

Resumen

La escasez de agua es un problema en las regiones áridas, que condiciona su desarrollo. Para resolverlo es necesaria una gestión hídrica coherente, moderna y a largo plazo, utilizando los más modernos avances tecnológicos. Obliga a un esfuerzo continuado del conjunto de la población. Es, ante todo, una cuestión técnica, después económica y social y, finalmente, política. El regadío, imprescindible en dichas zonas, está recibiendo fuertes ataques en los últimos años, por ser el mayor usuario de agua. Los esfuerzos que se están efectuando para mejorar instalaciones y aplicaciones de riego, buscando ahorrar agua, deben, por un lado, reconocerse y, por otro, continuar para lograr su sostenibilidad y rentabilidad en un contexto mundial muy competitivo. La utilización, a gran escala, de aguas regeneradas es una parte muy importante del conjunto de soluciones que pueden ayudar a resolver esta problemática.

Guillermo Castañón Lion

Doctor Ingeniero Agrónomo.
Profesor titular de la UPM.
Vocal del Comité de Ingeniería y Desarrollo Sostenible (CIDES) del Instituto de la Ingeniería de España.

1. Introducción

Por muy diversas razones, el agua es un tema de palpitante actualidad en todo el mundo. Y no es nuevo, como lo confirman numerosos textos, como los de la Biblia, demostrando que este problema perdura desde, prácticamente, el origen del hombre.

En el Génesis, la palabra agua se emplea en todos los días de la creación, menos en el cuarto. Todos conocemos las grandes infraestructuras hidráulicas árabes, muchas perduran hasta nuestros días. Y para finalizar esta breve reseña, recordar que Alfonso X informaba de una gran sequía de 26 años de duración y en la que se secaron todos los ríos, excepto el Guadalquivir y el Ebro.

El Segundo Foro Mundial del Agua, celebrado en 2001, entre otros aspectos de interés, determinó que la finalidad que se debe alcanzar es:

«Un mundo en que todos los habitantes tengan acceso a fuentes de agua seguras y suficientes para satisfacer sus necesidades, entre ellas la alimentación, manteniendo, al mismo tiempo, la integridad de los ecosistemas acuáticos.»

Para lograrlo se propusieron las siguientes acciones mundiales para el agua:

- Gestionar el agua de manera responsable.
- Valorar el agua.
- Repartir y distribuir el agua disponible.
- Gestionar los riesgos.
- Asegurar la alimentación.
- Proteger los ecosistemas.
- Satisfacer las necesidades fundamentales.

Es evidente que algunas de estas acciones se van cumpliendo en ciertas zonas de nuestro planeta, pero no en otras, según el desarrollo de las mismas. Y no debemos olvidar que dicha agua es un factor fundamental para dicho desarrollo. En España el tema tiene primordial importancia. Se intenta buscar, desde hace muchos años, una solución a la problemática de la falta de agua, sin que, por el momento y por diversas causas, se haya llegado a una solución satisfactoria.

2. Gestión del agua

Es la primera acción preconizada. Se entiende por gestión del agua un conjunto de acciones dirigidas a lograr la máxima racionalización en la defensa, conservación y mejora del medio acuático. Es, ante todo, un problema técnico, luego económico y social, y, sólo finalmente, una cuestión política, aunque, por desgracia, muchas veces no se respeta este orden, lo que no suele ayudar a encontrar la mejor solución.

Todos conocemos su importancia, si queremos disponer de las cantidades hídricas necesarias en cada caso, para permitir el buen funcionamiento de muchas acciones y actividades. Además se conservará la calidad de dicha agua, que se suele deteriorar en caso de mala gestión. Y es importante recordar que dicha calidad puede condicionar su utilización.

Mucho se ha escrito y se seguirá escribiendo sobre el tema, pero solamente queremos recalcar dos aspectos que consideramos fundamentales.

Por un lado, la gestión del agua debe hacerse a nivel nacional y no a nivel autonómico, atendiendo a principios de solidaridad, como lo indica nuestra Constitución. De todos es conocido el artículo 149, que indica que el estado tiene competencia «cuando las aguas discurren por más de una Comunidad Autónoma.» Pero también conviene recordar que el artículo 45.2 dice: «Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.»

Por otro, también debe hacerse a largo plazo, muy superior a los cuatro años que duran las legislaturas, buscando la solución a un grave problema. Para lograrlo es necesario un esfuerzo conjunto de todos nosotros, continuado en el tiempo y utilizando adecuadamente las nuevas tecnologías, así como los conocimientos de técnicos de reconocido prestigio, pero independientes política y económicamente.

2.1. Nuevas fuentes de agua

Estas nuevas tecnologías han hecho que la obtención de nuevos recursos tenga, únicamente, una limitación económica. Lo que debe quedar claro, en la actualidad, es que el binomio agua-energía es difícil de separar.

Sin entrar en consideraciones económicas sobre el coste de dicha agua, se debe tener en cuenta que el consumo humano puede pagar precios mucho más elevados que el agrícola o industrial. A este respecto, conviene recordar, por un lado, que el agua de boca, en nuestro país, es mucho más barata que en la mayoría de naciones europeas. Y, por otro, que las producciones de nuestros regadíos deben ser competitivos en un mercado mundial, cada vez más globalizado y agresivo. (Ver apartado 3.1)

Para obtener nuevos suministros, los esfuerzos se dirigen a tres posibilidades:

- Trasvases.
- Desalación.
- Reutilización de aguas regeneradas.

Las dos primeras están provocando grandes polémicas, que sobrepasan los planteamientos técnicos para alcanzar los políticos, con enfrentamientos entre los dos grandes partidos y con los consecuentes cambios en el Plan Hidrológico Nacional (PHN). Queremos únicamente indicar que ambas posibilidades son perfectamente compatibles, lo que parece de sentido común que, por desgracia, es el menos común de los sentidos. La tercera debe ser objeto de una especial atención, pues no sólo logra un beneficio medioambiental, sino que, localmente ofrece grandes perspectivas de desarrollo. Por su interés, trataremos el tema más adelante.

2.2. Nuevo modelo de gestión

La gestión moderna necesita un cambio en nuestra mentalidad, unas actuaciones para mejorar el uso del agua, utilizando las nuevas tecnologías, unos cálculos del coste de todas estas medidas y, finalmente, en ciertos casos, un cambio jurídico. Además, la puesta en marcha de la Directiva Marco del Agua va a operar un cambio muy importante en dicha gestión, considerando el agua no sólo como un recurso económico, sino también ambiental, con participación de los agentes sociales.

