

## Evolución del riego en herbáceos extensivos

### Múltiples problemas obligan a plantear nuevas estrategias de riego

En este artículo se analizan los problemas más significativos que se presentan en el riego de los cultivos herbáceos extensivos, así como las soluciones más adecuadas.

● **P. URBANO TERRON.** Dr. Ing. Agrónomo. Universidad Politécnica de Madrid

Según el último *Anuario de Estadística Agraria* (MAPA 1995), la superficie regable dedicada a cultivos herbáceos en España durante el año 1993, fue de  $2.491 \times 10^3$  ha. Por grandes grupos de cultivos (**fig. 1**), las mayores superficies correspondieron a cultivos industriales, cereales para grano y hortalizas. Ya que en este número se dedica otro trabajo al riego en horticultura, al referirnos aquí a alguna de las especies de cultivo tradicionalmente hortícola, será siempre considerando una forma de cultivo y riego extensivo.

En la **fig. 2** se señalan, asimismo, los diez cultivos herbáceos a los que se dedican mayores superficies de riego pudiendo observarse cómo, junto a nuestros cultivos herbáceos clásicos de los grandes regadíos (girasol, alfalfa, maíz, remolacha, patata, etc.), aparecen ocupando superficies importantes otros como cebada y trigo, con-

siderados fundamentalmente de secano.

Si a la diversidad impuesta por las clases de suelos a regar y a las variables condiciones climáticas en que se desarrolla nuestra agricultura, unimos exigencias hídricas y condiciones tan diferentes como presentan los cultivos de riego primaveral (trigo, cebada, remolacha de siembra otoñal, etc.), o estival (alfalfa, maíz, patata, tomate, remolacha de siembra primaveral, etc.), nos encontramos ante un abanico tan amplio de posibilidades que hace que los problemas que se presentan en el riego se multipliquen notablemente.

En cualquier caso, algunos problemas gravitan, en forma más o menos constante, sobre el riego de la mayoría de nuestros cultivos herbáceos extensivos. La solución de estos problemas obliga a adoptar decisiones que afectan, tanto a la hora de elegir un sistema de riego, como al diseño y manejo de los sistemas. Estas decisiones han marcado la evolución del

riego en los cultivos herbáceos extensivos durante estos últimos años.

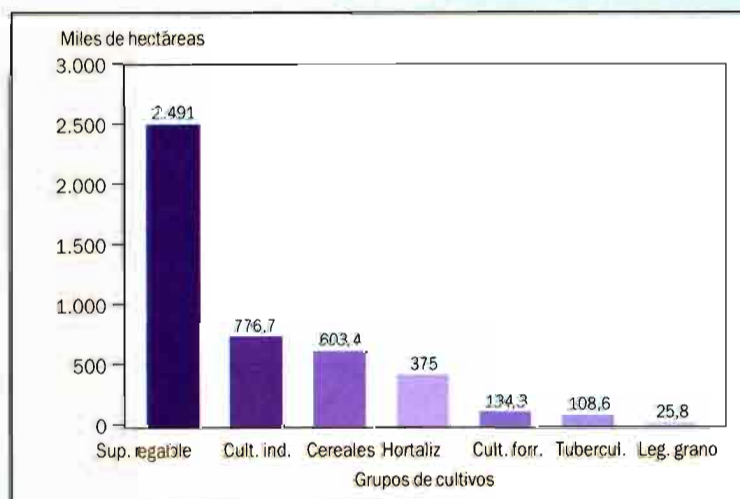
Entre los problemas más significativos destacaremos, dentro de la brevedad impuesta por este trabajo, los relacionados con:

- La escasez de agua.
- La calidad del agua que se utiliza en el riego.
- Los impactos ambientales: contaminación y degradación del suelo.
- La eficiencia y economía de funcionamiento de los sistemas de riego.

