre fué mínima en la Meseta central, Extremadura y Andalucía, con valores tan pequeños que han sido registrados solamente dos veces en este siglo. Las pérdidas de la agricultura y de la industria ganadera se han estimado en más de 30.000 millones de pesetas" (15). La sequía de nuevo se instaura causando graves repercusiones sociales y económicas en años siguientes y no sólo a la población del Sahel, sino extendiéndose a otros escenarios de Africa, en particular en los países de los márgenes de Kalahari, de Asia, de Australia y de Europa. En nuestro continente europeo todos los informes estadísticos meteorológicos coincidían en constatar un déficit de precipitación muy llamativo en la primera mitad de 1976. En muchas "partes del Noroeste de Europa desde los países Escandinavos al norte de Italia y desde Francia a Europa Central, la precipitación desde febrero a julio fue generalmente muy por debajo del valor normal. La sequía ocasionó pérdidas que totalizaron miles de millones de dólares americanos, especialmente en las industrias agrícolas. Hubo restricciones importantes en el suministro de agua, escaseó la energía hidroeléctrica y se registraron numerosos mínimos de precipitación en estaciones de largo registro" (16).

Así en Suiza, no había ocurrido una sequía igual desde 1870; igualmente en Inglaterra y Gales, la sequía fué acentuadísima, ya que fué la culminación de un período de 16 meses consecutivos en déficit de precipitación, que no tiene precedentes desde que empezaron las observaciones en 1727. En Austria, la fuerte sequía, a lo largo de los meses de primavera, propiciaron muchos incendios. Más al Norte, Dinamarca, el período de junio a agosto, fué el más seco desde que empezaron las observaciones en 1874, con más de 500 millones de dólares america-

nos en pérdidas, e incluso en el Sur de Noruega, las precipitaciones de Marzo a Septiembre, fué la más baja desde que empezaron las observaciones en 1874. En España, “el primer cuatrimestre fué más seco de lo normal. La precipitación durante el verano fué muy dispersa y la falta general de lluvia redujo las cosechas estimándose una pérdida de 16.000 millones de pesetas” (17).

La sequía se extendía hacia el Norte; si primeramente fueron las regiones de la franja marginal septentrional del Sahara, las afectadas, con rapidez fueron extendiéndose estas secuencias secas a las latitudes subtropicales europeas y finalmente a las regiones frías del Norte de Europa (Península Escandinava).

La gran mortalidad por el hambre en Etiopía, migraciones de pueblos en el norte africano, conflictos sociales en Brasil, desecamiento de embalses y niveles mínimos de aguas embalsadas en las presas de producción de energía hidroeléctrica —presa Akosombo en Ghana—, han puesto en evidencia los costes socioeconómicos de la sequía (Robert Lamb). Ello ha estimulado a la comunidad científica a realizar esfuerzos mayores para ayudar a reaccionar a la humanidad contra este fenómeno natural y a la solapada amenaza de la desertificación que conlleva.

El agravamiento y extensión de la sequía actual, no es sino una continuación de la pertinaz de 1969 a 1973, que se tradujo en una inquietud internacional intelectual y política que provocó la unión de esfuerzo en una conferencia mundial sobre Desertificación auspiciada por la Organización de Naciones Unidas en 1977, Nairobi, Kenia (18). Previamente, el problema global de la desertificación fué planteado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en su vigésimo novena reunión, aprobándose la Resolución 3337, sobre colaboración internacional para combatir la desertificación y preveía la ejecución de cuatro grandes apartados:

I.— Convocatoria de una Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación.

II.— El inicio de estudios preliminares sobre Desertificación.

a.— Confección de monografías, territorios con graves problemas de Desertificación, financiado por el Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente (PNUMA).

b.— La elaboración de una documentación básica por expertos en (Clima y desertificación, Cambio ecológico y desertificación, Población, sociedad y desertificación, Tecnología y desertificación).

III.— Confección de un mapa mundial de desertificación a cargo de la FAO y en colaboración con la UNESCO y el PNUMA.