Tradicionalmente, en nuestro país, se efectuaba una gestión de las infraestructuras hidráulicas, que son el sistema tradicional para disponer de agua en las regiones semiáridas y áridas, almacenando la escorrentía de las lluvias en los periodos húmedos. Se buscaba, sobre todo, una correcta distribución del agua disponible, evitando pérdidas. Pero el crecimiento de la población y del nivel y calidad de vida han aumentado las necesidades de agua. Por ello se debe efectuar una gestión de la demanda, acorde con las disponibilidades, evitando su despilfarro, pero, al mismo tiempo, buscando nuevas fuentes, cada vez más necesarias.

Es necesario que cambiemos la tradicional pregunta: ¿cuánta agua necesito para efectuar una instalación?, por ¿de cuánta agua dispongo? Ahora bien, para ello, es necesario conocer con exactitud nuestras disponibilidades, es decir medir y controlar el agua, lo que todavía no está completamente conseguido. Pero este nuevo enfoque no debe hacer olvidar el tema de dichas infraestructuras. Se construyeron numerosos pantanos y embalses para regulación hidráulica en las décadas centrales del pasado siglo, que son los que nos permiten disponer de tan preciado elemento. Existen más de 1.200 embalses, que regulan 53.520 hm³, aunque no siempre estén llenos, lo que provoca la escasez hídrica que todos conocemos.

Se debe tener en cuenta que las grandes obras hidráulicas son necesarias como fuente de agua en nuestras condiciones climáticas. Y no se puede decir que se trata de un enfoque únicamente *productivista* y, hoy en día, insostenible.

Actualmente en España las infraestructuras conocen un gran desarrollo (carreteras, ferrocarril, vivienda, etc.). Sin embargo, las de tipo hidráulico no se siguen construyendo, y, más bien, se tiende a destruir algunas, buscando la protección y conservación de ciertas especies animales, que se consideran perjudicadas. Es evidente que dichas ideas, siempre que se demuestre la veracidad de las mismas, son muy respetables. Pero, como acabamos de decir, las grandes obras hidráulicas son necesarias. Y no debemos olvidar que existe una especie animal a la que es necesario ayudar a mejorar su calidad de vida: el hombre.

El disponer de un mercado del agua puede ayudar a la gestión hídrica en caso de grandes penurias. Es una solución adoptada con éxito en ciertos países, el más conocido es el caso de EEUU. En España se ha utilizado, excepcionalmente, en caso de grandes sequías, como la de 2006. Esta solución ha satisfecho a cedentes y adquirentes, pues el precio pactado aportó beneficios a ambos.

Dicho mercado necesitaría ciertos ajustes legales, entre otros de la Ley de Aguas, Ley 29/1985, que en sus artículos 61, 62 y 63 trata de las concesiones. La ley 46/1999, de 13 de diciembre, modifica parcialmente la Ley de Aguas de 1985, regulando un posible control de derechos de uso. Entre otras argumentaciones, dice:

«En este sentido, la experiencia de la intensísima sequía padecida por nuestro país en los primeros años de la década final de este siglo, impone la búsqueda de soluciones alternativas que, con independencia de la mejor reasignación de los recursos disponibles, a través de mecanismos de planificación, permitan, de un lado, incrementar la producción de agua mediante la utilización de nuevas tecnologías, otorgando rango legal al régimen jurídico de los procedimientos de desalación o de reutilización, de otro, potenciar la eficiencia en el empleo del agua para lo que es necesario la *requerida flexibilización del régimen concesional, a través de la introducción del nuevo contrato de cesión de derechos al uso del agua*, que permitirá optimizar socialmente los usos de un recurso tan escaso y, por último, introducir políticas de ahorro de dicho recurso.»

Para que sea efectivo, este mercado debe cumplir do condiciones esenciales:

- Utilizarse sólo en situaciones de extrema sequía o déficit hídrico.
- Las condiciones de la cesión o venta deben pactarse, directamente, entre cesionario y adquirente, sin la intervención de ningún intermediario, de tal manera que el acuerdo satisfazga a ambos.

Por desgracia, hasta hoy, por muy diversas causas, como pueden ser la ausencia de normativa, o las diferencias entre administraciones y los conflictos entre Comunidades Autónomas, no se dan las circunstancias apropiadas para esta posibilidad.

Evidentemente una correcta gestión del agua no es fácil, ni se puede improvisar alegremente. La experiencia de situaciones anteriores debe servir para evitar fallos que, a veces, se repiten reiteradamente. Un ejemplo, a mi juicio, de poca acertada gestión del agua, es el abastecimiento a la zona urbana de Barcelona.

En dicha zona existe un déficit hídrico conocido y, para solucionarlo, el PHN de 2001 preveía trasvasar agua del Ebro. Los cambios del año 2004, anulando el trasvase, impidieron resolver el problema. La falta de lluvias durante 2007 y primeros meses de 2008, hicieron que la Generalitat aumentase la presión política sobre este tema, urgiendo su resolución. Por la premura de tiempo, el Gobierno improvisó diferentes posibilidades, todas ellas con denominaciones extrañas e incluso divertidas, para no usar la palabra trasvase. Las alternativas consideradas fueron: llevar agua desde el Ebro, desde el Segre, desde el Ródano, con previsibles complicaciones internacionales e incluso desde la desaladora de Carboneras (Almería). Esta última solución se puede considerar el anti-trasvase, demostrando, además, que el alto precio de dicho proceso lo convierte en prácticamente inviable para el regadío. Finalmente, las abundantes lluvias de junio de 2008 hicieron que no fueran urgentes dichas obras y, según parece, el suministro se efectuará con agua marina desalada, cuando se construya la correspondiente instalación.

De lo que acabamos de escribir, en definitiva, se puede resaltar que la gestión del agua debe buscar, fundamentalmente, su correcta conservación, mediante una serie de actividades cuya finalidad sea:

- la mejora de la eficiencia de utilización;
- la reducción de la demanda; y,
- el aumento de las disponibilidades.

Estas acciones deben realizarse de forma continua y no solamente en caso de falta de lluvias, las recurrentes sequías, olvidando el tema cuando vuelven las precipitaciones.

Sobre la sequía, mal tradicional de muchas regiones españolas, conviene hacer algunas consideraciones.

2.3. Aridez y sequía

Es evidente que la falta de lluvia y, en consecuencia, de agua tiene una gran importancia en nuestro país, especialmente en la agricultura de regadío de muchas regiones áridas. Pero es necesario distinguir entre aridez y sequía.

El «Plan especial de alerta y eventual sequía en las distintas Confederaciones Hidrográficas», del Ministerio de Medio Ambiente define la sequía como:

«Fenómeno hidrológico, en extremo impredecible, que supone una disminución coyuntural significativa de los recursos hídricos durante un periodo temporal suficientemente prolongado, que afecta a un área extensa, puede impedir cubrir las demandas al cien por cien y tiene consecuencias económicas adversas.»

