

El futuro del regadío

El progreso ha aportado nuevas técnicas que favorecen su desarrollo

El autor analiza los cambios experimentados en el regadío español, sus características más determinantes, la actual demanda y uso del agua de riego, el necesario ahorro en regadío y su conservación y, por último, las actuaciones precisas para el ahorro de agua de riegos.

● ALBERTO LOSADA VILLASANTE.



El riego por pivot, sistema clásico de regadío.

La superficie de regadío en España es del orden de 3.400.000 ha, y ésta es una cifra de general aceptación. También parece haber asenso en que dicha superficie ocupa sólo un 15% de la superficie agrícola total y produce, no obstante, más del 50%. Estas referencias son coherentes con el carácter multiplicador del agua de riego y, en principio, podrían inducir hacia una política favorable a nuevas transformaciones en regadío. Criterios de este tipo eran casi definitivos cuando, hace aún pocos años, las técnicas de riego en tierras destinadas a prometedores trasvases estaban más cerca de la noria de viento que de los cultivos hidropónicos, los aspectos de mercado no eran tan condicionantes como hoy y, además, la problemática social apuntaba hacia

aquella dirección. Aún no habían sido planteados límites a la oferta potencial de recursos hídricos, y la disponibilidad de éstos iría aumentando con la ejecución de una importante infraestructura hidráulica en parte planificada desde tiempo atrás.

Las circunstancias que abrían tan buenas perspectivas a la agricultura del riego en España han cambiado, así como las relativas a la planificación hidrológica. El progreso tecnológico ha aportado nuevas técnicas que favorecen el desarrollo de los sistemas de riego; pero las relaciones entre oferta y demanda de recursos hídricos para el regadío son también función de impulsos económicos, sociales y políticos que van en otra dirección. Los productos agrarios españoles tienen que vencer una competencia creciente con los de otros países, como consecuencia de la actual

tendencia a liberalizar mercados. Y, dentro del marco español, los usos competitivos del agua son hoy muy agresivos, lo que se corresponde con el presente estado de desarrollo del país. Por otra parte, hay que confrontar esa fuerte competencia con el hecho de que el regadío español demanda unos 24.000 Hm³/año, en relación con unos 30.000 que corresponden al total de la llamada *demanda consuntiva* de recursos hídricos. Muchos relacionan tan alta proporción con una deficiente gestión de las aguas de riego, y es difícil no concederles alguna razón al observar el deterioro acumulado de numerosos sistemas de riego, debido a una mala y prolongada política de explotación.

Según la memoria del proyecto de Plan Hidrológico Nacional (PPHN, 1993), los recursos disponibles eran 47.340 Hm³. Ésta cifra global y su destino geográfico y sectorial podrán ser modificados en el futuro, dentro de un marco condicionado por impulsos como los arriba indicados. Los problemas interdisciplinarios que así se plantean son complejos y no favorecen la alegría de antaño no sólo para impulsar nuevo regadío, sino también para consolidar la explotación de sistemas de riego ya existentes. En todo caso, el incremento de reservas hídricas disponibles es sensible al freno impuesto por el coste marginal creciente que resulta de las altas inversiones que son necesarias al aproximarse el techo de los recursos renovables. En este contexto, tiene interés estudiar el agua que demanda el regadío y su ahorro posible.

El regadío, ¿un sumidero de recursos hídricos?

La sociedad sabe que la agricultura de riego es el principal sector usuario de agua, y esta opinión es coherente con las cifras arriba apuntadas; pero también cree saber que los regantes despilfarran con exageración dicho recurso limitado, y a esta convicción han podido contribuir malentendidos por asociar con el uso del agua de riego diversos criterios equívocos. Así, a diferencia de la opinión bien divulgada de que el agua que utilizan las centrales hidroeléctricas es devuelta en su totalidad a los ríos, la opinión común sobre el agua que se destina al regadío no le supone ese destino tan generoso con el

