

Cambio climático y desertificación, amenazas para la sostenibilidad de las tierras del Arco Mediterráneo. Situación y perspectiva

Francisco López Bermúdez

1. Introducción

En el marco de la globalización y, más específicamente, de la mundialización económica (que debiera ser a la vez social, ambiental, de justicia, de derechos humanos, de lucha contra la violencia y de paz) el uso y gestión de los recursos naturales de los que depende la supervivencia de los humanos, su propia organización social, el desarrollo sostenible y la dignidad humana, debería realizarse atendiendo al estado y situaciones pasadas, actuales y previsibles de esos recursos.

Sin embargo, en la actualidad y con vistas a la explotación y gestión, la ausencia de una ciencia y práctica consolidadas que integren los conocimientos de las ciencias ambientales y de la naturaleza, la economía y la sociología, con las ingenierías aplicadas a los diversos recursos (hídricos, agronómicos, forestales, mineros, pesqueros, etc.), probablemente contribuyan a la rápida degradación, agotamiento y explotación no sostenible de los recursos. Si esta reflexión es cierta de modo global para todos los países, lo es mucho más para aquellas regiones que son más frágiles y vulnerables a los fenómenos e impactos físicos y humanos, como son las tierras mediterráneas áridas, semiáridas y subhúmedas secas (Fig.1). El Cambio Climático puede acentuar esta fragilidad.



Figura 1. La aridez es una destacada característica del dominio mediterráneo (Imagen compuesta por los satélites Tiros-N y NOAA 6 y 9 canales 1, 2 y 4 tomadas a 830 – 870 kms de altitud, entre 1979 y 1985)

En efecto, las tierras secas, constituyen unos espacios sensibles y complejos en donde las interacciones clima-recursos naturales-hombre mantienen un precario equilibrio. Además, estos ambientes son sistemas delicados y muy sensibles a los efectos de la erosión del suelo, procesos de desertificación y cambio climático. En los albores del nuevo siglo y milenio, entre los más importantes problemas, cambios y alteraciones ambientales que están afectando a las regiones mediterráneas, se halla la explotación sostenible de sus recursos naturales.

En la frontera de cambio de siglo, la degradación de las tierras por erosión y desertificación, constituye un problema ambiental de envergadura mundial, por ello, las Naciones Unidas, desde el año 1995, declararon al 17 de junio como “*Día Mundial contra la Desertificación*”. Se trata de una cuestión vital para el desarrollo durable de los hombres y mujeres que las habitan. El agua, el suelo y la vegetación, elementos esenciales para la vida, las raíces de todas las cosas, considerados durante mucho tiempo unos recursos naturales inagotables y renovables (sobre todo en los países más desarrollados), son recursos vitales escasos y, en muchas zonas prácticamente inexistentes. En los ambientes áridos y semiáridos, el suelo (la placenta y soporte de toda producción alimentaria), es un recurso no renovable, porque estas tierras registran una fragilidad ecológica y una baja, y en ocasiones nula, capacidad de recuperación por razones geomorfológicas, climáticas, biológicas y humanas.

De todos los recursos de la Tierra, la falta de agua dulce, la degradación del suelo y la pérdida de diversidad biológica, expresados en la desertificación, constituyen la amenaza más implacable para la humanidad.

Los síntomas o huellas de las fluctuaciones climáticas, de la degradación por

erosión y desertificación, se hallan presentes por áreas que tienden a ensancharse, en muchos casos, de modo acelerado por la frecuencia e intensidad de las sequías y lluvias de alta intensidad y, sobre todo, por un uso y gestión inadecuado de los recursos naturales por parte de los humanos, empujados por la necesidad y la ignorancia, y en ocasiones por la codicia.

La *desertificación*, desde la década de los años setenta viene siendo un tema de amplia cobertura mediática y considerado como uno de los problemas más graves que afectan a las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del planeta por sus implicaciones ambientales y socioeconómicas. Incluso ha llegado a ser uno de los más importantes temas ambientales en los ámbitos científicos, políticos e incluso popular. La desertificación fue uno de los principales problemas abordados en la *Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo* (Río de Janeiro, 1992). En esta *Cumbre de la Tierra*, se reconoció la dimensión global del problema y la necesidad de una movilización general para combatir el fenómeno de degradación de la tierra a través de un *Convenio Internacional de Lucha Contra la Desertificación* (CCD, 1994), el cual entró en vigor a finales de 1996 al ser ratificado por más de 50 países. En la actualidad, lo han ratificado unos 180 países, aunque sólo unos pocos han elaborado y aplicado planes de acción de lucha contra la desertificación.

Este *Convenio* tiene mucho en común con los otros dos grandes *Convenios* de la *Cumbre de Río*, que junto a la Desertificación constituyen los tres problemas ambientales más importantes en la transición entre siglos: el de *Biodiversidad* y el de *Cambio Climático* porque (1) corresponden a procesos biofísicos y antrópicos que están íntimamente ligados, y (2) por razones y principios ambientales, económicos, sociales, jurídicos y políticos. Sus instrumentos pueden contribuir de manera importante a la consecución de los objetivos de los otros (López Bermúdez, 1995, 2001).

En realidad, preservar la diversidad biológica, luchar contra la desertificación y prevenir el cambio climático tienen el mismo objetivo: asegurar un desarrollo durable. Esto significa conseguir una calidad de vida que sea socialmente deseable, económicamente viable y ecológicamente sostenible, y que pueda mantenerse durante muchas generaciones.

Sin embargo, las grandes expectativas creadas por la *Cumbre de la Tierra* (Río, 1992) de desarrollar una estrategia global para tratar los problemas ambientales y de desarrollo sostenible no se han cumplido. La presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales ha aumentado desde entonces y la pobreza ha seguido aumentando a escala mundial. Reconducir la producción y el consumo a una vía sostenible, sigue siendo algo más retórico que real. Con el fin de revitalizar el “*espíritu de Río*” y renovar el compromiso político, se ha convocado la Cumbre de

2002, en Johannesburgo (Sudáfrica), la Conferencia de Naciones Unidas: “Río + 10”. La UE tiene la responsabilidad de ejercer un liderazgo a lo largo de los preparativos y durante la propia conferencia (Comisión de las Comunidades Europeas, 2001).

2. El reto ambiental del Arco Mediterráneo ante el nuevo siglo

Los elementos definidores de aquellos ámbitos que se manifiestan como “ejes de crecimiento” son como mínimo su carácter interterritorial, una cierta semejanza en la estructura productiva, el grado de dinamismo económico y las relaciones internas que dan lugar a su valoración como eje (Villaverde y Pérez, 1996). Sin embargo, entre lo mucho escrito y debatido sobre ello, se encuentran escasas referencias al sistema ambiental como parámetro relevante del “eje de crecimiento”. La articulación de un modelo socioeconómico, incluso político, para las regiones que integran la fracción española del *Arco Latino* que va desde Roma a Andalucía (Fig. 2), conocida como *Arco Mediterráneo Español* (Cataluña, Baleares, Comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía) no debería hacerse sin conocer, en profundidad, los problemas ambientales actuales y perspectivas para las próximas décadas. El *Tratado de Ámsterdam* de la UE (junio de 1997) establece, entre los objetivos básicos de la política de desarrollo regional para alcanzar la cohesión económica y social, la necesidad de conservar y gestionar bien los recursos naturales y hacer compatible el desarrollo equilibrado y sostenible con el estado y calidad ambiental.

