

EFICIENCIA TECNICA EN LA UTILIZACION DEL AGUA DE RIEGO

Por
ALBERTO LOSADA VILLASANTE (*)

«La fase atmosférica del ciclo hidrológico sólo podrá ser modificada artificialmente por la Administración del Estado, o por aquellas a quienes ésta autorice (1)».

I. INTRODUCCION

La sensibilidad social a limitaciones a la disponibilidad de recursos hídricos es creciente. Consecuentemente, la legislación española reconoce al agua la condición de dominio público y, entre otras disposiciones, contempla una planificación hidrológica con la que se espera conseguir la mejor satisfacción de las demandas de agua..., *protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos, en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales* (1).

La forma en que se atienda la problemática del agua en el regadío tendrá importantes implicaciones, pues el dramatismo con que se acusan los problemas de escasez de agua está en gran parte relacionado con el uso del agua en dicho sector, su principal usuario y consumidor. En el caso español, esto se justifica con las observaciones que siguen:

(*) Profesor de Ingeniería hidráulica. ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica, Madrid.

(1) Ley 29/1985.

— Revista de Estudios Agro-Sociales. Núm. 167 (enero-marzo 1994).

- Mientras que, a principios de 1940, el regadío no había llegado todavía a 1.500.000 ha, la superficie regada actual es del orden de 3.000.000 ha. El incremento experimentado durante los últimos veinte años ha sido de unas 30.000 ha/año, y aún se prevén importantes ampliaciones. Así, ha sido cuantificada en 100.000 ha la superficie a transformar en regadío durante el primer quinquenio del Plan Hidrológico en estudio.
- Sobre los recursos hídricos disponibles, pesa una demanda total de unos 30.000 hm³, y al riego se destina el 80 por ciento del agua total utilizada. En relación con dichos recursos disponibles, el consumo produce un desequilibrio hidrológico con un déficit hídrico crónico que ha sido evaluado en 3.000 hm³.
- El agua de riego no presenta facilidades para ser aforada, justipreciada ni cobrada. Como consecuencia, la explotación de los sistemas de riego no suele cargar costes de mantenimiento sobre el pago del agua consumida, lo que da lugar a un deterioro de obras e instalaciones hidráulicas y, consiguientemente, a importantes pérdidas de agua.
- El volumen de recursos hídricos que escapan del control de los sistemas de riego, sin llegar a beneficiar los cultivos, supera los 10.000 hm³/año. Aunque parte retorna a los cursos naturales, acuíferos y ríos, unos 5.000 hm³/año no son recuperables, magnitud que es del mismo orden que la de todas las otras demandas de la población española, que no llegan a alcanzar 6.000 hm³/año.
- La incertidumbre y escasez de los recursos aprovechables es sentida en el abastecimiento de muchas ciudades, y no sólo en enormes extensiones de regadío (2).

Las reseñas apuntadas aconsejan la búsqueda de soluciones eficientes en la utilización del agua de riego.

El contexto legal y administrativo y las circunstancias económico-sociales y ecológicas del entorno condicionan la utilización

(2) Es abundante la legislación reciente sobre frecuentes situaciones de sequía excepcionales (valga la antinomia), según se comenta más adelante. La situación ha llegado a significar la prohibición del riego en cuencas hidrográficas extensas, como la del Guadalquivir.

de todos los recursos puestos en juego por el regadío. Entre éstos, el agua interacciona en forma compleja con otros factores de producción (fertilizantes, energía, etc.). Por todo ello, criterios de riego exclusivamente técnicos, basados en cuestiones aparentemente simples, como la de definir lo que se entiende por *agua útil*, abren múltiples interrogantes que no están definitivamente resueltas.

Es obvio que cualquier concepto de *eficiencia técnica* se inscribe dentro del marco relativamente más amplio y complejo de *eficiencia económica*, entendida ésta como *la aplicación de recursos de forma que se maximice su contribución al bienestar humano, dentro de restricciones impuestas por la distribución de riqueza y de renta existentes* (3). Ahora bien, un análisis sintético y coherente, en estos términos más amplios, sobre la eficiencia en la utilización del agua de riego, desborda el objetivo aquí planteado.

El estudio que sigue es una discusión restringida a consideraciones técnicas sobre la utilización del agua de riego y puede, por tanto, adolecer de serias limitaciones. Aunque representa un apoyo a análisis más rigurosos que atiendan las consideraciones arriba indicadas, no podrá analizar la oportunidad *económica* de mejorar sistemas de riego y aplicar modernas tecnologías a la distribución del agua. A este respecto, es pertinente considerar que la problemática técnica del agua está condicionada por un regadío que afronta un futuro incierto en el marco comunitario europeo y en el del GATT. Está pues en juego, además de una renovación total de la estructura del regadío español y de los métodos de gestión y de técnicas de manejo de las aguas de riego que se le destinan, una redistribución de los usos actuales del agua disponible, como solución alternativa al proyecto de nuevas obras hidráulicas. El estado de elaboración avanzada en que parece encontrarse el Plan Hidrológico refuerza la actualidad de la problemática planteada.

II. UTILIZACION DEL AGUA DE RIEGO

El término *eficiencia*, referido al aprovechamiento del agua de riego, merece algunos comentarios en torno a otros también usuales

(3) Small, L. y Carruthers, I., 1991. *Farmer-financed Irrigation*. Cambridge.

en el campo de los riegos, como agua útil y demanda y consumo hídricos. Podría así disiparse la *ambigüedad en el manejo de estos términos, ... paralela con la falta de mediciones* (4).

Nuestra referencia va a ser la definición del riego como *provisión de medidas que capacitan a los usuarios a aplicar adecuadamente a sus cultivos el agua que toman en otra parte* (5). Las operaciones de riego se centran así en tres aspectos: en primer lugar, el agua ha de ser captada, transportada y distribuida; en segundo lugar, el gasto será función de los requerimientos de riego del campo de cultivo, y el agricultor ha de tener capacidad para manejarlo con cierta flexibilidad; en tercer lugar, el factor agua interviene en un proceso de producción con objetivos económicos. Interesa tratar aquí más específicamente el segundo aspecto, propio del *manejo de los riegos, pero atendiendo a la gestión del agua de riego encomendada a la administración pública*. En efecto, esta administración, a través de las confederaciones hidrográficas, es competente en actuaciones, tanto de tutela como de explotación, que condicionan la utilización del agua de riego por los regantes.