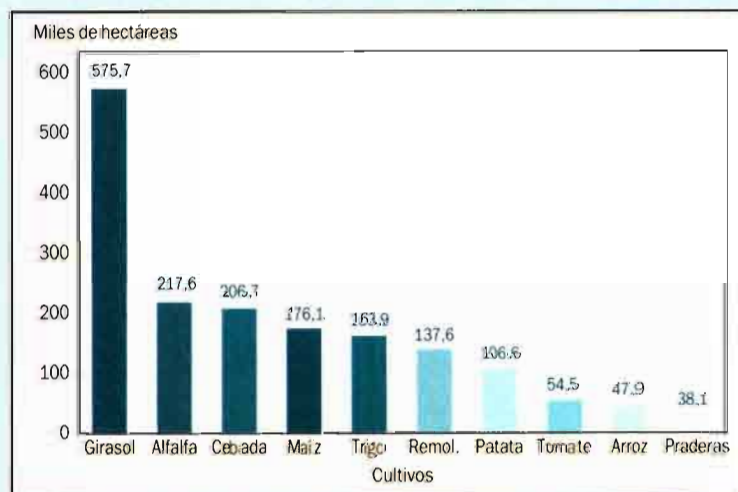
#### Escasez de agua

Durante los últimos años hemos padecido un ciclo de sequía que, afortunadamente, con las lluvias producidas desde finales de 1995 podemos considerar, por ahora, concluido. Pero no nos engañemos, hay que pensar en nuevos ciclos secos para los que es necesario prepararse considerando la escasez de este recurso.

Las superficies dedicadas al riego de herbáceos consideradas en las **figs. 1 y 2**, corresponden al último ciclo seco. Durante este ciclo ha podido comprobarse que la superficie efectivamente regada, frente a la regable, se ha reducido notablemente y que, dentro de aquélla, han sido los cultivos de ciclo estival, los mayores consumi-



**Fig. 1.** Distribución de superficies por grupos de cultivo (1993). Fuente: *Anuario de Estadística Agraria 1993*.



**Fig. 2.** Superficies cultivadas en regadío (1993). Fuente: *Anuario de Estadística Agraria 1993*.



Riego a pie de remolacha en el Páramo Leonés.

dores de agua, los que más han experimentado este descenso de superficie cultivada. Pueden destacarse, sólo a modo de ejemplo, las 176.128 ha regadas de maíz en 1993, cuando en algunos años, que podemos considerar de riego normal, se ha llegado cerca de las 400.000 ha de riego. Otro tanto sucede con las 47.861 ha regadas de arroz en 1993, frente a las cerca de 90.000 ha regadas en años más favorables. Estas cifras ponen de manifiesto que, siendo el agua un recurso escaso, es necesario un control muy riguroso para poder atender a las demandas hídricas que se plantean en las zonas regables.

Debe tenerse en cuenta, además, que al ser generalmente los cultivos herbáceos extensivos los que generan menor producto bruto o, si se quiere expresar de otra manera, los de menor eficiencia en términos de pesetas generadas por cada metro cúbico de agua utilizado, han de ser ellos los más sensibles a la hora de reducir las superficies dedicadas a su cultivo cuando falte el agua. Por otra parte, el agricultor preferirá dedicar el agua disponible al riego de los cultivos leñosos, donde los efectos de la escasez de agua de riego tendrán repercusiones de mayor duración.

Por ello, en el caso de los cultivos herbáceos extensivos, la gestión del agua que se utiliza en el riego aparece hoy como uno de los principales factores que actúan sobre la evolución de los sistemas y métodos de riego. Las estrategias que se están adoptando para paliar situaciones de escasez o carestía de agua, según los casos, pasan por alguna de estas posibilidades:

a) Uso en el riego de aguas residuales, tanto de procedencia urbana como industrial, una vez que hayan sido convenientemente regeneradas (generalmente con tratamiento primario o, a lo sumo, secundario) para garantizar su empleo en adecuadas condiciones sanitarias.

b) Reutilización de aguas previamente



## TODO LO QUE NECESITA PARA CRECER

ABONOS LIQUIDOS

MATERIA ORGANICA SOLIDA

AMINOACIDOS

ENMIENDAS HUMICAS

ESTIMULANTES

CORRECTORES DE CARENCIAS

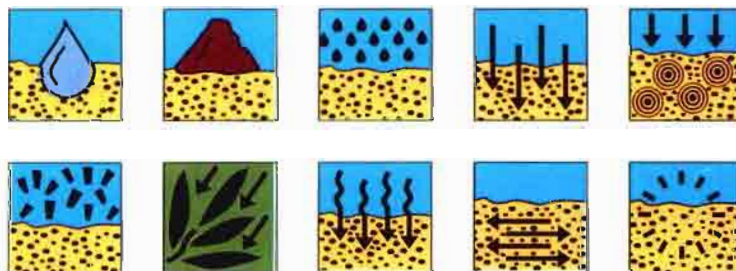
ABONOS CRISTALINOS

ABONOS FOLIARES

CORRECTORES SALINOS

ESPECIALES

### ABONOS NPK ORGANOMINERALES



## Fuente de energía para sus cultivos

*¡Pídale en su suministro!*



Fabricado por:



PARAJE LA CUMBRE S/N.  
04700 El Ejido (Almería)

Tels.: (950) 57 04 60 - 908 83 75 91

Fax: (950) 57 04 64



utilizadas en el riego de tierras situadas en cotas más altas de la zona regable.

c) Optimización a nivel de parcela del agua que se utiliza en el riego con dosis acordes a los valores de proyecto o diseño.

d) Riegos deficitarios para aplicar en regadíos infradotados.

El uso en el riego de aguas residuales regeneradas, puede cumplir con la doble misión de aumentar los recursos hídricos escasos y de reducir los impactos ambientales, si se tiene en cuenta que, conforme a la directiva europea de 1991 (91/271/CEE) y el Real Decreto-Ley 11/1995, antes del año 2000 las poblaciones de más de 15.000 habitantes equivalentes deberán tener depuradas sus aguas residuales y que, asimismo, antes del año 2005 los municipios entre 2.000 y 15.000 habitantes equivalentes deberán cumplir esta condición (Ulloa, 1996). Actualmente es pequeña la cantidad de agua regenerada que se destina a uso agrícola y de aquélla es poco significativa la dedicada al riego de cultivos herbáceos extensivos pero, no cabe duda que, a medida que se vaya extendiendo la obligación de depurar los vertidos urbanos e industriales, la agricultura será el destino más importante para absorber estos vertidos, especialmente si se tiene en cuenta que es, a su vez, el destino que acepta tratamientos más blandos y, en consecuencia, más baratos.

## Papel del agricultor

Si en el tema de depuración de aguas residuales el papel del agricultor se reduce al de un simple utilizador con las condiciones que le vengán impuestas, en las otras tres posibilidades que se han señalado, puede jugar un papel muy significativo con importantes incidencias sobre las condiciones del riego. No es raro ver cómo los agricultores reutilizan aguas previamente utilizadas tomándolas de las zanjas y canales de drenaje o, incluso, alumbrando pozos que están, en realidad, alimentados con aguas procedentes del riego de las zonas más altas. Sistemas reversibles de riego-drenaje en el que tubos enterrados pueden actuar alternativamente como drenes de saneamiento o como tuberías porosas de riego, se utilizan en zonas y suelos donde se suceden épocas de encharcamiento y sequía. Generalmente, estas aguas pueden presentar elevados con-



Cultivo extensivo de melones regado a pie mediante sifoncillos.

tenidos salinos o de elementos fertilizantes, debido a lavados del suelo. La solución exige controlar estos niveles para evitar problemas de contaminación de capas freáticas.

Es a nivel de parcela, donde el agricultor es cada vez más consciente de la función que el sistema de riego que utiliza puede convertirle en un verdadero despilfarrador de agua. Es bien sabido que los riegos localizados de alta frecuencia (goteo y rezume, superficiales o enterrados, y microaspersión) permiten obtener eficiencias de aplicación del agua de riego superiores al 90%, con lo que se admite que las pérdidas son pequeñas. Sin embargo,

estos sistemas de riego no suelen ser muy frecuentes en el caso de los cultivos herbáceos extensivos.

Para estos cultivos, la mayor parte de la superficie regada está bajo sistemas de aspersión o de riegos de superficie en los que la eficiencia de la aplicación del agua es notablemente baja: unas veces, por deficientes condiciones de la infraestructura de riegos (deficiente nivelación o sistematización del terreno, fugas en canales y tuberías, fallos en los equipos de aspersión, etc.) y otras, porque los parámetros de riego, tanto en el proyecto como en su aplicación, están pobremente considerados. En los riegos de superficie llega a perderse (por escorrentía, percolación, drenaje interno y subsuperficial, etc.) hasta un 50% del agua que se aplica y en los de aspersión es normal aceptar pérdidas (por evaporación en los chorros, además de las consideradas para el riego superficial) de hasta un 25% del agua aplicada.