que, aún hace un siglo, trataba de argumentar un solicitante de concesión de aguas de riego en el Guadalquivir: «las vegas, decía, obran como una gran esponja, retienen las aguas y luego las devuelven paulatinamente al río»¹; pero tampoco son justas interpretaciones en el extremo pendular opuesto, con las que a veces cabe alimentar prejuicios que pueden perjudicar la imagen del uso del agua por los regantes. Así puede ocurrir cuando se lee que «el consumo de agua del regadío supone el 80% de la demanda total para usos consuntivos»², pues alguien podría deducir que todo el agua que el regante utiliza se consume y, por tanto, que toda la que desperdicia es perdida sin recuperación posible. Afirmaciones de ese tenor son arriesgadas, sin datos que las documenten bien. A este respecto, son escasos los sistemas de riego donde se aforan los recursos hídricos que utilizan y, prácticamente inexistentes, aquellos cuyos sobrantes han sido correctamente evaluados.

Si bien es cierto que la capacidad del regadío para evaporar agua líquida disponible es enorme, no es menos cierto que una gran parte del agua que recibe, aún desaprovechada para la producción agrícola de su zona regable, no se consume como vapor. Dentro de ciertos límites, espaciales y temporales, el agua así sobrante puede ser reutilizada por el mismo o por otros sistemas de producción, y la consiguiente recuperación equivaldría a un aumento de la oferta de recursos hídricos. La significación de esta oferta en el balance general es significativa, porque las cifras en juego son importantes. Es conveniente pues que los términos uso, pérdida, consumo y ahorro de agua de riego sean debidamente interpretados, con la cuantificación precisa de lo que cada uno

La distribución de los cultivos es una característica del regadío español

de ellos significa en el balance de recursos hídricos movilizados. Para estimar la magnitud del problema a escala nacional, conviene caracterizar el regadío español y relacionar sus cifras de demanda con las del balance hídrico general.

Caracterización del regadío español

Un primer rasgo que caracteriza a los 3,4 millones de hectáreas del regadío español es la proporción con que se distribuyen los cultivos³. Los más frecuentes son de tipo extensivo (cereales de invierno, girasol y forrajes), con algo de maíz y de remolacha. El Avance del Plan Nacional de Regadíos los sitúa, sobre todo, en el ámbito geográfico que denomina «continental» (que se extiende por los territorios de las dos Castillas, Álava, Navarra, Rioja y parte de Aragón), al que asigna una productividad que le lleva a calificarlos como poco competitivos, por comparación con los de tipo más intensivo que sitúa en el ámbito «mediterráneo», próximos al litoral, y con los que

llama «meridionales», propios de los valles medios del Guadiana y Guadalquivir. Dicho APNR diferencia también «áreas de transición», de características intermedias, a las que asigna el eje del Ebro. Asimismo, destaca la tendencia creciente a la implantación de riegos de apoyo en viñedo y olivar. En su conjunto, da la distribución general que se muestra en el cuadro I.

La mayor parte del regadío español pertenece a zonas regables que adolecen de una infraestructura defectuosa (tanto en los sistemas de transporte y distribución de agua como en los propios tablares). En parte, esto se explica por la antigüedad de su ejecución, y es significativo que un 70% del total tiene más de 25 años. De ese tipo de defectos adolece además una fracción de regadío implantado en tiempos más recientes y, entonces, la causa puede ser una mala ejecución de sus sistemas de riego; pero el motivo más común que explica la permanencia de fallos y, en particular, el desajuste de los programas de riego con los principios de una buena técnica radica en la forma de organizarse la explotación de las redes, con una descoordinación entre

CUADRO I. DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE DE REGADIO SEGUN CULTIVOS

Cultivo	% superficie	Localización predominante
Girasol	12,6	Andalucía, Aragón, Extremadura
Cereales invierno	12,1	Castilla y León, Aragón, Castilla-La Mancha
Forrajes	11,3	Castilla y León, Cataluña
Hortícolas (aire libre)	10,4	Andalucía, C.-La Mancha, Extremadura, Valencia, Murcia
Cítricos	8,9	C. Valenciana, Murcia, Andalucía
Frutales	7,5	Cataluña, Aragón, Andalucía
Maíz	6,9	C-La Mancha, C. y León, Aragón
Remolacha	4,3	C. y León, Andalucía
Olivar	3,9	Andalucía, C-La Mancha
Patata	3,7	Andalucía, C. y León
Viñedo	1,8	C. Valenciana
Arroz	1,7	Cataluña, C. Valenciana, Andalucía
Hortícolas (protegidos)	1,5	Andalucía, Canarias
Almendro	1,3	C. Valenciana, Murcia
Algodón	1,0	Andalucía
Chopera	1,0	C. y León, Andalucía
Tabaco	0,8	Extremadura
Barbecho y no ocupado	9,8	Andalucía, Aragón, C. Valenciana, Murcia

Fuente: Estadísticas del MAPA, año 1993 (citado en «Avance del Plan Nacional de Regadíos», Memoria, 1995, Secretaría General de Desarrollo Rural y Conservación de la Naturaleza, MAPA).