IV.— Otras cartografías de aridez o desertificación.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación, (UNCOD), Nairobi, constituyó un gran paso adelante, era la primera vez que había un esfuerzo mundial concertado para frenar el proceso de expansión de los desiertos y racionalizar los recursos naturales de los territorios áridos y semiáridos. El grueso de los estudios presentados a la UNCOD pusieron de relieve que la sequía prolongada no es la única causa de la desertificación. Factores muy importantes y que entran en juego son la deforestación, el pastoreo exagerado, el exceso de cultivos, la irrigación deficiente y las malas prácticas en el uso de la tierra. La desertificación, en último término, procedía de un mal uso del terreno. Y por tanto, la desertificación podría detenerse, ya que el suelo degradado puede recuperarse por diversidad de factores (replantación forestal, renovación vegetal, fijación de dunas, control del pastoreo y la ganadería, mejora de razas, plantación de cortavientos, mejoramiento de prácticas de recolección y cosechas, nuevos sistemas de riego para evitar encharcamientos y la salinidad, reintroducción de plantas resistentes a la sal. Fruto de esta conferencia fué el Plan de Acción para Combatir la Desertificación hasta finales de siglo —horizonte 2000 (PACD), con objetivos de actuación inmediato en algunos territorios durante el período 1977-1984.

Recientemente, en el mes mayo de 1984, tuvo lugar en Nairobi la XII reunión del Consejo Directivo del PNUMA, presentándose a estudiar los informes sobre su estado actual en el mundo, de la desertificación y sobre la ejecución de las medidas adoptadas en 1977 por el PACD; evaluación que fué preparada bajo la dirección de Robert Lamb. Según el autor inglés, diversas medidas inmediatas de tipo Institucional y financiero que se habían acordado, no se ha traducido en resultados eficaces a causa de la crisis económica mundial, los problemas políticos y una eficiente coordinación a nivel nacional e internacional. Igualmente es alarmante como los propios gobiernos afectados, apenas si dan luz verde a los programas internacionales sobre antidesertificación.

Según esta primera aproximación, la desertificación avanza continuamente, y con análoga aceleración que en 1977, a un ritmo de 60.000 km<sup>2</sup> (6 millares de has.) anuales. En 1984, la desertificación gravita amenazante sobre el 35% de la superficie continental de la Tierra y aproximadamente al 20% de la población (casi 900 millones de seres humanos). “De hecho, el 60% de los Trópicos áridos, semiáridos y subhúmedos están ya afectados por la desertificación, algunas zonas muy intensamente. Se estima que cada año 21 millones de has. de la tierra de esas zonas dejan de ser productivas económicamente” (19). Teniendo en cuenta que según estimaciones, con anterioridad al año 2000 no se espera un cambio en el ritmo actual de desertificación.

El PNUMA, ha elaborado un nuevo decálogo de recomendaciones prácticas —en realidad confirman y desarrollan las actuaciones del PACD— para mitigar y mejorar la situación de la desertificación hacia finales de siglo. Entre los argumentos esgrimidos por el PNUMA, que hacen necesario unas medidas de actua-



ción inmediata, hay dos que sobresalen sobre los demás: de una parte, los altos beneficios que se obtendrían al frenar la desertificación, en relación a los costes económicos. Solamente "el valor de la pérdida de productividad agrícola está cifrado en 26.000 millones de dólares americanos anuales, frente a unos costes de 4.500 millones de dólares americanos de las medidas de antidesertificación" (20). De otra, la inquietud científica internacional ante la desertificación, se ha traducido en una conciencia social y política ante este fenómeno; en el día de hoy existe una mejor comprensión de la desertificación y de su impacto universal que en 1977. La desertificación se configura como un nuevo foco de inestabilidad social y política y, por consiguiente, de incidencia en la seguridad mundial. Entre las medidas principales adoptadas figuran:

— Prioridad de actividades encaminadas a detener la desertificación en aquellos territorios que ofrezcan mayores posibilidades de recuperación.

— Llamamiento a la Organización de Naciones Unidas y otras instituciones Internacionales para que aumenten su apoyo financiero y técnico a la región Sudano-saheliana.

— Llamamiento a los gobiernos de países propensos a la desertificación, instándole a que elaboren programas y articulen los mecanismos necesarios mínimos para combatir este desastre natural, bajo el marco de los sistemas social, ecológico y cultural de las poblaciones afectadas.

— Instar a los gobiernos y organismos de carácter internacional para que sigan el desarrollo de los proyectos en realización y su valoración.

— Establecimiento de mecanismos judicial y administrativo para el mejor control de la desertificación y su tendencia evolutiva.

— Revisión de políticas y prácticas que se siguen a nivel local.

