



Investigaciones Geográficas (Esp)

E-ISSN: 1989-9890

inst.geografia@ua.es

Universidad de Alicante

España

Morales Gil, Alfredo; Olcina Cantos, Jorge; Rico Amorós, Antonio M.
Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección
Investigaciones Geográficas (Esp), núm. 23, 2000, pp. 5-46
Universidad de Alicante
Alicante, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17602301>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

DIFERENTES PERCEPCIONES DE LA SEQUÍA EN ESPAÑA: ADAPTACIÓN, CATASTROFISMO E INTENTOS DE CORRECCIÓN*

Alfredo Morales Gil
Jorge Olcina Cantos
Antonio M. Rico Amorós

«No se por qué pero es más noticia una primavera seca que un otoño húmedo. Sabemos de los embalses cuando se vacían, no cuando se llenan. Se sigue considerando a la lluvia como algo desagradable...El buen tiempo es que luzca el sol, aunque la sequía nos cueste mucho dinero. La palabra «borrasca» suena mal, mientras que «anticiclón» parece que es una prevención contra los terribles ciclones...Yo prefiero ponerme en el punto de vista del agricultor que llevo dentro. Es decir, la lluvia es benéfica. A veces, cuando estoy leyendo con música y empieza a llover, paro la música, porque ningún sonido es tan cadencioso como el del agua sobre los cristales».

Lluvia a gusto de casi todos, Amando de Miguel.

RESUMEN

La percepción del fenómeno climático de la sequía ha evolucionado en relación con la transformación económica y la modificación de los hábitos de vida y de consumo ocurridos en los últimos cincuenta años en la sociedad española. La secuencia seca de 1966-67, de consecuencias económicas importantes en las tierras del sureste ibérico, marca el cambio de la tradicional adaptación a la reducción de lluvias a su consideración como secuencia catastrófica consolidándose esta percepción en los episodios más recientes de 1978-84 y 1992-96. El aumento desmesurado de las demandas y una poco eficaz planificación de los recursos hídricos está en el origen de este modo de entender un hecho natural.

Palabras clave: sequía, cambios en la percepción de un fenómeno natural, actuaciones frente a las sequías.

* Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto de investigación CLI98-0598 del Plan Nacional del Clima, Ministerio de Educación y Ciencia, que se desarrolla en el Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante.

ABSTRACT

Drought's perceptions have changed in spanish society in relation with economic progress and life and consum habits modification during the last fifty years. The dry sequence 1966-67, with important economic effects in south-east Spain marks the change between traditional adjust to its consideration how a catastrophic episode; perception consolidated during 1978-84 and 1992-96 sequences. Excessive increase of demands and an inefficient planification of water resources are in the origen of this kind of understand this natural event.

Key words: drought, perception changes on this natural events, drought's solutions.

Presentación

La secuencia de sequía padecida en las tierras ibéricas durante la primera mitad del decenio de los años noventa motivó una proliferación de estudios e investigaciones, desde múltiples disciplinas, sobre las causas y consecuencias de este episodio climático. Hoy, a comienzos de una nueva centuria se dispone de abundantes respuestas sobre el origen natural y humano de este suceso de origen atmosférico así como de sus efectos territoriales y económicos, sin que falten incertidumbres que animen nuevas indagaciones. Se puede afirmar que, en la actualidad, se está en disposición de elaborar el mapa de riesgo de sequías en España con caracterización de territorios según el grado de vulnerabilidad. Menos abundantes han sido las aproximaciones sobre las formas diferentes de vivir estas secuencias en relación con las formas de vida, costumbres, hábitos de las sociedades y el marco geográfico donde éstas se manifiestan, lo que permitiría, por lo demás, ajustar el mapa de riesgo a la vivencia real que se experimenta en los distintos territorios españoles cuando tienen lugar.

Hay, en efecto, diferentes maneras de entender este fenómeno natural; diversas son las apreciaciones de la sequía en España. Percepciones condicionadas por la ubicación de una región, formas distintas de vivir estos episodios meteorológicos en relación con las actividades económicas desarrolladas. Hay una percepción rural y otra urbana de las secuencias secas completamente distintas. Existe también una consideración diferente del fenómeno para el ciudadano y para la Administración.

Sea como fuere, lo cierto es que en el origen y desarrollo de un período de sequía en España hay dos factores que siempre están presentes: uno de modo permanente, la pertenencia de gran parte de las tierras ibéricas al dominio climático mediterráneo que, *per se*, se caracteriza por la aparición, algunos años, de secuencias de sequía debido a su proximidad al cinturón planetario de subsidencia subtropical; el segundo factor, desafortunadamente habitual, salvo destacadas excepciones en la tradición hidrológica española, es la falta de una gestión eficaz de los recursos de agua que aúne demandas —crecientes— y ofertas que se ven muy mermadas en años de indigencia pluviométrica. Y ello con una incidencia variable según regiones y variedades climáticas, resultando ser las tierras del centro, sur y sureste peninsular, sobre todo estas últimas, las que con mayor frecuencia y más perniciosos efectos saldan el desarrollo de una secuencia seca. De hecho, si se puede establecer una fecha a partir de la cual fijar el cambio en la consideración del fenómeno natural de las sequías ésta sería la «seca» de 1966-67 en las tierras del sureste ibérico que, sin registrar una aguda reducción de las precipitaciones en relación con otros años secos

realmente importantes (1945, 1981, 1983, 1995 ó 1998), animó airadas protestas del campesinado en demanda de soluciones definitivas al problema. La respuesta fue la aprobación el 13 de septiembre de 1968 del trasvase Tajo-Segura, que venía a atender el importante incremento de la demanda de agua para uso agrario (expansión del regadío) y urbano (crecimiento urbano-turístico) producido en los territorios de la cuenca del Segura, Almanzora, Bajo Vinalopó y Campo de Alicante, desde la implantación del Plan de Estabilización económica. Finalizaba así la etapa de tradicional adaptación de la sociedad española a los períodos de sequía natural.

Hay, por último, maneras diversas de entender las respuestas posibles frente a las sequías, desde la posibilidad —no deseable— de alterar el ritmo pluviométrico de un territorio de forma artificial (siembra de nubes) a las actitudes racionales que valoran el recurso agua como finito y consideran la necesidad de explotarlo de modo racional (sostenible) aprovechando las posibilidades técnicas que ofrece una distribución en alta y en baja eficaz, la depuración de las residuales urbanas e industriales y su reutilización, así como la potabilización de aguas salinas.

La sequía aúna factores físicos y humanos en una secuencia temporal más o menos prolongada que provoca consecuencias distintas según el espacio geográfico afectado. En la actualidad son los aspectos humanos los que tienen un peso mayor en la valoración de este fenómeno natural hasta el punto de motivar su propia aparición debido a que la demanda agraria, urbana e hidroeléctrica de agua ha provocado una alteración del umbral de sequía. Hoy día, no es necesaria una brusca reducción de lluvias para que se disparen las alertas por falta de recursos para mantener las actividades económicas con normalidad. En la consideración de la sequía, conforme ha aumentado el nivel de vida, la sociedad española ha pasado de la austeridad en el gasto de agua al derroche, de la adaptación al catastrofismo, sólo corregible consiguiendo una buena y adecuada utilización de los recursos disponibles y, en situaciones específicas de déficit estructural, aumentándolos mediante trasvases y desalación, siempre y cuando la posibilidad de disponer de estos nuevos volúmenes de agua no justifique despilfarros futuros.

1. Consideraciones climáticas: la sequía, lo natural de los climas mediterráneos

La sequía es un hecho natural que se manifiesta, con regularidad y efectos diversos, en todas las regiones peninsulares. Ningún espacio ibérico escapa a las manifestaciones de este episodio climático que no se limita a una mengua de los totales pluviométricos anuales sino que repercute —y de ahí su interés geográfico— en los volúmenes de agua necesarios para el mantenimiento de cultivos y el propio abastecimiento de agua potable en las ciudades, industria, centrales hidroeléctricas y sus secuelas ambientales en los caudales de los ríos y en las láminas de agua de los humedales. Y aunque las secuencias secas afectan a todas las regiones españolas son, por lo común, aquellos territorios donde las lluvias anuales no superan 600 mm. las que sufren en mayor medida las consecuencias de la reducción de las precipitaciones recogidas, mas aún cuando los totales anuales se concentran en una o dos estaciones, como corresponde a los climas de raigambre mediterránea, y, dentro de ellas, en muy pocos días, resultando escasas las lluvias el resto del año. Al explicar las causas de la falta de agua en las tierras ibéricas Macías Picavea señalaba que *«el aire en ella se presenta generalmente muy seco, con cantidades mínimas de vapor de agua en la meseta, el difícil acceso que hasta ella tienen los vientos húmedos del Océano, las escasas lluvias, la falta de depósitos de evaporación, las pequeñísimas presiones atmosféricas»*.

ricas que enrarecen el ambiente, en fin, el predominio de las corrientes aéreas secas; en los territorios de exposición oriental las mismas escasas lluvias y falta de depósitos evaporables, los secantes vientos africanos y la acción abrasadora de los rayos solares en una atmósfera cálida, despejada y sin focos de humedad»¹.

Se han formulado múltiples definiciones de sequía basadas en el establecimiento de umbrales adaptados a la realidad climática de cada territorio que se estiman a partir de la cantidad de lluvia acumulada en un intervalo de tiempo dado. Prueba de la mayor o menor frecuencia de épocas secas en un espacio geográfico es la distribución de especies vegetales más o menos adaptadas a la falta de agua que actúan como testigos biogeográficos del reparto interanual e intraanual de las precipitaciones. Los análisis dendrocronológicos evidencian la sucesión de épocas secas y períodos lluviosos soportados por especies de porte arbóreo en las últimas centurias.

La sequía es pues un hecho propio de los rasgos climáticos de las tierras ibéricas. Una revisión de series pluviométricas de observatorios peninsulares —e insulares— muestra la sucesión de años húmedos y secos en una alternancia que se prolonga hasta los orígenes de la propia estación meteorológica. Y retrocediendo en el tiempo el estudio de series documentales o los análisis dendrocronológicos muestran esta alternancia de épocas secas y lluviosas en tierras ibéricas. De manera que tanto valores de precipitación como información contenida en los denominados *proxy-data*, confirma que las secuencias secas son un rasgo propio del territorio peninsular y de los archipiélagos. La sequía supone un desajuste, por defecto, en el ritmo anual de las precipitaciones de manera que las cantidades que se acumulan en un territorio durante las épocas lluviosas del año se reducen de forma significativa, consolidándose así un déficit pluviométrico que se traduce sucesivamente en una merma de volúmenes para el abastecimiento del hombre y sus actividades económicas. Este desajuste no presenta, sin embargo, intervalo fijo de aparición. En ocasiones la alteración del régimen de lluvias tiene duración anual («año seco»), de manera que tras varios meses de precipitación significativamente inferior a lo normal (hasta un 50% en algunas regiones) se recuperan los valores normales. Otras veces, no obstante, el desajuste pluviométrico se prolonga durante más de un año agravándose así la disminución de agua disponible en lo que se conoce como secuencia de indigencia pluviométrica, de graves efectos socioeconómicos.

Conviene matizar los vocablos aridez y sequía manejados en ocasiones indistintamente como términos sinónimos. La aridez es la condición de la que participa un territorio en virtud de la escasez natural de humedad, propia de sus condiciones climáticas, aunque en la caracterización de un espacio geográfico como árido intervienen otros factores derivados o no de la escasez de precipitaciones como litología, formas y disposición del relieve respecto a los flujos húmedos, vegetación, suelos. La sequía es, como se ha señalado, una alteración del ritmo pluviométrico independientemente del carácter húmedo o seco de un clima. Una de estas secuencias puede afectar a territorios de clima seco o húmedo, si bien los espacios áridos manifiestan de forma más llamativa los efectos de las sequías en el paisaje.

El análisis de series instrumentales y documentales de distintos observatorios ibéricos desde el siglo XIX demuestra el desarrollo de las siguientes épocas secas (vid. cuadro nº 1):

1 MACÍAS PICAVERA, R. (1899) *El problema nacional*. Introducción por Andrés de Blas Guerrero, Biblioteca Nueva, (Colección dirigida por Juan Pablo Fusi, 1996), Madrid, 334 pp.

Cuadro nº 1
EPISODIOS DE SEQUÍA EN ESPAÑA DURANTE LOS SIGLOS XIX Y XX

	Años secos	Secuencias largas de sequía
s. XIX	1836, 1853, 1882	1800-1808, (1808-24)*, 1820-30, 1840-50, 1861-1880
s. XX	1907, 1950, 1952, 1955, 1961 1966, 1970, 1973, 1998	1909-14, 1938-39, 1944-45, 1963-64, 1978-84, 1992-96

FUENTE: Morales, Rico y Olcina (1996), Barriandos, Zamora, R. (1999).

* En Cataluña, según Barriandos y Dannecker. (1999).

Debe señalarse que el establecimiento de secuencias secas y en ellas de los años de inicio y cese de la misma varía en los distintos espacios regionales ibéricos, por lo que es preciso un análisis riguroso de épocas de sequía mediante un estudio territorializado de las causas y efectos de las mismas.

Se ha definido el clima mediterráneo, del que participa gran parte del territorio ibérico, como aquella variedad climática que presenta sequía estival, cuando la sequedad del estío no es tanto un rasgo de mediterraneidad como de subtropicalidad, esto es, de la influencia atmosférica que en esa época del año registran las tierras de la cuenca del mediterráneo por parte de la subsidencia subtropical que crea condiciones de abrigo aerológico y, por tanto, de escasez o ausencia casi total de precipitaciones en alguna de sus tierras. Si hay una característica que contribuye más que ninguna otra a definir el clima mediterráneo es la elevada irregularidad interanual e intraanual de los valores pluviométricos y no tanto la propia cuantía anual de lluvia o la ausencia —estival— de éstas.

2. Percepción tradicional de las sequías: la adaptación humana a lo que hay

La sensación de sequía no supone la misma disminución de precipitaciones en todas las regiones españolas. Y ello porque junto a la reducción de lluvias juegan otros factores como la evapotranspiración, la naturaleza del suelo, la cobertura vegetal y la organización del territorio realizada por el hombre con el fin de acumular la humedad. Se han señalado algunos porcentajes de disminución de lluvias para la percepción de la sequía en diferentes regiones españolas. Así, por ejemplo, García de Pedraza y García Vega (1989) a partir del empleo de decilas para el análisis de series largas de precipitación han propuesto los siguientes valores en diferentes regiones españolas por debajo de los cuales ésta se vuelve extremada (vid. cuadro nº 2).

Del análisis de situaciones padecidas en territorio ibérico en la segunda mitad del siglo XX, valorando la afección real de estos episodios a partir de la comparación de informaciones cuantitativas (valores de lluvia medidos) y cualitativas (fuentes documentales) se extraen los siguientes porcentajes de reducción de lluvias para la consideración de un año seco.

- 15-25% en las regiones del Cantábrico
- 15-30% en las cuencas del Duero y Ebro
- 20-25% en la cuenca del Guadalquivir
- 30% en las cuencas de Guadiana y Tago
- 40-50% en el Levante y Sureste

Cuadro nº 2
UMBRALES DE SEQUÍA EN DIFERENTES ÁMBITOS ESPAÑOLES

Ámbito	Valor normal de precipitación (mm)	Umbral de sequía (mm)
Cuenca Norte y Pirineos	1.500	750
Cuenca del Duero	400	250
Cuenca del Ebro	350	200
Extremadura	500	350
Cuenca del Guadalquivir	600	400
Cuenca del Guadiana (excepto Extremadura)	400	225
Cataluña-Baleares	550	400
Cuenca del Júcar	425	280
Cuenca del Segura	250	150
Canarias	200	100

FUENTE: García de Pedraza y García Vega (1989).

Estos valores relativos revelan como las regiones pluviométricamente mejor dotadas de España son las más sensibles a una disminución de los aportes anuales mientras que, por el contrario, las que sufren una aridez manifiesta pueden soportar reducciones más acusadas de lluvias.

En el poco meditado análisis de las sequías que se realiza en el Libro Blanco del Agua² (apenas 10 páginas de todo el voluminoso tomo) se señalan los valores de reducción de lluvia registrada en las dos últimas grandes secuencias padecidas en España (1979-82 y 1990-94) por ámbitos de cuenca. Los datos que refleja la tabla adjunta están, pese a todo, rebajados ya que los umbrales de inicio y cese de los períodos secos señalados no están establecidos de modo muy afortunado puesto que la de 1979-82 se prolongó hasta 1984 en el centro y sur de España, siendo el año 1983 uno de los menos lluviosos del siglo en alguno de sus observatorios y, por su parte, la ocurrida a comienzos de los años noventa no arranca hasta 1992 y se prolonga hasta 1996 en el este y sureste de España (vid. cuadro nº 3). No se entiende bien, así, que la disminución de precipitaciones resulte tan baja en las cuencas del Segura, Júcar o Cuencas Internas de Cataluña para estas dos secuencias secas, cuando los años 1981, 1983 y 1995 marcaron valores excepcionales de reducción en muchos de sus observatorios con porcentajes que llegan a rebasar el 50%.

² El Libro Blanco del Agua rezuma incorrecciones de método a la hora de analizar las sequías en España. En las contadas páginas dedicadas a este episodio parece traducirse cierta intención de proclamar un estado de sequía cuasi permanente en el territorio español que permita, en su caso, justificar la declaración posterior de obras de interés nacional o de emergencia para las actuaciones tendentes a paliar esta situación. Entre otras afirmaciones que avalan esta impresión se encuentra la pretendida fusión en un único macro-período seco de las secuencias de sequía de 1979-82 (el muchos territorios ibéricos se prolongó hasta 1984) y de 1990-94 (en gran parte del sureste y levante esta secuencia se prolonga entre 1992 y 1996) desconociendo que entre medio de este quinquenio se registran algunos de los años más lluviosos del siglo en muchos observatorios del este y sur de España (1986, 1987, 1989) (Libro Blanco del Agua, p. 635).