TUBERIA EMISORA **TWIN DRIP II**

NUEVA GENERACION DE GOTEROS INTEGRADOS

UN DESARROLLO ESPAÑOL CON TECNOLOGIA ESPAÑOLA

- Goteros de 1 hasta 4 l/h.
- Gotero de ínfima pérdida de carga.
- Emisor de muy poca sensibilidad a la obstrucción física.
- Emisor de excelente fiabilidad y regularidad.
- El Sistema TWIN DRIP II puede suministrarse con distintos espesores de tubería, desde 0,25 - 1.00 mm.
- Los goteros pueden suministrarse desde 0.20 m. hasta cualquier distancia, siendo posible la alternancia de medidas.

- Permite la mecanización en las tareas de extensión y recogida de líneas.
- Permite la instalación de ramales de grandes longitudes.
- Es un Sistema de Riego Localizado ECONOMICO.
- Está fabricado con Materias Primas de muy avanzada tecnología.
- TWIN DRIP II goza de un control de calidad específico que asegura la bondad del producto.



Twin Drops Ibérica, s.a.

Polig. Industrial Pla Vallonga - Calle 5 - 24
Telf.: 96-528 88 51 - Fax.: 96-511 44 39
Telex 6624 HMSN - E • 03113 - ALICANTE

Suplemento Riegos

servicios hidráulicos implicados, de transporte, de distribución y de riego propiamente dicho, cuando existen, y con una gestión económica no apropiada para eficaces atenciones de mantenimiento y operación.

En la generalidad de las condiciones de explotación actuales de las grandes zonas regadas (con alguna excepción de sistemas modernos de ejecución reciente), la autofinanciación de buenos servicios de mantenimiento y operación es poco viable. En parte, esto se explica porque sólo los sistemas con métodos de distribución del agua que ofrecen al regante la flexibilidad conveniente para administrar su aplicación (riegos a presión con distribución a la demanda) tienen el necesario potencial para la aplicación de técnicas racionales de programación de riegos. Éste no es el caso en los sistemas de riego tradicionales, donde es rara la presencia de instalaciones de aforo, lo que implica que también lo sea el cobro del agua en función del volumen usado y, desde luego, del consumido. Como consecuencia, se restringe la caracterización del agua como factor de producción y se generan problemas financieros. Éstos, a su vez, provocan

deficiencias de mantenimiento y, en definitiva, ineficiencia en los métodos para la distribución y aplicación del agua.

Otro problema acuciante del regadío es la infradotación, cuestión a resolver con un estudio de garantías de riego en el marco de la planificación de gestión para situaciones de escasez. Pero, quizá el problema con un futuro más amenazante sea el de la irregularidad de procedimientos por los que los regantes se auto-administran recursos subterráneos (en muchos casos, por la vía de una auto-concesión). Es el caso de numerosos regadíos manchegos (cuena del Guadiana), del Guadalquivir y del arco mediterráneo entre las comunidades valenciana y andaluza. Unos y otros extraen aguas de acuíferos sobreexplotados, con notables riesgos no ya para la economía que sustentan sino para la supervivencia de sus respectivas zonas. El **cuadro II** cuantifica la magnitud del problema. La necesidad de que la administración controle la intensidad del régimen de explotación reconocido es patente.

El principal problema del futuro del regadío es la autoadministración de los regantes

volumen a derivar en cabeza del sistema de riego para sostener una cierta intensidad de producción. Al programar riegos deficitarios y, desde luego, cuando se habla de regadíos infradotados, con una cierta garantía de riego, su valor puede superar a la dotación real que puede distribuirse en la práctica dentro del marco de la oferta al sistema (agua disponible). En cuanto a la demanda neta, o teórica, representa el volumen que conviene a la superficie considerada para un cultivo en condiciones de referencia. En todo caso, la cantidad que corresponde a una hectárea de regadío representa un orden de magnitud de millares de metros cúbicos por año.