El manejo de los riegos, mediante operaciones de atajar y transportar el agua hasta las tierras de labor, donde el regante la aplica, conlleva dificultades técnicas que deben ser superadas en forma apropiada a las condiciones del sistema de riego, a las de los campos de cultivo y a las de los precios de los factores de producción empleados, junto con las de los productos en el mercado. Ya se indicó que los criterios de eficiencia económica están en relación con la optimización de los resultados que se persiguen. Ahora bien, limitándonos a lo que el ingeniero suele entender por *eficiencia técnica*, las operaciones de transporte y distribución del agua son *técnicamente* eficientes si el agua desviada y entregada en las tomas de riego representa una elevada fracción de la que ha sido captada, almacenada y derivada con este fin en cabeza del sistema de riego. Una idea tan simple puede ayudar a interpretar la calidad técnica de algunas operaciones de riego, en el supuesto de que se realicen los oportunos

(4) Naredo, J. M.; López Gálvez, J. y Molina, J. 1993. La gestión del agua para el regadío. El caso de Almería. El Boletín, n.º 9. MAPA.

(5) Meijer, K. E. 1990. The size of a tertiary unit and its importance in the design of canal irrigation systems (en Irrigation. Theory and Practice, Rydzewski, J. R. y Ward, C.F. Pentech Press).

aforos. Así, referida al *transporte de agua*, la relación entre las aportaciones en cola y en cabeza determinan el *rendimiento de conducción* (6), y la calidad del resultado se hace así corresponder con los factores técnicos implicados en la ejecución de dicha operación de riego: tecnología de obras e instalaciones del sistema, estado del mismo, mano de obra empleada, etc.

Estudios sobre aforo en zonas regables españolas han puesto de manifiesto que *tanto los desembalses en cabecera, como los volúmenes derivados a la red de distribución... raramente existen completos y fiables*. No obstante, a partir de valores de demanda neta obtenidos en base a métodos que estiman la evapotranspiración y la superficie que ocupa cada cultivo, se han calculado valores de la llamada *ratio demanda neta/desembalse, cuyo valor medio para zonas de riego por gravedad ha resultado del 59 por ciento y para riego a presión, del 80 por ciento* (7).

El aprovechamiento del agua de riego no se basa sólo en las técnicas de los sistemas de transporte y distribución. Implica además la aplicación a los campos de cultivo, así como las respuestas productivas a programas de riego alternativos, en relación con procesos como la filtración y la evapotranspiración. Con criterios no siempre bien precisados, la ciencia del riego califica aquí como *agua útil* sólo una parte del agua aplicada a dichos campos de cultivo: *la fracción requerida y utilizada por la evapotranspiración del cultivo, para satisfacer el objetivo inmediato de limitar efectos de estrés hídrico en su producción, y por el lavado del suelo fértil, para conservar su calidad*. De aceptar esa definición, y medida su magnitud, el técnico de riego podría compararla con las aportaciones en cabeza del sistema de transporte y distribución, o en toma de regante, las cuales también han de ser medidas. En definitiva, sería *riego útil* el que satisface la demanda de evapotranspiración y de lavado, mientras que serían pérdidas las aportaciones que se desvían de esa misión durante las operaciones de conducción (evaporación, transpiración, desbordamientos, fugas, filtraciones y descargas operacionales, en

(6) El término *rendimiento* es el usualmente empleado en lenguas latinas para representar, de una manera general, una relación técnica como la indicada, entre magnitudes físicas comparables.

(7) García Cantón, A. y Krinner, W. 1993. Aprovechamiento del agua en las zonas regables españolas. Revista de Obras Públicas, n.º 3.320.

canales) y aplicación (filtración profunda y escorrentía, en campos de riego).

Con base en las consideraciones que anteceden, y con un carácter complementario al del rendimiento de conducción arriba definido, en principio tampoco sería difícil interpretar diversos conceptos de *rendimiento de aplicación* en campo. Éstos corresponderían a la fracción representada por dicha agua útil, en relación con la de referencia; pero esta interpretación tropieza con la dificultad de que la respuesta del cultivo depende de muy diversas variables, y no sólo de la evolución del contenido hídrico del suelo. Es decir, el agua en el suelo *no* es igualmente aprovechable, aspecto que será discutido más adelante.

Con objeto de abarcar todas las operaciones de riego, se utiliza el concepto de *rendimiento global*. Su valor podría ser alto en un sistema de distribución constituido por conductos perfectamente estancos. Los sistemas de riego a presión que las modernas tecnologías han permitido desarrollar podrían así ser muy eficientes en cuanto a la utilización del agua, no sólo porque ésta es controlada, hasta su aplicación en el campo de cultivo, sino también porque es relativamente fácil de medir y cobrar; no obstante, conviene ponderar esa mejor eficiencia técnica con el impacto de costes en energía y otros recursos, como equipos e instalaciones.

En correspondencia con su antigüedad, muchos sistemas de riego en España han sido sistematizados, por gravedad, con acequias que no se prestan al control del agua ni, mucho menos, a su aforo. Lamentablemente, suelen haber sufrido una gestión que ha motivado la mala conservación de sus obras e instalaciones. Como consecuencia, el agua es conducida y distribuida sin el debido control. Por otra parte, muy frecuentemente, es aplicada a tablares con canteros inadecuadamente sistematizados. Como sería de esperar, la humectación del suelo radical tampoco es controlada. Todo ello, como ya quedó indicado más arriba, significa una fracción relativamente pequeña de agua útil.

En definitiva, sólo una fracción del agua aplicada por los riegos es consumida: en parte es útil, para la evapotranspiración de los cultivos, y en parte es pérdida, bien por evaporación desde el propio sistema de riego, bien por transpiración de plantas sin interés producti-

vo. Otra fracción, que puede representar un orden de magnitud comparable a las anteriores, escapa, superficialmente o a través de acuíferos, del control a que pudo estar sometida durante las operaciones de almacenamiento, regulación, distribución y aplicación. Esta última parte integra los llamados retornos. *No se conocen con exactitud los emplazamientos de los retornos ni mucho menos las cantidades exactas* (8). Por tanto, el cierre de los balances hídricos abre aquí interrogantes importantes, en términos tanto cuantitativos como de calidad.