Cuadro nº 3
**PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE PRECIPITACIONES POR CUENCAS
HIDROGRÁFICAS DURANTE LAS SECUENCIAS SECAS DE 1979-82 Y 1990-94**

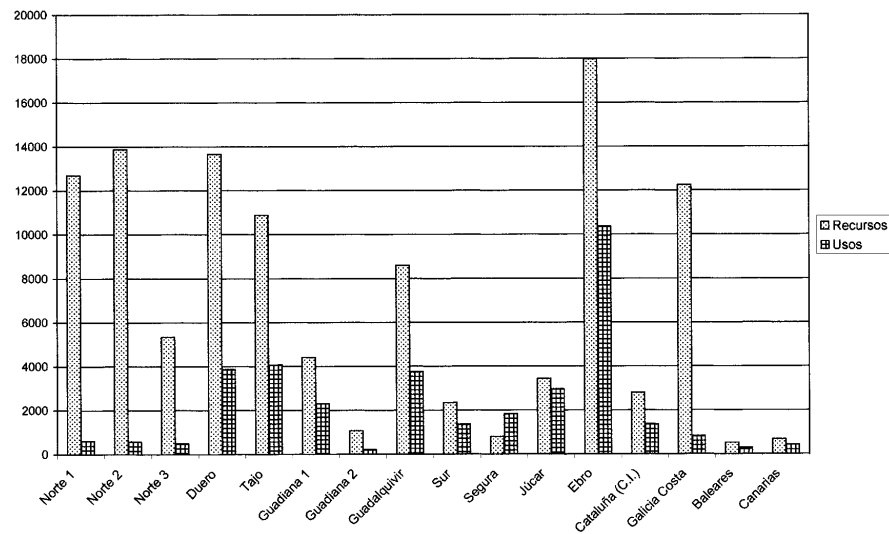
Ámbito de cuenca	1979-82	1990-94
Norte I	-10 %	-12 %
Norte II	-0 %	-4 %
Norte III	+6 %	-4 %
Duero	-13 %	-16 %
Tajo	-23 %	-21 %
Guadiana I	-24 5%	-27 %
Guadiana II	-35 %	-30 %
Guadalquivir	-27 %	-28 %
Sur	-28 %	-23 %
Segura	-21 %	-15 %
Júcar	-18 %	-13 %
Ebro	-7 %	-11 %
C.I. Cataluña	-9 %	+7 %
Galicia costa	-6 %	-1 %
Baleares	-16 %	-7 %
Canarias	-22 %	-12 %

FUENTE: *Libro Blanco del Agua en España*. MIMAM (1998).

Hay que señalar, sin embargo, que el establecimiento de umbrales pluviométricos para la delimitación de períodos de sequía es sólo una parte, importante pero no única, en los estudios de estos episodios. El verdadero umbral de sequía de una región debe establecerse en función de valores de precipitación acumulada y también de recursos de agua disponibles, superficiales y subterráneos, y de las demandas para diferentes usos. Al analizar la distribución regional en España de la oferta natural de agua y de los usos consuntivos correspondientes se manifiestan grandes diferencias entre las diferentes cuencas hidrográficas. En regiones como Baleares y Canarias o en los territorios adscritos a las confederaciones del Segura, Júcar y Sur la disponibilidad natural de recursos hídricos en condiciones climáticas medias se halla muy próxima a las necesidades de consumo. En cambio, en las confederaciones hidrográficas del Norte (I, II y III), Duero, Tajo o Galicia Costa las aportaciones de agua multiplican con creces al volumen de agua que se detrae del ciclo hidrológico para atender las diferentes demandas consuntivas (vid. gráfico nº 1).

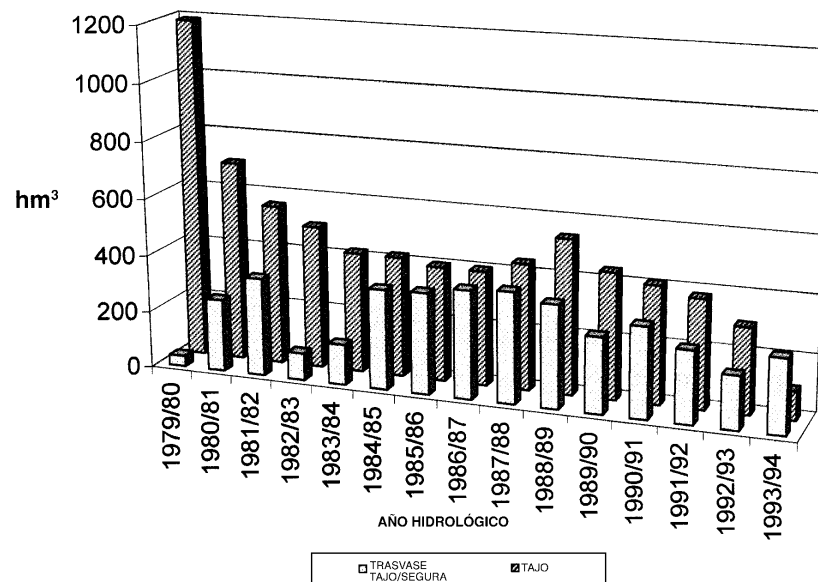
Un factor decisivo es también la organización territorial de cada una de las regiones realizadas, las más de las veces, por las decisiones de la iniciativa privada y las estrategias del capital, a las cuales las diferentes administraciones se ven obligadas a darles solución para atender demandas y carencias de disponibilidades hídricas. Unas veces han sido las exigencias de las centrales hidroeléctricas, la expansión urbana, la planificación turística de cientos de kilómetros de costas y, de otro lado, el incremento en más de 1.000.000 de hectáreas de regadíos durante los últimos cincuenta años. En este caso, ha habido amplias

GRÁFICO 1. Aportación natural de agua y usos actuales en España en los diferentes planes hidrológicos, 1995 (Hm³/año).



FUENTE: Libro Blanco del Agua en España. MIMAM (1998).

GRÁFICO 2. Desembalses al Tajo y al trasvase Tajo-Segura desde Entrepeñas-Buendía.



FUENTE: Informe sobre el Trasvase Tajo-Segura. Consellería de Agricultura. Gobierno de la Región de Murcia y Consellería de Agricultura. Generalitat Valenciana. (1994).

extensiones de tierra transformadas a partir de recursos hídricos hipogeos que a los pocos años se agotaron o salinizaron, obligando a la Administración a proporcionar aguas de otra procedencia, mayormente superficiales, con el fin de salvar las inversiones realizadas de espaldas a los condicionantes naturales del territorio.

No siempre la determinación de un período seco depende exclusivamente de los valores de precipitación acumulada en un territorio, esto es, no hace falta que las lluvias desciendan de forma acusada para que se experimente escasez de recursos de agua. Así, los efectos de la sequía 1981-84 en las tierras del sureste ibérico se vieron agravados por los desembalses desmesurados efectuados en la cuenca alta del Tajo los años 1979 y 1980 que resultaron años de normalidad pluviométrica en las tierras del sureste; de manera que de no haberse producido estos excesivos desembalses las consecuencias económicas de los años muy secos 1981 y 1983 en el campo surestino hubiese resultado mucho menos gravosa que las realmente registradas merced a la posible existencia de caudales para abastecer el canal Tajo-Segura que no existieron por aquella circunstancia (vid. gráfico nº 2).

Asimismo, la reducción de precipitaciones experimentada en el País Vasco y Navarra durante los años 1989-90, que osciló entre el 25-35% respecto a la media en los diferentes observatorios de estas regiones ibéricas, no resultó tan importante como para provocar las graves consecuencias socio-económicas registradas cuyo efecto más llamativo fue la falta de agua en el Gran Bilbao y su entorno, por fallo en el sistema de suministro del Zadorra. En este caso se puede hablar de una mala gestión de los recursos de agua existentes como detonante de las graves consecuencias económicas que derivaron de una merma de volúmenes precipitados.

Por el contrario la reducción importante de lluvias registrada en algunos puntos de la Península Ibérica durante el año 1998 no fue considerada alarmante por la Administración puesto que las reservas existentes en los embalses, procedentes de la precipitación acumulada durante los inviernos muy húmedos de 1995-96 y 1996-97 aseguraban el suministro a las ciudades y los campos. El ejemplo de la cuenca del Tajo es significativo puesto que una disminución de precipitaciones del 50% respecto a lo normal no se estimó peligrosa a efectos de causar desabastecimiento agrario o urbano debido a que el sistema de embalses del alto Tajo (Entrepeñas-Buendía) almacenaba volúmenes suficientes para garantizar el suministro durante más de un año. Es por eso que en el establecimiento de umbrales de sequía en algunas regiones españolas no importa sólo las cantidades de lluvia recogida y las reservas de agua existentes en ese territorio, sino que los sistemas de trasvase pueden modificar la percepción de la realmente existente si se computan los volúmenes precipitados. En este sentido, en el sureste ibérico el trasvase Tajo-Segura provoca una sensación de falsa seguridad en la garantía de abastecimientos —sobre todo en el medio urbano— en función de las reservas existentes en los embalses de cabecera del Tajo³.

Sea como fuese, los valores de reducción de lluvias respecto a la precipitación media anual resultan significativos para entender como se ha manifestado tradicionalmente la sequía en unos territorios y otros. Puesto que hay que recordar que ésta comienza siempre como fenómeno atmosférico y va manifestando sus efectos, de modo gradual, en la reduc-

³ En este sentido, una noticia publicada el último día del año 1999 en la prensa local alicantina abre un nuevo período de intranquilidad en las tierras del sureste al señalar que la cabecera del Tajo cerraba el año civil con las reservas más bajas desde 1996. Es una prueba más de que el establecimiento de umbrales de sequía en el territorio del sureste peninsular ya no depende sólo de sus aportaciones sino de la situación en la que se encuentre el alto Tajo, cuyos embalses son pieza básica para el abastecimiento de las tierras del Segura (Vid. diario Información, de 31 de diciembre de 1999).

ción de recursos hídricos disponibles (sequía hidrológica), en la mengua de cosechas (sequía agraria) y en el desabastecimiento en el suministro de los espacios urbanos (sequía urbana). Así, por la carencia de una planificación racional de los usos del agua se materializa una sequía estructural.

Si comparamos los porcentajes de reducción señalados para la orla cantábrica y las tierras del sureste ibérico se aprecia de inmediato que su percepción como tal no depende sólo de la disminución de precipitaciones, sino que viene condicionada por la adaptación que el hombre ha realizado sobre el medio ordenando los usos del suelo para poder resistir las épocas secas. En la orla cantábrica española no ha existido una preocupación secular por este hecho climático, por ello valores de descenso de lluvia en 150 mm —respecto a precipitaciones anuales de 800 mm— se consideran sequía, mientras que en el sureste ibérico se tiene que dar una merma de 150 mm., el 50% de un total medio anual de 300 mm. de precipitación para considerar un año seco. Macías Picavea al referirse a la fachada oriental de España hacía notar este hecho: «*La vertiente oriental...abre todo un costado de la península, absolutamente inaccesible por su exposición a toda derivación alisia, a los influjos desecantes y asoladores de los ya citados vientos saharianos,...¿Cómo no han de ser tan escasas en lluvias, hasta el punto de pasarse años enteros sin verlas, las provincias levantinas, tan bellas y favorecidas por otros conceptos?*»⁴.

Es por lo tanto el grado de adaptación del hombre y sus actividades al medio el que determina la percepción de la sequía. Los usos urbanos y agrarios del sureste ibérico disponen de mejores redes de distribución de aguas, aterrazamientos, aljibes, balsas, selección de variedades de cereales y cultivos arbóreos que soportan mejor los períodos secos; la ganadería extensiva también había apostado por aquellos animales domésticos que consumían menos volúmenes de agua (cabras, asnos, dromedarios y aves de corral).

3. Cambios en la percepción de las sequías en España: las diversas maneras de entender un fenómeno natural

Tradicionalmente, la percepción que ha suscitado la sequía en el medio rural ha estado relacionada con el grado de incidencia en las cosechas, de forma que se consideraba un año seco cuando las precipitaciones no bastaban para sacar adelante una producción agraria ni para aprovechar los pastos suficientes para mantener el ganado, sobre todo desde la primavera al otoño. De esta forma, la percepción siempre ha estado en relación con el volumen de precipitación y su ritmo estacional, de ahí que en los espacios rurales tradicionales los tipos de tiempo lluviosos son considerados como buenos, frente a los excesivamente secos que merecían consideración de malos.

En la actualidad, en los cultivos pluviales se han introducido algunas modificaciones, como ha sido la del abandono de las rotaciones trienales y bienales, no dejando tiempo suficiente para que el suelo se hidrate en profundidad. Por esa razón, cuando las lluvias no son algo superiores a los registros medios, se alcanzan rendimientos inferiores a lo normal, atribuyendo ese descenso de cosecha a la sequía cuando lo cierto es que en su origen se encuentra un cambio cualitativo en la forma de producir y en el abandono del sistema de cultivo tradicional.

La Administración conoce el alcance que está adquiriendo el cambio de los sistemas de producción agrarios, propiciados mayormente por la expansión de los regadíos en detri-

⁴ MACÍAS PICAVEA, R. (1899) *El problema nacional*. Introducción por Andrés de Blas Guerrero, Biblioteca Nueva, (Colección dirigida por Juan Pablo Fusi, 1996), Madrid, 334 pp.

mento de los secanos pluviales mediterráneos. Así, por ejemplo, en la Memoria del Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional de 1993 se preveía que en el horizonte del año 2010, la extensión regada en España aumentaría entre 600.000 y 1.000.000 de hectáreas. En la misma dirección apuntan los cálculos del Libro Blanco del Agua (1998), al estimar que en el año 2010 habrá un incremento de 578.087 ha. de regadío. Lo cierto es que la sequía de la primera mitad de los años noventa propició un aumento considerable de superficies regadas, de forma que en girasol y maíz el aumento puede cifrarse en casi medio millón de hectáreas⁵.

Pese a que estas estimaciones no incluyen la situación real de los regadíos computados, ni su viabilidad económica ni los efectos que puede tener sobre ellos la Reforma de la Política Agraria Comunitaria (PAC), lo cierto es que la tendencia de incremento en las superficies regadas que reflejan estas fuentes oficiales supone una clara advertencia de que en España seguirá primando la política de aumento descontrolado de las demandas consuntivas por encima de la capacidad natural de oferta que poseen ríos y acuíferos.

Las actuaciones que deberían acometerse al respecto deberían ir dirigidas a racionalizar el consumo de agua para riego, sin apostar por incrementos de las superficies regadas, y buscando la mayor rentabilidad socioeconómica del agua a través de una adecuada ordenación de cultivos, potenciando los de mayor demanda de mano de obra y más fácil comercialización en los mercados internacionales.

A este respecto, conviene recordar que el modelo de agricultura que propugna la Política Agraria Comunitaria, pese a los intentos de las últimas reformas, apuesta de nuevo por los cultivos de vocación continental, permaneciendo o incluso aumentando las ayudas a la producción en cereales y en los industriales, incentivando así sistemas de cultivo extensivos en regadío que favorecen la transformación de cientos de miles de hectáreas de antiguos secanos. En ambas submesetas y en las depresiones terciarias del Ebro y Guadalquivir no faltan ejemplos de transformaciones en regadío que, en ocasiones, se han saldado con graves problemas de sobreexplotación de acuíferos como el padecido en La Mancha occidental por el acuífero nº 23 y, consiguientemente, por las Tablas de Daimiel.

El paraguas de protección de la PAC hacia determinados cultivos explica el fuerte ritmo de transformaciones en regadío que han conocido algunas regiones españolas durante toda la década de los años noventa. Por ejemplo, el Libro Blanco del Agua refleja que la respuesta a la sequía de los agricultores andaluces ha sido el cambio experimentado por miles de hectáreas de cultivos tradicionales típicamente de secano, de forma que de las 814.307 ha. de regadío existentes en 1997, un 30% lo eran de olivar, es decir unas 244.000 hectáreas, en su mayoría con sistemas de riego localizado, alimentados con aguas subterráneas.

De otro lado, las rentabilidades de muchas tierras de cultivo pluvial, aún contando con buenas tecnologías, no proporcionan ingresos suficientes para equiparar las rentas del agricultor tradicional con las obtenidas en otros sectores productivos como los servicios, la industria o en la nueva agricultura de regadío extensiva e intensiva, de ahí que se abandonen los sistemas de cultivo tradicionales. Este hecho, que no es imputable por entero a las sequías, ha dado pie a que algunos científicos vinculen el origen de esos abandonos de tierras con procesos de desertización, cuando lo cierto es que el factor explicativo es la falta de rentabilidad de los sistemas de cultivo practicados secularmente, confundiendo así un hecho económico y social con uno supuestamente natural.

5 Vid. MIMAM (1998) *Libro Blanco del Agua en España*, p. 344.

La expansión de las agriculturas de regadío y los procesos de urbanización y desarrollo del fenómeno turístico, industrial y protección del medio ambiente que se han experimentado en el último tercio del siglo XX han propiciado unos cambios cualitativos en la percepción de la sequía. Las causas genéticas de las mismas llegan a relacionarse con el cambio climático, hipótesis todavía por demostrar, en el cual se amparan muchas veces las administraciones públicas para ocultar su falta de eficacia a la hora de solucionar los problemas de los ciudadanos.