Sobre este punto, el *Libro Blanco del Agua* hace un repaso de los diferentes factores que pueden intervenir a la hora de definir qué es una sequía y las diferentes interpretaciones que se dan:

«La sequía constituye un fenómeno hidrológico para cuya definición no existe un acuerdo generalizado entre los diversos especialistas. Suele caracterizarse en términos de precipitación o de aportación fluvial en determinados periodos de tiempo, o en función de las reservas almacenadas en embalses, con las evidentes limitaciones de todas estas interpretaciones.

Por otra parte, en muchas ocasiones el fenómeno de la sequía se sustituye y confunde con otros conceptos con los que presenta una cierta relación, como son la aridez o la escasez de agua. Si se considera la sequía simplemente como un fenómeno que produce una falta de agua, se estaría olvidando uno de sus aspectos más característicos: su anormalidad, es decir, su carácter de hecho no acostumbrado. En efecto, si esta falta de agua es considerada habitual en una región, se produce una situación de aridez y no de sequía...».

En otras ocasiones se relaciona la sequía con la oferta y demanda. Así, el Plan Hidrológico del Guadalquivir define la sequía como «una situación en la que los recursos acumulados no son suficientes para atender a las demandas»

En general, se puede decir que cada Plan Hidrológico de Cuenca define la sequía de manera diferente. Todo ello no hace más que corroborar la dificultad en diferenciar si la falta de agua es debido a la sequía o a la aridez.

El considerar la relación entre demanda y sequía tiene gran importancia e interés. Por ejemplo, en el desierto no existe sequía pues no hay demandas. Sin embargo, en nuestro país, las demandas hídricas, por diversas causas, conocen un gran aumento, por lo que el término sequía se emplea cada vez más.

Sea cual sea la causa, la falta de agua representa un grave problema en casi toda España, dificultando el desarrollo, sobre todo rural, de muchas regiones. Sobre este punto hay una práctica unanimidad.

3. Importancia del regadío

En las acciones mundiales anteriormente citadas, hay un punto, asegurar la alimentación, en el que el regadío está directamente involucrado. Las plantas, organismos vivos, necesitan agua para poder crecer. En zonas áridas, al no disponer de aportes naturales regulares durante su ciclo fenológico, es necesario recurrir al riego para asegurar la producción.

De todos es conocida la escasez de alimentos existente en ciertas partes del mundo, causada, entre otras razones, por la falta de agua para poder producirlos. Y no podemos olvidar que, actualmente, somos más de 6.300 millones de seres humanos y que, en el año 2050, seremos unos 9.000 millones. Además, se debe tener en cuenta que, sin agricultura, no se podría alimentar a más del 10% de la población mundial.

Sin querer entrar en controversias entre secano y regadío, recordar que éste último es necesario para poder cultivar y disponer de productos alimentarios en zonas áridas, mientras que en otras representa una mayor productividad de las cosechas.

En nuestro país, el Plan Hidrológico Nacional indica que, por término medio, una hectárea de regadío produce seis veces más que una de secano y genera una renta cuatro veces mayor. El regadío español, especialmente en los últimos años, como completaremos más adelante, es atacado con frecuencia. Se le acusa de ser el mayor usuario de agua de todos los países europeos. Pero ello se debe a que somos, después de Francia, el país con más superficie, sometido, además, a un clima mediterráneo. En la Tabla 1 se indica que en el Sur de Europa, zona donde está más desarrollado el regadío, no somos la nación con mayor porcentaje de superficie regada sobre la cultivada y que existen otros países con mucha mejor pluviometría y parecidos porcentajes, buscando, como ya se ha dicho, mayor productividad de las cosechas.

En nuestro planeta, según datos de la FAO, existe un potencial de 402 millones de hectáreas de regadío, existiendo solo 202 millones puestas en riego en el año 2002. Dicho organismo ha advertido que, en las próximas tres décadas, el regadío debe aumentar su superficie al menos un 30%, sobre todo en zonas africanas y asiáticas, para asegurar la alimentación.

A este respecto, los delegados de 56 países de la Comisión Internacional de Riegos y Drenajes, efectuaron la Declaración de Pekín, durante el XIX Congreso, celebrado en dicha ciudad en septiembre de 2004 sobre el tema: «El Uso del Agua y del Territorio para la Seguridad Alimenticia y el Mantenimiento del Medio Ambiente». En ella se decía, entre otros interesantes temas, lo siguiente:

«El riego jugará un papel mayor y más fiable que en el pasado para cubrir las futuras demandas de alimentos. El objetivo deberá ser lograr «*Producir más Alimentos con Menos Gotas*». Esto será posible con los avances de la tecnología, la modernización, la mejor gestión del riego y, donde sea de aplicación, de los sistemas de drenaje.»

Tabla 1. Superficie de regadío y peso sobre la total cultivada

País	Superficie en regadío (ha)	Sup. regada / Total superficie cultivada
Grecia	1.328.000	37,60%
Italia	2.649.000	22,85%
Portugal	626.000	19,93%
España	3.488.000	17,56%
Dinamarca	450.000	17,11%

Fuente: FENACORE.

«El mayor reto para los profesionales que trabajan en el campo del riego, el drenaje y el control de inundaciones, reside en su capacidad para proyectar, explotar y mantener una nueva generación de métodos eficientes de gestión del agua, al tiempo que mantienen los ecosistemas y el medio ambiente. Los enfoques integrados en el sector deben ocuparse de aspectos no sólo científicos y técnicos, sino también socioeconómicos y medioambientales.»

En el nuevo milenio el regadío, además de los condicionantes que acabamos de citar, se va a enfrentar a otros nuevos, especialmente a dos que, cada día, adquieren mayor importancia y que vamos a tratar brevemente.

3.1. Globalización del comercio mundial

Unos parámetros a tener en cuenta para el futuro del regadío son los acuerdos y trabajos de la Organización Mundial de Comercio. Esta organización, desde los acuerdos del GATT y los de la Ronda Uruguay en 1995, con una duración de 10 años, y continuados, posteriormente, en Doha, propone una nueva concepción de los mercados mundiales que, evidentemente, repercute en los agrícolas y, por ende, en los regadíos. Como dice la OMC: «La Ronda Uruguay es un primer paso significativo para poner orden, imponer una competencia leal y obtener que ese sector (la agricultura) sufra menos distorsiones.»

Para evitar dichas distorsiones y regularizar el comercio internacional, en el que se incluyen las producciones agrícolas, se trata de modificar todo el sistema de subvenciones. Se intenta que las subvenciones de cada país no puedan perjudicar a los exportadores que desean competir en el mercado interno de cada uno de ellos.