III. RESPUESTA DE LOS CULTIVOS AL AGUA DE RIEGO: FUNCIONES DE PRODUCCION

Desde el punto de vista hidrológico, es normal establecer una correspondencia entre la demanda y el consumo de recursos hídricos en unidades hidrológicas experimentales bien definidas, o lisímetros. El *balance hídrico* correspondiente es la expresión de la ley de la conservación de la materia aplicada al agua en dichas unidades. Cabe aplicar este balance tanto a unidades pequeñas, con fines de investigación, como a cuencas hidrográficas, con fines de planificación y gestión. Asimismo, entre uno y otro extremos, a campos de cultivo, con fines de explotación. Estos últimos fundamentan estudios sobre utilización del agua en los sistemas de riego, y tienen importantes aplicaciones en evaluaciones de campo con fines de asistencia técnica.

Conviene observar la dificultad para interpretar funciones que relacionan la cosecha con todas las variables que la determinan: ... *no es difícil mostrar resultados experimentales, pero no es fácil tampoco determinar las diversas interacciones de los factores de producción que han dado lugar a tales resultados* (9). En efecto, ya es arriesgado interpretar experimentos que tratan de orientar cualitativamente la producción agrícola, en relación con los múltiples facto-

(8) MOPU 1990. Plan Hidrológico. Síntesis de la documentación básica.

(9) Hargreaves, G. H. y Samani, Z. A. 1987. Economic Consideration of Deficit Irrigation, Closure of discussion, Journal of Irr. and Drain. Engineering, 113: 283-284.

res implicados. Más delicado aún es extraer conclusiones cuantitativas generalizables.

La referencia que antecede puede ser relevante al interpretar *funciones de producción*. Estas pretenden expresar respuestas del cultivo a prácticas dadas sobre el sistema suelo-planta-atmósfera. El riego es sólo una de entre otras numerosas prácticas; no obstante, la importancia relativa que se reconoce al agua se justifica por el hecho de que la asimilación de otros elementos nutritivos está relacionada con su capacidad de transporte, la cual depende de la disponibilidad de dicho factor agua. Por esto, es frecuente que la selección de criterios alternativos de riego se base en funciones de producción que relacionan la cosecha de un cultivo sólo con el agua aplicada (10). En general, las relaciones de consumo hídrico son estimadas en base a una información empírica previa sobre los términos del balance hídrico en unas condiciones de referencia: el agua aplicada será relacionada con aportaciones de referencia que determinen un nivel determinado de producción.

La aportación de agua de riego capaz de compensar el consumo por evapotranspiración propio de un nivel de producción máximo en un sistema suelo-cultivo determinado suele servir de referencia. La *producción relativa* compara la producción real con la que hubiera correspondido a dicho volumen de referencia. Puede ser expresada en función de la *relación de aportación*, la cual compara sendos volúmenes aplicados. Conviene hacer notar que numerosos estudios así planteados deben ser interpretados con reservas, porque utilizan conclusiones empíricas extraídas de experimentos realizados bajo condiciones de cultivo, suelo y clima muy específicas y, sobre todo, cuando parten de datos limitados no suficientemente interpretados.

En determinados casos, de acuerdo con las funciones de producción, la respuesta de índices productivos a déficit hídricos moderados, en relación con unos requisitos de referencia, puede ser positiva (11). El llamado *riego deficitario* (también llamado parcial u óptimo) se

(10) Doorembos, J. y Kassam, A. H. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudios FAO: riego y drenaje, n.º 33: 41-45. Roma.

(11) Fereres, E. 1984. Variability in Adaptive Mechanism to Water Deficits in Annual and Perennial Crop Plants, Bull. Soc. Bot.

fundamenta en la aplicación deliberada de una aportación de riego inferior a la de referencia. Esta técnica es coherente con el hecho, frecuentemente observado, de que los recursos hídricos disponibles son mejor aprovechados cuando son escasos.

El conocimiento de funciones de producción relativas al factor agua y de su interacción con otros factores de producción ha adquirido un interés renovado en tiempos recientes. Una razón de este hecho estriba en el *creciente control que el regante puede ejercer sobre los sistemas de riego*. No obstante, el número de variables independientes implicadas no parece hacer posible una aproximación analítica que determine el proceso de producción. *La necesidad de experimentar in situ* es evidente. Cuando las condiciones de suelo, climáticas, etc. difieren de las consideradas experimentalmente, las reservas apuntadas sólo podrán ser disipadas por estudios adicionales de interpretación delicada. La investigación aquí necesaria está abierta, pero la utilidad de un seguimiento y asistencia técnica próximos es ya evidente.

IV. MANEJO DEL RIEGO EN CAMPO

El desarrollo tecnológico recientemente experimentado por los riegos ha sido notable en lo que se refiere a un mejor conocimiento de agronomía, del agua requerida por los cultivos y de los medios, programas y métodos adecuados para aplicarla. La interpretación de funciones de producción relativas al factor agua es un valioso instrumento para evaluar y orientar prácticas de riego hacia criterios de manejo del agua que optimicen la productividad de los cultivos.

En términos económicos, podría pretenderse que una posible reducción de producción fuera acompañada por la de los costes del riego (agua, energía, mano de obra, etc.). Asimismo, que el agua no utilizada fuera destinada a usos alternativos, y que los costes de oportunidad del agua, debidamente valorada, compensaran la menor producción. Ahora bien, la falta o desatención de instalaciones de aforo y las dificultades para controlar la distribución de los riegos, entre otras causas, implican que la medida del agua administrada y su cobro por volumen sean una excepción, lo que restringe su carac-

terización como factor de producción. Esta circunstancia económica genera problemas financieros que, a su vez, provocan deficiencias de mantenimiento en los sistemas de riego, inseguridad en la provisión de agua y rutina e ineficiencia en los métodos para su servicio y aplicación.

Volviendo al terreno de lo puramente *técnico*, ya se indicó que el régimen hídrico del suelo y, en particular, el agua consumida en evapotranspiración, tanto como la no utilizada y, por tanto, devuelta a los cursos naturales, dependen de numerosos factores que interaccionan y no están sujetos a control. Hay que esperar, en particular, que la variabilidad de factores edáficos y climáticos dificulte la aplicación de hipotéticas relaciones de producción de cada cultivo. Pero también intervienen otros factores relacionados con la estructura, características y régimen de operaciones del propio sistema de riego. Lógicamente, el manejo del mismo condiciona la distribución de la lámina de agua.