La sequía ahora se valora por el mayor o menor volumen de agua disponible en los embalses para poder atender las demandas actuales. Esto conduce a una apreciación errónea sobre las cantidades de agua disponibles en cada cuenca, epigeas o hipogeas, y se sobredimensionan por encima de la realidad media. No se contempla cuál es el hidrograma de la cuenca si no que se planifica como si ésta dispusiese de caudales inagotables, hasta el extremo de que ya existen muchas de ellas que ni siquiera en los años más húmedos son capaces por sí solas de atender sus demandas: Llobregat, Nervión, Manzanares, Mijares, Palancia, Turia, Serpis, Guadalest, Amadorio, Monnegre, Vinalopó, Segura, Almanzora, Andarax, Guadalhorce, Adra... En todas ellas se vive constantemente en situación de sequía estructural, aunque el año pluviométrico sea normal, pues cuando se dan chubascos de fuerte intensidad horaria y se producen grandes crecidas, los volúmenes susceptibles de almacenar son insuficientes ya que no llegan a restituir una pequeña parte de los consumidos por la explotación excesiva de las reservas hipogeas.

Así se pasa de la apreciación de un fenómeno como rasgo condigno de las condiciones climáticas de una región, es decir, como hecho natural al que adaptarse, a su consideración como episodio catastrófico, esto es, con una apreciación peyorativa del mismo por parte del hombre puesto que una secuencia de sequía trastorna el normal funcionamiento de sus actividades económicas.

3.1. La Administración: «no debe haber sequía», aunque no se pongan los medios para evitarla

Las sequías han sido también objeto de tratamiento por parte de organismos oficiales, alcanzado incluso carácter de propaganda o argumentación política para justificar determinadas actuaciones a desarrollar por la administración. En la historia más reciente de España, durante la dictadura franquista, los gobernantes aludían con gran frecuencia a este episodio climático con frases repletas de carga emotiva e ideológica como la de *«Españoles, a pesar de la pertinaz sequía...»*, justificando así determinadas actuaciones emprendidas por el régimen como la realización de grandes embalses de regulación para fines múltiples, principalmente producción de hidroelectricidad.

La utilización de la expresión *«pertinaz sequía»* no era nueva; varios decenios antes los escritores regeneracionistas atribuían a las duras sequías el atraso económico de España y en particular de algunas de sus regiones. Así, Lucas Mallada a la hora de comentar los rasgos pluviométricos de las tierras ibéricas señalaba en 1882 lo siguiente: *«Mas si se tiene en cuenta que las condiciones orográficas y termográficas exigirían, para que no resultara excesivamente seco nuestro país, una cifra muy superior a la de 575 milímetros antes expresada, hay que deducir que, fuera de la región cantábrica, el clima de España es extraordinariamente seco. Las nueve provincias cantábricas suman...poco más de la décima parte de España; las nueve décimas restantes reciben mucha menor cantidad de agua que la necesaria; y de ahí los lamentos que todos los años se multiplican en unas u otras pro-*

vincias, ya por la sequedad del otoño que impide las faenas de la siembra, ya por los fríos secos de invierno que aniquilan muchas plantas; ora por la falta de lluvias en primavera que destruye las esperanzas, si las hubo, en varios puntos, o por el calor abrasador del comienzo del verano que arrebató una gran parte del fruto ya logrado... ¡Dios nos libre de aquellas épocas en que año tras otro, las pertinaces sequías y los fríos rigurosos afligieron despiadadamente nuestra patria!»⁶.

La sequía de comienzos de los años noventa evidenció la falta de actuaciones por parte de la Administración en la planificación de los recursos de agua en España, lo que tuvo como resultado cuantiosas pérdidas en el sector agrario. De ahí que los gobernantes no deseen, de entrada, que se produzca una secuencia de esas características. Es un fenómeno climático de consecuencias llamativas e impopulares⁷. Ahora bien, una vez desatada se argumenta su carácter extraordinario, «sobrenatural», para eludir las responsabilidades de la falta de una planificación adecuada capaz de responder con eficacia a sus efectos hidrológicos, económicos y sociales. En definitiva, se evidencia la ausencia de una efectiva coordinación de las diversas políticas sectoriales con la ordenación del territorio y la planificación hidrológica.

El tratamiento que merecen las sequías como hecho climático por parte de los cuerpos técnicos de ministerios y confederaciones se orienta primordialmente a valorar su incidencia en la planificación y ordenación de cuencas hidrográficas. No obstante, se suele concentrar todo el análisis en el apartado de demandas consuntivas, con cálculos basados en estimaciones que no llegan a clarificar la situación efectiva de las mismas ni de la oferta real de recursos de agua existente, ya que ello podría generar un coste electoral para los cargos políticos que dirigen las administraciones con competencias hidrológicas. Esta circunstancia queda reflejada en parte en las pocas páginas que destina el Libro Blanco del Agua en España (1998) a las sequías, donde se reconoce que «*la sequía constituye un fenómeno hidrológico para cuya definición no existe un acuerdo generalizado entre los diversos especialistas*». Tras advertir que se suele incurrir en error al confundirse el fenómeno de la sequía con la escasez de agua o con la aridez, hecho éste que no deja de ser cierto, el Libro Blanco del Agua otorga a este episodio climático carácter de anormalidad como rasgo más característico, «*es decir, su carácter de hecho no acostumbrado*». Al asignarles un comportamiento anormal, excepcional o impredecible, las autoridades políticas quedarían liberadas de la responsabilidad que deberían asumir frente a la opinión pública para solucionar o aliviar los problemas que ocasionan. Con ello, se ignora de forma interesada que la aridez o las sequías adquieren un mayor o menor grado de intensidad y de frecuencia dependiendo de los factores naturales climáticos, hidrográficos o hidrogeológicos que son condignos de cada región, más aún entre las ibéricas donde el clima mediterráneo y la subsidencia subtropical resultan decisivos para explicar sus causas genéticas. Por otro lado, si se consagra su carácter de episodio climático anormal, las autoridades también se hallan menos comprometidas a la hora de asumir responsabilidades frente a la opinión pública por la ausencia de una planificación racional en materia de ordenación del territorio, en actuaciones para el control de la oferta y demandas de agua o en la realización de infraestructuras hidráulicas.

6 Vid. Mallada, L. (1882) *La futura revolución española y otros escritos regeneracionistas*. Introducción por Francisco J. Ayala-Carcedo y Steven L. Driever, Biblioteca Nueva, (Colección dirigida por Juan Pablo Fusi, 1998), Madrid, 331 pp.

7 Durante el verano de 1999, tras unos meses de disminución de precipitaciones importante en algunas regiones española (Cataluña, Levante, Sureste y Andalucía), desde el Ministerio de Medio Ambiente políticos y técnicos se esforzaron en desmentir el inicio de un nuevo ciclo seco argumentando la existencia de agua en los embalses; mientras tanto comenzaban las restricciones de agua en distintos núcleos de población españoles. (vid. supra)

La falta de concreción a la hora de definir una secuencia seca, es asumida por el citado Libro Blanco del Agua, donde se incluyen definiciones muy diferentes recogidas de los Planes Hidrológicos de Cuenca. Así, en el del Ebro se considera un período seco *«cuando en dos meses consecutivos de la serie, la precipitación registrada es inferior al 60% de la media de dicho mes y este período finaliza cuando la precipitación registrada en un mes sea igual o superior a la media de la serie utilizada, es decir, hasta que recupera un comportamiento que se considera normal»*. En cambio, en el Plan del Guadiana *«se considerará situación de sequía cuando la suma de las precipitaciones ocurridas en los doce meses anteriores se halle por debajo de las registradas en el 75% de los casos del período analizado»*.

3.2. Cultivos pluviales y sequía

Se consideran cultivos pluviales aquellos que se practican adecuando el ciclo productivo a la cuantía y ritmo estacional de las precipitaciones. Su productividad está condicionada por factores físicos (naturaleza del suelo, valores térmicos adecuados, retención hídrica suficiente en el suelo) y humanos (labores de remoción del suelo y aportes orgánicos e inorgánicos correctores de la deficiencia de nutrientes).

Tradicionalmente se han, considerado cultivos pluviales a gran parte de los cerealistas, olivar, viñedo, almendros, avellanos, algarrobos, entre otros, extendidos por todo el territorio peninsular e insular. La máxima expansión superficial de estos cultivos se realizó, fundamentalmente, en el s. XIX y primera mitad del s. XX, inducida por la precaria situación socio-económica de España en dicho período, lo que llevó, en algunos casos, a forzar su implantación en terrenos con condiciones litológicas poco propicias, con fuertes pendientes y además con volúmenes y ritmo estacional de lluvias insuficientes o poco adecuadas a las exigencias hídricas de los mismos. Ello provocaba una elevada aleatoriedad interanual en las cosechas que apenas llegaban, en los años más propicios, a cubrir las necesidades mínimas de subsistencia de los campesinos. En estos casos extremos los agricultores se veían obligados a vivir en condiciones muy penosas o abandonar sus tierras y emigrar. Así, a consecuencia de la aguda sequía padecida en tierras del sureste ibérico entre 1909 y 1914 tuvo lugar una importante emigración de campesinos a Argelia.

Item más, en la segunda mitad del siglo XX, cuando la situación económica de la población española ocupada en la industria y servicios experimentó una notable mejora, las peores condiciones de vida del campesinado de los secanos españoles se producían a consecuencia de la escasez de lluvias que actuaba de espoleta detonante del éxodo rural, con el consiguiente abandono de cultivos en cuantiosas superficies. Así, por ejemplo, en la región de Murcia la reducción de la superficie de los de secano se cifra en un 20-30% desde 1960 a la actualidad.

El abandono de tierras tendrá efectos negativos para la retención de humedad en el suelo, puesto que la falta de laboreo de éstas provoca su apelmazamiento con el consiguiente aumento de la escorrentía superficial. Por su parte, los terrazamientos contruidos para la laminación de las aguas se desmoronan favoreciendo la evacuación de las mismas a partir de la apertura de regatos en los muretes y la activación, en definitiva, de los procesos erosivos. Se desarrolla así un hecho de efectos visuales llamativos que se aprovecha para transmitir la idea de un aumento de los períodos de sequía y de sus consecuencias, cuando lo que se oculta en realidad es el abandono y desorganización de estos secanos.

De otro lado, se ha observado, como de forma natural, el matorral mediterráneo y plantas de porte arbóreo recolonizan estos espacios antiguamente roturados (vid. apartado 3.7). Además con la política de la PAC para estas tierras abandonadas empieza a favorecerse la repoblación de las mismas con especies autóctonas a fin de recuperar masas forestales, aunque las ayudas destinadas son aún insuficientes.

La desorganización de los secanos marginales de piedemonte provocó, a consecuencia de los chubascos de elevada intensidad horaria ocurridos en el decenio de los años setenta y ochenta, el aumento de la ablación en estos espacios por el desplazamiento de grandes volúmenes de materiales sólidos que, aguas abajo, provocaron inundaciones en áreas agrícolas y, lo que es más pernicioso, en espacios urbanos en proceso de expansión. Las consecuencias de estas lluvias torrenciales, han sido consideradas en los informes fluviales de los tres últimos decenios como más frecuentes y malignas a las sucedidas en tiempos precedentes, cuando en realidad revelan una menor retención y laminación de ondas de crecida en cabecera de torrentes debido al propio abandono de los secanos en laderas aterrazadas.

A fin de evitar el aterramiento de zonas llanas con ocasión de lluvias torrenciales la respuesta técnica puesta en marcha desde los organismos ministeriales implicados (agricultura, obras públicas) no se hizo esperar y en cuencas con riesgo de inundación se activaron obras de corrección hidrológico-forestal y de retención de volúmenes de agua en cabecera mediante la construcción de pequeñas presas y, en su caso, la parcelación o recuperación de aterrazamientos.

Estas actuaciones permiten reactivar la circulación subálvea en los espacios donde había desaparecido esta agricultura. Ello ha tenido efectos paisajísticos inmediatos, manifestados en el escaso crecimiento de especies vegetales debido al descenso de los niveles freáticos por la sobreexplotación de acuíferos y el aumento de la escorrentía superficial. Este aspecto, desde los años ochenta, suele ser aprovechado en los medios de comunicación para magnificar las consecuencias de los episodios de sequía vinculándolos a los temibles efectos que pretendidamente acompañarían al difundido cambio climático.

3.3. Regadíos extensivos: la necesidad de agua

Entre las diferentes modalidades de agricultura se consideran regadíos extensivos aquellos a los que se aporta volúmenes de agua en el período de crecimiento y fructificación de las plantas, cuando el ritmo estacional de las lluvias no se acompasa con sus demandas hídricas o son insuficientes para la recolección de una cosecha superior a la obtenida en sistema de cultivo pluvial. En esta situación se encuentra la mayor parte de las superficies regadas dedicadas a cereales, patatas, plantas industriales, viñedos, olivar y *prunus*.

Atendiendo a esta matización, alrededor de 2 millones de hectáreas se dedicarían en la actualidad en España al regadío extensivo de acuerdo con la distribución que se refleja en el siguiente cuadro (vid. cuadro nº 4).

La distribución regional de estos cultivos extensivos de regadío sería la siguiente: Andalucía, 520.000 ha.; Castilla-León, 360.000 ha.; La Mancha, 320.000 ha.; Aragón, 250.000 ha.; Extremadura, 200.000 ha. y el resto en otras regiones.

Del análisis de estas cifras se pone de manifiesto que las tres cuartas partes de los cultivos de regadío extensivo se dedican a cereales, patatas y plantas industriales que generan un bajo empleo; en el mejor de los casos no más de 50 jornadas de trabajo al año por hectárea, por lo que su trascendencia social es muy reducida. Pero todos ellos merecen un trato privilegiado en la Política Agraria Común de manera que las subvenciones a sus produc-

Cuadro nº 4
CULTIVOS DE REGADÍO EXTENSIVO EN ESPAÑA

Cultivo	Superficie total
Cereales	800.000 ha.
P. Industriales	600.000 ha.
Olivar	250.000 ha.
Patata	100.000 ha.
Viñedo	150.000 ha.
Hortalizas, <i>prunus</i> , almendras y otros.	100.000 ha.

FUENTE: Morales Gil (1999).

ciones está contribuyendo a crear una nueva clase empresarial latifundista de regadíos extensivos en Andalucía, La Mancha y Extremadura⁸.

Esta superficie de regadío extensivo en España tiene una exigencia anual de recursos de agua que ronda los 4.000-5.000 m³/ha., lo que supone un total anual de 8.000-10.000 Hm³, el 40% de las demandas totales para dicho fin. De manera que estos recursos hídricos utilizados en los regadíos extensivos plantean disfuncionalidades socioeconómicas tal como ha sido señalado recientemente por L. del Moral para el ámbito andaluz en los siguientes términos: «*el problema hoy, bien lo saben los agricultores, no es la escasez sino la superación de los cupos de producción establecidos por la PAC, con la consiguiente reducción de las subvenciones en las que en buena parte se basa la renta agraria. Es un auténtico disparate que buena parte de esos millones de metros cúbicos haya ido a aumentar las dotaciones de cultivos que se van a ver penalizados por el exceso de producción. Esta es la realidad que no se puede ocultar recurriendo a argumentos demagógicos. Lo que se pretende transmitir es que el regadío en buena parte depende de la subvención de sus producciones y consume —amparado en una concesión administrativa, no en un derecho de propiedad— la mayor parte de un recurso natural cada vez más valioso y escaso*»⁹. Estos regadíos sólo se justificarían si fuesen generadores de bienestar social y compatibles con los intereses vitales y medioambientales de las poblaciones de las mencionadas regiones, sobre todo la rural, que por desgracia es la primera en padecer las restricciones en su abastecimiento cuando ocurre una secuencia seca.

Los episodios de sequía en los regadíos extensivos se saldan con una presión todavía mayor sobre los recursos subterráneos. La sobreexplotación de acuíferos puede llegar a extremos tan dramáticos como los ocurridos en los de La Mancha (acuífero 23, sobre todo) que han trascendido sus efectos a sus espacios húmedos (Tablas de Daimiel, Lagunas de Ruidera). Si no se accede a estos recursos de emergencia la pérdida de humedad culmina con la asfixia radicular y la muerte de los cultivos.

Una reflexión objetiva y desapasionada sobre la utilización de esos volúmenes de agua, 8.000-10.000 Hm³/año, nos haría ver la mala utilización de recursos hídricos disponibles

⁸ Vid. LÓPEZ SANZ, G. (1997) «El regadío en La Mancha occidental y Campo de Montiel» en *La gestión de agua de riego*. Edit. Fundación Argentaria, Madrid, pp. 33-72.

⁹ Vid. DEL MORAL ITUARTE, L. (1999) «¿De quién es el agua en Andalucía?», artículo publicado en el Diario de Sevilla. 6 de septiembre de 1999.

en España con fines agrícolas. De ellos sólo se justificaría el volumen destinado a los cultivos de olivar y viñedo por su mayor trascendencia socioeconómica y aquéllos empleados para algunas plantas industriales, caso de la remolacha y cereales en comarcas con una distribución racional de la propiedad de la tierra a fin de no incentivar todavía más el éxodo rural. El mantenimiento del resto, alrededor de 1.200.000 ha., está contribuyendo a agotar los acuíferos y a exigir el desvío hacia ellos de aguas de escorrentía superficial que hay que restarlos de usos en otros espacios donde se podrían obtener mejores rendimientos socioeconómicos, al tiempo que se evitaría el que cuencas vertientes originalmente bien dotadas, lleguen al estado de escasez hídrica y aumenten los territorios ibéricos declarados con sequía estructural. Bien es cierto que se está aún a tiempo de corregir desviaciones de este tipo que se dan básicamente en Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura, Murcia, Valencia y Madrid.