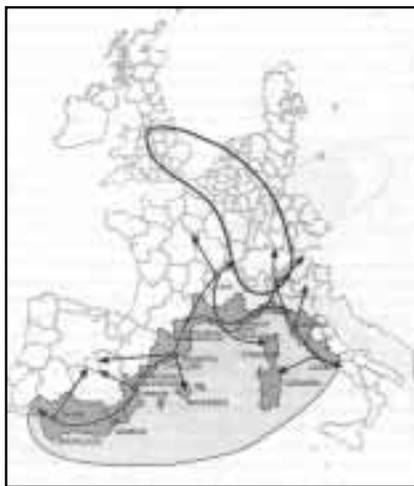


Figura 2. El Arco Latino o Arco Mediterráneo en el escenario de la integración de la Unión Europea (Generalitat Valenciana, 1993).

En el espacio físico del Arco Mediterráneo Español, que cuenta con el 31,5 por ciento de la superficie nacional, cuenta con un medio físico de rasgos específicos que proporciona ventajas e inconvenientes (Rosselló, 1987), un clima mediterráneo con 2.600 - 3.000 horas de sol al año y temperaturas suaves, pero con un déficit hídrico, más o menos acusado, que confiere al territorio una alta vulnerabilidad frente a las sequías (Gil Olcina, Morales Gil, 2001). Sin embargo, proporciona calidad de vida a su población, propicia una agricultura muy competitiva y un turismo masivo con efectos en el sistema productivo.

Con una estructura lineal de asentamientos urbanos favorecida por las características del litoral que ha propiciado infraestructuras de comunicación Norte-Sur, a modo de pasillo catalizador de las relaciones económicas y del flujo turístico (Calvo y López Ruiz, 1998), registra un ritmo de crecimiento poblacional notablemente superior a la mayor parte de España. Cinco de las seis provincias con más población de España se halla en el Arco Mediterráneo: Barcelona, Valencia, Sevilla, Alicante y Murcia (INE, 2001). Este vigor demográfico está acompañado de una economía con las tasas de crecimiento (del PIB), mayores del panorama nacional que supera el ritmo de crecimiento medio del conjunto del país (Cataluña y Baleares superan el promedio europeo). Un conjunto territorial que avanza en la convergencia real con el resto de la Unión Europea y que propicia un acercamiento entre las diferentes regiones del Arco, a la vez que reduce las disparidades intracomunitarias (Romero, 2001). No obstante, el proceso de convergencia económica de los países europeos mediterráneos y del arco, hasta hoy ha sido lento y todavía se halla incompleto, ya que aún es importante la distancia que separa a los países mediterráneos (excepto Francia e Italia) de otros países de la Unión Europea (CEDEX, 2000). Estos rasgos globales, en las regiones del Arco Mediterráneo Español, esconden una doble y acusada dualidad: el contraste Norte/Sur (Cataluña-Murcia-Andalucía) e Interior/Litoral (Comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía) que ofrece unos escenarios territoriales acusadamente desequilibrados en el grado de desarrollo.

Las razones de este potencial endógeno habría que buscarlas tanto en las condiciones climáticas y calidad de sus recursos (mar, litoral, suelos, biodiversidad, productos agrícolas, paisaje, etc.) como en la iniciativa y carácter dinámico de sus gentes. Sin embargo, en los inicios del nuevo siglo, se viene constatando, de modo creciente, que el territorio del Arco está sometido a fuertes presiones y, con frecuencia, explotado abusivamente. Muchas de las actividades realizadas en el Arco Mediterráneo Español (agrarias, industriales y turística, sobre todo) ejercen un fuerte impacto ambiental en los espacios litorales, suelos, cubierta vegetal, sobreexplotación y contaminación de aguas fluviales, subterráneas y del mismo mar, en ecosistemas, paisajes, incluso sobre su patrimonio cultural.

Con frecuencia se pierde de vista que el suelo y el agua son el soporte de la vida, que constituyen el centro de los ecosistemas y del desarrollo humano, que son las raíces de todas las cosas. Ambos recursos son condiciones limitadoras para el denominado “desarrollo sostenible”, para el aumento de la calidad de vida y para la paz social (López Bermúdez, 1998, 2000, 2001). Reconocida la precariedad de estos recursos básicos, en cantidad y calidad, en amplias zonas del Arco Mediterráneo, parece necesario considerar y exigir soluciones adecuadas para evitar daños irreversibles y no sumir a las poblaciones de estos territorios en un panorama de perplejidad e incertidumbre ante el futuro.

La gestión de los recursos del Arco Mediterráneo Español, ante el nuevo siglo y en el marco de un desarrollo durable, debería pretender evaluar la vulnerabilidad de sus ecosistemas y agrosistemas frente a potenciales y diversos escenarios originados por la desertificación y el cambio global, en términos de degradación, fragmentación y pérdida de recursos. Los factores de cambio incluyen el clima y los patrones de uso del territorio que resultan de las políticas agrarias, industriales, turísticas y otras presiones socioeconómicas. La aproximación se basaría en el desarrollo de modelos integrados que permitan diseñar estrategias para una gestión de cambio socioeconómico y ambiental que sea compatible con la explotación y conservación sostenible de los recursos (del Barrio, 2001).

3. El clima del Arco Mediterráneo Español es una mezcla de encanto y de violencia erosiva, muy vulnerable al cambio climático

Esta paradoja se explica por la originalidad de la cuenca del Mediterráneo occidental, encuadrada en unos robustos relieves que la aíslan en un mar relativamente cálido, por ser un territorio de transición y conjunción de las circulaciones atmosféricas templada y subtropical.

El clima mediterráneo escapa a la sola consideración de los valores medios de sus parámetros, con frecuencia, es un clima de excesos. El amplio territorio del Arco Mediterráneo ofrece una apreciable diversidad climática de sus diferentes sectores. Se registran diferencias tanto en los regímenes térmicos como en los pluviométricos entre comarcas, entre los sectores del norte y los del sur, entre el interior y el litoral. En definitiva, la proximidad o lejanía respecto al mar, la altitud, la orientación y exposición de las montañas, valles y corredores, introducen significativos contrastes climáticos espacio-temporales (Mateu, 2001).

Sin embargo, todo el territorio tiene de común la fuerte aridez estival y un régimen de lluvias de elevado índice de irregularidad y acusada estacionalidad. Los registros de las temperaturas y de las precipitaciones traducen ciertos rasgos generales pero disimulan los acontecimientos esporádicos que alteran su imagen. El turista que visita sus playas durante el verano o disfruta en invierno en los

bordes del mar, puede ignorar otra realidad de estos escenarios y dejarse seducir por la serenidad y pureza del cielo y del mar, por la luminosidad excepcional debido a la sequedad del aire y a los encantadores paisajes (Dorize, 1997). La realidad, en ocasiones, aporta algunas crudas notas a esta visión idílica.