Por estas razones, en los regadíos actuales resulta absolutamente imprescindible controlar el agua que se aporta con el riego. Para ello, es necesario conocer perfectamente las características de los suelos a regar, las interacciones suelo-agua-plantas y las condiciones de funcionamiento de los equipos de riego. Sólo así podrán establecerse dotaciones y frecuencias de riego muy ajustadas a las necesidades que van presentando los cultivos a lo largo de su ciclo vegetativo. La medida frecuente de la humedad del suelo (tensiometría o reflectometría TDR), permitirá precisar el momento en que debe aplicarse el riego y su cuantía. El uso de aparatos de control es una de las características más destacada en los riegos modernos (reguladores de presión y limitadores de caudal, electroválvulas o válvulas hidráulicas de control remoto, válvulas dosificadoras, caudalímetros, contadores volumétricos, etc.), permiten programar los riegos y obtener notables ahorros de agua.

## Control de la humedad

La **fig. 3** representa un diagrama de riego correspondiente a uno de los ensayos que hemos realizado en el cultivo de remolacha de siembra primaveral en una localidad de Castilla y León. En este ensayo se aplica el riego cuando el tensiómetro, con el bulbo colocado a 30 cm de profundidad,

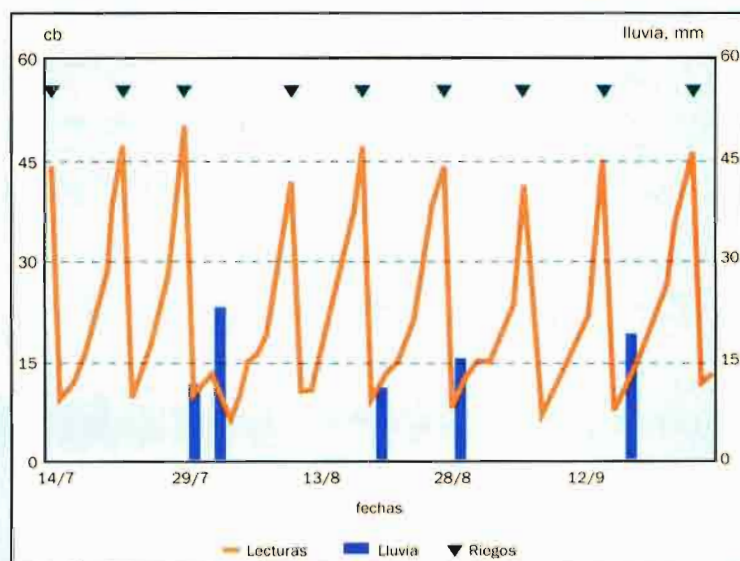


Fig. 3. Lecturas tensiométricas, riegos y lluvias.



# FERTILIZANTES NATURALES, S.A.

**EXPERIENCIA Y CALIDAD  
EN NUTRICION VEGETAL**

## FERTILIZANTES ESPECIALES PARA CULTIVO INTENSIVO (GRANULADOS)

**SUPRAMIX NPK 12-10-18+1,5% MgO  
(100% proveniente de Nitrato Potásico)**



**NITRATO DE CHILE 16-0-0**



**NITRATO POTASICO 13-0-45**

**N. POTASICO + MAGNESIO 12-0-43+4% MgO**

## FERTILIZANTES ESPECIALES PARA FERTIRRIGACION Y F. FOLIAR



**NITRATO POTASICO (cristal)  
13-0-46**



**FOSFATO MONOPOTASICO (cristal)  
MKP 0-52-34**



**FOSFATO MONOAMONICO (cristal)  
MAP 12-61-0**



**SULFATO POTASICO (cristal)  
0-0-51**



**NITRATO DE MAGNESIO MAGNIT-6 (prill)  
11-0-0+15%**



GRUPO



ROTEM-AMFERT-NEGEV



**FERTILIZANTES NATURALES, S.A.**  
(Filial SOQUIMICH EUROPEAN HOLDING)  
Pravença, 251 08008 BARCELONA  
Teléfonos: (93) 487 78 06 - Fax: 487 23 44

GRUPO





Riego por aspersión de praderas en terrenos pendientes.