Del agua que los sistemas de riego utilizan, sólo reporta beneficios pretendidos por el agricultor la parte consumida por el cultivo, en el proceso de la evapotranspiración. El resto utilizado es pérdida para el regante, puesto que escapa del dominio hidrográfico de sus tablares de cultivo; pero sólo una fracción de ese resto se consume también (por evaporación, o por transpiración a través de plantas sin interés para la agricultura), mientras que la mayor parte, es sobrante. Esta cantidad no consumida (es decir, que no pasa a vapor), pero desaprovechada por el ámbito hidráulico propio del sistema de riego beneficiado por la concesión, es recuperada por el dominio hidrográfico general, como retorno.

El **cuadro III** muestra dotaciones recomendadas para la elaboración de los planes hidrológicos.

Las cifras indicadas han sido propuestas como dotaciones netas que sirvan de base para obtener unas dotaciones brutas, a cuyo efecto se supone entre unas y otras una relación comprendida entre 0,5 y 0,6. Una relación de tal envergadura es indicativa de que se supone que la fracción de agua no consumida por evapotranspi-

La demanda y el uso del agua de riego

El concepto de demanda hídrica recibe diversas acepciones. Referida al agua que conviene a una superficie de tablar con un determinado cultivo, en circunstancias climáticas y económicas dadas, la demanda bruta representa el

CUADRO II. PROBLEMAS DE SOBREEXPLOTACION (NUMERO DE UNIDADES CON RELACION BOMBEO/RECARGA K>1)

Cuenca	Número de unidades	Déficit (Hm ³ /año)
Guadiana	1	240,0
Guadalquivir	1	10,0
Sur	5	68,8
Segura	12	215,9
Segura/Júcar	4	66,0
Júcar	8	54,0
Cuencas internas de Cataluña	3	10,0
Baleares	7	14,0
Canarias	10	32,0
Total	51	710,7

Fuente: Miner, MOPTMA (1994). -Libro Blanco de las aguas subterráneas. Serie Monografías.

AGRONIC FABRICA LA MAS COMPLETA E INNOVADORA GAMA DE PROGRAMADORES ELECTRONICOS PARA EL RIEGO AGRICOLA Y CONTROL AMBIENTAL, DISPONIENDO DE MODELOS TANTO PARA INSTALACIONES SENCILLAS COMO MUY SOFISTICADAS.

SOLICITE INFORMACION

Regaber



Formamos un gran equipo

En **REGABER**, el tiempo nos ha enseñado que para conseguir el máximo rendimiento y ofrecer el mejor servicio, los avances tecnológicos deben ir acompañados de un **GRAN EQUIPO** de profesionales.

En **REGABER**, hemos creado un equipo humano capaz de garantizar el perfecto

funcionamiento de la tecnología punta de que disponemos.

Por eso, en **REGABER**, estamos en buena compañía y ofrecemos el **mejor** de los servicios, gracias a nuestra gente, nuestra tecnología y el soporte de los líderes en cada sector.



Suplemento Riegos

ración de los cultivos es notable. No obstante, se propuso asimismo una evaluación de retornos entre un 5 y un 20% de la demanda bruta, suponiéndose que los porcentajes más bajos corresponden a dotaciones brutas inferiores a 6.000 m³/(ha año) y los más altos a las por encima de 8.000.

Por otra parte, las relaciones («eficiencias») que acepta el APNR alcanzan valores en un amplio intervalo, en función del tipo de redes de riego que supone y atendiendo también a los métodos para aplicar el agua en campo (por superficie, aspersión y localizado). Reconociendo que «... los parámetros en juego, como eficiencias y retornos, son simples estimaciones y otras como las concesiones y dotaciones son, con mayor o menor ajuste en algunas áreas de riego, resultado de acuerdos administrativos», el APNR aproxima las relaciones entre necesidades netas y volúmenes totales utilizados.