En la XIX Reunión del Grupo Cairns (Buenos Aires, 27-29 agosto de 1999) -compuesto por: Argentina, Australia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Fidji, Filipinas, Indonesia, Malasia, Nueva Zelanda, Paraguay, Tailandia, Uruguay, Sudáfrica-, se dijo entre otras cosas:

«Las próximas negociaciones agrícolas deberán, ahora, ubicar a la agricultura integralmente dentro de unas reglas generales de la OMC a fin de eliminar las desigualdades en los subsidios y la protección arancelaria.»

»Para gran parte del mundo en desarrollo, la agricultura es la clave del crecimiento y del empleo. Pero los altos niveles de protección y subsidios en algunos países industrializados bloquean el proceso de desarrollo y deben eliminarse.»

Ciertos miembros de la OMC sugirieron que los llamados objetivos *multifuncionales* de la agricultura -el empleo agrícola, el paisaje rural y demás- justifican el mantenimiento de elevados niveles de subsidio y protección en agricultura.

Por esta razón, se han previsto medidas de salvaguardia, que los gobiernos pueden adoptar para evitar perjuicios a sus agricultores. Su puesta en vigor está reglamentada, sobre todo limitando su duración. Actualmente hay negociaciones sobre estos temas, que cuentan con la oposición de, entre otros, los Estados Unidos como país más influyente y una cierta aceptación de la Unión Europea.

Pero parece claro que, poco a poco, el comercio mundial se va a liberalizar y que las medidas y protecciones arancelarias irán disminuyendo hasta desaparecer. Por todas estas razones, muchos estudios indican que, en una economía mundial globalizada, es previsible suponer que, a menor o mayor plazo, la agricultura de las zonas áridas será de regadío o no podrá existir. Y el problema de la desertificación amenaza a las zonas agrícolas abandonadas.

3.2. Cambio climático

Sobre este tema se ha hablado mucho hasta la fecha y se va a seguir hablando, debido a su complejidad. Aunque la variabilidad es una característica del clima, a medida que se va profundizando en el análisis de esta problemática, aumentan los datos que permiten asegurar que algo no habitual está pasando. Lo que es mucho más difícil es cuantificar el fenómeno que, como sucede muy a menudo, tiene partidarios y detractores, aunque aumenta el número de los primeros.

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, según se ha determinado en el *IV Informe de Evaluación* del Panel del Cambio Climático, IPCC-AR4, celebrado en Valencia a finales del año 2007.

Los datos aportados no dejan ninguna duda:

- La temperatura del aire ha aumentado 0,7°C en el último siglo.
- Ha aumentado el nivel del mar.
- Ha disminuido el hielo existente en glaciares y casquetes polares.

En cuanto a las causas de dicho cambio son muy probablemente, en gran parte, de origen antropogénico, debido, sobre todo a la alteración del sistema de carbono. Actualmente se alcanzan valores de 380 ppm de CO₂ en nuestra atmósfera, no existiendo ningún precedente de un valor tan elevado durante los últimos 600.000 años, lo que afecta al calentamiento de la atmósfera terrestre. Pero no sólo este gas actúa en ese sentido. Los últimos estudios indican que el aumento de vapor de agua tiene mucha mayor incidencia en el calentamiento del planeta, lo que no hace más que añadir complejidad al tema.

Modernamente se prevén las condiciones climáticas mediante proyecciones, que son menos fiables que las predicciones, obtenidas mediante numerosos modelos de simulación, de distinta índole, buscando, sobre todo tendencias. Los resultados obtenidos indican que:

- Las pendientes de las curvas que representan el aumento de temperatura del aire van creciendo.
- Los mapas de tendencia indican que España está en la zona donde las temperaturas están creciendo más.
- En España, en los últimos 30 años, se ha producido un aumento de 0,5 °C por década, lo que representa una previsión de 4,8°C por siglo. Pero este aumento es diferente según la época del año. Por ejemplo, en primavera se prevé 0,7°C por década.
- Existe un cambio en los patrones de lluvia, con disminución de las precipitaciones globales en la zona mediterránea y aumento de su variabilidad en el tiempo.

A este respecto se debe tener muy en cuenta que el sistema climático tiene una gran inercia y, aunque tomemos medidas para minimizar dichos efectos, especialmente disminuyendo el nivel de CO₂, el calentamiento lo vamos a seguir notando durante bastantes años. Los océanos se seguirán calentando durante décadas y la estabilización de la fusión del hielo tardará siglos.

Como dichas variaciones son imparables, es necesario adaptarse a ellas y el regadío no puede escapar a este hecho.

4. Agricultura de regadío y medio ambiente

En lo que se refiere a la agricultura, la preocupación medioambiental empieza a tenerse verdaderamente en cuenta con la entrada de España en la CEE en 1986. No hay que olvidar que ya se había publicado, un año antes, el informe *Perspectivas de la PAC*, más conocido como el *Libro Verde*, en el que se refleja la preocupación medioambiental, que será el preámbulo a la reforma de la PAC de 1992.

Un año antes, en 1991, la Comisión Europea publica dos informes en febrero y junio sobre *Evolución y futuro de la PAC* en los que se dice: «Es necesario mantener un número suficiente de agricultores en las tierras. Ésta es la única forma de preservar el medio ambiente...». También indica: «Reconocer el hecho que el agricultor desempeña, o al menos podría o debería desempeñar, dos funciones principales de forma simultánea: una actividad productiva y, al mismo tiempo, una actividad de protección del medio ambiente y del desarrollo rural...».

Un año más tarde, en Río de Janeiro, en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, la Unión Europea se comprometió a incluir en sus políticas los aspectos medioambientales y de desarrollo sostenible. Como consecuencia se han promovido una serie de leyes y de normativas sobre dicho tema, que deben cumplir todos los países de la Unión.

Posteriormente el *Tratado de Ámsterdam* (1998) define como uno de los principales objetivos de la política de la UE el cumplimiento de las obligaciones ambientales y el desarrollo sostenible. En lo que se refiere a la agricultura en general y el regadío en particular, estas obligaciones condicionan la política agrícola europea. En ella, el respeto de las normas y directrices ambientales de la UE es el primer paso para poder obtener todas las ayudas comunitarias. Ayudas que son, prácticamente, imprescindibles en el contexto actual.

A lo que acabamos de decir, se debe añadir que el campo y el medio rural están muy de moda, especialmente para descanso y esparcimiento de los urbanitas, que buscan unas condiciones que más convengan a sus fines. Pero debe quedar bien claro que el agricultor es el principal interesado en la conservación y mejora del medio natural, pues vive en él y de él obtiene su medio de vida. Además, sus descendientes que, presumiblemente continuarán su actividad, necesitarán heredar unos campos en condiciones óptimas para poder continuar, en las mejores condiciones, su actividad.

En numerosos casos se tiende a hacer aparecer a agricultores, en general, y regantes, en particular, como enemigos acérrimos de los defensores del medio ambiente, lo que evidentemente es totalmente incierto.