(a) Las Temperaturas

Si las horas de sol (más de 2.600 al año) y el calor es ampliamente utilizado por los *sloganes* publicitarios, en ocasiones alcanzan los límites de lo tolerable cuando falta el efecto moderador de los vientos frescos y húmedos atlánticos y de las brisas. Temperaturas medias anuales: Barcelona, 15,5°C; Valencia, 17°C; Alicante, 17,9°C; Murcia, 18,5°C, aunque con acusados contrastes entre las tierras del interior y la franja litoral. La suavidad de los inviernos puede ser momentáneamente interrumpido por breves golpes de frío y heladas. Vientos violentos (*tramontana, gregal, terrals, xaloc, levantes...*) pueden interrumpir períodos de calma y provocar, en invierno, bruscas caídas de temperatura. Por otro lado, “olas de calor” veraniegas, ligadas a vientos de componente sur, pueden elevar las temperaturas hasta los 40°C y más. No obstante, la luminosidad, las temperaturas medias y la moderación térmica de los inviernos, favorecen una agricultura intensiva competitiva y la fuerte atracción turística.

(b) Precipitaciones

La pluviometría registra, igualmente, caracteres muy particulares. La fuerte sequía estival, específicamente “mediterránea” se camufla en los totales anuales. Los totales de lluvia, en bastantes lugares, alcanza valores medios similares a los de otras estaciones de la Europa occidental: mientras París recibe 620 mm/año repartidos en 160 días, Barcelona totaliza 595 mm, Castellón 687 mm, Enguera (Valencia) 677 mm, Valencia 419 mm, Denia (Alicante) 665 mm, Málaga 532 mm, San Fernando (Cádiz) 600 mm... en tres veces menos días, o sea, en unos 55-60. Es decir, que el déficit pluviométrico del verano es ampliamente compensado por las precipitaciones fuertemente concentradas de los equinoccios y sobre todo del otoño: tormentas que sorprenden por su copiosidad, amplitud y, con frecuencia, violencia. Lluvias diarias que rebasan el centenar de mm son frecuentes a lo largo y ancho de las tierras del Arco Mediterráneo, ocasionando fuertes pérdidas de suelo y provocando repentinas y violentas avenidas en los cursos fluviales, causantes de inundaciones con importantes impactos ambientales, económicos y sociales: las catástrofes del 1957 en Valencia, 1973 en Almería y Murcia, 1982 en Barcelona, Valencia, Alicante y Murcia, o las trombas de agua precipitadas sobre Valencia y Baleares en septiembre de 2001 son algunos ejemplos que muestran la frecuente excepcionalidad de la pluviometría mediterránea. Las lluvias máximas que pueden registrarse en 24 horas, pueden alcanzar y rebasar la mitad de la precipitación media anual, característica que no se presenta en ninguna otra

región de la Europa mediterránea (Fig. 3). La fuerte irregularidad de las lluvias mediterráneas de las tierras del Arco y la aridez más o menos acusada, son características determinantes y permanentes con fuertes repercusiones ecológicas, económicas y ambientales.

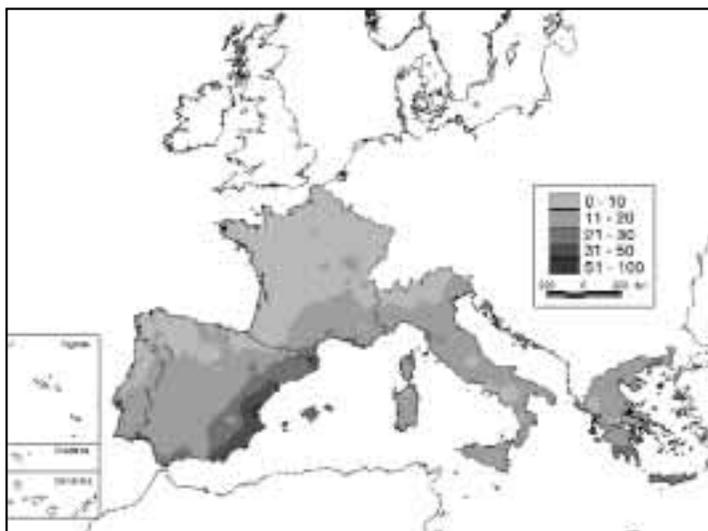


Figura 3. Precipitación máxima diaria/precipitación media anual (%) en los países del Mediterráneo Norte (CEDEX, 2000. Elaborado con datos de Eurostat).

Tanto por su posición latitudinal como por la disposición y envergadura del relieve, en buena parte del Arco Mediterráneo Español (Comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía), la variabilidad espacial y temporal de las precipitaciones es un rasgo sobresaliente. En este territorio, los relieves se disponen en una serie de alineaciones montañosas, en arco y más o menos paralelas a la costa que lo aíslan de las borrascas generadas en el océano Atlántico. Por ello, el régimen de precipitaciones de casi todo el Arco está, particularmente, influenciado por las perturbaciones convectivas de origen Mediterráneo (Millán y col., 1995). En las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas del Arco Mediterráneo Español, la extensión, frecuencia, intensidad y duración de los períodos secos y húmedos, son factores clave para entender la estructura y dinámica de los paisajes y sus recursos.

Por otro lado, las tierras del Arco Mediterráneo son especialmente sensibles a aquellos mecanismos que alteren las características o modifiquen la disposición latitudinal de las estructuras fluidas de la circulación general de la atmósfera y de los océanos. La vulnerabilidad al cambio climático, dependerá no sólo de la

dinámica de las circulaciones polar y subtropical, sino también, como se vienen apreciando recientemente, de la conexión global con el fenómeno la NAO (*North Atlantic Oscillation*), del ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*) y de la dinámica del Sahara (Balairón, 1997). Esta situación les confiere una especial vulnerabilidad ante la distribución de las precipitaciones y, sobre todo, ante las sequías.

(c) Las causas conjugadas de esta paradoja

Varios factores permiten explicar este comportamiento climático mediterráneo:

1. La situación geográfica de las regiones del Arco Mediterráneo

El Mediterráneo occidental ocupa una zona de transición entre la Europa Atlántica afectada por la circulación general del Oeste al que van asociadas las borrascas del chorro polar (*Célula de Ferrer*) y, el Norte de África severamente sometida al régimen de las altas y calmas subtropicales tan remisas a la lluvia (*Célula de Hadley*). Situada en los márgenes, en la frontera, de dos dominios tan diferenciados, el Eje Mediterráneo hereda parte de sus características respectivas, determinando su comportamiento según la alternancia estacional gobernada por la oscilación latitudinal de los centros de acción: un verano “subtropical” y un invierno más o menos “atlántico”. Esta doble influencia explica, en parte, el régimen térmico y las características pluviométricas del otoño cuya temperatura conserva la inercia estival. “El verano se desborda por meses que no son suyos”, observaba Virgilio en *Las Georgicas*. Los tránsitos meridianos de las masas de aire y la fisonomía térmica del mar permiten comprender esta particularidad.

2. Las características físicas del mar

El Mediterráneo occidental es un mar relativamente cálido; su temperatura media, en superficie, es de alrededor de 20 °C (se alcanzan los 25–27 °C en verano) y se estabiliza alrededor de los 13 °C a la profundidad de una treintena de metros. Esta discontinuidad térmica (termoclina) acarrea, a su vez, una discontinuidad de densidad que dificulta la mezcla vertical de las aguas, reteniendo las aguas cálidas, más ligeras, en una capa superficial que se calienta más cuanto más delgada sea, aumentando la importancia de la evaporación, avivada por una fuerte insolación, un aire seco y más cálido que el agua. Así, el balance de las aguas mediterráneas es negativo. Las aportaciones de los cursos de agua y de las lluvias no compensan las pérdidas por evaporación. El déficit anual rebajaría el nivel del mar Mediterráneo alrededor de 0,70 m sin la intervención de las aguas del Atlántico que penetran por el Estrecho de Gibraltar.