En realidad, la gran sequía ha continuado afectando a las regiones áridas y semiáridas a lo largo de los últimos 18 años; extendiéndose a lo largo de la mayor parte del Sahel, a regiones puntuales del Oeste y Este de Africa, en las márgenes del Kalahari y amplios territorios de Sudamérica (F. Kenneth Hare). En los últimos cinco años, la sequía se ha extendido geográficamente por territorios de Asia continental y bordes meridionales del continente europeo, España y Portugal preferentemente. El mapa de la figura 1, muestra para el conjunto del continente Europeo, el déficit respecto a la precipitación caída en 1981: "A lo largo de la mitad Sur de la península Ibérica una sequía que duraba un año, secó los pastos, obligó a reducciones en la producción de energía y arruinó la agricultura" (21). Las pérdidas en el sector agrario, sobre todo el olivar, y en la ganadería, "se estimaron en 1500 millones de dólares. El volumen de agua requerida para el consumo do-

méstico, riegos, usos industriales y energía eléctrica hidráulica fué tanto que el 1 de diciembre los pantanos españoles tenían sólo entre el 10 y el 30% de su capacidad. Afortunadamente, las fuertes lluvias de diciembre ayudaron a paliar la crítica situación" (22). Sin embargo, la primavera de 1982 fué muy seca, prolongando en definitiva la pertinaz sequía desde 1980. Esta sequía "de tres años de duración es la más larga y la más grave del siglo" (23).

El ejemplo del aeropuerto de Almería, ilustra las fluctuaciones de estas deficiencias de precipitación en estos años últimos: el valor medio anual sobre la casi veintena de años que desde que en 1968 comenzó la recopilación de la información meteorológica es de 185 mm, pero las cantidades recogidas en los seis años 1980-1985 fueron solamente de 151, 101, 139, 117, 110 y 140 mm., respectivamente. Nuestro territorio ha sufrido años anormalmente secos desde 1973. De hecho, en Almería, los años de 1974, 1981, 1983 y 1984, fueron cuatro de los seis años más secos de todos los registrados. Se tiene que retroceder hasta 1913, con sólo 63 mm, para encontrar un año comparable con el de 1981, aún cuando 1931 y 1950 fueron también muy secos (117 y 130, respectivamente). No se ha demostrado en Andalucía, la existencia de sequía con períodos de recurrencia determinados, ni oscilación. El Dr. H. E. Landdsberg en un estudio sobre la sequía del Sahel, basándose en tres observatorios de Senegal, dedujo que se podría al menos una vez cada siglo, esperar una sucesión de 6 o 7 años deficitarios de precipitación.

Una escuela de pensamiento prestigiosa, partiendo de que a gran escala el clima de la Tierra no parece haber sido alterado demasiado durante los milenios de existencia del hombre, es la que considera como "la alta incidencia y la prolongada duración de las sequías recientes son simplemente aspectos de una fluctuación natural, debido a alguna oscilación de la circulación general de la atmósfera (y tal vez de los océanos) profundamente afianzada" (24). Para estos, Africa habría padecido ya prolongadas sequías; y, por tanto, la situación se corregiría por sí misma. El clima muestra una gran estabilidad a largo plazo, estabilidad que anulará la prolongada sequía actual.

Sin embargo nosotros compartimos la idea —sin menospreciar de que las fluctuaciones climáticas debidas a cambios de modelos de la circulación general indidan estrechamente en las sequías—, de que en estos ecosistemas de frágiles equilibrios —márgenes de las Zonas áridas— (como el caso del SE. ibérico), la acción del hombre ha interferido el equilibrio, produciendo presumiblemente degradación duradera de los climas áridos y semiáridos (de condiciones climáticas límites). Hay que admitir hoy, hipótesis tales, incluso sustentadas en experimentación con modelos de laboratorio, como las realimentaciones del albedo, la humedad del suelo, los aerosoles, con clara incidencia en la intensificación de la sequía Saheliano-sudaní, y borde Norte del Sahara y cuenca del Mediterráneo, y en cualquier otra región de la Tierra.