Conviene hacer una referencia concreta a la problemática real⁴. Considerando volúmenes de desembalse registrados en 38 zonas y estimando para su superficie regada la demanda neta, fueron calculados los correspondientes valores de la llamada «ratio demanda neta/desembalse»⁵. El valor medio para zonas de riego por gravedad resultó ser 0,54 y para riego a presión 0,80. Por otra parte, al considerar un valor medio de 0,60, se dedujo que las pérdidas hídricas medias en las zonas analizadas fueron, al menos, el 40% del desembalse. También es de interés destacar la correspondencia observada entre métodos de tarificación y volúmenes de agua empleados. Con referencia a la relación demanda neta/desembalse, se observó que a zonas con tarifas binomia (en la que una parte depende del volumen consumido) corresponden valores relativa-



Las técnicas depuradas ayudan al regante en el consumo de agua.

mente altos de la «ratio». Este hecho también se relaciona con el de que, en zonas con tarifa por superficie, el suministro bruto medio es mayor que en zonas con tarifa binomia (8.870 y 6.407 m³/ha, respectivamente). Asimismo, con el de que estas últimas se encuentran en áreas con mayor escasez o son de creación más reciente y, por consiguiente, suelen estar mejor equipadas⁶. La «ratio» media en tierras con tarifas por superficie fue 0,57, mientras que a tierras con tarifa volumétrica o binomial correspondió la cifra 0,77. Como podía esperarse, los sistemas de ejecución más reciente tienden a mostrar «ratios» mayores. Así, al valor 0,62 de los que comenzaron a funcionar entre 1950 y 1970 corresponde el valor 0,57, para los que lo hicieron antes de 1950 y el 0,84, para los que comenzaron sus operaciones de riego después de 1970. Las dotaciones unitarias señaladas para sistemas a presión y por gravedad fueron 5.800 y 9.300 m³/ha/año, respectivamente.

Ahorro, consumo y conservación de agua de riego

Una forma de disponer de más agua es ahorrar en sistemas de gestión ya existen-

tes y, por consiguiente, es correcto aplicar al ahorro la consideración de «método indirecto de obtención de recursos», complementario a los convencionales y a la reutilización y desalación. En el caso de sistemas de riego, la planificación para ahorrar agua se basa en estudios que evalúan los diversos términos de la ecuación del balance hídrico. Lógicamente, con técnicas más depuradas (probablemente costosas, a base de una rehabilitación, mejoramiento o modernización del sistema de riego y de mejores atenciones de mano de obra), el regante podrá

intentar disminuir el agua consumida o los escapes por filtración, escorrentía y fugas del sistema de distribución de su red terciaria, en finca y dentro de sus canchales.

El efecto de los retornos de una dotación, fuera del sistema de riego del regante concesionario, debe ser referido al conjunto de los sistemas ahora considerados, que constituyen un sistema de orden superior. En este nuevo marco, esa recuperación representa un ahorro, y desaparece la condición de pérdida que podría haberle sido aplicada en el otro ámbito más reducido.

Los resultados obtenidos con el manejo discrecional de porcentajes de retorno han servido de base para estimar ahorros posibles de agua a relacionar con programas de modernización y consolidación de regadíos. Las cifras a que se puede llegar aplicando porcentajes como los arriba sugeridos se mueven dentro de intervalos absolutos considerables, dado que ya es grande la amplitud indicada para estimar dichos porcentajes y que éstos, a su vez, se aplican a cantidades de demanda y a superficies muy grandes. La docilidad de tales cifras puede significar pues un importante riesgo para el planificador, cuando carece de datos, y quizá aquí van a encontrarse grandes dificultades los esperados y

LIDER EN DISEÑO Y CALIDAD

INVERNADEROS



PRODUCCION



INVESTIGACION

FOG



INSTITUTO TECNOLÓGICO
EUROPEO, S.L.
C/. Valencia, s/n - 46210 PICANYA (Valencia)
Telf.: (96) 155 09 54* - Telefax (96) 155 06 09

Invernaderos y complementos
para todas las necesidades.
CALIDAD CONTROLADA

largamente pendientes Plan Nacional de Regadíos y Plan Hidrológico Nacional.

