

Rentabilidad de los diferentes sistemas de riego

A la hora de escoger un método, considerar factores económicos, agronómicos, sociales y ambientales

Un sistema de riego se define como un sistema de explotación de recursos, con obras, instalaciones y agua. Su ejecución obliga a inversiones que se justifican con estudios de beneficios-costos y con algún análisis de optimización. Pero, para lograr los resultados deseados, aún se requieren actuaciones técnicas de mantenimiento, conservación y modernización, junto, por supuesto, a las de funcionamiento. Todas ellas también habrán sido fundamentadas en programas elaborados dentro del ámbito técnico-económico propio del regadío.

Un método de riego adecuado debe satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos aplicando el agua con uniformidad y de forma que la humedad que almacena en el suelo enraizado represente un alto porcentaje del volumen total aplicado. Este objetivo debe ser alcanzado sin alterar la fertilidad del suelo e interfiriendo al mínimo con la ejecución de otras labores de cultivo.

Conviene observar que es un hecho que el recurso natural agua carece del precio que podría corresponder a la disponibilidad limitada, lo que es una consecuencia de su condición de bien social. Y otra consecuencia, aunque quizá más evitable, es que el marco legal del agua de riego liga a la tierra su régimen de concesión a término. El desarrollo que sigue se ha planteado en términos de eficiencia técnica, con matizaciones de tipo económico, para conseguir el tratamiento general de carácter económico-social que le corresponde.

Descripción de métodos y sistemas de riego

Dentro de los sistemas de riego conviene distinguir entre el procedimiento para distribuir el agua a los regantes (sistema de distribución de agua para riego) y la forma en que el agua se aplica y maneja dentro de los campos de riego (métodos de riego propiamente dichos). En el primer caso, la distribución de agua se puede hacer por turnos o a la demanda lo que en definitiva condiciona la libertad del regante a la hora de establecer su programación de riegos. En el segundo caso, los métodos de riego pueden clasificarse en tres grandes grupos: por superficie, por aspersión y localizados. Una va-

riante de estos últimos es el llamado riego subsuperficial que aplica el agua bajo la superficie del suelo.

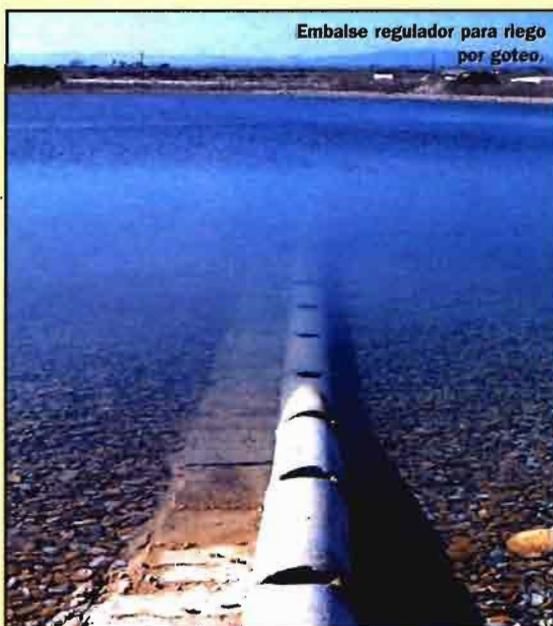
La explotación de los sistemas de riego debe organizar el funcionamiento de las instalaciones de distribución de forma que los regantes puedan disponer en sus tomas, durante el tiempo apropiado, del gasto adecuado al riego de la tierra atendida. El aprovechamiento del agua de riego no se basa sólo en las técnicas para su apropiada conservación en sistemas bien delimitados de almacenamiento, transporte y distribución. Implica además, y sobre todo, técnicas para su aplicación a los campos de cultivo.

La forma más difundida de organizar los riegos en las redes antiguas es la distribución por turnos con demanda restringida. Los turnos en redes de distribución por gravedad suelen depender de la disponibilidad de agua. En algunos casos, y en la época de máximo consumo, la capacidad del sistema hidráulico limita también los turnos. La programación de los riegos no aprovecha los avances tecnológicos hoy disponibles, y el uso del agua suele ser claramente deficiente. En zonas de riegos con aguas subterráneas y en redes a presión llega a practicarse la distribución a la demanda.