Riego mediante pivote central de un cultivo extensivo de tomates.

marca 45 cbar y se aporta una dosis de agua (determinada previamente en laboratorio según la textura del suelo) para que la tensión descienda a 10 cbar. Puede observarse en el diagrama, la influencia de las lluvias que permitió reducir la frecuencia de los riegos en las fechas en que se produjeron. Controlando la humedad del suelo de esta forma, a la vez sencilla y barata, hemos podido obtener en el tiempo que llevamos trabajando en esta zona con remolacha azucarera, ahorros de agua siempre superiores a 1.000 m<sup>3</sup>/ha y campaña, sin pérdida de rendimientos. Todos estos controles son más difíciles de realizar en los riegos de superficie, por lo que la evolución hacia sistemas de transporte y distribución de agua mediante tuberías es una de las constantes actuales.

Otra posibilidad consiste en la aplicación de riegos deficitarios capaces de reducir el agua aplicada con el mínimo impacto posible en la producción (Sánchez-Blanco *et al.* 1995). Siempre refiriéndonos a trabajos realizados por nuestro equipo de trabajo de la UPM sobre remolacha, hemos aplicado esta técnica siguiendo dos posibilidades: a) aplicando durante todo el ciclo de cultivo volúmenes de agua de riego correspondientes al 50, 75 y 90% de las necesidades de agua determinadas mediante el método de cubeta evaporimétrica de clase A, y b) dividiendo el ciclo de cultivo en cuatro etapas y aplicando riegos en los que selectivamente se restringía la cantidad de agua en diferentes etapas del desarrollo. Ya que la primera posibilidad se aplicó a un ensayo de riego por goteo y la segunda a otro ensayo de aspersión, los resultados no son comparables. Sin embargo, pudo comprobarse en el ensayo de goteo que con la dosis del 75% no se redujo significativamente el rendimiento (11,5 t de sacarosa por hectárea) pero se consiguió un notable ahorro de agua (del orden de 1.200 m<sup>3</sup>/ha y campaña) frente a

las dosis que aplicaron el 90% de las necesidades de agua. La dosis del 50% representó un nuevo ahorro de agua (1.000 m<sup>3</sup>/ha/campaña) pero los rendimientos bajaron notablemente (9,6 t de sacarosa por hectárea). Para el ensayo de riego deficitario selectivo según estados del desarrollo, los mejores resultados se obtuvieron cuando se aplicaron riegos no deficitarios hasta que la planta hubo desarrollado completamente su aparato foliar y el riego deficitario se aplicó sólo a partir de esta época hasta la recolección (Urbano *et al.*, 1996).

Estas son actuaciones sobre las que conviene seguir trabajando con el objetivo de compatibilizar, en nuestras diferentes condiciones agroclimáticas, que todos los cultivos herbáceos extensivos proporcionen rendimientos aceptables con los volúmenes de agua disponibles.

## Calidad del agua

Debido a la escasez, sobreexplotación de acuíferos y al uso de aguas residuales o reutilizadas, es cada vez más frecuente emplear aguas caracterizadas como de calidad dudosa o, incluso, malas, en el riego de los cultivos herbáceos extensivos.

Estas situaciones obligan a adoptar diferentes estrategias que influyen en la forma de efectuar los riegos y que han contribuido a su evolución hacia condiciones que garanticen la seguridad de empleo.

Para ello, es necesario, en principio conocer la calidad del agua que se utiliza y su variación estacional. La toma de muestras con una determinada frecuencia y su análisis en laboratorios reconocidos, es una práctica habitual en estos casos para poder conocer la carga de sustancias en suspensión y solución que llevan estas aguas. Teniendo en cuenta que, si se exceptúan los cultivos hortícolas, no es frecuente el consumo en crudo de los productos que se obtienen con los principales cultivos

herbáceos extensivos, en este caso no son excesivamente preocupantes parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), el cloro residual o el contenido en microorganismos.

Asegurado el aspecto sanitario, los problemas más importantes planteados por las aguas de calidad dudosa afectan al funcionamiento y conservación de los equipos de riego, al descenso de rendimiento de los cultivos y a la degradación del suelo por salinización o alcalinización.