A pesar de la magnitud de las cifras en juego, por ese procedimiento, se ha llegado a la conclusión de que sólo 1.684 Hm³/año es el ahorro de agua con que el regadío puede contribuir a incrementar la disponibilidad de recursos⁷. Para llegar a esta conclusión, «se ha realizado un programa de modernización y mejora de regadíos que ha considerado inversiones para las que ha establecido tramos delimitados por el coste marginal, determinándose que dicho ahorro

exige una inversión a un coste medio de 510 ptas./m³. Las estimaciones del APNR cuantifican los ahorros previsibles a partir de diversas hipótesis para la misma superficie aproximada de 1,5 millones de hectáreas, llegando a cifras de ahorro bruto que rondan los 4.000 Hm³/año, dejando abierta la interrogante sobre el correspondiente ahorro neto. Evidentemente, es posible la coexistencia de retornos, ahorros y déficit, y el APNR ha apreciado a partir de las dotaciones brutas un déficit que totaliza 2.667 Hm³, que significa a escala nacional 1.357.000 ha a consolidar.

Una matización importante es que los retornos procedentes de un conjunto de sistemas hidrográficos simples, por cuanto son potencialmente recuperables dentro de un dominio hidrográfico complejo que los integra, pueden significar una utilidad del agua en éste que supere a la que resulta de sumar la de cada una de sus unidades de orden inferior. Pero, aún así, los flujos retornados al río desde una zona regable son pérdidas para esa zona, ya que no benefician la producción de sus cultivos, y, aunque vuelven al dominio hidrográfico general, de donde se derivaron, la comunidad de regantes habrá tenido que poner los recursos para su almacenamiento, transporte y distribución y, además, habrá tenido que pagar la fracción reutilizable (volumen utilizado y no consumido)⁸.

El objetivo de disminuir la demanda real dentro de un campo puede aconsejar decisiones en el sentido de reducir sobrantes, lo que equivale a aumentar la fracción consumida (relación de agua consumida a utilizada), en origen; pero, y ésta es una primera conclusión, no puede prejuzgar comparaciones sobre el uso de retornos, que habrían de hacer referencia al conjunto de sistemas afectado. Por otra parte, es evidente que ese aumento no significa una mejor conservación de recursos hídricos



Es necesario racionalizar la gestión del riego.

cuando la fracción ahorrada de esa dotación real se utiliza para incrementar la superficie en riego o la producción unitaria, medidas que no pueden ser calificadas de mala gestión. Lo mismo cabe decir si el regante, aprovechando un marco económico y legal flexible, transfiere el derecho concesional de sus sobrantes a otro uso consuntivo en un sistema exterior. Existen en España zonas regables, parte de cuyo suministro proviene de sobrantes de otro sector aguas arriba por filtración en campos de cultivo o de escorrentía o agua de cola. Estos sobrantes son pérdidas para sus concesionarios iniciales, pero son útiles para los usuarios que los recogen para reutilizarlos. Aumenta así la fracción consumida en cuenca, pero no mejora el índice de conservación de agua.

Se desprende de la necesidad de que una auténtica política de regadíos (y, en general, de aguas) cuantifique esas fracciones por ámbitos de sistemas hidrográficos, antes de tomar decisiones respecto a inversiones y otras actuaciones destinadas a modificarlas.

Operatividad de actuaciones para ahorrar agua de riego

La tecnificación de la explotación de

sistemas de riego, no sólo con actuaciones para su consolidación material sino también mediante el asesoramiento a sus regantes, plantea interrogantes operativos que conviene considerar. En primer lugar, sobre que los costes de esa tecnificación no deben repercutir sobre quienes pueden no ser los beneficiarios de supuestos ahorros. En segundo lugar, sobre que la complejidad del medio real (físico y biológico) impide un análisis capaz de cuantificar *a priori*, con suficiente precisión, las respuestas a las decisiones sobre demanda, distribución y aplicación del

agua, lo que hace obligado el recurso a trabajos experimentales, en campo, para justificar propuestas de interés práctico. En tercer lugar, sobre que la viabilidad de prácticas potencialmente útiles para racionalizar el uso del agua de riego depende de la flexibilidad de los sistemas de riego para administrar su entrega. Y, finalmente, en términos económicos, sobre el hecho de que el interés práctico para la gestión racional del agua de riego depende de la legalidad (régimen concesional) para transferir el derecho a usarla cuando, como ocurre hoy en muchos regadíos, el agua podría encontrar mejores usos alternativos.