Todas estas razones hacen necesario estudiar y conocer mejor las relaciones entre la agricultura de regadío y el medio ambiente, a partir de datos técnicamente fiables y correctos. Por desgracia, algunos grupos minoritarios, partidistas o mal informados, realizan campañas en contra de la agricultura en general y de los regadíos en particular.

4.1. Imputaciones negativas

Tradicionalmente al regadío se le acusa de causar grandes perjuicios, siendo los más importantes los siguientes, en una graduación estimada de mayor a menor gravedad:

- Agotamiento del recurso agua por despilfarro y sobreexplotación.
- Disminución de la calidad del agua por salinización, contaminación por productos químicos que, en casos extremos, puede también alcanzar al suelo.
- Deterioro del recurso suelo por diversas causas. Las principales son encharcamiento, salinización y erosión.
- Destrucción de ecosistemas tradicionales, como bosques, humedales y habitats de ciertas faunas y floras.
- Cambios, considerados indeseables, sobre el paisaje.

De entrada, parece evidente que esos perjuicios se producen, sobre todo, por un mal diseño o manejo del regadío. Si se hacen las cosas bien, dichos perjuicios son mínimos y perfectamente corregibles.

El primer punto tiene una relación directa con la correcta gestión del agua, tema que, por su carácter primordial, ya hemos tratado. Sobre los siguientes, empezando en orden inverso a la enumeración, en lo referente a los cambios sobre el paisaje se puede decir que se reemplaza por otro, menos uniforme y con más cambios cromáticos que puede ser preferido, dependiendo de una serie de sentimientos particulares y propios de cada ser humano. Entramos en unas apreciaciones personales, difíciles de compaginar. En lo referente al punto cuarto, se puede decir que, modernamente, dichos ecosistemas son sistemáticamente excluidos de las transformaciones en regadío.

Sobre la problemática de contaminación y correcto uso del agua, la agricultura no debe ser considerada más culpable que otros medios. De todos es conocida la polución de muchas importantes industrias, que deterioran mucho más el medio ambiente, sin que, hasta el momento, sean tan acusadas, de una manera general, como la agricultura. En su dictamen sobre medio ambiente y agricultura 89/C 298/11, el Comité Económico y Social europeo recuerda que «los agricultores no deben tenerse *a priori* como los primeros, ni con mayor motivo, los únicos responsables de la desestabilización y del deterioro del entorno natural.»

Al regadío se le acusa, sobre todo, de ser potencialmente contaminador de suelos y aguas. Los principales efectos son la contaminación difusa, debida especialmente al uso de productos fertilizantes y fitosanitarios, y la salinización, bien por el uso de aguas salobres, o arrastre de sales contenidas en los suelos. La contaminación de acuíferos puede tener importancia primordial en ciertas zonas áridas.

Respecto al primer punto, es fácil oponer que la adición de fertilizantes al suelo no produce contaminación, que es debida al uso inadecuado de los mismos. Además el propio regante es el primer interesado en disminuir las pérdidas de nutrientes, lo que rebajará los costes de producción. Precisamente en los regadíos se está imponiendo cada vez más el uso del fertirriego, que permite un mejor uso de los nutrientes y la existencia de menores cantidades residuales que en la fertilización tradicional. Precisamente este método optimiza la producción que depende de una relación correcta entre dosis de riego y dosis de abonado.

La Directiva Marco del Agua pone especial énfasis en proteger las aguas contra la contaminación difusa. La más grave, en general, es debida a los nitratos y, para evitarla, se han promulgado diferentes leyes, siendo la más importante la Directiva 91/676 del Consejo de Europa relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos en la agricultura. España, como Estado miembro, ha legislado en ese sentido promulgando el *Real Decreto 261/1996 de 16 de febrero, sobre protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias*.

Así mismo, para luchar contra dicha contaminación, si sólo se utilizasen abonos orgánicos, preconizados por ciertos grupos, sólo se podrían alimentar a unos 4.000 millones de personas de los más de 6.300 millones de seres humanos actuales. ¿Es lo que pretenden algunos de los grupos antes citados? Evidentemente la repercusión sobre nosotros, los europeos, sería mínima.

En lo referente a los productos fitosanitarios, aunque son nocivos a menores concentraciones que los fertilizantes, normalmente no emigran en los perfiles del suelo, lo que minimiza su poder contaminador. Además, la legislación europea y la española fijan los límites máximos de residuos de cada plaguicida con el mismo fin de protección antes citado.

Como consecuencia de todo lo que venimos exponiendo, el pequeño riesgo de contaminación que pueda existir es cada vez menor, ya que se están produciendo plaguicidas cada vez más degradables y con menores efectos residuales.

Hemos visto que el poder contaminante del regadío bien gestionado es muy pequeño. Pero, además, debe restársele el poder descontaminador cuando utiliza aguas no aptas para otros usos, como en el caso de aguas regeneradas. Este tema tiene un interés primordial para el futuro del regadío, como lo demuestra la Conclusión 4 del XXIII Congreso Nacional de Riegos, celebrado en Elche los días 14 al 16 de junio de 2006:

«Se recomienda avanzar en el conocimiento sobre la reutilización de aguas de baja calidad o de recursos no convencionales para el riego, aprovechando sus cargas de nutrientes y reduciendo los riesgos de contaminación».

La Directiva Marco del Agua, ya citada, obliga a la depuración de las aguas urbanas e industriales. Parece justo que el que contamine pague, pero también que el que evite daños medioambientales reciba una ayuda para hacerlo, ya que la que gana es la comunidad. Si el regante contribuye también a dicha descontaminación, no hay razón para que no sea retribuido por ello.

4.2. Impactos positivos del regadío

Además del ya citado uso de aguas regeneradas, el regadío provoca otros impactos, o externalidades positivas para el medio ambiente. Vamos a tratar brevemente las principales, empezando con la que, posiblemente, pueda tener mayor repercusión a corto plazo:

Los cultivos de regadío son importantes sumideros de CO_2 . Es evidente que el aumento de la concentración de este gas es uno de los principales problemas medioambientales a los que nos enfrentamos actualmente. Los ecosistemas naturales juegan un papel muy importante en su concentración, ya que las plantas lo absorben. Según los más recientes estudios se puede decir que las cantidades anuales de CO_2 fijados (Toneladas ha^{-1}) son las siguientes:

Cultivo de secano	10,5
Cultivo de regadío	43,0
Eucaliptu	25,0
Bosque templado	21,6

Tradicionalmente se reconoce la importancia de las masas boscosas en esta función. Sin embargo, con el regadío, a pesar de fijar mayor cantidad, no ocurre lo mismo. Para aclarar este punto, a modo de ejemplo, una central tradicional de carbón de 500 MW produce 3,26 millones de toneladas de CO_2 anuales y, según los datos anteriores, serían necesarias 150.000 ha de bosques, o 75.000 ha de regadío para contrarrestar dicha producción de CO_2 .