El empleo de hidrociclones y filtros (de mallas, anillas o arena), capaces de separar y retener partículas sólidas en suspensión, de naturaleza mineral u orgánica, hasta un tamaño de filtrado que garantice que no pasan las de diámetro superior al 50% del que presentan los orificios de salida del agua (toberas de los aspersores, microaspersores, difusores, etc.), evitará riesgos de obturaciones. Posibles tratamientos ácidos para eliminar sedimentos, no son frecuentes en el riego de los cultivos herbáceos extensivos.

En relación con la influencia de la calidad del agua sobre el rendimiento de los cultivos, las estrategias actuales gravitan, primero, sobre la elección de especies y cultivares con tolerancia o, incluso, resistencia y, después, sobre la ordenación de los riegos de modo que en todo momento se mantengan las soluciones del suelo por debajo de estos niveles.

Desde el punto de vista cuantitativo, los problemas más graves suelen presentarlo, en este campo, las aguas salinas por su capacidad para incrementar notablemente las sales presentes en la solución del suelo llevando su potencial osmótico a niveles que reducen notablemente los rendimientos.

En función del sistema de riego adoptado que caracterizará el patrón de extracción de agua por parte del sistema radicular del cultivo, se determinarán los

# Herbáceos Extensivos

equilibrios salinos aceptables utilizando en el riego un exceso de agua (que se denomina dosis o necesidades de lavado) para arrastrar en profundidad las sales sacándolas del perfil cultural y evacuándolas por los sistemas de drenaje.

Lógicamente, para actuar así y evitar que el campo se convierta en un saladar, es necesario contar con suelos profundos, con buena conductividad hidráulica y adecuada red de drenajes. Un buen equilibrio entre las condiciones de funcionamiento de las redes de riego y drenaje, es fundamental en todo proyecto moderno de riegos y, muy especialmente, si se utilizan aguas de calidad dudosa. A largo plazo, este equilibrio salino se establece teniendo en cuenta los lavados producidos con los riegos y los que se producirán con las lluvias durante las estaciones húmedas del año.

Para el control, se tomarán muestras de las aguas de drenaje y, mediante su análisis



Fertirrigación en cultivo de maíz.

periódico, se comprobará que se mantienen los equilibrios salinos proyectados. Si el equilibrio salino queda bien establecido, podrán garantizarse los rendimientos de los cultivos y se evitarán los riesgos de salinización del suelo.

En el caso de las aguas ricas en sodio, donde además de problemas osmóticos se van a originar problemas en el suelo, por

degradación de su estructura al ser el sodio un ion dispersante, puede ser necesario utilizar enmiendas al agua o al suelo para desplazar el sodio y mantener su concentración en el complejo de cambio por debajo de cierto nivel ( $PSI \leq 10\%$ ).

## Impactos ambientales: contaminación y degradación

Aunque las consideraciones anteriores ya representan impactos ambientales que deben tenerse en cuenta en la forma que se ha descrito, aún quedan otros dos factores de riesgo que conviene destacar. Se trata de posibles contaminaciones producidas por los fertilizantes utilizados en los cultivos de regadío y problemas de erosión que es necesario controlar.

La contaminación de aguas superficiales y profundas con su consecuente eutrofización, producida por los nitratos y fos-

A LA HORA DE ELEGIR EL MEJOR SISTEMA DE RIEGO...

## TECNOLOGIA AGROPLAST

*Una amplia gama de sistemas de riego por goteos autocompensantes, microaspersores o goteos interlínea con las máximas prestaciones y calidad.*

*AGROPLAST: investigación constante en la búsqueda de soluciones a sus problemas específicos de riego.*

Plataforma



FABRICA Y OFICINAS:  
Carretera Nacional 340, km. 421 Teléfono: 34-(9) 50-553700  
Fax: 34-(9) 50-553106 VICAR (Almería)

# Suplemento Riegos

fatos aportados con los fertilizantes, es un hecho constatable en numerosos regadíos. Aunque el riesgo depende de la situación de las láminas de agua, oscilación de freáticos, conductividad hidráulica del suelo, capacidad de retención de humedad del suelo, método de riego, pendientes, etc., los problemas se presentan en riegos en los que el aporte de agua se hace con una velocidad superior a la de la infiltración del terreno y con dosis que superan su capacidad de campo.