La realidad es más compleja puesto que el Mediterráneo exporta una parte de sus aguas más frescas y densas (por el contenido en sal) hacia el Atlántico. Las aguas

superficiales se mantienen a una temperatura suficientemente elevada para recalentar las capas bajas de la atmósfera y saturarlo de humedad. En estas circunstancias estas capas de aire cálidas y húmedas son inestables y van a tener una destacada acción en el fenómeno meteorológico conocido como “gota fría”.

3. La influencia determinante de las masas de aire y de la circulación en altitud

Entre dos grandes conjuntos climáticos, el Mediterráneo occidental ocupa una posición bisagra que lo emplaza en una encrucijada aerológica por donde circulan masas de aire de origen muy diverso: polar marítimo, polar continental, tropical marítimo, tropical continental (del Sahara). El examen de los mapas sinópticos diarios a la topografía de los 500 mb, muestra el dominio y flujos de estas masas según la época del año, si bien predomina la poderosa célula anticiclónica norteafricana. En primavera y, sobre todo, en otoño, son frecuentes las invasiones del flujo polar con aire frío que se superpone al aire más cálido y húmedo de las capas bajas aumentando el gradiente térmico vertical y produciendo inestabilidad. Al efecto termodinámico de aspiración se añade el efecto hidrodinámico de curvatura (ciclónica) ejercida por las vaguadas, originándose una baja fría en altura conocida como “gota fría” capaz de producir copiosos y violentos aguaceros con muy alta capacidad para erosionar los suelos (López Gómez, 1983; Gil Olcina y Morales Gil, 1989; Llasat, 1991; López Bermúdez y Romero Díaz, 1993; Alonso Sarria y López Bermúdez, 1994).

El fuerte efecto ascendente que provoca el relieve sobre las masas nubosas refuerza, localmente, la inestabilidad. Bajo estas circunstancias, volúmenes de precipitación de 100, 200, 300 y más mm en 24 horas, son relativamente frecuentes. Además de las grandes pérdidas de suelo, fuertes avenidas con desbordamientos de los cursos fluviales, son los fenómenos correlativos más relevantes.

4. La función protectora del relieve

La mayor parte de las tierras del Arco Mediterráneo se hallan en situación de abrigo aerológico (*efecto föhn*) por el efecto de muro topográfico que desempeñan las montañas sobre las masas húmedas de procedencia atlántica. El obstáculo montañoso provoca un estancamiento de los flujos lluviosos y de la nubosidad asociada, activa los procesos de condensación de la humedad y desencadena las precipitaciones a barlovento (fachada occidental). Por el contrario, en la vertiente opuesta, a sotavento (fachada oriental), rebasada la cima de las montañas que con mucha frecuencia superan los 2000 metros de altitud, se produce el descenso del aire fresco y su paulatino calentamiento. Se registra un aumento anormal de la temperatura, una disminución de la humedad relativa, un incremento de la velocidad de las ráfagas de viento, desecación.

Por otro lado, estas barreras orográficas desvían las trayectorias de los vientos y de las masas nubosas que arrastran. La sombra pluviométrica que ocasiona el gran desarrollo y altitud de las cordilleras Béticas e Ibérica y, en menor medida, las cordilleras Catalanas, es la responsable, en parte, de la aridez que presentan amplias zonas del dominio mediterráneo del Arco, notoriamente en el Sureste peninsular encerrado por el arco bético (Fig4).

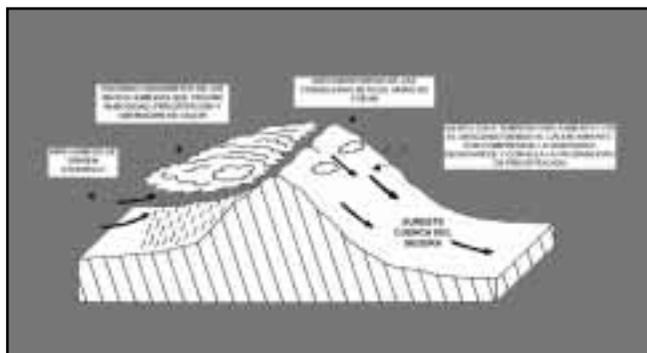


Figura 4. Esquema simplificado del *efecto föhn* que introduce el sistema montañoso de las Béticas y sus consecuencias en el Sureste Ibérico y Cuenca del Segura.

(d) ¿Está cambiando el clima? ¿se percibe en el Arco Mediterráneo?

El *Cambio Climático Global* es un hecho, aunque existen escépticos, que no representan de manera alguna un grupo mayoritario. Es por ello que los Gobiernos, a escala mundial han reaccionado ante esta amenaza cada vez más palpable y cercana: alteraciones climáticas graves que podrán poner en peligro sus economías. La actual Administración de los Estados Unidos es una excepción, país que firmó, pero no ha ratificado el protocolo, pese a que la Academia de las Ciencias y otros Centros de Investigación de gran prestigio norteamericanos confirman el calentamiento global.

El Cambio Climático, por otro lado, deja muy clara la globalización de los problemas ambientales. Es imposible e inútil enfrentarse a uno de los problemas ambientales más apremiantes, si no se toman medidas que involucren a todas las naciones, de ahí la relevancia del cumplimiento del Protocolo de Kyoto (1997) como arma para conseguir moderar los previsibles efectos del calentamiento global. Los acuerdos de política medioambiental pactados en la ciudad japonesa prevén que los países desarrollados reduzcan sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 5,2% de media entre el 2008 y el 2012 y en un 50–60% para el año

2050. De lo contrario, el calentamiento de la Tierra tendrá consecuencias mucho más devastadoras que las que se están produciendo en los últimos años.

La presión poblacional y de desarrollo que registran los países más adelantados, junto con los en vías de desarrollo, ejercen una tensión cada vez mayor sobre los recursos naturales y los sistemas ambientales terrestres. En la actualidad, la capacidad autorreguladora de la atmósfera, de muchos ríos, lagos, amplias zonas de mares... está siendo llevada a sus límites y, en muchos casos se han sobrepasado. Algunos sectores del territorio del Arco Mediterráneo se hallan en esta situación. En un reciente informe (el tercero), el IPCC evalúa en $0,7^{\circ}\text{C}$ el aumento de la temperatura media durante el siglo XX a causa en su mayor parte a las actividades humanas. Esta tasa de cambio climático es más rápido que en cualquier otro momento de la historia de la Tierra. Prevé un calentamiento máximo durante el presente siglo de $5,8^{\circ}\text{C}$ como media (rango de calentamiento más frecuente entre $1,5$ y $4,5^{\circ}\text{C}$, si no se toman medidas), cuyas consecuencias serán importantes cambios en los patrones climáticos actuales, en las estaciones, en la disponibilidad de agua, en el incremento de acontecimientos extremos como sequías, tormentas, huracanes e inundaciones. Subida del nivel marino, en la agricultura, industria, asentamientos humanos, salud, desertificación y, en general sobre los ecosistemas tanto terrestres como marítimos.