Estos mismos cultivos son una fuente importante de oxígeno a través de la evapotranspiración de las plantas.

También permiten el desarrollo rural, evitando la emigración de la población hacia centros urbanos. Durante las dos últimas décadas se han abandonado más de 2 millones de hectáreas de tierras de cultivo de secano, al no ser rentable su explotación. Aparte del peligro de desertización de las mismas, se ha provocado un abandono del medio rural de los agricultores, al perder su medio de vida tradicional. Una posible solución sería la reconversión de dichas tierras hacia la producción de cultivos agroenergéticos, de los que estamos tan necesitados, evitando el exceso de emisión de CO_2 , al reemplazar el uso de combustibles fósiles por biocombustibles. Esta posibilidad debe ser tenida muy en cuenta, realizando en el más breve plazo los pertinentes estudios para lograr su máximo aprovechamiento.

Aumentan el nivel y la calidad de vida, no sólo de los regantes sino de toda la población, al aumentar la oferta de productos agrícolas. En especial las frutas y verduras, productos típicos del regadío, permiten una dieta más sana, aumentando la salud y la duración de la vida de la población.

Aumentan la biodiversidad de los ecosistemas agrarios, pues el regadío permite mucha mayor variedad de cultivos que los secanos, muchos de los cuales se caracterizan por el monocultivo de grandes zonas.

Mejoran el paisaje rural, al poder variar el tipo de vegetación, su densidad y distribución espacial, el colorido de la misma, contribuyendo a producir más cambios visuales que la uniformidad de los cultivos de secano. El paisaje es un bien patrimonial y un recurso que se debe cuidar.

Producen unos efectos económicos importantes, a través de las industrias agroalimentarias, que son un factor de gran importancia, por no decir primordial, en el desarrollo rural y regional de muchas comarcas españolas.

No queremos acabar este apartado sin indicar que los impactos positivos del regadío no deben obviar la necesidad de continuar mejorando sus instalaciones y métodos de aplicación del agua. Su optimización hídrica y energética permitirá aumentar su sostenibilidad y su rentabilidad, no siendo el tema que estamos tratando, pero que podría ser objeto de un amplio estudio.

El uso del agua regenerada es una parte de dicha optimización.

5. Utilización del agua regenerada

El agua usada, pero no consumida, en usos domésticos o industriales, puede ser utilizada de nuevo, aumentando las disponibilidades hídricas. Dicho efluente es una importante fuente de agua, que puede ser muy útil en zonas áridas, con la única condición de controlar los factores que puedan causar daños, según la composición del agua empleada.

La reutilización de efluentes es un componente intrínseco del ciclo natural del agua. Se puede decir que, en sentido amplio, se viene haciendo desde la antigüedad. Los vertidos de las aguas utilizadas en tareas domésticas y en una mínima industria se diluían en los cursos de agua, provocando un pequeño nivel

de contaminación. Esta dilución es la principal causa que permite la autodepuración natural en el medio acuático. Sin embargo, desde la Roma de Nerón se conoce la contaminación por un excesivo vertido de aguas usadas, especialmente urbanas.

Con el paso de los siglos, el aumento demográfico, la industrialización y una larga lista de causas, han aumentado los volúmenes hídricos necesarios, así como el poder contaminante de las aguas residuales resultantes. En consecuencia la depuración natural no es suficiente y se producen graves problemas medioambientales. Las aguas no tratadas no se deben utilizar, como se hace en ciertos casos, por los problemas que generan, sobre todo a largo plazo. Además, se deben evitar los vertidos indiscriminados, que impiden, debido a la contaminación producida, el uso del agua en donde se diluyen. La mala calidad de las aguas de muchos de nuestros ríos es un claro ejemplo. Para resolver esta situación, la solución es tratar dichos efluentes en un proceso depurador, permitiendo su uso posterior.

Dicha reutilización es, actualmente, un tema de gran importancia por el ahorro que supone y por evitar vertidos, más o menos incontrolados. Su importancia en la adecuada gestión del agua es evidente. Tiene especial interés en las zonas áridas, donde el déficit hídrico puede condicionar su desarrollo, pues permite conseguir el máximo aprovechamiento de las utilidades no consuntivas, especialmente aguas negras urbanas.

El programa AGUA (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua), puesto en marcha a partir de los cambios, ya citados, producidos en 2004, reconoce los siguientes beneficios de la reutilización de aguas regeneradas:

- Posibilita un incremento sustancial de los recursos existentes en las zonas en que los efluentes depurados se vierten al mar.
- Permite una mejor gestión de los recursos, al permitir sustituir con aguas regeneradas, volúmenes de agua de de mayor calidad que pueden destinarse a usos más exigentes.
- Reduce el aporte de contaminantes a los cursos de agua.
- Evita la necesidad de realizar costosas infraestructuras para transportar recursos adicionales desde zonas lejanas.

- Elimina, al mismo tiempo, problemas medioambientales que esas obras pueden producir.
- Garantiza una mayor fiabilidad y regularidad del agua disponible.
- Permite, en el caso de reutilizarse en la agricultura, un aprovechamiento de los nutrientes que contiene, reduciendo las necesidades de fertilización.

La reutilización de dichas aguas se viene efectuando, aunque a pequeña escala, desde hace tiempo. Sin embargo presenta, posiblemente por un desconocimiento de la misma, una desconfianza de los usuarios a utilizar este producto debido a su origen. A esto hay que añadir que, en casos de mal diseño o funcionamiento de las estaciones depuradoras, el efluente resultante, debido a la cantidad de elementos disueltos existentes, suele tener peor calidad que las aguas no salinas utilizadas para el riego, lo que puede también tender a retraer su uso.

Tabla 2.

Caudal disponible, caudal reutilizado y porcentaje de reutilización por Organismo de Cuenca

Organismo de Cuenca	Caudal disponible (hm ³ /a)	Caudal de reutilización (hm ³ /a)	% de reutilización
CH Norte	353,89	0	0%
CH Duero	170,18	0	0%
CH Tajo	688,37	7,32	1,06%
CH Guadiana	103,57	3,63	3,51%
CH Guadalquivir	272,04	6,57	2,42%
CH Segura	139,20	139,2	100%
CH Júcar	480,99	135,89	28,25%
CH Ebro	259,18	14,48	5,59%
Galicia Costa	84,42	0	0%
C. Atlántica Andaluza	88,10	9,38	10,65%
C. Mediterránea Andaluza	155,02	27,35	17,64%
C. Internas de Cataluña	393,70	28,75	7,30%
Baleares	94,56	28,66	30,30%
Canarias	91,91	44,43	48,34%
TOTAL NACIONAL	3.375,18	447,34	13,25%

Fuente: MIMAM.