Para evitarlo, conviene determinar cuidadosamente las necesidades fertilizantes de los cultivos, teniendo presente, en su caso, que las aguas residuales o reutilizadas pueden llevar cantidades significativas de estos elementos, y aplicar en forma fraccionada las cantidades que resulten necesarias. Los riegos frecuentes con baja dosificación y lenta velocidad de aplicación serán los más recomendables para evitar estos problemas.

Los problemas de erosión están muy ligados a la pendiente del terreno, grado de cobertura del suelo por el cultivo, forma de cultivo, velocidad de aplicación del agua, tamaño de las gotas en los riegos por aspersión, etc. Hay que tener en cuenta que en las primeras etapas del desarrollo o incluso, antes de nacer (riegos de nascencia), el suelo tiene una cobertura escasa y en terrenos en pendiente pueden producirse daños importantes si se riega con grandes dosis de agua o gota gruesa. Asimismo, el peligro es mayor para los cultivos en línea y, muy especialmente, si las siembras se hacen siguiendo líneas de pendiente. Para evitar los problemas de erosión los equipos y sistemas de riego deben tener suficiente elasticidad para cambiar los parámetros de aplicación del agua en función del estado de desarrollo



Contador-dosificador volumétrico instalado en un ramal de riego.

del cultivo y de las condiciones de los suelos que se riegan.

### Eficiencia y economía de funcionamiento

Se tiende actualmente hacia sistemas de riego que presenten alta eficiencia de funcionamiento. Aunque se manejan diferentes índices de eficiencia, nos interesa referirnos a la eficiencia global del riego que incluye la elevación (en los casos en que sea necesario bombear el agua), el transporte, la distribución y la aplicación. Elevadas eficiencias ahorran agua y costos de funcionamiento.

Los sistemas que funcionan con elevadas presiones consumen mucha energía. Téngase en cuenta que ésta es el producto del caudal por la altura manométrica requerida para el funcionamiento del sistema. Si se exceptúan los inevitables desniveles geométricos, las restantes componentes de la altura manométrica son las pérdidas por rozamientos y la presión necesaria en los puntos de salida del agua.

De nuevo, nos encontramos con exigencias muy determinantes en el riego de los cultivos herbáceos extensivos. Con bue-

na calidad de diseño y proyecto, se reducirán las pérdidas al mínimo (diámetros adecuados en las conducciones) y se ajustarán las presiones para determinar puntos de trabajo en los que los equipos de bombeo presenten rendimientos óptimos.

### Conclusiones

En estas líneas hemos ido pasando revista a los problemas más significativos que se presentan en el riego de los cultivos herbáceos extensivos. La solución de estos problemas

requiere que los equipos de riego estén altamente calificados, tanto en su diseño y proyecto, como en sus condiciones de funcionamiento. Esto ha obligado a evolucionar desde métodos antiguos en los que el riego era «echar agua» o «humedecer el suelo», hasta los equipos y métodos de alta tecnificación que se utilizan en la actualidad. ■

### BIBLIOGRAFIA

- SANCHEZ-BLANCO M.ª J. y TORRECILLAS A. 1995. Aspectos relacionados con la utilización de estrategias de riego deficitario controlado en cultivos leñosos. En *Riego Deficitario Controlado*. Mundi Prensa. Madrid.
- ULLOA J. J. 1996. El tratamiento de las aguas residuales. Necesidades, objetivos y sistemas. En «Curso sobre reutilización de aguas residuales y salinas en regadío: Aplicación de tecnologías avanzadas». Universidad Politécnica de Madrid y Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Madrid.
- URBANO P., ARROYO J. M. et al. 1966. Rationalization of water supply to sugarbeet crop in the Duero basin by tensiometer use. En *Intern. Conf. on Agric. Eng.* Vol 2. 96C-075, 659-60. Universidad Politécnica de Madrid. Comisión Española de Ingeniería Rural.

## RIEGO LOCALIZADO



**PORITEX**

### El auténtico Goteo Exudante

- Tubo 100% poroso.
- Resistente a la obturación.
- Las aguas calcáreas no afectan al sistema.
- Fácil mantenimiento.
- Riego invisible.
- Larga duración.
- En superficie o enterrado.



## ESLINGAS DE ELEVACION Y SISTEMAS DE AMARRE

**EXIT SLING SA**

C/ Recaredo, 2-4. 08005 Barcelona (Spain). Tels. (34-3) 307 03 62 - 307 04 62. Fax 307 05 62