La toma de medidas es urgente, como establece el Protocolo, las Conferencias de las Partes del Convenio de N.U. sobre el Cambio Climático, el IPCC, el Hadley Centre, Instituto Max Planck y otros. La toma de medidas no tiene por qué ser negativo. El IPCC prevé beneficios económicos y tecnológicos significativos en la reducción de emisiones.

Complejos modelos de circulación general (GCMs) y otros que acoplan los componentes atmosféricos y oceánicos, estiman que la Región Mediterránea es una de las más vulnerables al cambio climático, si bien la resolución a la que trabajan los modelos, de 500 km, no es comparable con las resoluciones que se utilizan para predecir las variaciones del clima a escala de provincia o de Comunidad Autónoma que es de algunos kilómetros. Por ello, los resultados expuestos en los informes deben ser tomados con cierta precaución, son escalas no comparables. Sin embargo, el Cambio Climático se percibe, en el Arco Mediterráneo, en un buen número de indicadores tales como que ahora nieva o hiela bastante menos que hace unas décadas, en la disminución de las tormentas de verano que han rebajado entre un 20 y un 30 por ciento el ciclo de agua disponible (M. Millán, 2000) y, en general en las temperaturas y precipitaciones.

- *La evolución de la temperatura media anual*, observada en las series largas de datos de las principales estaciones meteorológicas, evidencia una significativa tendencia al calentamiento climático en los dominios del Arco Mediterráneo

Español, evaluada en casi 1°C desde finales del siglo XIX hasta finales del XX. (Fig. 5).

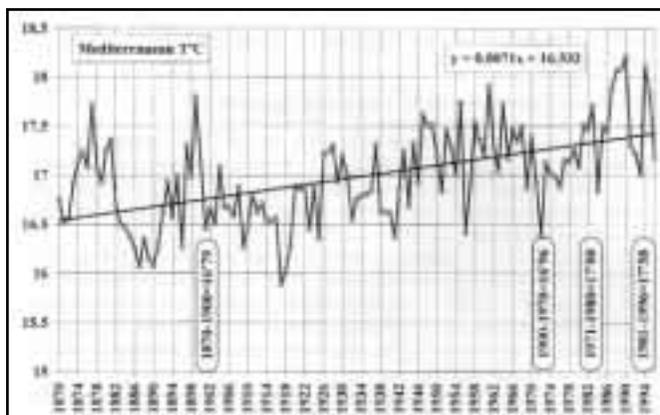


Figura 5. Evolución de las temperaturas medias anuales para el conjunto de la Comunidad Valenciana y Murcia. En los recuadros se indica la temperatura media en diferentes períodos (Según: Quereda Sala et al.,2000, 2001)

Esta tendencia hacia el calentamiento no es regular como puede observarse. Aparecen diversos ciclos de duración variable entre diez y veinte años: Frío entre 1880 y 1895, ascenso térmico entre 1896 y 1901, frío entre 1914 y 1920. A partir de 1921 transcurre un período globalmente cálido, si bien se registra una fase fresca durante los años 70 y un acusado ciclo cálido desde 1981 (Quereda Sala y Montón Chiva, 1994). Finalmente, los últimos años del siglo pasado han sido los más cálidos de toda la serie histórica para todo el territorio español y para las tierras del Arco. El incremento es mayor en las temperaturas mínimas que en las máximas y en los días de invierno que en los días de verano. Hay, pues, un evidente calentamiento de la atmósfera de las regiones del Arco Mediterráneo Español.

- *La evolución de las precipitaciones.* El rasgo que mejor define la pluviometría de las tierras del Arco Mediterráneo Español es la variabilidad tanto espacial como temporal. La variabilidad de las series de precipitación anual registra unos valores medios para todo el territorio en torno al 40%, irregularidad que se acentúa hacia las provincias del Sur del Arco. Este dato apunta que los volúmenes de precipitación de años consecutivos pueden manifestarse duplicando o dividiendo los valores promedio esperados (Luís Arrillaga, 2000). A este rasgo habría que añadir la relevancia que presentan la magnitud y frecuencia

con la que ocurren los acontecimientos meteorológicos extremos (sequías y lluvias torrenciales).

En paralelo con el incremento de las temperaturas, existen evidencias de los cambios que se están produciendo en los regímenes de precipitaciones, con tendencia generalizada hacia el descenso y las alteraciones que se están registrando en la distribución estacional (Romero *et al.*, 1998, 1999). Sin embargo, debido a la interacción entre los factores astronómicos, atmosféricos y geográficos que dibujan un mosaico de escenarios diferenciados en el territorio del Arco Mediterráneo, las tendencias suelen variar de unos a otros.

Como ejemplos de esta tendencia, las Figs. 6 y 7 expresan la evolución y tendencia de la serie secular de lluvias en Valencia y Murcia, respectivamente.

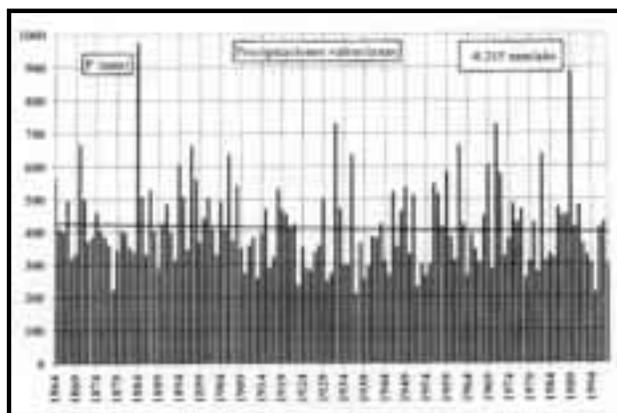


Figura 6. Evolución y tendencia de las precipitaciones medias valencianas 1995 (Querreda et al.,1995).

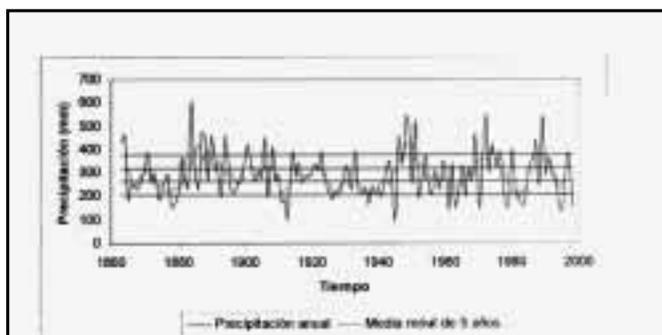


Figura 7. Evolución de las lluvias en Murcia (1863-1999).

En el Noreste peninsular también se detecta la tendencia a la disminución de las precipitaciones. Así, en Manresa (Cataluña Central), la evolución de las precipitaciones medias en las últimas décadas ha sido: década de los 40: 654,9 mm; década de los 50: 651,9 mm; década de los 60: 626,6 mm; década de los 70: 573,5 mm; década de los 80: 519,7 mm (Segarra *et al.*, 1994).

En los tres casos, pues, se observa una apreciable disminución de las precipitaciones en las últimas décadas, probablemente como indicador del cambio climático.