Por estas razones es necesario disponer de una normativa sobre su utilización, asegurando una calidad que no haga correr riesgos a los usuarios. El Real Decreto 1620/2007, aprobado en diciembre de dicho año regula la utilización de dichas aguas en España, fijando su composición y las condiciones de uso. En general, se prevé instalar, a la salida de la EDAR, una ERA, Estación Regeneradora de Aguas, para asegurar la calidad del efluente reutilizable.

En los dos últimos años dicha reutilización se ha incrementado. En la Tabla 2 se expone la situación en el año 2007, en que se utilizaban casi 450 hm³. Para 2015, fecha en que debería entrar en vigor la DMA, está prevista la utilización de unos 1.200 hm³ anuales, aproximadamente algo menos del 30% del volumen de aguas depuradas. Dicho volumen es manifiestamente mejorable y sólo cuestión de una voluntad política de conseguirlo, como se hace en otros países. Basta, como ejemplo, el caso israelí: en 1995 se utilizaban para riego el 70% de las aguas depuradas, cantidad que ha seguido aumentando con el paso del tiempo.

5.1. Usos permitidos

En la Tabla 3 se recogen los usos permitidos para dichas aguas, en el que el riego es el uso predominante. Por esta razón, expondremos, brevemente, unas consideraciones sobre su utilización.

En las aguas para riego, se pueden permitir la existencia de ciertas sustancias en cantidades controladas que, incluso, pueden ser beneficiosas para los cultivos, principalmente *NPK* y ciertos oligoelementos. Se consigue un ahorro de elementos fertilizantes, que puede tener importancia económica. Experiencias realizadas en la Estación Experimental de la Fundación Cajamar (Almería) han demostrado el ahorro de más del 50% en *N* y de más del 15% en *K*.

Pero, al mismo tiempo, como consecuencia de su origen, pueden contener ciertos iones nocivos, siendo los más importantes cloro, sodio y boro. Los dos primeros, debido, en gran parte, a la utilización de hipoclorito sódico durante el proceso de depuración y el tercero debido al uso de jabones y detergentes. Es necesario que los cultivos regados puedan tolerar las concentraciones de dichos elementos. Sin embargo, se debe tener muy en cuenta que dichas cantidades fluctúan, pues el efluente tratado no tiene una composición constante. Por

Tabla 3. Usos admitidos para las aguas regeneradas establecidos en el Anexo I. A.

1. USO URBANO
 - 1.1. Residencial: riego jardines privados, sanitarios.
 - 1.2. Servicios: riego zonas verdes, limpieza calles, incendios, lavado industrial de vehículos.
2. USO AGRÍCOLA
 - 2.1. Riego cultivos de productos comestibles en fresco para la alimentación humana.
 - 2.2. Productos de consumo humano no fresco, consumo animales productores, acuicultura.
 - 2.3. Cultivos leñosos, flores ornamentales, viveros, cultivos industriales no alimentarios.
3. USO INDUSTRIAL
 - 3.1. Aguas de proceso y limpieza, otros usos industriales.
 - 3.2. Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.
4. USO RECREATIVO
 - 4.1. Riego campos de golf.
 - 4.2. Estanques, caudales circulantes con acceso al público prohibido.
5. USO AMBIENTAL
 - 5.1 Recarga de acuíferos por percolación.
 - 5.2. Recarga de acuíferos por inyección directa.
 - 5.3. Riego de bosques, zonas verdes no accesibles al público, silvicultura.
 - 5.4. Otros usos: mantenimiento de humedales, caudales mínimos.

Fuente: MIMAM.

ello, constituye una pequeña dificultad el conocer, con exactitud, el total de elementos nutritivos aportados a las plantas por dichas aguas, con el fin de completar la fertilización por los métodos tradicionales.

Es necesario, al utilizar este agua, tener en cuenta, además, los criterios de calidad desde el punto de vista edáfico. De todos es sabido que la estabilidad estructural de los suelos depende, principalmente, de la salinidad, con especial importancia del ión Na y del pH. Como todas las aguas tienen sales en suspensión que actúan sobre el complejo de cambio, si se riegan terrenos arcillosos, las lluvias posteriores pueden provocar la dispersión de las arcillas. En estos casos la formación de costras puede dificultar el nacimiento de las plantas. Por todas estas razones, según el tipo de suelo, puede ser necesario determinar ciertas características de los tratamientos depuradores, para conseguir un máximo rendimiento productivo.

Finalmente se debe tener en cuenta que el agricultor sólo utilizará este efluente, en caso de competencia con otro tipo de agua, si obtiene algún beneficio, por lo que su precio debe ser inferior al del agua utilizada tradicionalmente. No debemos olvidar que es necesario evacuar los volúmenes provenientes de las EDAR, no siendo lógico que los regantes deban pagar todos los gastos,

como se pretende en ciertas ocasiones. Además, conviene recordar que la utilización agrícola de los efluentes permite evitar ciertos tratamientos, lo que suele abaratar el coste del proceso, factor a tener en cuenta al proyectar una EDAR.

Para su utilización agrícola, el agua regenerada, desde el punto de vista técnico, presenta el inconveniente de las modificaciones de las sustancias que contiene, debido a las variaciones horarias y estacionales de las aguas tratadas, especialmente las urbanas. Para un buen resultado en el riego es recomendable asegurar una composición poco variable del agua, a pesar de los inevitables cambios en el efluente inicial. Es uno de los principales problemas actualmente existentes que, en ciertos casos, puede encarecer los tratamientos de depuración. Una posible solución es almacenar durante cierto tiempo dicho efluente, produciéndose una mezcla que homogeniza la composición, evitándose las variaciones horarias. Tiene el inconveniente de que aumenta el coste resultante, debido al precio del depósito necesario.

Cuando la calidad de dicha agua, por diversas causas, no sea la más apropiada para el cultivo, existen diversas alternativas de uso para no disminuir la producción. En primer lugar se puede mezclar el efluente depurado con agua de origen convencional hasta lograr una adecuada composición. También suele ser una práctica habitual programar el riego con agua de diferente calidad, según los estados críticos del desarrollo de ciertos cultivos muy sensibles. Por la importancia del tema, se están realizando experiencias al respecto, que es necesario continuar hasta poder disponer de datos definitivos.

6. A modo de epílogo

De todo lo que acabamos de decir, parece clara la necesidad de conservar un regadío moderno y perdurable en el tiempo. Pero no podemos olvidar que la primera condición que se debe cumplir para su sostenibilidad, sin la que no tienen mucho sentido las consideraciones expuestas, es que se aseguren los caudales de riego necesarios para el normal crecimiento de los cultivos. Sin esta condición, sea cual sea el régimen pluviométrico, expuesto a diversos avatares, será cada vez más difícil pedir nuevos esfuerzos a los regantes para mejorar el uso del agua.