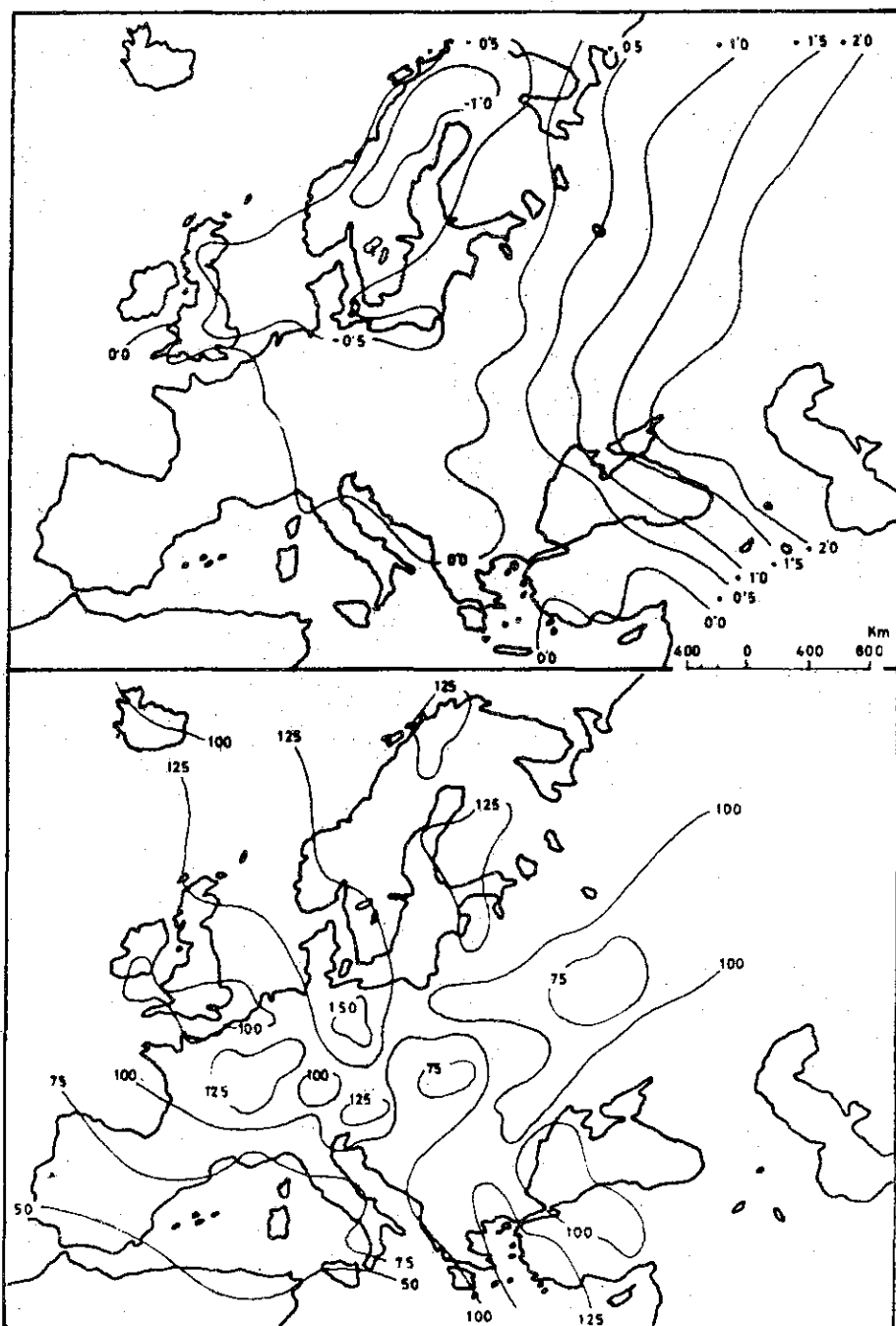


Fig. 1.— En el margen superior, se representa la diferencia de la temperatura media respecto a la normal (en grados Celsius) en Europa durante 1981  
 En el margen inferior, la precipitación total en porcentaje respecto a la normal en Europa durante 1981. (Según D.W. Phillips, OMM, Ginebra, Vol. 31, nº 4, Oct/1982).

## CONCLUSIONES

En Almería, como en otros enclaves áridos, la lluvia es escasa y sumamente variable. Tanto los agricultores que cultivan las feraces vegas de las riberas de sus ríos ó aquellos otros que practican una agricultura de vanguardia —cultivos forzados bajo plástico—, emplazados en dilatadas solanas que a modo de rampas de escasa pendiente se introducen ampliamente sobre el Mar de Alborán; como los pastores de las montañas y tierras altas del interior continental, viven con la amenaza potencial de que las lluvias, dada su singular climatología, no se produzcan y su economía se vea afectada por la sequía.