En todo caso, un tiempo excesivo de riego da lugar a consumos por evapotranspiración más allá del requerido, o a pérdidas hídricas por escorrentía o por filtración profunda, las cuales pueden generar problemas de drenaje. Por el contrario, si es demasiado corto, una importante fracción del campo queda regada con una aplicación insuficiente, que puede reducir la producción. La sensibilidad del rendimiento hídrico y la del déficit a los criterios de operación complementan estimaciones basadas en la función de producción (12). La oportuna *evaluación en campo de las prácticas de riego* podrá mejorar criterios de producción del cultivo, orientando las decisiones discrecionales del agricultor.

Una dificultad que plantean los conceptos de rendimiento arriba definidos se refiere a que la producción depende del régimen hídrico que resulta al desarrollar *programas de riegos* dados, es decir, al adoptar decisiones sobre cuantía, momento y forma de aplicarlos. Por lo que respecta al calendario de riegos, es decir a los tiempos para aplicar la lámina supuestamente requerida, conviene observar que algunos conceptos relativos a la retención de agua por el suelo

(12) Losada, A.; Rodríguez, L.; Juana, L.; Rodríguez, M.; Roldán, J. y Alcaide, M. 1993. Estimation of yield responses to operation alternatives in small irrigation systems. *Acta Horticulturae*, n.: 335.

no resisten críticas bien fundamentadas, no obstante su extendido arraigo. Es, en particular, el caso de la llamada agua igualmente utilizable (13). Lamentablemente, no es fácil interpretar la noción de límites de contenido de agua en el suelo que no lleguen a limitar la producción de los cultivos. Los llamados límites productivos son, en realidad, variables que tienen un carácter dinámico. Dependen de las condiciones de suelo, clima y cultivo, según una función que aconseja reducir el agotamiento admisible de la reserva de agua del suelo durante los períodos de demanda atmosférica fuerte o de sensibilidad crítica al estrés. El interés de adoptar determinadas frecuencias de riego es función de la sensibilidad de la producción del cultivo al estrés hídrico.

Fue necesaria la irrupción de los riegos por goteo, propiciada por el desarrollo de la tecnología de los plásticos, para que se hiciera patente la conveniencia de aplicar *riegos frecuentes y ligeros*, con el fin de mantener un contenido hídrico relativamente alto en el suelo radical de muchos cultivos, como mejor alternativa a las mayores oscilaciones propias de riegos infrecuentes y abundantes. La espectacular respuesta de cultivos sensibles al estrés fue observada desde los inicios de la aparición de dichos sistemas de riego (14). Su contribución a la modernización de técnicas de riego ha sido sostenida por la inapelable respuesta de muchos cultivos a dicho manejo de riegos. No obstante, la utilización de criterios simples de dosis, o lámina, de riego, en base al viejo concepto de agua igualmente utilizable, sigue aún induciendo a errores de interpretación importantes en la metodología de los riegos.

En definitiva, hoy puede afirmarse que no es igualmente adecuado el resultado de una misma aportación total cuando varía el número de tandas con que se aplica y, por consiguiente, la lámina aplicada por cada riego y el intervalo de tiempo que separa sucesivas aplicaciones. Los diferentes resultados productivos de un cultivo, bajo condiciones dadas, al que se aplica esa misma aportación con distin-

(13) Ahuja, L. R. y Nielsen, D. R. 1990. Old and New Concepts of Soil Water Availability to Plants (en Irrigation of Agricultural Crops, American Society of Agronomy, Stewart, B. A. y Nielsen, D. R., editores).

(14) Goldberg, D.; Gornat, B. y Rimon, D. 1976. Drip Irrigation principles, design and agricultural practices. Drip Irrigation Scientific Publications.

tos calendarios, hacen que deban plantearse serias reservas a criterios de manejo que no los tengan en cuenta. Ahora bien, por una parte, sin trabajos experimentales *ad hoc*, es difícil calibrar esos efectos del manejo del agua de riego sobre la producción, sobre la evolución del suelo, sobre el rendimiento de utilización del agua de riego y, en definitiva, sobre la eficiencia del aprovechamiento de la misma. Y, por otra parte, en la práctica, la posibilidad y conveniencia de aplicar riegos ligeros y frecuentes depende de las características del sistema de riego (más o menos automatizado) y, sobre todo, de la capacidad del regante para controlar la programación de sus riegos, es decir, de los métodos empleados para distribuir la concesión autorizada.

La *flexibilidad para programar los riegos* ofrece al regante la oportunidad de optimizar el régimen de su aplicación. El grado de autonomía disponible le permite seleccionar sus programas de riego, con libertad para adaptarlos a las cambiantes y difícilmente previsibles condiciones del sistema suelo-planta-atmósfera. En tal caso, podrá controlar la aplicación del riego y lograr las ventajas que puede proporcionar la utilización racional del agua por los cultivos. La *programación y aplicación discrecional*, o a la *demanda*, de los riegos en una explotación podría así ser orientada de acuerdo con la evolución del régimen hídrico. Este sería estimado a partir de la intensidad diaria de la evapotranspiración, que habría de ser medida en centros experimentales adecuados, representativos de cada comarca de riego. En razón a todo ello, los métodos de distribución del agua de riego que ofrecen libertad al regante son objeto de un interés creciente.

Por el contrario, la rigidez de procedimientos para administrar sistemas de riego limita el interés práctico de técnicas de riego potencialmente útiles para racionalizar la utilización del agua; ahora bien, no es frecuente que ésta sea entregada a la demanda, lo que obliga al regante a ingeniar medios para aplicar los riegos en condiciones que faciliten su control. Cuando los sistemas de distribución no garantizan ese servicio a la demanda, el uso de balsas puede garantizar la autonomía necesaria para la aplicación discrecional de los riegos. Esta solución se aplica en el entorno de Almería: la canalización hasta los embalses puede utilizar sistemas de transporte

abiertos, por acequias y, en este caso, las pérdidas operacionales llegan a significar un porcentaje notable del agua consumida. Las debidas a fugas y a filtraciones dependen, en todo caso, de la calidad y estado de conservación de los revestimientos en las canalizaciones y embalses. Todas ellas, junto a las producidas por evaporación, pueden representar un orden de magnitud importante, comparable al del agua consumida por los cultivos (15). En todo caso, la entubación de gran parte de la red de acequias y la regulación de sus aportaciones, anulando pérdidas en cola, gracias al almacenamiento en los embalses, han significado una creciente eficiencia y discrecionalidad en el manejo del agua.