La flexibilidad para programar los riegos ofrece al regante la oportunidad de optimar 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. La programación y aplicación discrecional de los riegos en una explotación podría así ser orientada de acuerdo con la evolución del régimen hídrico. En razón a todo ello, los métodos de distribución del agua de riego que ofrecen flexibilidad (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 criterios de operación potencialmente útiles para racionalizar el uso del agua de riego. En este caso, el regante habrá de ingeniar medios para aplicar

los riegos en condiciones que faciliten el control del agua usada. Es frecuente recurrir a embalses de regulación.

La descripción de cada método constituye un breve enunciado de sus características lo que, en definitiva, orienta sobre su adaptabilidad. Así, los riegos por superficie usan la superficie del suelo como parte de su sistema de distribución no necesitando más energía que la gravitatoria para su reparto dentro del cantero de riego. Cada unidad en que el terreno queda cortado configura un cauce terminal del sistema de distribución que conduce, almacena e infiltra el agua que se aplica en su cabecera. Las estructuras de servicio que



Embalse regulador para riego por goteo.

CUADRO I.

| FACTORES | MÉTODOS DE APLICACIÓN | | |
|-------------------------------------|---|--|---------------------------------------|
| | Por superficie | Por aspersión | Localizados |
| Suelo | Uniforme con infiltración moderada a baja | Todos | Todos |
| Topografía | Pendientes nulas a moderadas | Nivelada a ondulada | Todas |
| Clima | Todos | Mal en condiciones ventosas | Todos |
| Cultivos | Todos | Excepto cultivos de porte alto en algunos sistemas | De alto valor. En línea |
| Suministro de agua | Grandes caudales | Pequeños caudales casi continuos | Pequeños caudales continuos y limpios |
| Calidad del agua | Todas, excepto muy salina | Agua salina puede dañar las plantas | Todas |
| Necesidades de mano de obra | Altas. Se requiere entrenamiento | Bajas a moderadas. Algún entrenamiento | Bajas a altas. Algún entrenamiento |
| Necesidades de inversión | Bajas a altas | Moderadas a altas | Altas |
| Necesidades de energía | Muy bajas | Moderadas a altas | Bajas a moderadas |
| Cualificación para el manejo | Moderada | Moderada | Alta |
| Rendimiento | 50-80% | 70-85% | 80-90% |

han de suministrarle el agua son acequias o tuberías, permanentes o temporales, que recorren la parcela o tablar de riego. Éste resulta sistematizado en canchales o surcos. En general, cuanto más largas y uniformes sean estas unidades operativas de riego, menos mano de obra exigirá el riego y más fácil será la mecanización de las diferentes faenas de cultivo. Por el contrario, el riego por aspersión intenta imitar la lluvia para lo que requiere una presión relativamente grande en la boquilla del aspersor. Sin embargo, el control por parte del regante es mayor aunque las condiciones ambientales, particularmente el viento, afectan su recorrido desde la boquilla a la superficie del suelo. Entre los factores prácticos que describen el funcionamiento de un aspersor destacan el gasto, o caudal de descarga, y su distribución sobre el suelo. El carácter de la lluvia depende del diseño geométrico de las boquillas, de su presión de trabajo y de las condiciones del viento. Toda variación en la carga disponible repercute en el gasto. La pulverización del chorro y su distribución a lo largo del radio de alcance tienen la máxima importancia en el carácter del riego, no sólo por el impacto de las gotas sobre los agregados del suelo, sino también porque de ellas depende la uniformidad del riego y la pluviometría instantánea que ha de recibir el suelo, que no debe producir encharcamientos. Por último, los riegos localizados no mojan toda la superficie del suelo, pudiendo distinguirse entre microaspersión, con presión, gasto y alcance relativamente pequeños, y goteo, donde el agua se aplica a través de emisores con una velocidad de salida tan baja que prácticamente se produce un goteo al exterior. Evidentemente, ello implica orificios de pequeño tamaño muy sensibles al atascamiento. Una mayor sensibilidad a la obturación puede presentarse en los riegos subsuperficiales.