Los resultados de complejos modelos físico-matemáticos que simulan el comportamiento del sistema climático, constituido por una gran variedad de procesos escalados en el tiempo y en el espacio en diversos grados de magnitud que se superponen, interactúan y generan una aleatoriedad e incertidumbre en el clima, pronostican, para la región mediterránea, unos descensos de la precipitación media anual entre el 5 y el 20% (incremento de las sequías), más acusado en verano (sequías estivales cada vez más dilatadas) que en invierno y afectando con mayor intensidad a la mitad sur (López Bermúdez, 2000). Los fenómenos convectivos y las violentas ciclogénesis asociadas, características de los meses estivales y otoñales, serían cada vez más frecuentes (Quereda, 1994) y con ello el incremento del riesgo de avenidas, erosión y desertificación.

Finalmente, los escenarios climáticos previstos por la Comisión Nacional del Clima, predicen que un aumento de 1°C en la temperatura y una disminución del 5% de la precipitación, supondrían un descenso de las aportaciones hídricas (escorrentías), en las áreas mediterráneas españolas, del orden del 20%. Valor que se incrementaría notablemente en un escenario más extremo de disminución de un 15% en las precipitaciones y un aumento de 4°C en la temperatura (CEDEX, 1997, 2000; MIMAN, 1998).

4. La desertificación, un concepto controvertido y un proceso que afecta, severamente, a las tierras del Arco Mediterráneo Español

Desertificación, término complejo, controvertido, discutido con vehemencia, incluso utilizado erróneamente. Registra diversas percepciones por parte de la población porque depende de la situación económica, social, cultural, sanitaria, nivel de desarrollo y calidad de vida, etc.

La realidad es que, tras el vocablo *desertificación* se esconde un conjunto de procesos interrelacionados (físicos, biológicos, históricos, económicos, sociales, culturales y políticos) que se manifiestan a diferentes niveles de resolución tanto espaciales como temporales.

La UNCED (1992) y el CCD (1994) la han definido como: *Un proceso que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales del planeta en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas secas como resultado de variaciones climáticas y actuaciones humanas adversas*. Problema global que se expande cada vez más por la superficie de la Tierra.

La desertificación, pues, implica el empobrecimiento y degradación de los geoecosistemas terrestres por sobreexplotación, uso y gestión inapropiados en territorios fragilizados por las sequías y la aridez. Es el hombre quien crea condiciones propicias a la desertificación de los paisajes; el clima más o menos árido, la recurrencia de sequías, no son más que condiciones favorables (López Bermúdez, 1995).

La desertificación no es un problema meteorológico o ambiental aislado, sino una crisis climática y socioeconómica, a la vez, que desencadena nuevos mecanismos de degradación ambiental que dificulta e incluso impide la conservación de los recursos naturales imprescindibles para el desarrollo sostenible.

Las causas hay que buscarlas en la acción sinérgica de un conjunto de procesos climáticos y antrópicos multiescalados en el tiempo y en el espacio, como resultado de un *feedback* positivo difícil de frenar que refuerza o amplifica determinados mecanismos naturales, a causa de la intervención humana.

La *desertificación*, fenómeno antiguo pero en rápida progresión, desde los años sesenta, es, finalmente, una patología ambiental que hay que entender en el marco de un sistema de cambios globales en el que las interrelaciones entre causas y respuestas suelen ser muy estrechas. La desertificación, en la actualidad, puede considerarse como el paradigma del estado ambiental de extensas regiones de los países áridos y semiáridos. El Cambio Global puede acelerar el problema.

Cuestión importante es dilucidar si la degradación de parte de los paisajes del Arco Mediterráneo Español es debida mayoritariamente a las intervenciones humanas inapropiadas (*desertificación*), o por el contrario, a los procesos de degradación se les superpone una componente climática de progresivo aumento de la aridez desde hace milenios (*desertización*). Los datos geoarqueológicos, paleontológicos, paleoecológicos e históricos, reflejan la concurrencia de fenómenos climáticos notables, expansión demográfica, períodos de colonización, modos de subsistencia (en particular la extensión y retroceso de la agricultura y la ganadería) y las fases de crisis ambiental expresadas en la degradación de los recursos naturales. Es decir, en este territorio mediterráneo, *desertización* y *desertificación* son un binomio que han determinado el estado actual de los paisajes.

Numerosas investigaciones demuestran que la evolución del medio ambiente de las tierras mediterráneas, o mejor, la degradación de los ecosistemas, en el sentido de una antropización acentuada, no ha sido ni lineal, ni irreversible a lo largo del tiempo, sino que ha estado ligada a las fluctuaciones climáticas (fundamentalmente de las precipitaciones), a la densidad de población, organización social y sistemas de explotación de los recursos. Hoy, no cabe duda de que los paisajes mediterráneos han sufrido un proceso de desertificación durante los últimos milenios, como yuxtaposición de factores antrópicos y cambios climáticos (Ibáñez et al.,1997).

Para el conjunto del territorio del Arco Mediterráneo, más de la mitad de su superficie registra un grado de aridez más o menos acusada. En estos espacios, el 70% de los paisajes registran riesgo de desertificación moderada, mientras que el 30% restante está afectado seriamente por los procesos de degradación: erosión, roturaciones de tierras marginales, incendios, explotación abusiva de las aguas subterráneas, intrusión de aguas marinas, salinización, contaminación por pesticidas, acidificación del suelo, cambios de uso del suelo, modificación de los albedos, uso inadecuado de las tierras de mejor calidad agronómica, etc. Las Cuencas Hidrográficas del Segura y del Júcar se hallan entre las que más pérdida de suelo, por erosión, ofrecen en el conjunto peninsular (entorno a 25 y 28 t/ha/año, respectivamente), mientras que las subcuencas de Arco Mediterráneo, con las Canarias, son las que mayor riesgo de desertificación ofrecen (Fig. 8) en el territorio español.



Figura 8. Grados de desertificación por subcuencas en España (Ministerio de Medio Ambiente, 2001).

Las investigaciones realizadas identifican a las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas como las regiones más amenazadas por la desertificación y con el riesgo de estarlo más. Por un lado, de continuar con el modelo de desarrollo socioeconómico y actuales sistemas de uso y gestión de los recursos naturales que no permiten el desarrollo sostenible. Por otro, por las alteraciones que pueden producir el potencial cambio climático. Los indicadores y huellas de la desertificación se hallan presentes por extensas áreas y tienden a ensancharse, ofreciendo una situación preocupante para la estabilidad y productividad de ecosistemas y agro-sistemas (López Bermúdez, 1997, 1999).

Ante este panorama, la identificación con criterios científicos de indicadores, la percepción y evaluación de la crisis ambiental y social que concurren en la desertificación, parece una cuestión fundamental y para explotar de modo sostenible los recursos como recomienda el *Convenio de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación* (CCD, 1994) y su Anexo IV para el Mediterráneo Norte. Todo esto parece una cuestión vital, porque la desertificación es, fundamentalmente, un problema de desarrollo durable.

Aún sin necesidad de invocar a los potenciales impactos del cambio climático global, sólo considerando el actual mantenimiento de la presión socioeconómica y modo de gestión del territorio y sus recursos básicos, suelo, agua y vegetación, en extensas áreas, el futuro puede ser problemático para el Arco Mediterráneo.

5. Acciones de lucha, prevención y reducción de la desertificación

La lucha contra la erosión y desertificación en las tierras del Arco Mediterráneo Español, exige el desarrollo de acciones en diferentes campos y desde distintos niveles de aproximación, prestando siempre especial atención a las dimensiones ambiental y socioeconómica de los problemas.