Tras un quinquenio de lluvias copiosas, 1968 a 1972, en 1973 la sequía aparece una vez más. En Almería "Aeropuerto" que registra un promedio (1968-1985) de 186 mm. de lluvia al año, solamente cayeron 163 mm en 1973. En aquel momento se creía que estábamos ante un capricho del comportamiento climático; pero en 1974 las lluvias faltaron de nuevo con sólo 118 mm, comenzando a tomar cuerpo lo que sólo hasta ese momento era un rumor. ¿El desierto del Sahara golpeaba el Norte?. Si las lluvias volvieron a la normalidad en 1975, 1976 y 1977, en cambio en 1978, éstas fallaron de nuevo, con 152 mm; otra vez más en 1979 y 1980, con 174 y 152 mm, respectivamente, y la peor sequía de todos en 1981, con 100 mm. Tal situación era característica en gran parte de la España Atlántica que padecía la más grave sequía del siglo, donde para 1982 y 1983, Almería anotó 139 y 117 mm. respectivamente. La sequía continuó con insistencia en la capital andaluza, en 1984 y 1985 sólo cayeron 110 y 139 mm.

La sequedad que ha afectado a la provincia de Almería, a partir de 1973 y, muy especialmente, entre 1980 y 1985, constituye probablemente, la anomalía climática más singular de los últimos 100 años; marcando presumiblemente un hito en las repercusiones socioeconómicas y ecológicas. Seis años de sequía han dado a conocer a todos los españoles este apéndice sudoriental de la Península sujeto a catástrofes naturales. Frente a aquellos que consideran que se trata en definitiva de un fenómeno físico, un paroxismo climático, de una ausencia puntual de lluvias, y, apreciando que con la vuelta actual a un periodo de precipitaciones normales se restauraría el estado socioeconómico anterior, sin ninguna otra intervención; nosotros en cambio, estamos de acuerdo de que "las incidencias de anomalías desfavorables son generalmente acumulativas, sin que ninguna recuperación pueda esperarse, a pesar de que se den anomalías en sentido inverso" (25) y consideramos que la deficiencia de precipitaciones tan acusada de este sexenio —auténtico cataclismo climático— ha significado una constatación del frágil equilibrio de estos ecosistemas semiáridos mediterráneos y, en definitiva, de la ruptura del equilibrio de los mismos, tras dilatadas adaptaciones y ajustes en centurias pasadas. La intervención del hombre y de la tecnología a su alcance se hace precisa para corregir, en lo posible, la detención del proceso inexorable de la desertifi-

cación; las catástrofes, las "crisis más violentas pueden ser, en cierta medida al menos, favorecidas o combatidas, en sus inmediatas consecuencias por la acción humana" (26).

La gran sequía de Almería había conocido acontecimientos graves en 1973, 1961, 1950, 1945, 1931 y 1913, y con unas connotaciones idénticas en el siglo pasado, con la catastrófica sequía ocurrida entre 1825 y 1830, que significó junto a otros factores socioeconómicos importantes migraciones interiores; años después, en 1851, José de Echegaray insistiría en este fenómeno al escribir que "el terrible azote de la sequía devasta y despuebla aquellas hermosas campiñas" (27). ¿Qué significa la serie de años secos 1980-1985? ¿Avanza el Sahara hacia el Norte?. ¿La desertización es climática o antrópica?. Las respuestas son diversas pero convergentes. El Sahara es desierto; y el Sureste ibérico (la provincia almeriense, por excelencia) es una región árida marginal, es un semidesierto de abrigo topográfico, funcionando como tal, 8000 años antes de Cristo.

No se debe asociar el avance del desierto, entendido como "*macromutaciones del ecosistema*" con periodos de escasa pluviometría. El análisis de los datos pluviométricos desde 1884, aunque con lagunas notables, revela carencias o ritmos parecidos, sin embargo no tan limitantes como en el periodo actual 1980-1985. Posiblemente el avance de la frontera del desierto, debe ser considerado como un fenómeno de irrupciones sucesivas: en una sucesión de años secos, las orlas marginales de las zonas áridas experimentan un desequilibrio que afecta con distintos grados de intensidad a los componentes del ecosistema. La vegetación y el suelo cultivable se degradan de tal forma que se vuelve extremadamente difícil su recuperación, aún cuando ocurra una sucesión de años lluviosos. El encinar-chaparral que cubre las cimas de Sierra Alhamilla sobreviviendo en condiciones extremas: ¿podrá resistir tras la pertinaz sequía de estos seis años o acelerará su degradación de modo inexorable?. La desertificación disminuye la resistencia a las consecuencias de una sucesión de sequías, cada una de las cuales tiende, a su vez, a incrementar el deterioro de los niveles de vida humanos.