3.4. Las agriculturas de ciclo manipulado: lluvia sí, pero no *in situ*

Todas ellas tienen necesidad de unos volúmenes de agua, como condición *sine qua non*, pero no la desean con precipitación *in situ*, como ya apuntó Gil Olcina¹⁰, en su estudio sobre la agricultura de vanguardia en el campo de Águilas. De otoño a primavera se desean días radiantes de luz y buenas temperaturas nocturnas, sin temporales de viento y exceso de humedad (rocíos y lluvias). Los primeros condicionantes favorecen la fotosíntesis y el aumento de contenidos en azúcares; los segundos son considerados nefastos pues pueden destruir parte de las instalaciones y dañar las plantas y las cosechas. Los terceros aunque necesarios, en el lugar favorecen la propagación de plagas, por exceso de humedad ambiental o directamente afectan a los frutos con manchas de hongos o erupciones y roces del pedrisco que merman las posibilidades de comercialización. El agua se desea pero no sobre el lugar, es preferible tener que recurrir a su traída desde lugares distantes antes que la lluvia caiga *in situ*.

Para evitar la lluvia y el granizo en parcelas ocupadas por cultivos hortícolas y frutícolas de ciclo manipulado se han empleado en la fachada este de España diversos métodos como la construcción de pantallas de protección a partir de mallas y plásticos o los ideados para la mitigación de granizo (cohetes, quemadores de yoduro de plata y empleo de avionetas) que son utilizados con el fin de alterar el régimen interno de las nubes y disipar la lluvia en un punto concreto. En los últimos años el uso de avionetas para dispersar las tormentas parece haberse convertido, según manifestaciones de agrupaciones agrarias, de pequeños agricultores y vecinos de las áreas afectadas, en práctica utilizada con cierta asiduidad, por compañías de cosechero-exportadores de productos de agricultura de ciclo manipulado en tierras del sureste ibérico para evitar la caída de lluvia *in situ* sobre las parcelas de cultivo. Ello provoca reacciones airadas de los pequeños agricultores, reflejadas en pintadas en casetas de campo (Campo de Lorca, Campo de Alicante) y noticias de prensa, que estiman que estas prácticas llegan a menguar de modo significativo las lluvias en esos territorios con el consiguiente perjuicio para sus cosechas. Lo cierto es que este tipo de procedimientos no ha demostrado gran efectividad y a lo sumo pueden modificar la localización del foco pluviométrico en una nube pero no la cantidad total de lluvia que se recibe en

10 GIL OLCINA, A. (1989) «Aridez, riego localizado y agricultura de vanguardia en el litoral murciano de Águilas» en *Los paisajes del Agua* (libro jubilar dedicado al profesor Antonio López Gómez), Universitat de València, Universidad de Alicante, pp. 213-222.

esa zona; esto es, el vuelo de avionetas con sustancias hielógenas no aumenta la sequía en un territorio, a lo sumo provoca cambios en la distribución espacial de las lluvias a escala local (vid. infra. apartado 4.2.C).

3.5. *La sequía en la ciudad: sin problemas mientras salga agua del grifo*

La sociedad urbana necesita agua pero tampoco desea que llueva *in situ*, sobre todo en determinadas jornadas. Se ha llegado a pensar que el hombre puede ordenar la atmósfera para disponer que caiga por las noches y los días sean soleados. Si bien se consideran necesarias para limpiar las calzadas, riego de jardines, limpieza de redes de alcantarillado. En muchas ciudades la presencia de lluvias provoca caos circulatorios. Se apuesta por un estado permanente de sequía. En algunas no acostumbradas a la presencia frecuente de la lluvia, los días de precipitación provocan innumerables disfuncionalidades que irritan la sensibilidad de sus habitantes.

Los usos urbanos son los que, en los últimos años, han provocado con sus demandas problemas de suministro cuando sus sistemas de abastecimiento no estaban dimensionados para soportar los períodos de sequía, por falta de capacidad de almacenamiento (cuencas del Norte y Tajo,...), por carencia de redes de distribución adecuadas e interconectadas con otras cuencas para poder atender las demandas (Madrid, Barcelona, Bilbao, Sevilla), y finalmente permisividad en la planificación de áreas urbanas y turísticas sin disponer de los volúmenes de agua adecuados para atender las demandas consiguientes (litoral mediterráneo).

Durante la sequía de la primera mitad de los años noventa, ciudades como Granada, Jaén, Sevilla, Málaga, Toledo y otros núcleos de población de la Bahía de Cádiz y de la Costa del Sol padecieron restricciones y cortes de agua superiores a 12 horas en algunos casos. En muchas zonas de la región andaluza, especialmente en el ámbito territorial incluido dentro de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, la merma de recursos de agua obligó a prohibir el consumo para riego desde 1993 a 1995. La realización de obras hidráulicas de conexión entre cuencas, de explotación de acuíferos y de aprovechamiento de recursos no convencionales ayudó a superar situaciones de emergencia a ciudades como Madrid, Pamplona, Burgos, Segovia, Ávila, Alcoy o Benidorm, mientras que en otras como Palma de Mallorca o Cádiz se tuvo que recurrir a trasvases de agua mediante buques-cisterna. Mención especial merece el aprovechamiento de recursos procedentes de desalación de agua del mar —común en las islas orientales del archipiélago canario, y en las baleáricas Ibiza y Formentera—, como las desaladoras contempladas en el Plan Metasequía, muchas de las cuales (Alicante, Murcia, Sevilla, Cádiz) no llegaron a construirse tras los inviernos lluviosos de 1995 y 1996.

Para atender a las medidas de emergencia se remite y acude a una normativa, abundante, pero no se aborda definitivamente la problemática planteada en cada caso, sino que se parchea una vez tras otra, para finalmente recurrir a la «*mano dura*» y a las obras hidráulicas de urgencia. De 1992 a 1995, el Boletín Oficial del Estado recogió un total de 21 disposiciones relativas a la sequía, la mayoría de las cuales, tal y como se reconoce en el Libro Blanco del Agua, no respondían «*a planes específicamente diseñados para este tipo de situaciones de emergencia, sino que las distintas actuaciones se fueron ideando y ejecutando —por cada una de las Confederaciones— a medida que la sequía se prolongaba y sus efectos se manifestaban más severamente*»¹¹.

11 Vid. MIMAM (1998) *Libro Blanco del Agua en España*, p. 641.

Así, mientras haya agua en el grifo no hay preocupación por la sequía en los medios urbanos. La secuencia de comienzos de los años noventa evidenció, sin embargo, un hecho que sí que se tornó en inquietud ciudadana. Fueron los movimientos de ajuste de paquetes sedimentarios que se observó en algunas ciudades españolas ubicadas en valles fluviales con acuíferos cuaternarios en su subsuelo (Murcia, Orihuela) debido a la excesiva extracción de agua de ellos para el riego. Aparecieron grietas y resquebrajamientos en paredes y tabiques de algunas viviendas que causaron alarma de los propietarios. Es éste un problema a considerar en el futuro, consecuencia de una mala planificación de los recursos de agua en poblaciones situadas en terrenos de sedimentación aluvial, sobre los que existe una intensa actividad agraria de regadío.

3.6. Turismo y ocio: la necesidad de tiempo soleado

Hay que pensar que la modalidad turística que aporta mayores ingresos a la economía nacional está basada en la existencia de abundantes días con sol. Los años húmedos son considerados negativos para el turismo de sol y playa e incluso para los que tienen en la nieve su atractivo climático principal. Por su parte, la mayoría de fiestas se adaptan a la existencia de luminosidad y ausencia de precipitación. El ejemplo más elocuente lo constituye la *fiesta nacional* que extiende su temporada entre la primavera y comienzos del otoño cuando el porcentaje de días soleados puede ser mayor.

Los habitantes de las ciudades desean que los fines de semana y en los períodos de vacaciones reine el buen tiempo, esto es, que haya abundancia de días despejados para poder realizar actividades al aire libre. Besancenot y Mourier han elaborado una clasificación de tipos de tiempo para calibrar el potencial de desarrollo turístico de un espacio a partir de las exigencias fundamentales del turista a la hora de desarrollar una actividad al aire libre. Recordemos que entre las demandas del turista en materia climática, junto a la seguridad en el destino turístico, está la necesidad de una insolación casi continua y de precipitaciones casi inexistentes¹². Clausse y Guérout, en un trabajo clásico sobre las precipitaciones como índice climático-turístico, señalaban que una hora de lluvia borraba de la memoria del turista medio cinco horas de sol¹³.

En definitiva en la actualidad la sociedad española en virtud de su modelo de desarrollo económico ha apostado por la existencia de situaciones de sequía permanente. Queremos agua pero que acceda a los núcleos turísticos y urbanizaciones a través de acueductos o embotellada, evitando la presencia de lluvia *in situ*. De ahí que la planificación del espacio turístico se haya realizado hasta ahora, en la mayoría de ocasiones, sin valorar previamente la continuidad y adecuación de los recursos disponibles a las necesidades de lo planificado y su posible expansión. Así han surgido grandes disfuncionalidades cuando los volúmenes de agua se mostraron insuficientes, como ha sucedido en la Costa del Sol, Costa Blanca y urbanizaciones turísticas de Baleares y Canarias. Recordemos al respecto los serios problemas en el abastecimiento de agua en las costas de Cádiz y Málaga durante el verano de 1995, que obligó a restricciones de agua y a la construcción, por vía de urgencia, de la planta desaladora, de titularidad municipal, de Marbella, o el grave problema de desabastecimiento de agua que padeció el municipio alicantino de Benidorm durante la secuencia seca de 1978-84, cuando este importante núcleo turístico español tuvo que ser

12 Vid. BESANCENOT, J.P. (1991) *Clima y turismo*. Ed. Masson. col. Geografía, Barcelona, pp. 26-44.

13 Vid. CLAUSSE, R. et GUÉROUT, A. (1955) «Le durée des précipitations, indice climatique ou élément de climatologie touristique», *La Météorologie*, 37, pp. 1-9.

abastecido con buques cisterna en septiembre de 1978 desde la ciudad de Alicante y utilizar aguas subterráneas con alto grado de salinidad procedente de pozos perforados de urgencia en los mismos sótanos de hoteles y apartamentos. A raíz de este suceso la ciudad de Benidorm sufrió un grave deterioro de su imagen turística, hasta el punto de perder clientela de procedencia alemana, que desde entonces no ha recuperado. Por último no se debe olvidar el gran desajuste en el abastecimiento de agua potable que padeció la bahía de Palma durante el verano de 1995 y que activó la llamada «operación barco» consistente en la traída de aguas del Ebro desde Tarragona al puerto de Palma mediante el sistema de buques «*Móstoles*» y «*Cabo Prior*». Este episodio supuso la apuesta definitiva por la desalación de aguas marinas como reserva estratégica para garantizar el futuro desarrollo turístico de la isla¹⁴, como algunos años antes se había hecho en Ibiza y Formentera, y en las islas orientales del archipiélago canario. La realidad de un turismo masivo en algunas zonas del litoral español y la propia apuesta por el de calidad exige una planificación eficaz de los recursos de agua en dichos espacios para evitar futuros problemas de abastecimiento¹⁵.

3.7. *La percepción ambiental de las sequías: «el desierto invade España»*

A partir del decenio de los años ochenta el desarrollo de una secuencia de sequía en España se interpreta, a efectos ambientales, como episodio apocalíptico que desata un ciclo de degradación del medio. Éste se iniciaría en terrenos agrícolas abandonados —por falta de agua— o en áreas forestales incendiadas —debido a la sequedad ambiental— y culminaría en la llamada «*desertización*», argumento estrella que ha permitido justificar proyectos de investigación y actuaciones de ingeniería de elevado importe. La propaganda de la «*desertización*» en los medios científicos y de comunicación llega a ocultar otros efectos ambientales de las sequías, de gran repercusión ecológica, como la reducción de las láminas de agua en humedales o el desencadenamiento de incendios forestales que aprovechan las condiciones de sequedad ambiental para extender la superficie quemada. Sin olvidar que en este último aspecto pueden subyacer intereses ocultos que encuentran en los incendios una fuente de ingresos¹⁶.

En España además, la difusión de la pretendida desertización ha encontrado en la hipótesis de cambio climático por efecto invernadero un aliado de la visión catastrofista que se transmite al gran público sobre las cuestiones ambientales en el tránsito de milenio¹⁷.

14 En 1999 ha comenzado a funcionar la planta desaladora de Palma-Calviá, que es una de las pocas instalaciones previstas en el Plan Metasequía (1995) que realmente se han llevado a cabo en España. Vid. al respecto la interesante síntesis elaborada por RULLÁN SALAMANCA, O. y RODRÍGUEZ-PÉREA, A. (1999) «Los problemas de abastecimiento de agua en las Islas Baleares», en *Los usos del agua en España* (A. Gil Olcina y A. Morales Gil, eds.) Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 615-643.

15 Durante el verano de 1999 el municipio alicantino de Jávea ha padecido problemas de restricciones de agua en los domicilios de la propia ciudad y sus urbanizaciones turísticas debido a una secular falta de adecuación entre recursos y demandas existentes. Ha sido necesario enfrentarse a la realidad de dos años con precipitaciones inferiores a lo normal (1998 y 1999) para comprobar, de nuevo, la falta de previsión en la planificación de los recursos de agua por parte de las administraciones competentes.

16 Vid. DE PRADA, C. (1995) *Tierra quemada. Políticos y empresarios contra la naturaleza: el negocio verde*. Ed. Temas de Hoy, Madrid, pp. 13-62.

17 OLCINA CANTOS, J. y RICO AMORÓS, A.M. «*Certezas e incertidumbres sobre la hipótesis de cambio climático por efecto invernadero y sus posibles consecuencias en la península ibérica*», conferencia pronunciada en el marco de las Jornadas Científicas sobre «Avances recientes en Climatología. Repercusiones en las tierras valencianas». Instituto Universitario de Geografía. Noviembre 1997.

Se ha señalado que las sequías agudas contribuyen a provocar abandono de tierras que quedan al albur de que tormentas intensas en zonas de litología margosa o arcillosa activen mecanismos de erosión que sí constituyen un problema, en la escala local, en algunos territorios españoles (Sureste, Depresión del Ebro, Prepirineo, cuenca del Guadiana Menor). Cuestión distinta, y de enfoque erróneo, es relacionar los problemas de erosión con la pretendida desertización en la que, según las visiones más pesimistas, estarían inmersas, de modo irreversible, gran parte de las áreas mencionadas, en particular las tierras del sureste ibérico. Recordemos que esta cuestión de la desertización arranca, en su faceta catastrófica, de los resultados publicados en la Conferencia de Nairobi (1979) sobre Desertización en la que señalaba que 4.000 millones de hectáreas estaban afectadas en todo el mundo por este proceso; cada año se afectarían 27 millones de hectáreas, ritmo al que «en 200 años no quedaría una sola hectárea productiva sobre la faz de la tierra»¹⁸.

La publicación, en 1998, del II Inventario Forestal de España, elaborado por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza vino a establecer cierta racionalidad en el debate de la desertización puesto que se evidenciaba el incremento de la superficie forestal nacional en más de 400.000 hectáreas durante los últimos 20 años, incluso en los territorios peninsulares que se tenían como «*avanzadilla del desierto*» (Almería + 40.000 ha.; Alicante + 19.000 ha.; Murcia + 150.000 ha.; Granada + 106.000 ha.). Algunos investigadores han señalado este aspecto en estudios sobre dinámica de la vegetación en campos de cultivo abandonados en el propio «*escenario natural del desierto*» en España. Así, Marco Molina et al. (1996) han comprobado que el abandono de tierras agrícolas en Alicante, incluso en áreas marginales con litologías margosas, arenosas o con elevado grado de salinidad no se salda con la desprotección vegetal si en un intervalo de 5 a 10 años no se producen lluvias torrenciales que provoquen arrastres en márgenes o caminos. En este caso, el matorral mediterráneo, en estrato arbustivo, ocupa el terreno inculto y en 25-30 años, en ausencia de incendios forestales y acciones humanas negativas (sobrepastoreo) se restaura el estrato arbóreo en sus fases iniciales.

En España, por tanto, hay problemas de erosión que, en la escala local, requieren actuaciones para mitigar sus efectos (arrastre de tierras, pérdida de masa vegetal) pero de ahí a la afirmación gratuita de la existencia de procesos irreversibles de «*desertización*» hay un largo trecho ecológico y conceptual. Prueba de que esta cuestión no parece «*tan fiera*» como se pretende es que recientes investigaciones vienen a confirmar el vigor e importancia de la propia regeneración de la vegetación mediterránea en parcelas de cultivo abandonadas del sureste ibérico, donde supuestamente el desierto habría comenzado su invasión sobre el territorio español¹⁹.

4. Actuaciones posibles frente a las sequías

Frente a las secuencias de sequía hay también una manera diferente de entender las soluciones que eviten o aminoren sus consecuencias económicas. Básicamente se pueden señalar dos grupos de actuaciones:

18 Vid. GARCÍA FERNÁNDEZ, J. (dir.) (1995) *Medio ambiente y desarrollo rural*. Fundación Duques de Soria, Grupo Endesa y Universidad de Valladolid, Valladolid, 187 p.

19 Vid. BELMONTE SERRATO, F., ROMERO DÍAZ, A. y LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1999) «Efectos sobre la cubierta vegetal, la escorrentía y la erosión del suelo, de la alternancia cultivo-abandono en parcelas experimentales», *Investigaciones Geográficas*, nº 22, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 95-107.