El desarrollo tecnológico también ha significado la aparición en el mercado de nuevos materiales y equipos, los cuales han sustentado, dentro de límites económicos razonables, técnicas de riego que han transformado muchos planteamientos previos. Hoy es posible sistematizar los campos de riego de forma que la aplicación del agua (frecuencia, gasto, tiempo de aplicación y, en su caso, presión de servicio) pueda ser controlada. La viabilidad económica de utilizar elementos de almacenamiento, transporte y distribución que permiten aplicar el agua *in situ*, en el momento apropiado y con buena uniformidad y rendimiento, hacen que el control del régimen hídrico del suelo sea posible. Se han puesto a punto técnicas que no habían sido anticipadas por la investigación ni, menos aún, por los resultados propios de los sistemas convencionales. Este es el caso de riegos localizados (gracias a los plásticos), de los riegos por aspersion (gracias a sistemas fijos o autopropulsados) y de los riegos por superficie (gracias a la maquinaria para sistematizar tierras y a los modelos informáticos). Los proyectos de riego pueden ser mejor orientados para el cumplimiento de criterios de funcionalidad establecidos (condiciones de sistematización y capacidad para controlar aplicaciones de riego con déficit y rendimiento de aplicación determinados). Por otra parte, la automatización de los sistemas de riego se abre paso con el desarrollo de equipos programables y controladores. Asimismo, de modelos matemáticos cuyos parámetros podrán

(15) Bengoechea, J. M.; Pérez, D.; Pérez, J. y López, J. G. 1991. Evaluación de pérdidas de agua de riego en el campo de Dalias, Almería. III Simposio sobre el agua en Andalucía. vol II.

ser conocidos con creciente precisión a través de un proceso de calibración permanente.

No obstante los progresos mencionados, para gestionar racionalmente los escasos recursos hídricos disponibles, aún queda mucho por hacer. Las dificultades técnicas a superar se deben, en parte, a la compleja realidad física de los sistemas de riego y a que el desarrollo tecnológico nacional es insuficiente para evaluar adecuadamente la calidad de los equipos utilizados; y, sobre todo, a que los procesos que rigen la producción del regadío y, en particular, los que condicionan el consumo hídrico por los cultivos y el manejo y control del agua por los propios regantes tienen también una gran complejidad. Por todo ello, *es preciso que los regantes dispongan de servicios de asistencia técnica en riego*. Su buena preparación facilitará la realización de evaluaciones experimentales, en campo, sobre la repercusión del manejo del agua de riego, tanto en la capacidad productiva de los cultivos como en la utilización eficiente de todos los recursos utilizados.

Puede concluirse que es necesario un estrecho seguimiento de las operaciones de riego, lo que exige trabajos laboriosos y costosos, así como la interpretación de los resultados obtenidos, en general con valor muy limitado y específico. Todo ello debe ser realizado por personal muy especializado. Ahora bien, los servicios agrícolas, públicos o privados, capaces de asumir esas funciones han sido endémicamente insuficientes: ni los servicios de asesoramiento, de las confederaciones hidrográficas, ni los antiguos servicios de extensión agraria, del Ministerio de Agricultura, han recibido el necesario y sostenido apoyo que ese tipo de actividades requiere. El resultado es que numerosas zonas regadas, cuyas obras fueron financiadas por el Estado, siguen demasiado desasistidas. Ya recientemente se va sintiendo una reacción ante dicha situación, lo que puede apreciarse en diversas regiones donde la escasez del recurso agua ha motivado una mayor sensibilidad a su escasez (16).

(16) La preocupación por el uso adecuado del agua de riego ha merecido la puesta en marcha de servicios públicos de asesoramiento de riegos en diversas provincias. También, se han iniciado programas con fines análogos a cargo de instituciones privadas, como es el caso de la Est. Experimental «Las Palmerillas», de la Caja Rural de Almería.

V. GESTION DEL AGUA DE RIEGO: MARCO A SU UTILIZACION RACIONAL

V.1. Límites económico-administrativos

La gestión defectuosa y la mala conservación de las obras en zonas transformadas por iniciativa estatal han sido atribuidas a un déficit sistemático en los ingresos resultantes del servicio de aguas de riego (17). También ha sido reiteradas veces puesto de manifiesto el hecho de que las tarifas no se relacionan con la cantidad de agua realmente utilizada por los agricultores.

Para compensar la aportación del Estado a obras de regulación, así como para atender a los gastos de explotación y conservación correspondientes, los beneficiarios directos o indirectos de dichas obras pagan, con carácter anual, el llamado *canon de regulación* dispuesto por el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (18). Son objeto del mismo las mejoras producidas por la regulación de aguas que aseguran las concesiones para regadíos. La disponibilidad o uso de agua da lugar a una exacción adicional en cuanto a que ese beneficio corresponda a obras realizadas, explotadas y conservadas por el Estado. Es la llamada *tarifa de utilización del agua*, cuya cuantía resulta de sumar gastos de funcionamiento y conservación, de administración y de amortización.

En el seno de una economía de mercado libre imperfecto, puede ser difícil compatibilizar los intereses afectados: junto a los del agricultor, los sociales. Sobre todo, porque el carácter evidente de factor de producción escaso no está correspondido por el de que su precio sea libre. Por el contrario, se trata de un bien de dominio público fuertemente sujeto a disposiciones legales que regulan su utilización y que, por tanto, falsean su precio. En consecuencia, el agricultor que paga poco por él no está interesado en su ahorro.

(17) Alcaraz, A. J.; Alvarez, M. y Fez. Ordóñez, R. 1981. Los decretos reguladores de cánones de regulación y tarifa de riego. Rev. de Obras Públicas.

(18) Real Decreto 849/1986.

Dadas las dificultades para tarificar el agua de riego servida por sistemas por gravedad en zonas tradicionales promovidas por el Estado, los regantes suelen contribuir a los gastos de explotación en base a la superficie regada; pero, por razones de coste histórico y de inflación, esto ha venido a significar unas 10.000 a 15.000 ptas/(ha.año) en concepto de canon y tarifa de riego. Tan exigua cantidad hace que todos, administradores y regantes, pierdan motivación para el seguimiento de su posible reinversión. En las redes controladas por el Estado, es decir, por las confederaciones hidrográficas, suele resultar un relativo abandono.