Tiene interés comentar la dificultad de conocer el uso del agua de riego por los cultivos. Los objetivos son cuantificar el balance hídrico y estudiar la respuesta en los propios campos de cultivo. Las limitaciones de su estudio se deben a las numerosas variables implicadas. Un análisis teórico capaz por sí mismo de ofrecer resultados prácticos precisos es impensable, y se hace necesario complementarlo con trabajos experimentales *ad hoc*. El desconocimiento de cualquiera de los términos del balance hídrico en cada ámbito considerado impide el necesario cierre. Por lo que respecta a las aportaciones en cabeza

CUADRO III. DOTACIONES NETAS RECOMENDADAS PARA LOS CULTIVOS MAS REPRESENTATIVOS EN CADA CUENCA HIDROGRAFICA m³/(ha año)

Cuenca	Cultivos				Cuenca
	Extensivos	Forrajeros	Hortícolas	Leñosos	
Norte	2.100	4.100	2.000	2.800	2.600
Duero	2.500	5.100	2.700	3.900	3.400
Tajo	3.800	6.100	3.700	5.100	4.400
Guadiana	4.200	6.600	3.100	4.800	4.400
Guadalquivir	4.500	6.600	4.600	4.100	4.500
Sur	3.000	6.800	4.500	4.000	4.700
Segura	3.800	7.100	4.500	4.000	4.500
Júcar	5.100	6.000	4.500	4.000	4.500
Ebro	3.400	6.200	4.500	4.600	4.500

Fuente: Orden del MOPT 23128, BOE de 16/10/92

del sistema de transporte y distribución, así como en toma de regante, el uso de instalaciones de aforo es indispensable, lo que ya presenta dificultades operativas importantes en algunas redes (en particular, las abiertas). En cuanto a los campos de cultivo, el técnico de riego habría de controlar las variables de operación de los riegos, las cuales también han de ser medidas *in situ*. Las evaluaciones de campo necesarias son laboriosas.

Los resultados obtenidos con el seguimiento de los riegos practicados, junto a la oportuna interpretación de funciones de producción, podrá informar sobre los efectos de los mismos y debe contribuir a sugerir prácticas que mejoren el uso del agua. Y, por supuesto, a orientar las necesarias previsiones sobre programas y calendarios de riego. Pero las determinaciones indicadas, precisamente por su carácter empírico, tienen posibilidades de extrapolación limitadas. Por otra parte, realizadas las oportunas evaluaciones de campo, las ventajas que ofrece el conocimiento obtenido sólo pueden ser realmente aprovechadas cuando los riegos sean programados conforme a criterios que atiendan a los resultados de las mismas. A este respecto, también conviene estudiar las limitaciones para aplicar las conclusiones propuestas por un hipotético servicio de asesoramiento de riegos. Este objetivo puede conllevar dificultades técnicas que han de ser superadas en forma apropiada a circunstancias de cada sistema de riego y, en particular, a las de los propios campos: en la práctica, la capacidad para que los regantes decidan sobre la aplicación de los riegos (variables de operación) está condicionada por las características del sistema de riego (más o menos automatizado) y, sobre todo, por la flexibilidad en los métodos para distribuir la concesión autorizada. Éstos deben ofrecer al regante un grado de libertad para programar y aplicar sus riegos; pero éste no es el caso, por lo demás frecuente en muchas zonas regables administradas por el Estado, en que el agua es entregada con un servicio por turnos. Por todo ello, los sistemas de distribución sin capacidad para un servicio de riegos a la demanda deben ser reformados. De aquí el interés en modernizar las redes de distribución o, en su caso, impulsar la construcción de obras de regulación. Esta solución es practicada por iniciativa de muchos regantes, que recurren a balsas con las que pueden garantizar la auto-



La investigación en riegos caracterizarán el futuro.

mía necesaria para sus riegos⁹.