Referencias bibliográficas

- > AGUILERA, F. (ed.) (1992), *Economía del agua*, Serie Estudios, MAPA, Madrid.
- > AGUILERA, F. (ed.) (2008), *La nueva economía del agua*.
- > BERBEL, J. y MARTORELL, C. (2002), «El regadío y el medio ambiente. La Directiva Marco sobre política de Aguas», Ponencia del X Congreso Anual de Comunidades de Regantes, Sevilla, 8-13 de abril.
- > BERBEL, J. y GUTIERREZ, C. (ed.) (2006), *Sostenibilidad de la agricultura de regadío europea: la Directiva Marco del Agua*, Editorial Almuzara.
- > BOS, M. G. y NUGTEREN, J. (1983), *On irrigation efficiencies*, ILRI, Wageningen. The Netherlands.
- > CASERO, A. (2008), «Aspectos medioambientales de las obras de modernización de regadíos», XXVI Congreso Nacional de Riegos, Huesca 24-26 de junio.
- > CASTAÑÓN, G. (2000), *Ingeniería del riego: utilización racional del agua*, Paraninfo-Thompson Learning. Madrid.
- > CASTAÑÓN, G. (2008), «El regadío del siglo XXI», Smagua, Zaragoza, marzo de 2008. Publicada en *Tecnoambiente*, 182, pp. 39-45.
- > CAUSAPE, J. (2002), *Repercusiones medioambientales de la agricultura sobre los recursos hídricos de la comunidad de regantes nº V de Bárdenas, Zaragoza*, tesis doctoral, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza.
- > EMBID, A. (dir.) (2000), *La reforma de la ley de Aguas. (Ley 46/1999)*, Civitas, Madrid.
- > EMBID, A. (2002), *Regadío y derecho. Reflexiones sobre algunos problemas jurídicos*.
- > *El agua de riego a debate. Seminario Internacional*. Córdoba, 25-27 de noviembre de 2002, pp. 175-191.
- > ENGELBERT, E. y SCHURING, A. F. (1984), *Water Scarcity impacts on Western Agriculture*, University of California Press, Berkeley.
- > FUNDACION ARGENTARIA (1997), *La Economía del agua en España*, Colección Economía y Naturaleza, Madrid.

- > FUNDACION FORO AGRARIO (2008), *El regadío y los cultivos energéticos en España*, Madrid.
- > GARCIA ASENSIO, J. M. *et al.* (2005), «Sostenibilidad del regadío en España: indicadores agroambientales», *XXIV Congreso Nacional de Riegos y Drenajes*, Elche, 14-16 de junio.
- > GÓMEZ LIMÓN, J. A. y BERBEL, J. (2000), «Multicriteria Analysis of Derived Water Demand Functions: a Spanish Case Study», *Agricultural Systems*, 63(1), pp.49-71.
- > HANSON, B. R. (1995), «Practical potential irrigation efficiencies», proceedings of the, *First International Conference on Water Resources Engineering*, San Antonio, TX.
- > HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G.; JENSEN, M. E.; MARTIN, D. L. y ELLIOT, R. L. (ed.) (2007), *Design and operation of farm irrigation systems*, ASABE, St Joseph. MI, USA.
- > IPPC (2007), *Informe anual sobre el Cambio Climático*, Valencia.
- > ISIDORO, D.; QUILEZ, D. y ARAGÜES, R. (2006), «Environmental impact in La Violada District (Spain)», *Journal Environmental Quality*, 35, pp. 766-785.
- > JUANA, L.; SÁNCHEZ, R.; RODRÍGUEZ-SINOBAS, L. y LAGUNA, F. (en prensa), «Probability of pressure deficit in on-demand branched networks and incorporation into design decisions», *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ASCE.
- > JUANA, L.; SÁNCHEZ R.; RODRÍGUEZ L. y CASTAÑÓN, G. (2008), «Proyecto de unidades de riego por goteo: Presión óptima y coste de la uniformidad», *XXVI Congreso Nacional de Riegos*, Huesca, 24-26 de junio.
- > KRINNER, W.; GARCÍA, A. y ESTRADA, F. (1994), «Method for Estimation Efficiency in Spanish Irrigation Systems», *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ASCE, vol. 120(5), pp. 979-986.
- > LAMO DE ESPINOSA, J. (2000), *El regadío español en un mundo globalizado*.
- > LIBRO BLANCO DEL AGUA (1999), MIMAM, Madrid.
- > MAPA (2001), *Plan Nacional de Regadíos: Horizonte 2008. Políticas y directrices*. Madrid.

- > MARTEL MUÑOZ COBO, R. *et al.* (2008), «Sistemática para la identificación de la legislación medioambiental en obras de regadío», *XXVI Congreso Nacional de Riegos*, Huesca, 24-26 de junio.
- > MUJERIEGO, R. (2008), «Perspectivas de reutilización de aguas para la agricultura», *Jornada Técnica Aguas residuales, Regadío y Desarrollo Rural*, Fenacore, Madrid, 5 de marzo.
- > MUJERIEGO, R. (2008), «La reutilización planificada del agua para regadío», *Vida Rural*, 268, 1 de mayo.
- > OFICINA DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DEL TAJO (2008), *El tratamiento de las sequías en la cuenca del Tajo*.
- > PRIETO HERNÁNDEZ, C. (2008), «Cinco cuestiones sobre el cambio climático», *Tecnoambiente*, 188, pp. 5-9, Madrid.
- > PUIG Y BARGUES, J. (2003), *Utilización de aguas residuales en los sistemas de riego localizado: embozamiento y filtración*, tesis doctoral, Departamento de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Lérida.
- > R.D.1620/2007, sobre reutilización de aguas depuradas. BOE de 8 de diciembre de 2007.
- > SANTOS PEREIRA, L. (2007), «Uso sustentavel da agua e convivencia com a escasez: revisitando conceitos e indicadores», *Ingeniería del agua*, vol 14. 3, pp. 237-250.
- > SANZ BAEZA *et al.* (2003), «La modernización de regadíos y sus implicaciones ambientales: oportunidades para una gestión más sostenible», *XXI Congreso Nacional de Riegos*, Mérida, 6-8 de mayo.
- > SUMPSI VIÑAS, J. M. *et al.* (1999), *Economía y gestión del agua en agricultura*, coedición MAPA-Mundi Prensa, Madrid.
- > UNION EUROPEA (2008), Dictamen del Comité de las Regiones: «Afrontar el reto de la escasez de aguas y la sequía en la UE» Plenario, 9-10 de abril.
- > UTSET, A. (2007), «Cambio climático y regadíos en el Mediterráneo. Medidas de adaptación y mitigación», *XXV Congreso Nacional de Riegos*, Pamplona, 15-17 de mayo.