- a) Aquéllas planteadas desde el conocimiento de los recursos existentes en cada territorio y que tienen por objeto optimizar la oferta disponible de volúmenes de agua. Hay que señalar la existencia de territorios en España donde los recursos disponibles, como se ha señalado, no son solo exclusivamente los de la propia cuenca hidrográfica sino que las transferencias inter e intracomunitarias forman parte esencial de dicho balance para fines diversos (agrarios, urbano-turísticos). Es el caso de la cuenca del Segura (trasvase Tajo-Segura), Júcar (trasvase Júcar-Turía), cuencas Internas de Cataluña (trasvase del Ebro a Tarragona), Norte II y Norte III (trasvase del sistema del Zadorra al Gran Bilbao, entre otros), Guadiana (trasvase del Tajo a Ciudad Real y Tablas de Daimiel), cuenca del Sur (la realización del trasvase Negratín-Almanzora) (vid. cuadro nº 8). En relación con los trasvases es necesario ser conscientes de su necesidad y administrar correctamente las transferencias en los territorios beneficiados evitando que con la llegada de aguas foráneas se justifiquen actuaciones tendentes a aumentar las demandas (nuevas roturaciones, expansiones urbanísticas excesivas). Se incluyen en este grupo la necesaria educación ambiental de la sociedad española y no sólo en las edades formativas, como se suele entender, sino sobre todo a nivel doméstico; la mejora en la gestión y planificación de aguas para regadío en función de la rentabilidad económica y social de los cultivos; aprovechamiento racional de los recursos de agua en la ciudad mediante el control de fugas y ordenación eficaz de redes de distribución. Estas actuaciones formarían parte de lo que en la actualidad se entiende por «desarrollo sostenible», expresión ampliamente manejada en los últimos tiempos que pocos (responsables políticos, organizaciones sociales) definen correctamente y muchos menos llevan a la práctica y que debe, en definitiva, entenderse como progreso acorde con las condiciones presentes que existen en el medio natural.
- b) El segundo grupo de actuaciones aboga por el aumento de la oferta de recursos. Entre ellas es posible hacer una gradación en función de su mayor o menor carácter de recurso *ex novo*, desde el empleo de aguas residuales depuradas que suponen la puesta en valor para diferentes usos de los ya existentes tras un proceso de limpieza y filtrado; el uso de aguas desaladas de origen marino o de acuíferos salinizados que son, en efecto, volúmenes nuevos adicionales a los del ciclo hidrológico; y, por último, el aumento de la oferta de precipitaciones, cuestión controvertida puesto que requiere la alteración del régimen pluviométrico de un ámbito de efectos ambientales no bien calibrados. Esta última actuación, en la actualidad en fase de proyectos llevados a cabo en distintas partes del mundo y en España, no deja de ser una propuesta de futuro que se justifica poco en el presente escenario de corrección de las alteraciones antrópicas de la troposfera incluido en los protocolos de defensa frente al cambio climático.

4.1. Posturas racionales frente a las sequías: Educación ambiental. Control de la oferta de recursos. Mejora en la gestión. Planificación eficaz

A. Educación ambiental frente a las sequías

Cualquier postura racional de actuación frente a la sequía debe contemplar la educación ambiental. Aspecto básico para garantizar una eficaz gestión y planificación de los recursos de agua a medio y largo plazo. La inclusión de asignaturas específicas sobre medioambiente y conocimiento del espacio geográfico en los niveles básicos de enseñanza es fundamental para iniciar la labor de concienciación ciudadana necesaria que reconozca el agua como un

bien finito que requiere un aprovechamiento acorde con las condiciones climáticas donde aquél se practique. Así se entiende en el «Libro Blanco de la educación ambiental en España» que reconoce la necesidad de fomentar la enseñanza del medio en todos los niveles educativos, incluido el superior²⁰. Los temas de agua y riesgos naturales deben formar parte esencial de los programas de estas asignaturas «ambientales» y junto a ello son precisas campañas enérgicas de concienciación a la población sobre la necesidad de poner en marcha prácticas de ahorro de agua en los domicilios que, a la par de sencillas, mejoran la eficacia en su uso doméstico. Así lo entendió el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA) que, durante la última e importante secuencia seca de 1992-96, puso en marcha, de manera coordinada con las Confederaciones Hidrográficas del centro y sur de España, una campaña de información y concienciación ciudadana para la implantación de medidas de ahorro de agua en los domicilios²¹. Por su parte, la Mancomunidad de Canales del Taibilla (Murcia y sur de Alicante) puso en marcha otra a raíz del importante descenso pluviométrico padecido en tierras del sureste ibérico durante el año 1998 y primeros meses de 1999. En este sentido las entidades de distribución en alta de Barcelona (Aguas de Barcelona) y Madrid (Canal de Isabel II) adoptaron durante el período de sequía de comienzos de los años noventa un conjunto de medidas para el ahorro de agua en los domicilios que se resumen en el cuadro adjunto (vid. cuadro nº 5).

Cuadro nº 5
ACTUACIONES LLEVADAS A CABO EN MADRID Y BARCELONA A RAÍZ DE LA SEQUÍA DE LA PRIMERA MITAD DE LOS AÑOS NOVENTA

Ámbito	Actuaciones acometidas
Área metropolitana de Barcelona	<ul style="list-style-type: none"> • Se alertó a los usuarios especiales (hospitales y centros asistenciales), para disponer de reservas y prevenir descensos de presión en la red. • Restricciones sobre riego urbano de parques y jardines. Funcionamiento de fuentes en circuito cerrado. • Se elaboró un plan para limitar usos comerciales, industriales y domésticos. • Campaña de concienciación ciudadana. • Se alcanzó un ahorro cifrado entre el 5 y el 8% del consumo de agua potable.
Comunidad de Madrid	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de una Oficina de la Sequía. • Limitación del riego y colocación de contadores en parques y jardines. • Empleo de aguas residuales en riego cedidas de forma gratuita. • Control de fugas, tomas clandestinas y consumos excesivos. • Instalación de caudalímetros en la red de distribución. • Se repartieron más de 3.000 juegos de dispositivos de ahorro para grifos, duchas e inodoros. • Campaña de concienciación. • El agua potable consumida por el Canal de Isabel II pasó de 590 Hm³/año en 1991 a 476 Hm³/año en 1993, lo que supone un 20% de ahorro.

FUENTE: MIMAM (1998) Libro Blanco del Agua.

²⁰ Vid. Revista *Ecosistemas*. Año VIII, nº 3/1999, informe monográfico dedicado a la «Educación ambiental» pp. 33-56.

²¹ La campaña llevaba como lema «*Pon tu gota de agua. La que no gastemos hoy la tendremos mañana*» y fue difundida en los territorios de las Confederaciones Hidrográficas del Guadiana, Guadalquivir, Júcar, Segura y Sur. Campañas similares fueron puestas en marcha esos años por algunas entidades de distribución de agua en alta de distintas regiones de España (Canal de Isabel II, Mancomunidad de los Canales del Taibilla, Aguas de Barcelona) con idéntico fin.

Parece evidente que en un país como España, con riesgo elevado de padecer secuencias de sequía, la adopción de este tipo de medidas de ahorro doméstico de agua debería formar parte de las estrategias de las empresas encargadas de su gestión. Convendría recordar de forma cotidiana a los ciudadanos que las sequías son un hecho habitual de los climas ibéricos que condicionan la disponibilidad natural de recursos hídricos. El carácter limitado de éstos debería ser explicado a la sociedad, al igual que la importancia estratégica que reviste la aplicación de medidas sostenibles en todo tipo de consumos y, más aún, en los domésticos.

La necesidad de que las sociedades tomen conciencia de la cuestión del agua como recurso limitado es contemplada por la Unión Europea que, en su V programa de Acción en materia de medio ambiente (1993-2000), tiene como uno de sus elementos generales la «*mejor información y educación de la opinión pública*» para conseguir el objetivo del desarrollo sostenible.

El informe sobre el Medio Ambiente en Europa, amén de incluir un tratamiento muy deficiente de la problemática de los riesgos naturales en el espacio europeo²², incluye referencias sobre la necesidad de actuar en el nivel familiar para mejorar la calidad del medio ambiente. Así, el ahorro de agua doméstica se reconoce como la cuarta medida importante puesta en práctica por los ciudadanos europeos (encuesta UE, primavera 1992) para dicho fin. Por su parte, la educación ambiental en temas hídricos es una de las estrategias propuestas en dicho informe para la gestión del agua dulce, siguiendo los objetivos establecidos en la Declaración de Dublín sobre Recursos Hídricos y Desarrollo Sostenible (1992)²³.

El informe del Club de Roma del año 1997, titulado *Factor 4*, recoge, bajo la idea general de multiplicar la productividad de los recursos para duplicar el bienestar reduciendo a la mitad el desgaste de la naturaleza, una serie de recomendaciones para conseguir un uso más sostenible del recurso agua en el domicilio. Para ello se mencionan una serie de iniciativas puestas en marcha en Australia, Estados Unidos y Japón, consistentes en la utilización de electrodomésticos o mobiliario diseñado para el ahorro de agua, así como del empleo directo de la lluvia (alibes) para distintos usos del hogar en áreas pluviométricamente bien dotadas²⁴.

Iniciativas de este tipo están siendo difundidas en España entre la «*Red de ciudades y pueblos para la sostenibilidad*», que agrupa a 140 municipios de Cataluña (70% de la población total), conscientes de la importancia de una gestión eficaz de los recursos de agua para garantizar un desarrollo sostenible en sus territorios. El cuadro adjunto resume las medidas de ahorro de agua potable en viviendas incluidas en la denominada «*ecoetiqueta catalana*», iniciativa puesta en marcha por el Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña que consiste en otorgar este distintivo de calidad ambiental a aquellos productos de uso doméstico creados para el ahorro de agua en los domicilios²⁵ (vid. cuadro nº 6).

22 Agencia Europea del Medio Ambiente (1998) *Medio Ambiente en Europa. El informe Dobrás*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp. 394-395. ¡Tan sólo dos páginas!, como si los riesgos naturales no fuesen una cuestión medioambiental más en el territorio europeo.

23 Agencia Europea del Medio Ambiente (1998) *Medio Ambiente en Europa. El informe Dobrás*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp. 552-557.

24 Vid. VON WEIZSÄCKER, E. U., HUNTER LOVINS, L. y LOVINS, A. B. (1997) *Factor 4. Informe al Club de Roma*, Edit. Galaxia Gutenberg, Círculo de Lectores, Barcelona, pp. 141-143. El capítulo 2º de esta obra incluye otras propuestas de ahorro de agua en agricultura e industria.

25 Vid. Revista *Sostenible*. Editada por la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la sostenibilitat. Nº 2 (1998). Monográfico dedicado a la gestión sostenible de los recursos de agua («*Clar com l'aigua?*»).

Cuadro n° 6
**MEDIDAS PARA EL AHORRO DE AGUA POTABLE EN DOMICILIOS DOMÉSTICOS
 CONTEMPLADAS EN LA «ECOETIQUETA» EN CATALUÑA**

Aparatos de ahorro	¿Cómo se ahorra el agua?	Volumen de agua ahorrado
Inodoros	Cambio en el diseño de la taza, para facilitar una limpieza correcta con tan sólo 6 litros por descarga. (Ahora es de 10 litros). Nuevo diseño de la cisterna, con sistemas de interrupción controlada de la descarga de agua, con tan sólo 3 litros por descarga.	<ul style="list-style-type: none"> • 4 litros de ahorro por 4 descargas por persona y día suponen 16 l/hab/día de ahorro. • 7 litros de ahorro por 3 descargas por persona y día, suponen 21 l/hab/día de ahorro. • La combinación de ambas medidas puede suponer un ahorro de 25 litros por persona y día.
Reductores de agua para depósitos menores	Retienen una parte del agua en el depósito cuando se acciona la cisterna.	Se puede ahorrar de 21 a 40 litros por habitante y día
Nuevo diseño de grifos y duchas	Reducción del caudal de salida mediante modificación de piezas de regulación	Se reduce el caudal medio actual (14 a 18 l/minuto) al mínimo exigido (12 l/minuto). En una ducha de 5 minutos, se pueden ahorrar 30 litros por habitante.
Empleo racional de electrodomésticos del agua	Menor frecuencia de uso de lavadoras y lavavajillas mediante su carga completa.	En unidades familiares de 3 ó 4 miembros se puede ahorrar de 20 a 30 litros por habitante y día.
Otras medidas complementarias	Recuperación de las aguas de salida de fregaderos y bañeras para alimentar cisternas de retretes. Cierre automático con dispositivos electrónicos y mecánicos de grifos y duchas.	Se podría ahorrar un volumen próximo a 50 l/habitante/día
Con la adopción combinada de todas estas medidas se podría ahorrar de 60 a 100 litros por habitante y día, es decir, de 21,9 m³/año a 36,5 m³/año por habitante. Un consumo medio de 170 litros habitante y día se vería reducido a 70/110 litros por habitante y día.		

FUENTE: Elaboración propia a partir de trabajos de campo e informaciones recogidas en la revista «Sostenible», n° 2, 1998.

Medidas de este tipo deben ser de común aplicación para todos aquellos municipios que decidan apostar por un crecimiento futuro acorde con los principios de desarrollo sostenible (Agendas Locales 21). Es así como se puede garantizar una gestión de volúmenes de agua más eficaz en el futuro que, a corto plazo, debe acompañarse no obstante de una serie de medidas que permitan compatibilizar recursos y demandas para garantizar el mantenimiento de las actividades económicas actuales. Entre éstas la ordenación de regadíos, la mejora en los sistemas de gestión urbana y la utilización de aguas residuales depuradas que reduzcan la excesiva presión existente sobre las fluviales y subterráneas.

B. Planificación racional de los usos agrarios del agua: políticas agrarias, ordenación de regadíos, selección de cultivos rentables y adopción de sistemas de riego localizado

Al igual que en otros usos consuntivos, en los regadíos la política seguida ha favorecido el incremento del consumo hasta alcanzar en la actualidad el 50% de la capacidad de regulación y embalse existente en España. Los cultivos de regadío y las modalidades de riego empleadas conocen múltiples diferencias en los módulos de gasto, eficiencia de riego o rentabilidad socioeconómica del agua. En 1996, la superficie de regadío existente en España ascendía a 3.300.000 hectáreas, de las cuales, alrededor del 70% se ubicaban en regiones del interior peninsular, tratándose en su mayoría de regadíos extensivos, mientras que el 30% restante se hallaba en zonas costeras del Mediterráneo y Canarias, que correspondían a los cultivos hortícolas y frutícolas más productivos (Morales Gil, A. 1999). Alrededor de 2.000.000 de hectáreas de regadíos españoles se destinan a la producción de cereales y plantas industriales, viñedos y olivar en sistemas de cultivo extensivos, asociados a bajos niveles de empleo y a la obtención de ingresos económicos con gran dependencia hacia las subvenciones comunitarias.

La sequía de la primera mitad de los años noventa del siglo XX, aliada a la política de precios agrarios subvencionados de la Unión Europea en determinadas Organizaciones Comunes de Mercado, ha favorecido que en muchas regiones españolas, principalmente del interior peninsular, se hayan desmantelado sistemas de cultivo tradicionales en secano por otros extensivos en regadío, aumentando así la demanda de recursos hídricos y las secuelas ambientales negativas derivadas de la sobreexplotación de acuíferos o de la desecación de humedales al amparo de ayudas públicas.

El aumento indiscriminado de la demanda de agua para regadío es un hecho que empieza a discutirse en diversos foros especializados en materia de recursos hídricos, y no sólo por criterios de sostenibilidad sino, sobre todo, porque las transformaciones en regadío ya no son consideradas en la actualidad ni el único ni el principal instrumento de desarrollo rural al alcance de los agricultores. No obstante, pese a que el debate teórico apunta en esa dirección las medidas políticas lo hacen en otra bien diferente. En efecto, aunque la política agraria comunitaria ofrece hoy un abanico de alternativas de desarrollo rural más amplias que hace unos años, en la llamada etapa postproductivista que teóricamente propugnaría la PAC para la primera década del siglo XXI, las ayudas de FEOGA-Garantía y en consecuencia las destinadas al mantenimiento artificial de precios agrícolas en determinadas Organizaciones Comunes de Mercado, continuarán acaparando una gran parte del presupuesto comunitario, muy por encima de las ayudas destinadas a desarrollo rural. Pese a reducirse las intervenciones comunitarias en los precios agrícolas, en el siglo venidero continuará siendo mucho más rentable producir cereales o cultivos industriales en sistemas de regadío que con sistemas tradicionales de secano, al obtenerse ingresos medios muy superiores en la explotación agraria.

En el debate que presidió la reforma de la PAC de 1992 y de la Agenda 2000, ninguno de los países comunitarios del ámbito europeo de la cuenca mediterránea logró introducir argumentos que sustentaran la configuración de una línea de ayudas directas para incentivar la conservación de los sistemas de cultivo tradicionales de secano, cuya transcendencia socioeconómica y ecológica en muchas regiones mediterráneas resulta innegable, más todavía cuando se padece escasez de recursos hídricos. Como reflejo de esa situación, en países como España, Italia o Grecia, centenares de miles de hectáreas en secano destinadas a la producción de cereal, vid, olivo e industriales como la remolacha, han sido transfor-

madras en regadío, aprovechando las mejoras técnicas producidas en la captación de aguas subterráneas y en sistemas de riego a presión, como la aspersión y el riego localizado, que, lejos de propiciar una disminución del consumo, han favorecido un aumento del gasto de agua para riego en términos absolutos.

En este contexto político, será muy difícil poner coto a las transformaciones en regadío que se han emprendido en muchas regiones españolas, especialmente en las del interior ibérico. En cumplimiento a la solicitud del Congreso de los Diputados en su sesión de 22 de marzo de 1994 se elaboró el Plan Nacional de Regadíos, que establece un programa de actuaciones con el horizonte del año 2008, donde se prevé la mutación de más de 700.000 hectáreas, repartidas de la siguiente forma: regadíos en ejecución (578.087 ha.); zonas a transformar por razones sociales (106.835 ha.); regadíos de iniciativa privada (40.000 ha.). El aumento de consumo de agua para riego que se producirá con esas previsiones sería mucho mayor si se estimase viable emprender el cambio de una extensión cifrada en 1.026.968 hectáreas que, según dicho plan, corresponden a regadíos potenciales, es decir, áreas que por iniciativa pública o privada podrían ser transformadas.