Es de interés destacar la correspondencia observada entre métodos de tarificación y volúmenes de agua empleados: con referencia a la relación demanda neta/deseembalse, se ha observado que *los valores más altos del ratio corresponden a zonas con tarifas binomia, en la que una parte depende del volumen consumido*; asimismo, se ha observado que *el suministro bruto medio en zonas con tarifa por superficie es mayor (8.870 m³/ha) que en zonas con tarifa binomia (6.407 m³/ha), pero que estas últimas se encuentran en áreas con mayor escasez ...de creación más reciente y, por consiguiente, mejor equipadas (19).*

En el régimen de tarifas del agua trasvasada por el Sistema Tajo-Segura, se ha creído ver un precedente a la racionalización que se espera del citado reglamento (20). Las tarifas son allí mayores que las normales en otras áreas, pero parece arriesgado aventurar la interpretación de dicho caso como un punto de inflexión significativo, generalizable a las áreas tradicionales. La gestión de los riegos seguirá en ellas tropezando con gran dificultad para ofrecer una distribución a la demanda (compatible con la flexibilidad de su aplicación) y para que se mida el agua servida.

La financiación correcta del servicio de aguas de riego puede aconsejar un replanteamiento de la distribución de responsabilidades entre los organismos de cuenca y las comunidades de regantes. A este respecto, la *autonomía de financiación*, por parte de las comuni-

(19) García Cantón, A. y Krinner, W. 1993. Ibid.

(20) Sánchez, A. 1988. Costes de precios del agua de riego en España. Informaciones y Estudios. Servicio Geológico, MOPU, 48: 79-85.

dades de regantes, encaja en el interesante enfoque a la gestión de aguas para riego sostenido por Small y Carruthers con argumentos que, no por meticulosamente desmenuzados, pierden atractivo (21). Ejemplos que parecen confirmarlo pueden ser encontrados en países de los que podemos aprender (22), pero también en España. A este respecto, merece un comentario especial el notable giro experimentado por varios miles de hectáreas de cultivos hortícolas protegidos bajo plástico en El Ejido (Almería). El agua se paga a razón de unas 16 ptas/m³, cantidad que es pagada íntegramente a la comunidad de regantes, que la destina en régimen de *autogestión* a financiar los gastos de operación y mantenimiento. Gracias a la modernización del sistema de riegos, la flexibilidad para aplicar riegos por goteo frecuentes y ligeros, adecuados a un buen régimen hídrico en suelo enarenado, ha venido a significar dos cosechas anuales de hortalizas, con una aportación hídrica en las unidades de cultivo que no llega a los 6.000 m³/ha (23).

La política hidráulica que el país tiene que diseñar ...debe considerar la ...transformación de las Confederaciones hacia organismos más capaces de hacer frente a las tareas que tienen encomendadas (24). Abundando en esta idea, concluiremos este apartado haciendo observar que la gestión del agua de riego en grandes zonas regables, por las confederaciones hidrográficas, ha de superar problemas cuya solución puede exigir importantes cambios. En particular, una política destinada a mejorar la gestión del agua de riego debería promover la modernización de la organización y métodos de trabajo de sus servicios de explotación, para adaptarlos a la problemática actual. Asimismo, impulsar una participación más activa de los regantes, cuyas comunidades deben ser dotadas de auténticos servicios de asistencia técnica que sistemáticamente desarrollen actividades de campo como las más arriba indicadas.

(21) Small, L. E. y Carruthers, I. 1991. *Ibid.*

(22) Wichelns, D.; Cone, D. 1992. Tiered pricing motivates Californians to conserve water. *Journal of Soil and Water Conservation*. 139-144.

(23) Información suministrada por la Estación Experimental «Las Palmerillas», Caja Rural de Almería.

(24) Borrell, J. 1992. Conferencia inaugural (en Política hidráulica. Seminario Univ. Inter. Menéndez y Pelayo. MOPT, Madrid).

V.2. Acotaciones legales

Las leyes se mueven a veces en un mundo de deseos cuyo cumplimiento es imposible, o muy difícil. En el caso español, una administración pública limitada por una enorme inercia de atribuciones se ha reservado demasiadas competencias para intervenir la compleja problemática de la gestión del agua de riego. A lo largo de muchos años, en términos que ya pueden ser calificados de históricos, ambiciona controlar demasiado minuciosamente muy diversas cuestiones relacionadas con dicha gestión. La casuística es muy rica, y la legislación vigente ilustra todo tipo de situaciones que confirman la observación que antecede.

La obligatoriedad de un informe de la Jefatura Agronómica en todos los casos en que las concesiones tengan por finalidad la implantación de riegos ha de ser atendida con base al correspondiente estudio agronómico, el cual deberá estar autorizado por la firma de un Ingeniero Agrónomo..., y, entre otras cuestiones, abarcará la dotación de agua para cada riego en cada cultivo y grupo agrológico, referido a cada uno de los meses en que el riego es necesario..., el número de riegos... las pérdidas por evaporación, filtración e inexperience del regador, esta última cuando la superficie a regar esté incluida en zona en la que todavía haya pocos regadíos (25). Los años han ido mostrando las dificultades para llevar a la práctica esta regulación de concesiones de aprovechamientos para riegos.

La frecuencia con que disposiciones más recientes responden a la escasez de agua es una muestra de sensibilidad social que, entre otros efectos positivos, está generando una concienciación hacia la problemática del agua; pero no es fácil despejar algunas reservas sobre la forma en que se plantean reiteradamente *medidas urgentes* sobre desarrollo y gestión de recursos hídricos. Están en nuestra memoria el RD 531/1992, cuyo articulado establece normas especiales para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos escasos; asimismo, otros decretos y leyes que le antecedieron, relativos a sucesivas olas de sequía (ley 15/1984 y decreto 2618/1986, prorrogado en repetidas

(25) Orden del Ministerio de Agricultura de 27.7.1943.

ocasiones). En todos se evidencia un voluntarismo manifiesto, por parte de la administración pública, de controlar minuciosamente el uso del agua; pero hay que repetir que dicha administración *no cuenta con los medios apropiados para el rigor que exige a los profesionales de la técnica del riego o que, incluso, se autoimpone.*

Aun el año 1993, se promulgaría un decreto-ley que habla de que *el déficit de precipitaciones, acumulado al producido en años anteriores, no ha permitido tampoco, la recuperación de los embalses y acuíferos que dotan los sistemas de regadío...* (26). El recurso legal utilizado ha sustentado la declaración de interés general de importantes obras hidráulicas (27).