Riegos tecnificados

En definitiva, una asistencia técnica a los regantes capaz tanto de responder a interrogantes sobre el potencial de ahorro de agua en sus sistemas de riego como de llevar a la práctica sus recomendaciones, debe sostenerse sobre dos pilares: el primero, sistemas de riego bien tecnificados. El segundo, programas específicos de investigación teórico-experimental que mantengan un seguimiento permanente y próximo a sus riegos¹⁰. En todo caso, a la vista de los objetivos comentados y de las operaciones de campo necesarias para alcanzarlos, el desarrollo de programas de asesoramiento es costoso y, pretenderlo con ambiciones maximalistas puede resultar inviable, en términos económicos. En consecuencia, la ejecución sistemática de un plan que promueva actuaciones para esa tecnificación de riegos, con evaluaciones de campo para ahorrar agua como una labor de cultivo más, plantea el problema de los límites a su financiación como un capítulo de gastos de explotación. Tiene entonces sentido discutir esa financiación con cargo a una compensación en función del ahorro de agua.

Debido a que el agua es un bien de dominio público no sujeto a precios de mercado, el coste que paga el agricultor por la que utiliza en sus sistemas de riego no es comparable con el que, con otros condicionamientos legales, podría corresponderle como factor de producción escaso. Por otra parte, dadas las dificultades para integrar todos los costes relativos al agua en un régimen de gestión más racional, la contribución de los regantes a los gastos de explotación en sistemas por gravedad se hace en función sólo de la superficie regada, y ésto, por diversas razones, suele significar cantidades pequeñas, en concepto de canon y tarifa de riego.

Mientras se mantenga el régimen legal y económico que determina para el agua el carácter de factor subvencionado, el agricultor que paga poco por él, no está debidamente motivado para su ahorro. En tanto su sistema de riego disponga de oferta de agua, la demanda no encuentra límites, y su uso será poco eficiente. Todos, administradores y regantes, pierden motivación para su ahorro con un buen mantenimiento y con servicios de asistencia técnica. Suele resultar un relativo abandono que termina haciendo necesario

el recurso a costosas obras de rehabilitación. El comportamiento del usuario es diferente en un marco de escasez o con un sistema alimentado con aguas subterráneas, donde paga los costes de la elevación. En todo caso, los objetivos a marcar estarán en función de la capacidad de pago de la respuesta. Ésta puede ser planteada en términos de ahorro de agua y usos alternativos, pero, en general, debe ir más allá del ámbito monetario; pero tanto éste como los marcos político, legal, social y ambiental desbordan los límites de este trabajo. ■

BIBLIOGRAFIA

- 1 MORAL, L. 1991. «La obra hidráulica en la cuenca baja del Guadalquivir (siglos XVII-XX)». Universidad de Sevilla.
- 2 MOPT. 1993. «Plan Hidrológico Nacional». Memoria.
- 3 Secretaría General de Desarrollo Rural y Conservación de la Naturaleza. 1995. «Avance del Plan Nacional de Regadíos». Memoria. MAPA.
- 4 KRINNER, W.; GARCIA, A. y ESTRADA, F. 1996. «Method for estimating efficiency in spanish irrigation systems». Jour. of Irrigation and Drainage Engg. 120 (5): 979-986.
- 5 Estos valores fueron obtenidos por métodos que estiman la evapotranspiración máxima, calculada según la fórmula de PENMAN-MONTEITH, y la lluvia efectiva, atendiendo a la retención hídrica en el suelo radical.
- 6 GARCIA CANTON, A. y KRINNER, W. 1993. «Aprovechamiento del agua en las zonas regables españolas». Revista Obras Públicas, número 3320.
- 7 MOPT. 1994. «Plan Hidrológico Nacional». Análisis de escenarios.
- 8 MATEOS, L.; FERERES, E. y LOSADA, A. 1996. «Eficiencia del riego y modernización de regadíos. XIV Congreso Nacional de Riegos. Almería.
- 9 LOPEZ GALVEZ, J. y LOSADA, A. (en prensa). «Uso del agua de riego en Almería». Seminario sobre la economía del agua (1995). Sevilla. Fundación Argentina.
- 10 Algunos organismos de cuenca (confederaciones hidrográficas), comunidades autónomas y entidades privadas desarrollan programas de asesoramiento en relación con el uso del agua de riego.