Como es obvio, son múltiples y diversos los interrogantes que se ciernen sobre estas previsiones: a) En el apartado presupuestario resultaría muy difícil detraer del erario público los ingentes recursos que requerirían las obras hidráulicas a realizar; b) En el apartado ambiental, ello supondría agravar todavía más la presión que se ejerce sobre los recursos de agua; c) En el apartado regional surgirían tensiones por el disfrute del agua al crecer los consumos; d) En el plano productivo, son muy pocas las opciones de cultivos en regadío que podrían justificar económica y socialmente tales transformaciones, máxime cuando la PAC prevista en la Agenda 2000 endurece las multas comunitarias para los países que excedan los cupos de producción vigentes para las Organizaciones Comunes de Mercado con garantía total o parcial de precios, entre las cuales se encuentra la de herbáceos.

Además de toda esta serie de argumentos, la política de regadíos se enfrenta a un reto de futuro que resulta si cabe todavía más complejo, como es llevar a la práctica los objetivos concretos de sostenibilidad ecológica, económica, técnica y social en la gestión del agua para riego que se propugna en diferentes foros científicos y por parte de algunas administraciones públicas. En situaciones de sequía extrema, cuando no se puede atender con normalidad todas las demandas consuntivas, los usos urbanos gozan de prioridad en el abastecimiento mientras que en los agrarios se aplican restricciones o, incluso, prohibiciones expresas de riego. En estos casos de emergencia son los cultivos leñosos los que suelen tener prioridad por encima de los herbáceos, si bien estas medidas no resultan generalizables ni a escala nacional ni regional, ya que son las Confederaciones Hidrográficas las que proponen y aplican dichas medidas en su demarcación territorial, dando pie en ocasiones a situaciones muy diferentes según se trate de regadíos dotados con aguas subterráneas o con superficiales, ya que son estos últimos los que padecen restricciones más severas en caso de sequías extremas.

En consecuencia, no se manejan criterios objetivos a la hora de priorizar o restringir usos agrarios del agua, ya que no se tienen en cuenta variables básicas como son la rentabilidad económica o la transcendencia social de los cultivos afectados, ni tampoco la importancia que puede tener la disminución de actividad en la explotación agraria en términos de mano de obra o de rentas económicas para sus titulares. Igualmente, no se considera el interés estratégico, la competitividad o las perspectivas de futuro de las producciones agrarias de forma que aquellas que han logrado penetrar en los mercados internacionales pueden ver

seriamente lesionada su posición competitiva frente a los productos de otros países, caso de padecer mermas de calidad por efectos de alguna sequía, como sucede con los cultivos hortícolas y frutícolas de vocación exportadora.

Si se valora la transcendencia socioeconómica de los diferentes cultivos, en los herbáceos las ayudas comunitarias a la producción resultan decisivas de forma que en trigo o cebada se reduciría un 50% su rentabilidad económica. Este factor y el ingreso de España en la Comunidad Económica Europea en 1986, explicarían la creación de grandes latifundios en regadío dedicados a la recolección de cereales subvencionados en La Mancha, Cuenca del Duero, Vegas del Guadiana, Campiñas del Guadalquivir y Depresión del Ebro, en el seno de extensas explotaciones agrarias cuyos titulares suelen tener ocupaciones principales ajenas a la agricultura. Además, los cereales son cultivos que demandan muy poca mano de obra (UTA/ha.), al contrario de lo que sucede en los regadíos de viñedo, olivar, hortícolas y frutícolas que aúnan altas rentabilidades económicas y elevadas exigencias de mano de obra (vid. cuadro nº 7). Por este motivo, y aunque estas producciones más rentables no están exentas en ocasiones de coyunturas de mercado desfavorables que reducen su rentabilidad, en situaciones de sequía extrema convendría articular las fórmulas apropiadas para garantizar unos suministros de agua que resultan estratégicos económica y socialmente.

Cuadro nº 7
RENDIMIENTO ECONÓMICO DE CULTIVOS REPRESENTATIVOS EN REGADÍO EN PTAS/Ha. Y OCUPACIÓN MEDIA EN UTA/Ha. (AÑO 1997)

	Trigo	Maíz	Girasol	Viñedo	Olivar	Naranja	Hortalizas (lechugas)
Costes brutos de producción/ha.	83.950	143.563	81.900	218.000	141.965	660.000	10.500.000
Ingresos por venta y subvención/ha.	179.963	282.584	185.226	335.000	503.236	1.880.000	15.840.000
Subvención directa vía precios	44.713	58.411	97.726	–	128.701	–	–
Beneficio bruto/ha	96.020	156.598	103.226	117.000	361.399	1.220.000	5.340.000
Beneficio Bruto SIN Subvenciones.	51.307	98.187	5.500	117.000	232.698	1.220.000	5.340.000
Consumo medio de agua en m ³ /ha./año	3.000	8.000	4.000	4.000	5.000	7.000	(2.700 m ³ x 3 ciclos)= 8.100
Productividad del agua en ptas/ m ³	32	19,5	25,7	29	72	174	762
UTA's/ha. 1997	0.05	0.17	0.09	0,27	0.08	0.53	2.7

FUENTE: Morales Gil, A. 1999.

La ordenación de regadíos en España además de optimizar la transcendencia socioeconómica de los cultivos practicados con la selección de los más rentables precisa también de otro tipo de intervenciones para racionalizar los consumos de agua para riego. En este sentido resulta prioritario favorecer la modernización de los regadíos tradicionales mediante la introducción de sistemas a presión, preferentemente de riego localizado, que

constituye la modalidad más economizadora de agua y la que más genera empleo al aplicarse a cultivos hortícolas, frutícolas, viñedo y olivar. En la actualidad ocuparía unas 750.000 hectáreas, que representan un 22,7% de la extensión total de regadío, ofreciendo ahorros en el consumo hídrico de hasta un 30% en relación a otros sistemas (Morales Gil, A. 1999). Más allá de un procedimiento de riego, esta modalidad consiste en un nuevo sistema de producción agrícola que racionaliza las tareas de cultivo y logra aumentos apreciables en los rendimientos de las cosechas, de ahí que resulte estratégico propiciar su expansión en todas las regiones españolas donde las condiciones de cultivo y de estructuras agrarias lo permitan.

Dentro de la categoría de riegos a presión también se incluye a los sistemas por aspersión, que ocuparían alrededor de 1.075.000 ha. de cultivos cerealistas, praterenses y algunas plantas industriales en regadíos extensivos de la Cuenca del Duero, La Mancha, Campiñas del Guadalquivir y nuevos regadíos del Valle del Ebro. La principal ventaja de este sistema no radica en el ahorro de consumos de agua, ya que éstos se aproximan mucho a los del riego tradicional, sino en la posibilidad de regar parcelas de cultivo sin nivelar y en la reducción de costes en la mano de obra, ya que las instalaciones pueden controlarse con dispositivos electrónicos.

En el apartado donde realmente se puede actuar para racionalizar los consumos es en los sistemas de riego tradicional o por inundación, que todavía ocupan 1.475.000 ha. lo que representa alrededor de un 45% de la extensión total regada en España. En esta modalidad los consumos de agua para riego son mayores, debido a las pérdidas por infiltración profunda que pueden suponer alrededor del 30% de caudal de riego aplicado a la parcela; también puede incidir la práctica secular de hábitos de riego, amparados en concesiones históricas, que elevan igualmente el gasto de agua en relación a un mismo cultivo practicado con otros sistemas de producción, más aún cuando el precio del agua tan sólo recoge un canon de importe reducido, destinado al mantenimiento o limpieza de acequias. Si en condiciones hidrológicas medias ya se produce dispendio o incorrecto uso del agua, éste lo es todavía más en situaciones de sequía extrema, ya que este tipo de regadíos suele estar dotado con recursos superficiales cuya disponibilidad puede verse muy reducida, hasta el extremo de impedirse el riego, como sucedió en las cuencas del Segura y del Guadalquivir durante la sequía de la primera mitad de los años noventa.

En la modernización de regadíos tradicionales, prevista en parte por la Administración a través de las actuaciones contempladas en el Plan Nacional de Regadíos, podrá tener también gran incidencia la reforma de la Ley de Aguas de 2 de agosto de 1985, aprobada por el Congreso de los Diputados el 30 de septiembre de 1999. Ésta incorpora como principal novedad los llamados «*mecanismos de cesión de los derechos del agua*». Ello supone, de hecho, introducir en España la figura de «*los bancos de agua*» reproduciendo en parte los ejemplos de Chile y California, lo que permitirá a titulares privados o a la propia Administración adquirir derechos sobre el uso del recurso en cualquier región española para su consumo dentro de la misma o en otra diferente. De esa forma, se asigna al agua y a su derecho de uso un valor económico que a medio plazo obligará a sus usuarios a racionalizar su consumo y a obtener la mayor rentabilidad posible en las actividades que realizan. Otra novedad de gran interés consiste en la implantación del llamado *consumo de referencia* para los usuarios, unido a la obligación de instalar contadores para medir el consumo, lo que permitirá imponer penalizaciones para todos aquéllos que se excedan en el gasto. Así, en los tradicionales o de otro tipo, donde las explotaciones agrarias no alcancen rentabilidades económicas suficientes para continuar con la actividad agraria, sus titulares tendrán al

alcance la posibilidad de vender los derechos sobre el agua al mejor postor, hecho que probablemente repercutirá en el abandono de los cultivos menos rentables económica y socialmente.

C. Mejora en la gestión de los usos urbanos: control de pérdidas y moderación del gasto

La planificación del crecimiento urbanístico de las ciudades españolas tampoco ha logrado compatibilizar demandas crecientes de recursos hídricos con disponibilidades limitadas, lo que ha obligado a recurrir a trasvases desde comarcas vecinas y desde otras regiones. El suministro de agua potable de grandes ciudades como Barcelona, Madrid, Bilbao, Valencia, Murcia, Alicante, entre otras, depende de trasvases y de complejos sistemas de distribución en alta, cuyos recorridos de centenares de kilómetros han estado destinados a atender demandas urbanas, industriales o turísticas de fuerte crecimiento durante las tres últimas décadas.

Crecimientos espectaculares de la demanda de agua potable también se han producido en municipios costeros de la fachada mediterránea y de los archipiélagos balear y canario, propiciados en gran medida por el desarrollo urbanístico y la implantación de actividades turísticas, planteando a veces tensiones con la agricultura por el disfrute del recurso cuando ambas actividades dependen de las mismas fuentes de suministro, tal y como sucede en la Costa Blanca (Vera Rebollo, J.F. y Rico Amorós, A.M. 1995) y en la Costa Tropical de Granada (Frontana González, J. 1998). Por otro lado, cuando esos municipios no han podido acceder a los alóctonos procedentes de comarcas o regiones interiores, los que albergan los acuíferos de su subsuelo padecen graves problemas de contaminación tanto salina por invasión marina como por nitratos, hasta el extremo de que en muchos de ellos el agua deja de ser apta para el consumo humano, agravándose esas situaciones cuando en períodos de sequía aumentan las extracciones.

Por estas razones, y en el contexto actual de aprovechamiento exhaustivo de recursos hídricos para abastecimiento urbano, adquiere carácter estratégico los múltiples trasvases que se realizan en España para garantizar los suministros de agua potable de ciudades como Bilbao, a través del trasvase Ceneja-Ordunte; Valencia, mediante el Júcar-Turía; Alicante, Murcia y otras ciudades del sureste ibérico, con aguas del trasvase Tajo-Segura; Campo de Tarragona con aguas del Ebro; o el abastecimiento de Palma de Mallorca que ha estado completado con el trasvase de agua del Ebro mediante buques-cisterna hasta la apertura de una planta desaladora (vid. cuadro nº 8).

La ausencia de políticas de ordenación del territorio y de normativas urbanísticas específicas, ha permitido que la expansión de las ciudades se haya realizado en muchas ocasiones mediante tipologías poco acordes con la escasez de agua. En regiones españolas donde la oferta de la potable resulta limitada es frecuente encontrar modelos de urbanización de baja densidad, con jardines, piscina propia, con consumos que superan los 500 l/hab./día, sistema de saneamiento inexistente, diseños de la red de distribución nada apropiados y costosos, con elevadas fugas. Estas disfuncionalidades han repercutido en un aumento espectacular de los niveles de gasto en muchos municipios españoles, sobre todo en aquéllos que han conocido la irrupción del turismo. Puede servir como ejemplo que, en condiciones climáticas medias, son numerosos los municipios de la Comunidad Valenciana donde se alcanzan pérdidas de agua potable en baja superior al 30 y al 40%, faltan depósitos de regulación y se padecen serios problemas de estacionalidad debido al turismo (Rico Amorós, A.M. 1998). Éstos se agravan todavía más en condiciones de sequía,

Cuadro nº 8
TRANSFERENCIAS DE RECURSOS DE AGUA EN ESPAÑA (EN HM³)

Cuenca Cedente	Cuenca Receptora
Trasvase Tajo-Segura	La cuenca del Segura ha recibido desde 1979 un volumen medio trasvasado de 263 Hm ³ /año. El máximo fue de 452 Hm ³ /año en 1996/1997.
Trasvase Tajo-Segura	La Cuenca del Júcar recibe, a través de la del Segura, unos 60 Hm ³ /año, para Riegos de Levante Margen Izquierda y para municipios conectados a la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, incluido Benidorm.
Trasvase Tajo-Segura	La cuencas almerienses orientales, adscritas a la C.H. del Sur cuentan con una concesión de 15 Hm ³ /año.
Trasvase Tajo-Segura Río Ebro	La cuenca del Guadiana-Tablas de Daimiel reciben una media de 10 Hm ³ /año. La cuenca del Ebro cede unos 200 Hm ³ /año a las del Norte II y Norte III mediante cuatro trasvases: <ul style="list-style-type: none"> • Zadorra-Arratia para aprovechamiento hidroeléctrico. • Trasvase Ceneja-Ordunte para abastecimiento del Gran Bilbao. • Trasvase Alzania-Oria para aprovechamiento hidroeléctrico. • Trasvase Ebro-Besaya.
Río Ebro	El río Ebro ha estado cediendo unos 5 Hm ³ /año para el abastecimiento de Palma de Mallorca.
Río Ebro	Las Cuencas Internas de Cataluña, a través del trasvase Ebro-Campo de Tarragona, cuentan con una dotación de 70 Hm ³ /año.
Río Júcar	El río Júcar, dentro del mismo ámbito de cuenca, cede unos 120 Hm ³ /año, al Turia, para abastecimiento del área metropolitana de Valencia.

FUENTE: Libro Blanco del Agua en España. MIMAM (1998).

cuando merman las disponibilidades de agua y falta el apoyo de otras fuentes de suministro como pueden ser captaciones de recursos subterráneos u otras no convencionales como desaladoras.

La falta de previsión explicaría las serias dificultades de suministro que padecieron durante la sequía de la primera mitad de los años ochenta más de 700 núcleos de población españoles, con Badajoz, Sevilla y Toledo como provincias más afectadas, donde se tuvo que recurrir en ocasiones al abastecimiento mediante camiones cisterna. La carencia de infraestructuras adecuadas y el aumento del consumo en combinación con la sucesión de dos años secos, en 1988 y 1989, explicaría la «sequía hidrológica» y las restricciones de suministro padecidas por las ciudades del País Vasco dependientes del sistema de embalses del Zadorra, entre las cuales se encontraban Bilbao y Vitoria. Los dos organismos supra-municipales encargados de la distribución en alta, Aguas Municipales de Vitoria, S.A. y Consorcio de Aguas del Gran Bilbao, tuvieron que aplicar fuertes restricciones a sus usuarios desde octubre de 1989 a noviembre de 1990. Fuerte dependencia hacia las aguas superficiales de los embalses del Zadorra, escasa utilización de recursos subterráneos, pérdidas en red elevadas, escasa reutilización de depuradas e infraestructuras hidráulicas poco dimensionadas para afrontar los citados años secos explican las severas restricciones padecidas por una de las regiones ibéricas con mayor disponibilidad natural de recursos hídricos (Olcina Cantos, J. 1994).

Las enseñanzas de los episodios de sequía de los años ochenta no fueron capaces de evitar que la falta de planificación volviera a manifestarse con idéntica severidad en la primera mitad de la década siguiente afectando a ciudades tan notables como Madrid, Barcelona, Sevilla, Granada, Pamplona, Burgos, Segovia o Ávila. Suele ser denominador común a todos los municipios que padecen restricciones la falta de infraestructuras, excesiva dependencia de fuentes convencionales de origen superficial y escasa presencia de subterráneas. De hecho, a principios de los noventa, según estimaciones recogidas en el Libro Blanco de las Aguas Subterráneas la cifra de habitantes atendidos con aguas hipogeas ascendía a poco más de 12 millones, lo que representaba alrededor del 31% del total, de la población española. Frente a regiones con una elevada participación de los recursos subterráneos en los abastecimientos de agua potable como Canarias (100%), Baleares (95%), Comunidad Valenciana (52%), Navarra (44%) o Andalucía (43%), se encontraban otras con presencia más reducida como Cataluña (24%), Aragón (22%), País Vasco (22%), Cantabria (10%) o Madrid (3%). De esa forma hay regiones que padecen problemas de suministro graves en situaciones de sequía pese a contar con grandes volúmenes de recursos subterráneos, lo que restringe las posibilidades de contar con suministros más regulares y estables que los dependientes de aguas epigeas.

El apartado de la gestión, sobre todo de la distribución en baja, puede también ser objeto de grandes mejoras para racionalizar los consumos y actuar con eficacia frente a episodios de sequía. En las ciudades que cuentan con empresas especializadas de capital privado o mixto a cuyo cargo, en régimen de concesión, corre el abastecimiento y depuración, se alcanzan los mayores niveles de eficacia en la gestión. En estos casos, se reducen las pérdidas en red, disminuye el índice de morosidad tanto en la factura del agua potable como en la percepción del canon de saneamiento y depuración, aumentan las inversiones en infraestructura y, en definitiva, el servicio y la gestión mejoran sustancialmente (Rico Amorós, A.M. 1998).