No parece que esté justificada la excepcionalidad aducida para acometer empeños como los enunciados. Las circunstancias consideradas, supuestamente críticas y excepcionales, pero más bien endémicas, siguen significando componentes sorprendidas en tomas de decisiones de política hidrológica, y ésta se desarrolla aún sin previsiones que integren adecuadamente la gestión de recursos hídricos ya regulados con la planificación de la infraestructura hidráulica. En todo caso, la reiterada apelación a la urgencia, al efecto de promover un mejor aprovechamiento de recursos hídricos disponibles evidencia un grado de inmadurez que el regadío español, durante muchos siglos a la vanguardia entre sus homólogos de otros lugares de la Tierra, no merece le sea aplicado.

Los motivos por los que los sistemas de distribución despilfarran agua de riego suelen ser diagnosticados por la administración en base a estimaciones algo superficiales, y raramente en base a observaciones y mediciones sistemáticas sobre la infraestructura y manejo de los mismos. Cabe suponer que la mala utilización del agua en las grandes zonas regables sea imputable a técnicas y criterios de manejo de riego inadecuadamente aplicados por los regantes, por lo que son razonables objetivos de rigor y ahorro de agua pretendidos por la legislación. Pero es indudable que la defectuosa gestión de los siste-

(26) Real Decreto-Ley 8/1993.

(27) La construcción de éstas pueden así seguir así procedimientos que todavía han sido habituales en la España contemporánea. Por otra parte, procedimientos de ese tipo han podido, a veces, ocultar motivaciones políticas, cuando no arbitrarias, para declarar de interés general nuevas obras hidráulicas a incorporar al plan general vigente desde 1939.

mas de riego se debe tanto a la actuación de los regantes como al planteamiento de los servicios de explotación en el marco de actuaciones de las confederaciones hidrográficas. No se observa que éstas hayan mostrado la suficiente sensibilidad al desarrollo científico y tecnológico experimentado durante los últimos treinta años. Por esto, se justifican las reservas con que, frecuentemente, las comunidades de regantes aceptan las responsabilidades de policía asignadas a las confederaciones hidrográficas por la legislación, que les encomienda vigilar la *gestión rigurosa* del agua y establecer directrices para su ahorro en todos los sectores, así como criterios de prioridad para su asignación y *reducciones en las dotaciones para cada uno de los distintos usos, quedando referidos los derechos concesionales a estas dotaciones reducidas*. También podrá imponer a los usuarios *el establecimiento de dispositivos de modulación, regulación y medición en los canales de riego públicos y privados* (28).

También rebosan voluntarismo las disposiciones que pretenden regular la utilización de recursos hídricos subterráneos, y quizá puedan ser representativas algunas que se refieren al Sureste, una de las regiones más castigadas por el trato que recibe de una naturaleza que no facilita la explotación de los irregulares recursos hídricos superficiales que le destina. Por hacer mención de *excepcionales circunstancias... con peligro de intrusiones salinas en los acuíferos*, merece algunos comentarios la ley 15/1984 de 24 de mayo. Crea perímetros de protección imponiendo restricciones para el alumbramiento y captación de aguas subterráneas así como *para cualquier modificación de las obras... o de las instalaciones elevadoras que aumenten el caudal alumbrado o para la implantación o ampliación de cualquier superficie de regadío con aguas subterráneas*. La falta de adecuada fiscalización para el cumplimiento estas disposiciones ha significado una eficacia dudosa. En contrapartida, si es operativa la *concesión de carácter prioritario a... construcción de pequeños embalses y cualesquiera otras destinadas al ahorro de aguas*. Como se comentó más arriba, el incentivo a pequeños embalses sí ha activado el mejoramiento del manejo de los riegos.

(28) Real Decreto 531/1992.

Quizá no podía ser menos el que la Comunidad Valenciana, cuyo regadío goza de la mejor tradición, se encuentra entre las que más sensibilidad ha mostrado para tratar de afrontar eficazmente la problemática del regadío y, con tal motivo, reguló la utilización de agua para riego en su territorio (29).

Las dificultades sentidas por algunos sectores de la administración para afrontar la problemática de una adecuada gestión del agua de riego ha impulsado otras disposiciones que reconocen la necesidad de la colaboración y aportación de los regantes en la mejora y modernización de regadíos (30). Su finalidad es *el ahorro de agua para el riego, la mejora de la calidad del agua, la utilización de aguas residuales, el ahorro energético..., quedando excluidas las obras e instalaciones que produzcan aumento de la superficie regada o de las dotaciones máximas autorizadas...*

Para terminar esta revisión sobre el contexto legal que condiciona la administración de las aguas de riego, tiene interés mencionar aquí otra reciente disposición *por la que se aprueban las instrucciones y recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuencas intercomunitarias* (31):... *se detallarán las dotaciones netas..., se tendrán en cuenta las eficiencias de riego existentes en cada sistema en explotación... y garantías* cuya referencia es la satisfacción de una demanda que establece; da normas *generales* sobre retornos, en función sólo de la llamada *demanda bruta*, y dispone un procedimiento, también de carácter general, para calcular la llamada *dotación bruta*, a partir de valores, también generales, de *dotaciones netas recomendadas para los cultivos más representativos en cada cuenca hidrográfica*. Respecto a este último punto, dispone que la dotación bruta se obtendrá dividiendo los correspondientes valores de la dotación neta por la *eficiencia global, que, a falta de estudios específicos que justifiquen otras cifras, estará comprendida entre 0,5 y 0,6* (32). Para el inge-

(29) Ley 7/1986.

(30) Real Decreto 678/1993.

(31) Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de 24.9.92.

(32) Así, por ejemplo, dispone la dotación neta de 4.500 m³/(ha.año) para cultivos hortícolas en la cuenca Sur de España, lo que recomendaría una dotación bruta entre $4.500/0,6 = 7.500$ y $4.500/0,5 = 9.000$ m³/(ha.año). Conviene confrontar estas cifras con las comentadas más arriba.

niro práctico ansioso por disponer de referencias cuantificadas, tales precisiones pueden parecer suficientes. Pero el ingeniero que, además, sea crítico, recomendará, sin duda, la realización de *muchos estudios específicos*. Estos vendrán obligados por la generalidad con que han sido presentadas esas cifras, junto a la *generalidad con que escasean datos precisos* o, al menos, debidamente difundidos para que puedan ser sometidos a análisis y discusión libres.