De acuerdo con las recomendaciones del Anexo IV del *Convenio de Naciones Unidas de Lucha contra la Sequía y la Desertificación*, el *Programa de Acción Nacional contra la Desertificación* (Ministerio de Medio Ambiente, 2001) presenta una identificación preliminar de acciones, que involucra a las Administraciones Comunitaria, Central, Autonómica y Local en diversos grados de responsabilidad, así como a Organizaciones Agrarias, Asociaciones de agricultores, Investigadores, etc., que de modo resumidas son:

1. Planificación y ordenación de los usos de la tierra: integración de la prevención de la erosión y desertificación en las diversas políticas de ordenación territorial.
2. Desarrollo de la Evaluación de Impacto Ambiental de los cambios de uso del

- suelo y de las actividades productivas desde el punto de vista de la erosión y de la desertificación.
3. Seguimiento y evaluación de los procesos de erosión y desertificación. Desarrollo de indicadores ambientales de degradación físicos, biológicos y socioeconómicos.
 4. Identificación de las *Áreas Sensibles a la Erosión y a la Desertificación* (DESAs) y de las *Zonas de Acción Prioritarias* (ZAPs), mediante un Sistema de Información Geográfica.
 5. Prácticas agrícolas sostenibles. Aplicación de las técnicas de agricultura de conservación. Tratamiento adecuado de los restos de cosecha. Utilización racional de fertilizantes y productos fitosanitarios. Prácticas de conservación de suelos agrícolas. Mantenimiento de estructuras de conservación de suelos y uso potencial de los sistemas tradicionales de conservación del suelo.
 6. Reforestación de terrenos agrícolas marginales y abandonados afectados por procesos de degradación. Fomento de la aplicación de técnicas de rehabilitación de suelos.
 7. Repoblación forestal, con especial atención a una cubierta vegetal autóctona protectora y fijadora de suelos, adaptada a condiciones climáticas severas como las de la Región.
 8. Control y medidas de seguimiento de regadíos abastecidos con aguas salinizadas.
 9. Gestión sostenible de las masas forestales y tratamientos selvícolas.
 10. Protección y mejora de agrupaciones vegetales no arbóreas de carácter protector del suelo.
 11. Medidas de defensa del monte: prevención y lucha contra agentes destructores del suelo y vegetación: incendios, plagas y enfermedades.
 12. Estudio, diseño y fomento de sistemas agrosilvopastorales sostenibles en condiciones climáticas semiáridas. Fomento de la aplicación de la biotecnología al desarrollo de variedades de cultivo adaptadas a zonas áridas y semiáridas. Selección genética de plantas forestales resistentes a condiciones ecológicas extremas.
 13. Prevención y lucha contra los incendios forestales.
 14. Predicción de la sequía y reducción de la vulnerabilidad de los sistemas naturales y la sociedad. Sistemas de alerta temprana.

15. Gestión sostenible de los recursos hídricos. Búsqueda y utilización racional de recursos hídricos adicionales o alternativos. Programas de gestión y reducción de la demanda hídrica.
16. Integración de las disponibilidades hídricas como criterio fundamental en la política de planificación territorial y desarrollo agrícola, forestal, industrial, turístico, urbano, etc.
17. Fomentar las medidas y acciones para mejorar la economía del agua: depuración, desalinización, reutilización.
18. Gestión sostenible de las aguas subterráneas.
19. Medidas de recuperación del buen estado de las aguas superficiales y desarrollo de la cultura del agua en los usuarios, como recurso vital y limitado.
20. Divulgación veraz y rigurosa sobre la importancia y magnitud de la erosión del suelo y de la desertificación. Mentalización ciudadana.

Conclusiones

- Los ambientes mediterráneos en general, y los del Arco Mediterráneo Español, en particular, son de los más frágiles del mundo y de los que mayores cambios han registrado a lo largo de la historia por interacción entre fuerzas políticas, tecnológicas y ambientales. Ambos escenarios constituyen un laboratorio natural para el estudio de los impactos de los cambios globales que se están produciendo en el alba del nuevo siglo.
- En los inicios del Siglo XXI y tercer milenio, la amenaza del cambio climático y la desertificación son, probablemente, los *problemas globales ambientales más preocupantes de las tierras secas, encuadradas en el Arco Mediterráneo*, ya que, de modo creciente, degrada los recursos vitales (agua, suelo y vegetación), y las hace más sensibles y vulnerables a los fenómenos naturales (en particular a las sequías y lluvias de alta intensidad) y antrópicos.
- La desertificación es un síntoma de una patología fundamental, la de *la ruptura del equilibrio entre el sistema de recursos naturales y el sistema socio-económico que los explota*. Es una afección que puede prevenirse y combatirse mejorando los conocimientos de los principios climáticos, hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos de los ambientes secos. Diagnóstico y previsión, evaluación permanente y detallada.
- Evaluación de los costos y beneficios socio-económicos y ambientales, directos e indirectos, de la desertificación y de las medidas de prevención, mitigación y rehabilitación.

- Promocionar políticas y fomentar marcos institucionales que desarrollen la coordinación y cooperación interregional, nacional e internacional.
- Estimulando y garantizando una participación efectiva a los niveles local, regional, nacional y supranacional y de las ONGs. Los esfuerzos para conservar los recursos naturales y combatir la desertificación, no pueden tener éxito sin la implicación de las poblaciones locales.
- Elaboración y ejecución de Proyectos y Planes de Acción a escalas Nacional, Regional, Comarcal y Local.
- Formación y concienciación de la sociedad.

Bibliografía

Alonso Sarría, F.; López Bermúdez, F., 1994: "Rainfall time and space variability during short storms in South-East Spain". *Geoökodynamik*, XV, 3: 261-278.

Balairón, L., 1997. El clima mediterráneo y sus características en el contexto de la circulación general atmosférica. En *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación*. J.J. Ibáñez, B.L. Valero Garcés y C. Machado, Eds. Geoforma Ediciones. Logroño, 131-160.

Barrio, G. del, (Coord), 2001: *Assessing Climate Change Effects on Land Use and Ecosystems: from Regional Analysis to the European Scale* (ACCELERATES). Proyecto de Investigación. V programa Marco de la Comisión Europea (2001-2003). Estación Experimental de Zonas Áridas. CSIC. Almería.

Calvo García-Tornel, F., López Ruiz, G., 1998: El Arco Mediterráneo como espacio de futuro. En *Economía y política regional en España ante la Europa del siglo XXI*, José M^a Mella (Coordinador). Akal Textos. Madrid, 171-184.

CEDEX, 1997: *Estudio sobre el impacto potencial del cambio climático en los recursos hídricos y en las demandas de agua de riego en determinadas regiones de España*. Informe técnico para el Ministerio de Medio Ambiente de España. Madrid.

CEDEX, 2000: *Las aguas continentales en los países mediterráneos de la Unión Europea*. Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría de Agua y Costas. Madrid, 293 pp.

Comisión de las Comunidades Europeas, 2001: *Diez años después de Río: preparación de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de 2002*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. COM (2001) final., Bruselas, 27 pp.

Dorize, L., 1997: "L'approche classique du climat en Méditerranée occidentale" En *Géo-Méditer. Géographie Physique et Méditerranée*. M.Tabeaud, P.Pech et L.Siom, Eds. Publications de la Sorbone, 103-111.