4.2. Actuaciones orientadas a incrementar la oferta de recursos hídricos. Depuración, desalación de aguas y aumento artificial de lluvia

A. Depuración y reutilización de aguas residuales

Durante la década de los años noventa y en vísperas del siglo XXI, ha cobrado interés creciente el empleo de fuentes no convencionales para hacer frente a problemas de escasez de agua, principalmente la reutilización de residuales depuradas y de desaladas. La entrada en vigor de la Directiva Comunitaria 271/91 sobre saneamiento y depuración o la propuesta de Directiva Marco sobre el Agua, constituyen nuevos marcos de referencia que obligan a los estados miembros de la Unión Europea a apostar por estrategias de sostenibilidad en la gestión de recursos hídricos. A partir de la consideración de la unidad del ciclo hidrológico las actuaciones a desarrollar, incluidas las que atañen a sequías, deberían integrar las fases de captación, distribución, consumo y regeneración del agua en pos de una gestión más racional y sostenible de este tipo de recursos naturales.

En el caso español, la posibilidad de reutilizar residuales está íntimamente vinculada con la disponibilidad de aguas depuradas y, por ende, con el grado de cumplimiento de la Directiva Comunitaria 271/91 sobre saneamiento y depuración que, entre otras disposiciones, establece un calendario de obligado cumplimiento según el cual antes del año 2000 deberían contar con depuradoras de tipo secundario todos los núcleos de población con más

de 15.000 habitantes equivalente²⁶. A pesar de estas disposiciones y si se acepta como nivel óptimo de depuración porcentajes entre el 70 y el 80% de los consumos totales urbanos e industriales, en España deberían depurarse alrededor de 4.500 hm³/año, cuando lo cierto es que tan sólo se trata correctamente alrededor del 50% del volumen de residuales indicado.

En el año 1995, de las 3.200 depuradoras existentes en España, tan sólo 1.135 lo eran de tipo secundario y 26 de tipo terciario o más avanzado, de forma que existían 2.065 plantas de tratamiento primario que en su mayoría no cumplían con los requisitos de la Unión Europea. En el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de 1995 se afirmaba que 28 capitales de provincia no contaban con instalaciones conformes a la citada directiva europea, hecho que revela las grandes disfuncionalidades que padecía esta etapa fundamental de la gestión de los recursos de agua potable. Por regiones, según las informaciones facilitadas por los departamentos autonómicos competentes los mayores volúmenes depurados los ofrecen Cataluña y Madrid, ambas superando los 500 hm³/año, seguidas por la Comunidad Valenciana con 300 hm³/año, Murcia con 67 hm³/año, Baleares con 66 hm³/año y Canarias con 56 hm³/año (Rico Amorós, A.M., Olcina Cantos, J., Paños Callado, V. y Baños Castiñeira, C. 1998).

Por otro lado, si conocer los volúmenes depurados en España resulta difícil todavía lo es mucho más conocer la fracción destinada a reutilización, entendiéndose ésta como un procedimiento planificado, con infraestructuras de distribución adecuadas y con normas rigurosas en el manejo del agua atendiendo a las exigencias de calidad de los usos implicados. Según nuestras estimaciones, el volumen de residuales que se reutiliza en España no alcanza siquiera los 200 hm³/año, lo que supone alrededor del 8% del volumen de aguas negras sometidas a depuración²⁷. Los vertidos a ríos, barrancos, fosas sépticas o al mar mediante emisarios submarinos son los medios más habituales para hacer desaparecer caudales depurados y sin depurar, desperdiciando así unos recursos no convencionales que tras su regeneración podrían paliar situaciones de sequía o de escasez mediante su empleo en usos múltiples como el riego de cultivos, jardines urbanos, medianas de carreteras y campos de golf o para la limpieza y baldeo de calles.

La Comunidad Valenciana, con 120 hm³/año, ocupa lugar prioritario en España en cuanto a volumen reutilizado, destacando dentro de ella la provincia de Alicante, con 62 hm³/año, lo que supone el 31% del total nacional. Siguen a esta región las de Canarias, Cataluña, Baleares y Andalucía Oriental, por este orden. Estas cifras tan exiguas en relación al volumen depurado y más aún al que se debería depurar, confirman que son todavía muchas las regiones que no consideran la reutilización de residuales como una estrategia indispensable en la gestión integral de recursos de agua y en la lucha contra los efectos de sequías. En las regiones que más disponibilidad de residuales presentan, caso de Madrid, que dispone de 650 hm³/año de residuales depuradas no existe todavía una cultura de reutilización, de forma que gran parte de estos recursos son vertidos a los afluentes del Tajo. En Cataluña, tan sólo se aprovechan 15.695.000 m³/año, lo que representa tan sólo un 3,58% del agua total tratada, destinándose a regadíos, campos de golf, jardines y, sobre

26 Habitante Equivalente es un parámetro definido por la Directiva Comunitaria 271/91 como «la carga orgánica biodegradable con una Demanda Bioquímica de Oxígeno de 5 días (DBO₅) con 60 gramos de oxígeno por día».

27 En la inauguración del Congreso Mundial de Desalación, celebrado en Madrid, en noviembre de 1997, la Ministra de Medio Ambiente señaló que en España el volumen de aguas residuales reutilizado se cifraba en 100 Hm³/año y se preveía un aumento, los próximos años, hasta alcanzar 300 Hm³/año (Vid. *Información de Medio Ambiente* n° 55. Ministerio de Medio Ambiente, p. 16).

todo, al abastecimiento de Port Aventura que tiene un consumo superior a 6 hm³/año (Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A.M. 1999).

La región española que más experiencias de reutilización de residuales acumula es la valenciana, particularmente en la provincia de Alicante, pionera en España en el aprovechamiento de aguas residuales. Desde 1980 se elevan las aguas residuales de Alicante a los regadíos de uva de mesa embolsada del Medio Vinalopó, salvando un desnivel de 400 metros mediante costosos bombeos que pueden elevar el precio del agua residual a más de 30 pts/m³ (Rico Amorós, A.M. 1994). También se emplean aguas residuales en muchos municipios de la franja costera como sucede en el riego de los cultivos de nísperos de la Marina Baja, en los regadíos bajo plástico de la antigua huerta de Alicante, de Elche, Torrevieja o el Pilar de la Horadada (Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A.M., 1996). En estos municipios, incluso durante períodos de intensa sequía, los agricultores cuentan con disponibilidades garantizadas, más aún durante el verano cuando la estacionalidad de la actividad turística eleva los consumos de agua potable y el volumen disponible de residuales depuradas.

Lejos de entablarse relaciones de conflicto por el disfrute del agua, hay ejemplos en esta región que confirman la existencia de mecanismos de solidaridad entre los usuarios agrarios y los urbano-turísticos para la gestión racional de los recursos existentes. En efecto, así sucede en la comarca alicantina de la Marina Baja, entre la Comunidad de Regantes del Bajo Algar y el Consorcio de Aguas de la Marina Baja, responsable este último de la distribución de agua potable en alta. En virtud de un acuerdo, hay ciudades turísticas como Benidorm, Alfaz del Pi, o Villajoyosa que nutren sus depósitos de agua potable con parte de las dotaciones de agua para riego (300 l/s) cedidas por los regantes, a cambio de que el Consorcio devolviese dichas aguas, una vez depuradas, a las tierras agrícolas del interior de la comarca de forma gratuita (Rico Amorós, A.M. 1996).

B. Desalación de aguas salobres y marinas

El empleo de aguas desaladas es otra de las fuentes no convencionales que suscita gran interés para afrontar problemas de escasez en situaciones de sequía. Las primeras desaladoras se construyeron en España en la segunda mitad de los años sesenta, en Lanzarote y en Ceuta, tras el desarrollo de años muy secos. Igualmente, en el verano de 1995, uno de los más secos del presente siglo en España, el Gobierno puso en marcha, por vía de urgencia, el «*Plan Metasequía*» que incluía múltiples actuaciones de emergencia contra la sequía como perforación de pozos, pequeños trasvases, abastecimiento con aguas depuradas y construcción de desaladoras. En este último caso, se proyectaron plantas para tratar agua del mar o salobre con una capacidad que oscilaba entre 40.000 m³/día y 70.000 m³/día, ubicadas en Cádiz, Sevilla, Málaga, Costa del Sol, Almería, Cartagena, Alicante, Palma de Mallorca, Ibiza y Formentera. La inversión prevista se elevaba a 40.000 millones de pesetas y el coste del agua producida alcanzaría alrededor de las 75 pts/m³. Años después, finalizado el ciclo de sequía 1992-96, tan sólo se ha inaugurado la de Palma-Calviá y están en fase de construcción las de Almería y Cartagena, mientras que de las restantes nada se sabe.

Al margen de planes y proyectos dependientes de coyunturas pluviométricas y políticas, las experiencias más importantes en el uso de aguas desaladas en España se concentran en los archipiélagos de Canarias y Baleares, y en las comunidades autónomas de Valencia, Murcia y Andalucía, donde se recurre a este tipo de recursos no convencionales

para fines de abastecimiento a poblaciones y regadíos. Según diversas estimaciones, España contaría con más de 250 plantas desaladoras, de tamaño variable, destinadas a abastecimientos urbanos, agrícolas e industriales, con una capacidad total instalada de 500.000 m³/día, de los cuales unos 260.000 m³/día corresponden a aguas marinas (vid. cuadro nº 9).

Con datos actualizados al año 1998, se puede afirmar que en España hay instaladas 76 plantas desaladoras de agua del mar, con destino al abastecimiento de poblaciones concentradas en las regiones de Canarias, Baleares, Comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía. La capacidad de producción total de 425.000 m³/día, lo que supone 146 Hm³ al año. Si todas ellas se encontrasen en pleno funcionamiento se podría abastecer a una población próxima a 1.700.000 personas, para un gasto diario calculado en 250 litros por habitante. Esta cifra supone 3,5% del total de agua del mar desalada en el mundo diariamente, y aunque en el conjunto mundial no resulta muy significativa, coloca a España a la cabeza de los procesos de desalación en Europa.

Cuadro nº 9
*CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE AGUA DESALADA EN ESPAÑA
(SITUACIÓN A DICIEMBRE DE 1996)*

Región	Total (m ³ /día)	Agua de mar (m ³ /día)	Agua salobre (m ³ /día)
ANDALUCÍA	100.950	57.650	43.300
BALEARES	53.400	22.000	31.400
CATALUÑA	31.000	0	31.000
CANARIAS	217.439	180.700	36.739
CASTILLA-La M.	12.000	0	12.000
VALENCIA	48.500	0	48.500
MURCIA	37.000	0	37.000
OTRAS	10.000	0	10.000
TOTAL	510.289	260.350	249.939

FUENTE: Cánovas Cuenca. Congreso Mundial de la IDA (1997), recogido en Rico, Olcina, Paños y Baños (1998).

A escala regional y con destino a la producción de agua potable sobresale la producción de agua del mar desalada del archipiélago canario, donde se cuenta con una larga tradición en las experiencias de desalación. A comienzos de 1998, la capacidad de producción en plantas de agua del mar y de agua salobre era en esa región de 212.240 m³/día y 98.432 m³/día, respectivamente. Conviene destacar que las aguas obtenidas mediante desalación de agua marina son el recurso principal para el abastecimiento a poblaciones en Lanzarote y Fuerteventura, al igual que en la isla de Gran Canaria donde el 90% de la población se abastece con estos recursos no convencionales. En cuanto a volumen de agua desalada para abastecimientos públicos también destacarían Ceuta, Baleares y Andalucía Oriental, mientras que Murcia y Alicante quedan pendientes de la construcción de la desaladora de Cartagena y Alicante, respectivamente.

Con destino a riego las regiones que más destacan son las de Murcia y Valencia. Tras la intensa sequía de la primera mitad de los años noventa, en la de Murcia se dispone de más de un centenar de pequeñas plantas de tratamiento de agua salobre localizadas en los municipios de Cartagena, Mazarrón, San Javier, Torre Pacheco y Los Alcázares. Un ejemplo prototípico es la planta instalada por la Comunidad de Regantes «*Virgen del Milagro*» de Mazarrón cuya puesta en marcha, en 1991, se ha beneficiado de ayudas concedidas por la Administración²⁸. Construida en una primera fase con una capacidad de 4,4 Hm³/año para riego de cultivos hortícolas —tomate, fundamentalmente—, se nutre de las aguas salobres proporcionadas por tres pozos.

También ocupa lugar destacado a escala nacional la desalación de aguas salobres en tierras valencianas, a raíz de la puesta en marcha del programa PAYDES, en la comarca alcantina del Bajo Segura, ejecutado por la Consellería de Agricultura en la primera de sus fases. Ésta ha supuesto una inversión total próxima a 4.000 millones de pesetas destinados a la construcción de 16 plantas desaladoras, con un caudal total de agua permeada que asciende a 470 l/seg, es decir, unos 14,8 Hm³/año de recurso hídrico útil destinados al riego de unas 10.000 ha.

C. La estimulación artificial de la precipitación mediante siembra de nubes

La posibilidad de alteración artificial del régimen de lluvias en una región ha sido asunto de investigación desde el decenio de los años cuarenta del siglo XX. La «*producción*» de lluvia artificial mediante la inyección a la troposfera de diferentes sustancias químicas que dinamizasen la condensación del vapor de agua ha sido objeto de muchos experimentos, llevados a cabo en territorios áridos o semiáridos, con resultados exigüos de incremento porcentual de la precipitación en varios países.

La siembra de nubes se ha empleado con una triple finalidad: suprimir el pedrisco, aumentar la cantidad de precipitación (lluvia artificial), alterar la estructura de los ciclones tropicales, paliar la aridez de un territorio y evitar las consecuencias de la disminución prolongada de lluvias en épocas de sequía. La génesis de lluvia artificial es la actuación que ahora nos interesa analizar en su desarrollo y resultados obtenidos en España durante las últimas décadas.

Partiendo del principio de que la formación de precipitación se asocia a la aparición de una fase de hielo en la nube los intentos de producir lluvia artificial sólo pueden llevarse a cabo en las ya formadas (hasta el momento no se ha conseguido generar *ex novo* nubes de lluvia). El objetivo es incrementar los núcleos de condensación que hay en una nube ya formada teniendo en cuenta que para una temperatura de -10° C una sola partícula de cada billón de entre todas las suspendidas en la atmósfera es eficaz para conseguir la nucleación del hielo. En este sentido, los ensayos principales se han producido con nubes cuya temperatura más alta es inferior a dicho valor (prácticamente todas, salvo los estratos). Las que a

²⁸ En particular esta instalación se ha beneficiado de las ayudas contempladas en el R.D. 678/1993 de 7 de mayo sobre «*Obras para la mejora y modernización de los regadíos tradicionales*», modificado por la Ley 8/1996, de 15 de enero sobre «*Medidas urgentes para reparar los efectos producidos por la sequía*» que, en su art. 10, contempla que la Administración puede subvencionar, hasta en un 60%, las inversiones previstas en los proyectos contemplados. (Vid. Gómez Espín, J. M. (1997) «El regadío en el umbral del siglo XXI: Planes de Mejora y modernización» en *Papeles de Geografía* n° 25, Departamento de Geografía, Universidad de Murcia, p. 77).

priori resultan más eficaces para llevar a cabo la siembra son altocúmulos, cúmulos y cumulonimbos.

Las primeras prácticas relevantes de siembra de nubes fueron dirigidas en 1946 por Schaefer y Langumier, que probaron a estimularlas artificialmente subfundidas con hielo seco (anhídrido carbónico sólido). El inconveniente de este elemento de nucleación es que debía de introducirse directamente en el seno de las mismas mediante el uso de aeronaves. En ese mismo año Vonnegut descubre el poder de nucleación del yoduro de plata (I_{Ag}), cuya utilización en las prácticas de siembra de nubes resultaba más barato que el método anterior puesto que además del empleo de avionetas permitía su introducción en la nube mediante quemadores situados en tierra o con cohetes. El único inconveniente de ese segundo hielógeno es que es fotosensible de manera que por cada hora de exposición pierde 10 veces la capacidad de nucleación. En Estados Unidos se difundieron las experiencias de siembra de nubes en los años cincuenta, amparadas en ocasiones por grandes empresas con intereses hidroeléctricos (General Electric).

De este decenio datan los primeros ensayos de siembra de nubes en España que se pusieron en marcha en la Cuenca del Duero y el Pirineo leridano. El Instituto Nacional de Meteorología participó también en proyectos de inseminación en el noreste de Marruecos. Todos ellos con muy pobres resultados. Los años sesenta y setenta conocen una proliferación de prácticas de siembra de nubes en diversos países desarrollados, orientadas en esta ocasión a la reducción del granizo.

El desarrollo de la agricultura comercial (frutas y hortalizas) que a nivel mundial tiene lugar en estos años motivó la puesta en marcha por parte de las autoridades agrarias y meteorológicas de estos países de experiencias antigranizo (Suiza, URSS, EEUU, Italia, Yugoslavia, Francia, Canadá). En España destaca la Campaña Experimental Antigranizo de Levante (CEAL) agrupación que garantizaba la defensa de 2,5 millones de hectáreas de las provincias de Castellón, Valencia, Alicante, Albacete y Murcia. En general los resultados de todas ellas fueron muy dispares, poco justificadores del capital material y humano que movilizaron. Lo cierto es que cuando se promulga la Ley del Seguro Agrario Combinado (1978) este tipo de prácticas dejaron de realizarse en la mayoría de territorios españoles donde existían agrupaciones de defensa contra granizo. No obstante no faltaron nuevas pruebas de siembra de nubes para la estimulación de las lluvias como la que se realizó en Canarias los años 1975 y 1976, y la llevada a cabo a comienzos de los años ochenta en el denominado Proyecto de Intensificación de la Precipitación (PIP), auspiciado por la OMM en el que se escoge como países piloto a Australia y España, en particular la provincia de Valladolid, con resultados muy deficientes. Nuevas prácticas de siembra de nubes tuvieron lugar en Canarias entre 1983 y 1985, con similares frutos.