El agravamiento y extensión de la sequía actual, no es sino una continuación de la pertinaz de 1969 a 1973 en el Sahel, que se tradujo en una inquietud internacional que desembocó en una conferencia mundial sobre Desertificación, auspiciada por la Organización de Naciones Unidas (UNCOD) en Nairobi, 1977. Era la primera vez que había un esfuerzo mundial concertado para frenar el proceso de expansión de los desiertos y racionalizar los recursos naturales de los territorios áridos y semiáridos. El grueso de los estudios presentados a la UNCOD pusieron de relieve que la sequía prolongada no es la única causa de la desertificación; factores muy importantes y que entran en juego son: la deforestación, el pastoreo exagerado, el exceso de cultivos, la irrigación deficiente, las malas prácticas en el uso de la tierra. Fruto de esta conferencia fué el Plan de Acción para Combatir la Desertificación hasta finales de siglo —horizonte 2000— (PACD), con objetivos de

actuación inmediato en algunos territorios durante el período 1977-1984.

¿La desertificación, está asociada a variaciones de la Circulación general atmosférica?.

¿La desertificación está causada por períodos sucesivos de sequía ó constituye una manifestación de una tendencia climática a la aridez?.

¿La desertificación, es el resultado de las actividades humanas?.

¿La desertificación, avanza gradualmente en el levante andaluz?.

Debe ser admitido que no sólo la actual situación de sequía en Almería podrá continuar durante 1986 sino que tendrá que existir sucesiones análogas de años secos en el futuro. Las sequías presumiblemente están asociadas a aspectos de variación de la circulación general, especialmente en el espacio geográfico el Atlántico Norte. Se impone una mayor investigación sobre el comportamiento de modelos de circulación. Biólogos, climatólogos y meteorólogos debieran prestar más atención a los estudios de propagación del Sahara hacia el Norte. Si ésta existe, se debería de determinar las causas y analizar las líneas de actuación para evitarlo.

El estudio de los registros pluviométricos que poseemos pone de manifiesto que estos paroxismos climáticos no són insólitos, se han producido con anterioridad fenómenos similares y que incluso éstos se producirán ciertamente de nuevo en el futuro. Con motivo del día meteorológico mundial de 1986, el Secretario de la O.M.M., manifestaba que la raza humana sigue estando peligrosamente a las variaciones climáticas y a pesar de los avances tecnológicos, éstos no han podido aminorar las consecuencias de éstas. Así pues, la población continua siendo vulnerable a estas variaciones climáticas, pero a su vez puede inducir a través de sus actividades a cambios en el clima a gran escala. La continua emisión de subproductos industriales y agrícolas (incremento del  $\text{CO}_2$  a consecuencia de la quema generalizada de combustibles sólidos, gases contaminantes industriales como el Metano, el Oxido Nitroso o los Clofluorometanos, partículas sólidas, etc.) por influencia directa de las actividades humanas, están cambiando en la actualidad los procesos radioactivos de la atmósfera y presumiblemente también los de la circulación atmosférica a escala regional y en la composición de la atmósfera. Procesos que tienden a intensificarse, hasta llegar a incidir en el Complejo Sistema que determina el clima mundial. El caldeamiento progresivo en los próximos 30 - 40 años es un hecho irreversible, aumentando en  $2^{\circ}3'$  C. la temperatura media de la superficie de la Tierra. Hacia un cambio climático global nos acercamos.