Generalitat Valenciana, 1993: *Arco Mediterráneo Español. Eje europeo de desarrollo*. COPUT, Colección Territori, pp. 19-22. Valencia.

Gil Olcina, A.; Morales Gil, A. Edits., 1989: *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante. Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 586 pp.

Gil Olcina, A.; Morales Gil, A., Edits., 2001: *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante. Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 574 pp.

Ibáñez, J.J.; González Rebollar, J.L.; García Álvarez, A.; Saldaña, A., 1997: Los geosistemas mediterráneos en el espacio y el tiempo. En *Evolución del paisaje mediterráneo en el espacio y en el tiempo. Implicaciones en la desertificación*. J.J. Ibáñez, B.L. Valero y C. Machado, Eds. Geoforma Ediciones. Logroño, 27-130.

Instituto Nacional de Estadística, INE., 2001: *Padrón 2000*.

López Bermúdez, F., 1995: Desertificación: una amenaza para las tierras mediterráneas. *El Boletín*, núm. 20: 38-48. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

López Bermúdez, F., 1997: Gli indicatori della desertificazione nei paesi dell'Europa. In *La Desertificazione in Ambiente Mediterraneo*. Edagricole. *Genio Rurale*, n° 6: 36-39. Italia.

López Bermúdez, F., 1999: Indicadores de la desertificación: una propuesta para las tierras mediterráneas amenazadas. *Murgetana*, 100: 113-128. Real Academia Alfonso X El Sabio. Murcia.

López Bermúdez, F., 2000: Impactos regionales del cambio climático. Valoración de la vulnerabilidad. *Papeles de Geografía*, 32: 77-95.

López Bermúdez, F., 2001: El riesgo de desertificación. En *Agricultura y Desertificación*, F. Martín de Santa Olalla, Coord. Mundi-Prensa. Madrid, 15-38.

López Bermúdez, F.; Romero Díaz, M.A., 1993: "Génesis y consecuencias erosivas de las lluvias de alta intensidad en la Región mediterránea". *Cuadernos de Investigación Geográfica*, Vol.18-19: 7-28 (Edición 1995). Universidad de La Rioja. Logroño.

López Bermúdez, F.; Romero Díaz, A., 1998: Erosión y desertificación. Implica-

ciones ambientales y estrategias de investigación. *Papeles de Geografía*, 28: 77-89.

López Bermúdez, F.; Barberá, G.G., 2000: Indicators of desertification in Semiarid Mediterranean Agroecosystems of Southeastern Spain. In *Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean*. J.Enne; M.d'Angelo & C.Zanolla, Eds. Osservatorio Nazionale sulla Desertificazione. Ministero della Ricerca Scientifica. Università degli Studi di Sassari. United Nations Convention to Combat Desertification. Porto Torres, Cerdeña, Italy, 164-176.

López Gómez, A., 1983: Las lluvias catastróficas mediterráneas. *Estudios Geográficos*, 170-171: 11-29. Núm. monográfico sobre *Lluvias excepcionales*. Coordinación A. López Gómez. Instituto Juan Sebastián Elcano. CSIC. Madrid, 316 pp.

Llasat, M^a del C., 1991: *Gota fría*. Editorial Boixareu Universitaria. Ciencias 6. Barcelona, 165 pp.

Luis Arrillaga, M. de., 2000: *Estudio espacial y temporal de las tendencias de lluvia en la Comunidad Valenciana (1961-1990)*. Geoforma Ediciones. Logroño, 112 pp.

Mateu, J., 2001: El medio físico valenciano. En *La periferia emergente. La Comunidad Valenciana en la Europa de las regiones*. J. Romero, A. Morales, J. Salom y F. Vera Coords. Ariel Geografía. Barcelona, 39-64.

Meliá, J.; López Bermúdez, F.; Martín de Santa Olalla, F., 2001: Desertificación: Una mirada hacia el futuro. *En Agricultura y desertificación*. F. Martín de Santa Olalla, Coord. Mundi-Prensa. Madrid, 323-341.

Millán, M., 2000: Meteorología-Climatología en la Comunidad Valenciana. CECAM. Valencia. http://www.gva.es/ceam/meteo_e.htm

Millán, M., Estrela, M.J.; Caselles, V., 1995: Torrential precipitation on the Spanish east coast: The role of the Mediterranean sea surface temperature. *Atmospheric Research*, 36: 1-16.

MIMAN, 1998: *El Libro Blanco del Agua de España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid., 855 pp.

Ministerio de Medio Ambiente, 2001: *Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND)*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid, 138 pp. Más Anexos.

Quereda, J., 1994: ¿Hacia un cambio climático? *Publicaciones de la Universitat Jaume I*. Castelló, pp. 27.

Quereda, J.; Montón Chiva, E., 1994: Calentamiento significativo en el Mediterráneo Español (1870-1003). En *Cambios y variaciones climáticas en España*. M^a.F. Pita y M. Aguilar, Coordinadoras. Departamento de Geografía Física y Análisis G. Regional. Universidad de Sevilla. Sevilla, 347-360.

Quereda, J.; Montón Chiva, E.; Escrig, J., 1995: La evolución de las precipitaciones en la cuenca occidental del Mediterráneo: ¿Tendencia o ciclos? *Investigaciones Geográficas*, 24: 17-35.

Quereda Sala, J.; Gil Olcina, A.; Pérez Cuevas, A.; Olcina Cantos, J.; Rico Amorós, A.; Montón Chiva, E., 2000: Climatic warming in the spanish mediterranean: Natural trend or urban effect. *Climatic Change*, 46: 473-483.

Quereda Sala, J.; Gil Olcina, A.; Olcina Cantos, J.; Rico Amorós, A.; Montón Chiva, E.; Escrig Barbera, J. 2001: Le réchauffement climatique dans l'Espagne Méditerranéenne. *La Météorologie* 8e. série, n° 32: 40-46.

Romero, J., 2001: Le economía valenciana en la Europa de las Regiones. En *La periferia emergente. La Comunidad Valenciana en la Europa de las Regiones*. J. Romero, A. Morales, J. Salóm y F. Vera, Coordinadores. Ariel Geografía. Barcelona, 587 pp.

Romero, R.; Guijarro, J.A.; Ramis, C; Alonso, S., 1998: A 30 year (1964-1993) daily rainfall data base for the Spanish Mediterranean Regions: First exploratory study. *International Journal of Climatology*, 18: 541-560.

Romero, R.; Ramis, C.; Guijarro, J.A.; Sumner, G., 1999: Daily rainfall affinity areas in Mediterranean Spain. *International Journal of Climatology*, 19: 557-578.

Rosselló, V.M.; 1988: El medio físico y su influencia en el desarrollo económico. *Revista Valenciana d'Estudis Autònoms*, núms. 11-12: 13-34. Generalitat Valenciana. Valencia.

Segarra, J.E.; Ferreres, E.; Conangla, L., 1994: Análisis de variables meteorológicas en la zona central de Catalunya. En *Cambios y variaciones climáticas en España*. M.F. Pita y M. Aguilar, Coord. Departamento de Geografía Física y Análisis Regional. Universidad de Sevilla, 305-312.

Villaverde, J., Pérez, P., 1996: Los ejes de crecimiento de la economía española. *Papeles de Economía Española*, núm.67. Madrid.