De lo anterior se infieren diversos factores que deben afectar la elección de un determinado método de riego:

- Medio físico: suelo, topografía y clima.
- Medio agronómico: cultivo o cultivos dentro de una rotación.
- Recursos hídricos (cantidad y calidad) y de tierra.
- Requerimientos económicos: inversión, mano de obra y energía.

- Cualificación requerida para el manejo.

Análogamente a otras técnicas que pretenden incrementar la productividad de los cultivos, las prácticas de riego deben entenderse, en último extremo, desde el punto de vista de un balance económico donde hay que relacionar los beneficios generados con los recursos utilizados. No obstante lo anterior, hay factores limitantes que son indispensables para mantener una adecuada agricultura de regadío dentro del marco de una agricultura sostenible: uso eficiente de los recursos y mantenimiento de la fertilidad del suelo.

En la selección de un método de riego también deben tenerse en cuenta otros usos del agua, fuera del consuntivo de los cultivos, como, por ejemplo, lavado; lucha contra heladas; germinación; etc., así como la compatibilidad entre el sistema de distribución de agua en la red de riego y las operaciones de riego previstas en el método de aplicación adoptado. Así, por ejemplo, no resulta efectiva la adopción de una distribución por turnos cuando el método de aplicación requiere aplicaciones frecuentes de agua (riegos localizados).

Por último, la eficiencia o rendimiento en el uso del agua de un determinado método de aplicación no solo depende del diseño y de sus características propias, sino que el manejo en campo va a afectar notablemente su valor final. En este sentido, cualquier dato que a priori intente cuantificar la eficiencia de un método de riego debe entenderse bajo el supuesto de un adecuado manejo.

Esquemáticamente, se puede hacer una comparación entre los tres grandes métodos de riego considerando los factores mencionados que afectan su elección. En el **cuadro I** se muestran las restricciones o exigencias en cada caso.

Como conclusión se debe indicar que la elección de un método de riego es un proceso muy complejo donde intervienen un gran número de factores. No es científicamente aceptable que se pueda recomendar o rechazar uno u otro sin considerar las condiciones específicas de cada caso. Bien es cierto que la ley del mínimo es siempre aplicable, existiendo factores que son limitantes y cuya escasez hace innecesaria la participación de otros elementos. Ahora bien, el apelar de manera inmediata a la falta de agua en situaciones extremas para justificar sin más la elección de un determinado método de riego, puede enmascarar los requerimientos de dicho método en otros recursos básicos, como es la energía, cuya carestía es también notable. Precisamente, el riego tradicional por gravedad, con frecuencia vilipendiado por su supuesto despilfarro de agua, no presenta necesidades energéticas significativas.

Costes del agua de riego

En las comunidades de regantes (CC.RR.) tradicionales con distribución y aplicación de agua superficial, es normal la tarificación con un pago anual por unidad de superficie con derecho a riego, independientemente del número de riegos y de los tiempos de riego. En general, no se mide el gasto aplicado al campo. En regadíos tradicionales sólo llega a practicarse el control por horas. Éste puede entonces servir de base para una tarificación binómica: una derrama por unidad de superficie y una tarifa por hora de riego usada. Sólo en algunos casos, en redes a presión, se tarifa por el agua efectivamente consumida.

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 aplica-

ción 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 (Reverté y Pérez, 1987)] para transferir el derecho a usarla cuando, como ocurre hoy en muchos regadíos, el agua podría encontrar mejores usos alternativos.

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. Pero las determinaciones indicadas, precisamente por su carácter empírico, tienen posibilidades de extrapolación limitadas. A este respecto, también conviene estudiar las limitaciones para aplicar las conclusiones propuestas por un hipotético servicio de asesoramiento de riegos. 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.

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 riegos. 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 el que usa 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 esto, por diversas razones, suele significar cantidades pequeñas, en concepto de canon y tarifa de riego.

La información aprovechable para estimar lo que cuesta el agua en las diferentes asociaciones de riego es muy variada, debido a las distintas formas de facturación, los distintos conceptos que incluyen en la misma e, incluso, la diferente terminología usada para expresar los mismos conceptos.