VI. CONCLUSIONES

El desarrollo muy activo de las técnicas de riego ha significado la posibilidad de apreciar y superar dificultades crecientes. No obstante, mucho queda por hacer por parte de instituciones y usuarios para atender satisfactoriamente a la utilización eficiente de las aguas para riego.

La meticulosa atención que requiere el manejo de los riegos, juntamente con el hecho de que su tutela sea competencia de un ministerio más interesado en grandes que en pequeñas obras y, menos aún, en la explotación de estas últimas, contribuyen a explicar por qué no se ha encontrado aún la forma adecuada de evitar el despilfarro del agua utilizada por los riegos, reducir su consumo y optimizar la producción. Por otra parte, existen disposiciones legales que han promovido el mejoramiento de diversos sistemas de riego antiguos, y con las que es posible impulsar su modernización atendiendo a objetivos de flexibilidad de manejo. Complementariamente a la activación de esta tendencia, convendría potenciar la asistencia técnica a ofrecer a las comunidades de regantes. No sólo por lo que respecta a facilitar criterios para dicho manejo (programas para aplicar y evaluar los riegos), sino también para garantizar el correcto funcionamiento de equipos con tecnología complicada.

En principio, son razonables las cautelas legales para asegurar que las operaciones técnicas de riego no alteren desmedidamente el ciclo del agua. Ahora bien, el marco legal y administrativo condiciona excesivamente las decisiones entre planteamientos técnicos alternativos. El resultado es que la administración de las aguas de riego

no responde plenamente a las expectativas generadas por el avance tecnológico actual. A este fin, las confederaciones hidrográficas deben ser actualizadas, en un marco que considere la autofinanciación y autogestión de los sistemas de riego, por parte de las comunidades de regantes.

RESUMEN

El artículo se centra en el interés de que la administración del agua utilizada en el regadío español sea adecuada, lo que justifica en base a su importancia cuantitativa en el balance hídrico. Analiza su problemática haciendo referencia a condicionamientos básicamente técnicos, aunque reconoce que este marco es relativamente estrecho, por comparación con el impuesto por otras limitaciones de carácter económico-social.

El trabajo destaca las dificultades técnicas para manejar correctamente el agua de riego y hace observar la meticulosa atención que requiere su utilización eficiente. Pone de manifiesto que la información actualmente disponible sobre los términos del balance hídrico relativos al riego es insuficiente, tanto a escala de grandes sistemas de riego como de unidades de cultivo. Justifica así la conveniencia de desarrollar programas de asistencia técnica basados en una intensa y permanente actividad para evaluar riegos en campo; pero considera que la actual estructura de la administración de las aguas no dispone de los medios necesarios para ello, lo que contribuye a explicar que las expectativas generadas por el avance tecnológico actual no hayan sido debidamente respondidas.

Haciendo referencia a aspectos administrativos que condicionan la explotación de las aguas de riego, concluye que, complementariamente a disposiciones legales que han promovido el mejoramiento de sistemas de riego antiguos y con las que se tiende a su modernización, se hace necesario impulsar auténticos programas de asesoramiento a los regantes. Lógicamente, acompañándolos de acciones legales que flexibilicen el manejo de los sistemas de riego y reconozcan a sus comunidades de regantes una mayor capacidad de autogestión y de autofinanciación.

RESUME

Cet article souligne l'intérêt d'une administration adéquate de l'eau utilisée dans les terres irriguées espagnoles, du fait de son importance quantitative dans le bilan hydrique. Le problème est analysé sur la base des conditionnements fondamentalement techniques, bien que ce cadre soit considéré relativement étroit par comparaison avec celui imposé par d'autres limites à caractère économique et social.

Dans ce travail, il est mis en relief les difficultés techniques affectant une utilisation correcte et efficiente de l'eau d'irrigation, qui exige une attention méticuleuse.

se. Il y est mis en évidence que l'information actuellement disponible sur les termes du bilan hydrique concernant l'irrigation est insuffisante, aussi bien à l'échelle des grands systèmes d'irrigation que des unités de culture. Ce travail justifie ainsi la convenance de développer des programmes d'assistance technique fondés sur une intense et permanente activité permettant d'évaluer les risques sur place. Il considère cependant que la structure actuelle de l'administration des eaux ne dispose pas des moyens nécessaires pour y procéder, circonstance que explique que les espoirs nés dans ce domaine des progrès technologiques actuels n'aient pas été dûment justifiés.

En se référant aux aspects administratifs qui conditionnent l'exploitation des eaux d'irrigation, ce travail conclut à la nécessité, comme complément aux dispositions légales qui ont permis d'améliorer les anciens systèmes d'irrigation et qui tendent à leur modernisation, d'encourager de véritables programmes de conseil aux cultivateurs ayant droit d'arrosage. Ces programmes devront logiquement s'accompagner d'actions légales qui redront plus flexibles les systèmes d'arrosage et qui reconnaîtront aux communautés de cultivateurs une plus grande capacité d'autogestion et d'autofinancement.

S U M M A R Y

The article emphasizes the interest of proper water administration in Spanish irrigation, which it justifies on the basis of its quantitative importance in the water balance. It analyses the problems involved with reference basically to technical determinants, while acknowledging that this framework is relatively narrow by comparison with that imposed by other, socioeconomic restrictions.

The paper underlines the technical difficulties in properly handling irrigation water and notes that a great care is required for efficient use. It shows that the information currently available on the terms of the irrigation water balance, as far as both large irrigation systems and cropping units are concerned, is insufficient. It justifies thus the recommendation for implementing technical assistance programmes based on an intense and continuing activity to evaluate irrigation on the spot, but considers that the current water administration structure does not have the necessary resources for this purpose. This partly explains why the expectations generated by current technological progress have not been duly met.

With respect to the administrative aspects that determine the use of irrigation water, it concludes that, apart from the legal provisions that have promoted the improvement in former irrigation systems and led to a trend towards modernization, genuine advisory programmes need to be started up among water users. Obviously, these must be accompanied by legal measures to flexibilize irrigation systems management and grant communities of irrigation subscribers more room for self-management and self-financing.