## NOTAS

- (1) MENDIZABAL VILLALBA, M. (1982): El futuro de las Zonas Áridas. *Seminario sobre Zonas Áridas*, Almería, 8 de Noviembre de 1982. pp. 199-205.
- (2) KELLOGG, W.W. (1983): Identificación del cambio climático introducido por el aumento de Anhídrido Carbónico y otros gases en trazos en la atmósfera.— *Boletín de la Organización Meteorológica Mundial*, 1, Vol.32, Enero, Ginebra, pág. 27.
- (3) SVERRE PETTERSEN. (1976): *Introducción a la Meteorología*.— Espasa Calpe, Madrid, 5ª Edición, pág. 69.
- (4) GARCIA DE PEDRAZA, L. (1982): La Sequía. *Revista de Meteorología*, Boletín de la Asociación Meteorológica Española, Madrid, Diciembre, pág. 64.
- (5) CHARNEY, J.G. (1975): Dynamics of deserts and drought in the Sahel. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 101 (428), pp. 193-202.
- (6) F. KENNETH HARE (1984): El clima y la desertificación. —*Boletín de la Organización Meteorológica Mundial*, Octubre, Vol.33, nº 4, Ginebra, pág. 314.
- (7) F. KENNETH HARE (1984): El clima y la desertificación. —*Boletín de la Organización Meteorológica Mundial*, Octubre, Vol. 33, nº 4, Ginebra, pp. 311-319.
- (8) KELLOGG, W.W. (1983): Identificación del cambio climático introducido por el aumento de Anhídrido Carbónico y otros gases en trazos de la atmósfera.— *Boletín de la Organización Meteorológica Mundial*, 1, Vol. 32, Enero, Ginebra, pág. 26.
- (9) WHITE, R.M. (1979): La conferencia mundial sobre el clima.— *Boletín de la Organización Meteorológica Mundial*, Vol. XXVIII, nº 3, Ginebra, pág. 219.
- (10) DURAND-DASTES, F. (1972): *Climatología*. —Ariel, Barcelona, pág. 256.
- (11) GARCIA DE PEDRAZA, L. (1982): La Sequía. *Revista de Meteorología*. Boletín de la Asociación Meteorológica Española, Madrid, pág. 65.
- (12) BREUER, G. (1982): *La modificación del tiempo*. —Alhambra, Madrid.
- (13) JANSÁ GUARDIOLA, J.Mª. (1969): *Curso de climatología*. —S.M.N., Instituto Nacional de Meteorología, pág. 149.
- (14) GARCIA DE PEDRAZA, L. (1985): Notas sobre Meteorología del Mar de Alborán. —*XIV Jornadas Científicas (Meteorología, aridez y energías alternativas)*, Almería 7-12 Octubre de 1983, pp. 181-198, Madrid.
- (15) O.M.M. (1975): *Boletín de la Organización Meteorológica Mundial*. Vol. XXIV, nº 2, Abril, pág. 117.
- (16) O.M.M. (1977): *Boletín de la Organización Meteorológica Mundial*. Vol. XXVI, nº 3, Julio, pág. 215.

- (17) O.M.M. (1977): Boletín de la Organización Meteorológica Mundial. Vol. XXVI, n° 3, Julio, pág. 217.
- (18) La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación tuvo lugar en el Centro de Conferencias Kenyata, en Nairobi, Kenia, desde el 29 de Agosto hasta el 9 de Septiembre de 1977.
- (19) F. KENNETH HARE. (1984): El clima y la desertificación. *Boletín de la O.M.M.*, Ginebra Vol. 33, n° 4, Octubre, pág. 311.
- (20) F. KENNETH HARE. (1984): El clima y la desertificación. *Boletín de la O.M.M.*, Ginebra, Vol. 33, n° 4, Octubre, pág. 311.
- (21) O.M.M. (1982): Boletín de la Organización Meteorológica Mundial. Vol. 31, n° 4, Octubre, Ginebra, pág. 360.
- (22) O.M.M. (1982): Boletín de la Organización Meteorológica Mundial. Vol. 31, n° 4, Octubre, Ginebra, pág. 362.
- (23) LE COMTE, D.M. (1983): Fenómenos meteorológicos significativos en 1983. —*Boletín de la O.M.M.*, Ginebra, Vol. 32, n° 3, pág. 250.
- (24) F. KENNETH HARE. (1984): El clima y la desertificación. *Boletín de la O.M.M.*, Ginebra, Vol. 33, n° 4, Octubre, pág. 317.
- (25) L.C. WROWN (1984): La desertificación. —En *El libro de la Naturaleza*, El País, pág. 44., Madrid.
- (26) PONCET, J. (1975): L'interêt du concept de cataclysmes. —*L'Espace Géographique*, 1, Paris, pág. 66.
- (27) DE ECHEGARAY, J. (1951): *Memoria sobre la causa de la sequía de las provincias de Almería y Murcia*. —Imprenta de Comercio, Madrid, pág. 8.
-