Si bien todas las asociaciones de riego repercuten a sus asociados todos los costes que incurren, sin pretender obtener beneficios, el modo concreto de cargarlos al socio varía mucho. Algunas repercuten los costes fijos (administración de la entidad, vigilancia, canon, etc.) en función de la superficie con derecho a riego y los costes variables en función del uso de cada socio. Otras repercuten todos los costes en función del uso de agua, pudiendo expresarse en

pesetas por hora de riego o por metro cúbico. Otras, en cambio, repercuten todos los costes en función de la superficie regable. Algunas, por fin, usan fórmulas complejas para repercutir diversos conceptos del coste, por ejemplo, derramas por limpieza (pudiendo cobrar o no al agricultor que individualmente limpie su parte alicuota), derramas por reparaciones, repercusión, por hora o por superficie, del costo del regador (las más de las veces, aun cuando el riego lo realice el propietario del campo), etc.

Teniendo en cuenta la gran variabilidad indicada, Carles y col. (1998) definen como coste del agua de riego los pagos totales que afronta el usuario (el agricultor) para usar el agua en el riego de su campo, estando éste en condiciones y con derecho a ser regado. En definitiva, se trata de conocer la facturación total anual pagada por el agricultor a la comunidad o sociedad de riego, incluidas las derramas anuales, los pagos directos totales efectuados por riegos, horas o hectáreas; asimismo, los pagos hechos en concepto de regador, tanto si éstos se hicieran a través de la CC.RR. como si se hicieran directamente a aquél, si fuera obligatorio según las normas de la asociación de riegos. No se incluye la amortización por las "acciones" o de cualquier otro pago hecho para la obtención del derecho al uso privativo del agua.

Los estudios disponibles muestran una gran diversidad de costes del agua, o tarifas pagadas por los agricultores (19'1 ptas./m³ en los regadíos valencianos, 20 ptas./m³ en Dalías, 2 ptas./m³ en el Bembézar, zona tradicional del valle medio del Guadalquivir, y 9 ptas./m³ en Fuente Palmera, con idéntica ubicación a la anterior pero con una distribución a la demanda) (Roldán y col., 1997). El bajo precio del agua ha propiciado el desarrollo de estudios económicos que concluyen con la inelasticidad de su uso frente a variaciones porcentuales importantes de dicho precio (pasar de 2 a 4 ptas./m³ suponen un incremento del 100% aunque sigue representando un coste mínimo). Ello no debe conducir al despilfarro del recurso.

Conclusiones

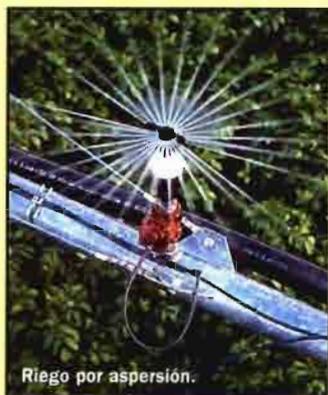
La rentabilidad de los sistemas de riego no es puramente económica. Factores agronómicos, sociales y ambientales conforman, junto a los económicos, una ecuación compleja cuya forma analítica es desconocida.

No cabe, por tanto, hablar de una mayor rentabilidad de un método frente a otro sin considerar todos los aspectos implicados. En algún caso, estos constituyen mínimos que, en el supuesto de no ser alcanzados, invalidan cualquier análisis comparativo.

Cabe concluir que el elemento esencial para el riego es el agua que, sin embargo, tiene un coste relativamente bajo, aunque sin su concurso no es posible hablar de riego. ■ **J. Roldán, M. Alcalde, E. Camacho e I. Pulido.** Hidráulica y Riegos. E.T.S.I. Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba.

BIBLIOGRAFÍA

- Carles, J.; L. Avellà y M. García. 1998. Precios, costes y uso del agua en el regadío mediterráneo. En: "El agua a debate en la Universidad", Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas, Zaragoza, pp. 231-256.
- Losada, A. 1985. Apuntes de Hidráulica Agrícola. Parte III. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad de Córdoba.
- Reverté, A. y E. Pérez (eds.). 1987. Legislación de aguas. Editorial Tecnos, Madrid.
- Roldán, J.; J. Reca y A. Losada. 1997. Uso del agua de riego en el valle del Guadalquivir: zonas del Bembézar y de Fuente Palmera. En: López-Gómez, Nareto, I. Eds., "La gestión del agua de riego", Argenteria-Visor, Madrid, pp. 199-238.



Riego por aspersión.