Desde mediados de este decenio las experiencias de modificación artificial de la lluvia caen en descrédito a la vista de los escasos incrementos obtenidos aunque se retoman en los años noventa, en un nuevo intento de dar una respuesta a la sociedad de aquellas regiones que vuelven a padecer períodos de sequía con consecuencias disfuncionales en las ciudades, zonas turísticas y agrarias. A nivel mundial se desarrollan experiencias en Rusia, Georgia, Italia y los Estados Unidos. Así, por ejemplo, en Italia la asociación Tecnagro lleva a cabo proyectos de estimulación de lluvia en la región de Apulia donde se consigue un incremento entre 1 y 3 mm/hora, en la zona de siembra una hora después de la misma.

Como conclusión de todas estas experiencias de estimulación artificial de lluvia puede señalarse que los resultados no son muy esperanzadores. El esfuerzo económico no justi-

fica los mediocres efectos pluviométricos que en contadas ocasiones han obtenido estas actuaciones. En tierras como el sureste ibérico la siembra de nubes sólo podría ser eficaz, a favor de condiciones atmosféricas muy concretas, en nubes del tipo altocúmulus congestus puesto que la siembra de cúmulus o cumulonimbus con avionetas es sumamente peligrosa dada la enorme cantidad de energía que se libera en las nubes de desarrollo vertical durante jornadas potencialmente inestables. La propia OMM no tiene muy claro los beneficios de estos intentos en su informe publicado en 1955 señalaba lo siguiente *«en nuestra opinión no ha sido demostrado en forma indudable que las operaciones de siembra puedan producir un aumento neto en la precipitación y parece ser que, al menos, la mayoría de las afirmaciones realizadas en otras publicaciones y en los periódicos no tiene fundamentación adecuada»*. Con posterioridad, a finales de los años sesenta otro documento señalaba que de 23 proyectos de siembra de nubes, sólo 6 han demostrado un incremento significativo de lluvia, 10 han tenido el efecto contrario y 7 tuvieron resultados dudosos. Por último en 1992, una nueva declaración oficial concluía afirmando que *«el balance de las diversas actuaciones sobre hidrometeoros confirma el éxito en la disipación de nieblas, mientras el de otras tentativas (supresión de granizo, incremento de precipitaciones y modificación de la estructura de los ciclones tropicales) queda en tela de juicio»*.

C.1. Controversias surgidas en algunas regiones españolas por la utilización de métodos estimuladores-dispersadores de las tormentas

Junto a los intentos de estimulación artificial de lluvia mediante siembra de nubes la polémica surgida en los últimos años en diversas regiones españolas (Comunidad Valenciana, Murcia, Andalucía, Castilla-León) por el vuelo de avionetas en determinadas jornadas está protagonizada por agricultores que achacan la falta de lluvia en sus campos en días nubosos al uso de esta técnica que dispersaría las tormentas para evitar la precipitación en parcelas con cultivos hortícolas de ciclo manipulado y frutales. El mecanismo por tanto sería el mismo que el señalado para la estimulación artificial de lluvia, sin embargo la siembra de nubes con sustancias hielógenas se emplearía aquí para desviar el rumbo de las tormentas y evitar así la lluvia en sectores concretos con estas variedades de agricultura comercial. Así, en opinión de las agrupaciones agrarias, pequeños agricultores y vecinos de las áreas afectadas el uso de avionetas para dispersar las tormentas parece haberse convertido en práctica utilizada con cierta asiduidad por compañías cosechero-exportadoras de hortalizas y frutales de regadío para evitar la caída de lluvia *in situ* sobre las parcelas de cultivo por el deterioro que puede producirse. Ello provoca reacciones airadas de agricultores tradicionales, reflejadas en pintadas en casetas de campo (p.e. en el Campo de Lorca) y noticias de prensa²⁹, que estiman que estas prácticas llegan a menguar de modo significativo las lluvias en esos territorios con el consiguiente perjuicio para sus cosechas. Lo cierto es que este tipo de actuaciones no ha demostrado gran efectividad y a lo sumo pueden modificar la localización de foco pluviométrico de una nube pero no la cantidad total de lluvia que se recibe en esa zona. Consecuentemente no se puede afirmar que el vuelo de avionetas con sustancias hielógenas produzca un aumento de la escasez de precipitaciones sobre un territorio, pero sí cambios en su distribución espacial.

²⁹ El diario La Verdad (edición Alicante) recogía el pasado 6 de octubre de 1999 la noticia de la interposición de una denuncia por parte de la organización agraria COAG contra el uso de avionetas en diversos municipios de la provincia de Alicante (comarcas de L'Alacantí, L'Alcoia, Alto y Medio Vinalopó).

En definitiva, sobre esta cuestión pueden realizarse las siguientes consideraciones:

- El empleo de métodos artificiales para la generación de lluvias ha sido práctica auspiciada por organismos meteorológicos o agrarios de los países desarrollados e incluso por la propia Organización Meteorológica Mundial con objeto de indagar sus efectos pluviométricos en territorios poco favorecidos por la propia precipitación natural. Estas actuaciones estarían, pues, justificadas como proyectos de investigación que, por lo demás, a nivel mundial no han dado resultados evidentes que permitan justificar las elevadas inversiones necesarias para poner en práctica actuaciones a gran escala. Además no sería bien entendido que el organismo internacional que tiene la misión de velar por el sistema climático planetario evitando que la actividad humana pueda alterar su normal funcionamiento, justifique, sin más, actuaciones tendentes a modificar las condiciones pluviométricas y, en definitiva, los rasgos climáticos de un territorio en lo que realmente sería un cambio local o regional de imprevisibles consecuencias para los espacios geográficos próximos.
- Cuestión distinta es el empleo de sustancias hielógicas mediante el uso de aviones con el fin de dispersar las tormentas. En el ordenamiento jurídico español estas prácticas están prohibidas y castigadas con referencia al menos a dos textos legales. Así, el Código Penal vigente (Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre) señala en su artículo 325, incluido en el capítulo III —«*De los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente*»—, que «*será castigado con las penas de prisión de 6 meses a 4 años, multa de ocho a veinticuatro meses e inhabilitación especial para profesión u oficio por tiempo de uno a tres años el que, contraviniendo las Leyes u otras disposiciones de carácter general protectoras del medio ambiente, provoque o realice directa o indirectamente emisiones, vertidos, radiaciones, extracciones o excavaciones, aterramientos, ruidos, vibraciones, inyecciones o depósitos, en la atmósfera, el suelo, el subsuelo, o las aguas, terrestres, marítimas o subterráneas...*». Por su parte, en la considerada primera ley española de protección medioambiental, la Ley 38/1972 de protección del ambiente atmosférico, se indica que «*se entiende por contaminación atmosférica, a los efectos de esta Ley, la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia para las personas y bienes de cualquier naturaleza*». De ahí que en los últimos años se hayan multiplicado las denuncias en relación con este asunto³⁰.

Bibliografía

- Agencia Europea del Medio Ambiente (1998): *Medio Ambiente en Europa. El informe Dobris*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 678 pp.
- ALMARZA, C., CHAZARRA, A. y PERAZA, B. (1999): «Adaptación del S.P.I. para el análisis de la variabilidad intra-anual de periodos secos» en *La Climatología española en los albores del siglo XXI* (Raso Nadal, J. M. y Martín Vide, J., eds.) Publicaciones

³⁰ Referencias a la existencia de un informe del Seprona de Murcia en el que se manifiesta la puesta en marcha de este tipo de prácticas. Por su parte, en Alicante, la agrupación Bloc-Els Verds han reclamado información del pleno de la Diputación provincial sobre la cuestión del vuelo de avionetas y su posible implicación en la escasez de lluvias registrada en algunos territorios de las tierras alicantinas han sido publicadas en el diario Información de 3 de noviembre de 1999.

- de la Asociación Española de Climatología. Serie A, nº 1, Ed. Oikos-Tau, Barcelona, pp. 25-31.
- BARRIENDOS, M. y DANNECKER, A. (1999): «La sequía de 1812-1824 en la costa central catalana. Consideraciones climáticas e impacto social del evento» en *La Climatología española en los albores del siglo XXI* (Raso Nadal, J. M. y Martín Vide, J., eds.) Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A, nº 1, Ed. Oikos-Tau, Barcelona, pp. 53-61.
- BELMONTE SERRATO, F., ROMERO DÍAZ, A. y LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1999): «Efectos sobre la cubierta vegetal, la escorrentía y la erosión del suelo, de la alternancia cultivo-abandono en parcelas experimentales», *Investigaciones Geográficas*, nº 22, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 95-107.
- BESANCENOT, J.P. (1991): *Clima y turismo*. Ed. Masson. col. Geografía, Barcelona, 223 p.
- CLAUSSE, R. ET GUEROUT, A. (1955): «Le durée des précipitations, indice climatique ou élément de climatologie touristique», *La Météorologie*, 37, pp. 1-9.
- DE MIGUEL, A. (1999): «Lluvia a gusto de casi todos», artículo de opinión publicado en el diario *La Razón*. Madrid, 7 de noviembre de 1999.
- DE PRADA, C. (1995): *Tierra quemada. Políticos y empresarios contra la naturaleza: el negocio verde*. Ed. Temas de Hoy, Madrid, 306 p.
- FRONTANA GONZÁLEZ, J. (1998): «El agua y sus repercusiones territoriales en la Costa Granadina», en *Cuadernos Geográficos*, nº 28, Universidad de Granada, pp. 235-260.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. y GARCÍA VEGA, C. (1989): «La sequía y el clima en España», en *Calendario Meteorológico 1989*. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid, pp. 188-198.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, J. (dir) (1995): *Medio ambiente y desarrollo rural*. Fundación Duques de Soria, Grupo Endesa y Universidad de Valladolid, Valladolid, 187 p.
- GIL OLCINA, A. (1989): «Aridez, riego localizado y agricultura de vanguardia en el litoral murciano de Águilas» en *Los paisajes del Agua* (libro jubilar dedicado al profesor Antonio López Gómez), Universitat de València, Universidad de Alicante, pp. 213-222.
- GIL OLCINA, A. (1995): «Desequilibrio de recursos hídricos y planteamiento de trasvases en territorio valenciano» en Coloquio sobre *Planificación Hidráulica en España*. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante y Fundación Cultural CAM. Alicante, pp. 399-430.
- GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A., eds. (1995): *Planificación Hidráulica en España*. Fundación Caja del Mediterráneo, Alicante. 430 pp.
- GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A. eds. (1999) *Los usos del agua en España*, Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía. Alicante, 681 pp.
- GÓMEZ ESPÍN, J. M. (1997): «El regadío en el umbral del siglo XXI: Planes de Mejora y modernización» en *Papeles de Geografía* nº 25, Departamento de Geografía, Universidad de Murcia.
- LÓPEZ SANZ, G. (1997): «El regadío en La Mancha occidental y Campo de Montiel» en *La gestión de agua de riego*. Edit. Fundación Argentaria, Madrid, pp. 33-72.
- MACÍAS PICAVEA, R. (1899): *El problema nacional*. Introducción por Andrés de Blas Guerrero, Biblioteca Nueva, (Colección dirigida por Juan Pablo Fusi, 1996), Madrid, 334 pp.
- MALLADA, L. (1882): *La futura revolución española y otros escritos regeneracionistas*. Introducción por Francisco J. AYALA-CARCEDO y STEVEN L. DRIEVER, Biblioteca Nueva, (Colección dirigida por Juan Pablo Fusi, 1998), Madrid, 331 pp.

- MARCO MOLINA, J. A., OLCINA CANTOS, J. PADILLA BLANCO, A. y RICO AMORÓS, A.M. (1996): «Abandono de terrazas de cultivo: recolonización vegetal y erosión en el sureste peninsular», *IV Reunión de Geomorfología* (Grandal d'Anglade, A. y Pagés Valcarlos, J. edits.) Sociedad Española de Geomorfología. A Castro, pp. 133-146.
- MARTÍN VIDE, J. (1996): «Decálogo de la pluviometría española», *Clima y Agua. La gestión de un recurso climático*. III Reunión Nacional de Climatología (Marzol Jaén, M.V. et alt. eds.). Grupo de Climatología de la A.G.E. La Laguna, Tenerife, pp. 15-24.
- Ministerio de Industria y Energía y Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1995): *Libro Blanco de las Aguas Subterráneas*, Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente (1998): *Libro Blanco del Agua en España*, Madrid, diciembre, 855 pp.
- MORALES GIL, A. (1994): «La ordenación del territorio en el sureste peninsular», en *Medio Ambiente y Ordenación del territorio*, Universidad de Valladolid-Fundación Duques de Soria, Valladolid, pp. 125-143.
- MORALES GIL, A. (1995): «Déficit de agua y demanda de transferencias en la Cuenca del Segura» en Coloquio sobre *Planificación Hidráulica en España*. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante y Fundación Cultural CAM., Alicante, pp. 379-398.
- MORALES GIL, A. (1996): «Escasez y rentabilidad del agua en el Sureste de España: agricultura de vanguardia, huertas tradicionales, nuevos regadíos y medio ambiente en el valle del Segura», en *Medio Ambiente y crisis rural*, Universidad de Valladolid-Fundación Duques de Soria, Valladolid, pp. 131-157.
- MORALES GIL, A. (1997): *La horticultura de ciclo manipulado en España*. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante, Alicante, 128 pp.
- MORALES GIL, A. (1999): «El consumo agrícola de agua. Sus modalidades y trascendencia socioeconómica actual». *Los usos del agua en España* (Gil Olcina, A. y Morales Gil, A., edits.), Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo, pp. 49-77.
- MORALES GIL, A. y VERA REBOLLO, J. F. (1989): *La Mancomunidad de los Canales del Taibilla*. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante. Academia Alfonso X El Sabio, Alicante, 132 pp.
- MORALES GIL, A. y MARCO MOLINA, J.A. (1995): «Terrazas de cultivo abandonadas en el sureste peninsular: Aspectos evolutivos», *Investigaciones Geográficas* nº 13, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 81-90.
- MORALES GIL, A.; RICO AMORÓS, A. y OLCINA CANTOS, J. (1996): «Enseñanzas de la sequía en el sureste ibérico» en *Clima y agua. La gestión de un recurso climático* (Marzol, M^a. V., Dorta, P. y Valladares, P., eds.), III Reunión Nacional de Climatología. La Laguna, pp. 211-223.
- OLCINA CANTOS, J. (1994): *Riesgos climáticos en la Península Ibérica*, Ed. Penthalon, Madrid, 415 pp.
- OLCINA CANTOS, J. y RICO AMORÓS, A.M. (1996): «Escasez de recursos hídricos, depuración y utilización de aguas residuales en los regadíos del litoral valenciano». En *VIII Coloquio de Geografía Rural*, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, Jaca, pp. 528-543.
- OLCINA CANTOS, J. y RICO AMORÓS, A. (1999): «Recursos de agua «no convencionales» en España. Depuración y desalación», en *Los usos del agua en España* (Gil

- Olcina, A. y Morales Gil, A. eds.), Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía. Alicante, pp. 203-252.
- Organización Mundial del Turismo y Organización Meteorológica Mundial (1998): *Handbook on natural disaster reduction in tourist areas*, Madrid, 121 pp.
- PEJENAUTE GOÑI, J.Mª. (1990): «Estudio del período seco otoño-invierno 1988-89 en Navarra», en *Notas y Estudios de Ciencias Sociales*, III, U.N.E.D. Centro Asociado de Navarra, Pamplona, pp. 97-130.
- RICO AMORÓS, A. (1994): *Sobreexplotación de aguas subterráneas y cambios agrarios en el Alto y Medio Vinalopó (Alicante)*. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Excma. Diputación de Alicante, Murcia, 276 p.
- RICO AMORÓS, A.M. (1996): «Depuración y reutilización de aguas residuales en el litoral alicantino». En *Papeles de Geografía* nº 23-24, Universidad de Murcia, pp. 245-261.
- RICO AMORÓS, A. (1998): *Agua y desarrollo en la Comunidad Valenciana*. Edit. Universidad de Alicante, Alicante, 163 pp.
- RICO AMORÓS, A., OLCINA CANTOS, J., PAÑOS CALLADO, V. y BAÑOS CASTIÑEIRA, C. (1998): *Depuración, desalación y reutilización de aguas en España*. Ed. Oikos-Tau, Barcelona, 255 pp.
- RULLÁN SALAMANCA, O. y RODRÍGUEZ-PEREA, A. (1999): «Los problemas de abastecimiento de agua en las Islas Baleares», en *Los usos del agua en España* (A. Gil Olcina y A. Morales Gil, eds.) Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 615-643.
- VERA REBOLLO, J.F. y MARCO MOLINA, J.A. (1988): «Impacto de los usos del suelo y erosión en cuencas vertientes del sur del País Valenciano», *Investigaciones Geográficas* nº 6, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 7-31.
- VERA REBOLLO, J.F. y RICO AMORÓS, A.M. (1995): «Los sistemas de abastecimiento de agua potable en un espacio turístico y residencial: la Costa Blanca». En *Agua y Espacios de Ocio*, Universidad de Alicante y Fundación CAM, pp. 105-149.
- VV.AA. (1995) *Curso sobre sequías en España*, CEDEX, Madrid.
- VON WEIZSÄCKER, E.U., HUNTER LOVINS, L. y LOVINS, A.B. (1997): *Factor 4. Informe al Club de Roma*, Edit. Galaxia Gutenberg, Círculo de Lectores, Barcelona, 429 p.
- ZAMORA PASTOR, R. (1999): «Análisis de los períodos de sequía en Orihuela a lo largo del siglo XIX, a partir de los registros de las rogativas «pro lluvia» en *La Climatología española en los albores del siglo XXI* (Raso Nadal, J.M. y Martín Vide, J., eds.) Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A, nº 1, Ed. Oikos-Tau, Barcelona, pp. 571-578.