

Evolución y perspectivas

La fertirrigación en España

La evolución tecnológica asociada al concepto de fertirrigación va encaminada al diseño y la fabricación de sistemas y materiales que permitan sacar el máximo rendimiento de los cultivos y aseguren la fiabilidad y eficacia del sistema

Fertirrigación significa literalmente aplicación simultánea del agua de riego y los fertilizantes. Riego localizado es la aplicación del riego en zonas concretas en torno a las plantas, normalmente bajo presión y a elevada frecuencia, humedeciendo solamente una parte del volumen del suelo (bulbo húmedo) donde se ve fomentado el desarrollo radicular. Los sistemas de riego localizado son fundamentalmente microaspersión, microtubo, cintas perforadas, mangueras de doble cámara, escupido, barboteo, exudación y goteo, este último es el más extendido y popular y va siempre unido al concepto de fertirrigación, por lo que se usa un término u otro indistintamente para referirnos a una misma técnica de cultivo.

En el contexto económico actual, el objetivo de las explotaciones agrícolas es la obtención del máximo rendimiento, incluyendo la búsqueda de sistemas de cultivo más racionales y eficaces que los tradicionales. Son de sobra conocidas las ventajas que supone la fertirrigación localizada, ahorros de agua, fertilizantes, mano de obra, labores culturales, a la vez que se incrementa el rendimiento de los cultivos (mayor producción, calidad y precocidad de las cosechas). Un adecuado manejo de estos sistemas incide en una plena disponibilidad para que las raíces puedan obtener el agua y los nutrientes esenciales para un crecimiento óptimo y armónico de acuerdo con el momento fenológico del cultivo.

Bajo las premisas anteriores la evolución tecnológica asociada al concepto de fertirrigación va encaminada al diseño y fabricación de sistemas, materiales, automatismos, sensores y otros elementos, que permiten sacarle el máximo rendimiento y que aseguren la fiabilidad y eficacia del sistema.



Plantación fertirrigada de cítricos de primer año, con surcos entre líneas para facilitar la lixiviación de las sales fuera del bulbo húmedo de desarrollo radicular.

En el contexto económico actual, el objetivo de las explotaciones agrícolas es obtener el máximo rendimiento y sistemas de cultivo eficaces. Las ventajas de la fertirrigación localizada son ahorros de agua, fertilizantes, mano de obra, labores culturales, e incremento del rendimiento de los cultivos

Evolución de la superficie cultivada bajo fertirrigación

El inicio de ensayos de riego localizado data de principios de siglo, con la utilización de conductos subterráneos en EE.UU. y Alemania. Su evolución fue creciendo para pasar a sistemas superficiales que son hoy día los más extendidos, es en la década de los 60, coincidiendo con la aplicación de los plásticos en la agricultura, cuando el sistema se perfecciona y empieza a extenderse en Israel y EEUU. A principios de los 70, se empieza a implantar en zonas áridas y semiáridas del Mediterráneo, Méjico, Australia y Sudáfrica. En España se inician los primeros ensayos en Campo Níjar (Almería), en 1968, extendiéndose a partir de entonces por la mayor parte de las zonas de agricultura intensiva del país.

Según datos de 1991, la superficie mundial fertirrigada ocupaba una extensión aproxi-



mada de 1.800.000 ha, lo que representa un incremento superior al 300% respecto a 10 años atrás. EE.UU es de largo, el país con mayor superficie fertirrigada, con una extensión que en la actualidad debe estar cercana a las 900.000 ha, España es el segundo país con mayor implantación de esta técnica, y cuenta en la actualidad con una extensión superior a las 200.000 ha de cultivo bajo fertirrigación. Países como Australia, Sudáfrica, Israel, Italia, Egipto y Méjico, también rondan o superan las 100.000 ha con riego localizado. Israel es la nación con un mayor porcentaje de riego localizado frente al total de superficie de regadío (más del 50%), mientras que en nuestro país, este porcentaje alcanza un valor cercano al 6%.

Un ejemplo, Murcia, región eminentemente agrícola, en ella la evolución de la superficie

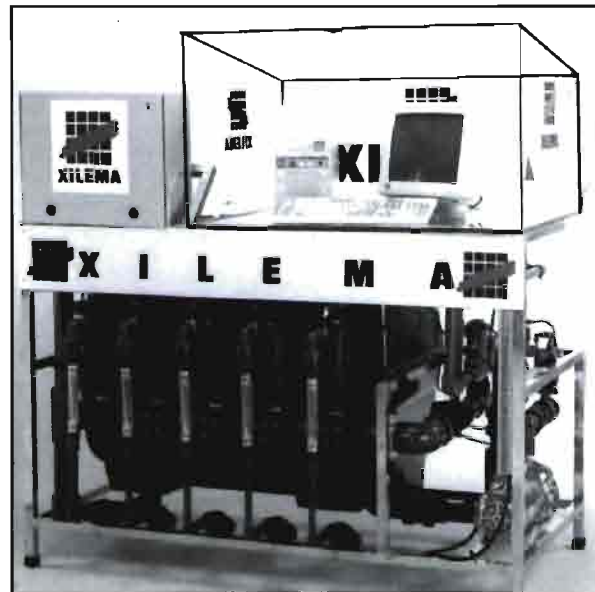


Equipo automático de fertirrigación ideal para instalaciones de pequeñas o medianas dimensiones (caudales inferiores a 50 m³/hora). Debajo, equipo automático de fertirrigación integral con capacidad de control de funciones de riego, fertilización y clima.

Desarrollo inicial y evolución técnica de la fertirrigación

El trascendental papel que juega el agua dentro de las relaciones suelo-planta-atmósfera, hace que en las regiones áridas y semiáridas como el Levante español donde se concentra gran parte de la agricultura intensiva del país, el riego sea la práctica cultural más determinante para aumentar la productividad de los cultivos, mientras que otras prácticas agrícolas tales como poda, laboreo, tratamientos, etc., aunque favorecen y aumentan la producción, no llegan a tener un carácter absolutamente imprescindible. Hoy día, el riego pasa a ser una auténtica tecnología cuyo objetivo es mantener la disponibilidad de agua en la zona radicular a nivel óptimo para obtener un rendimiento lo más próximo posible a la máxima productividad potencial del cultivo en un ambiente dado. La manera de alcanzar este nivel óptimo de humedad en la zona radicular da lugar a los distintos sistemas de riego que han ido evolucionando a lo largo del tiempo.

En los sistemas tradicionales de riego se realizan aplicaciones masivas de agua con el objeto de tener una gran reserva en el suelo que los cultivos van extrayendo con el tiempo, repitiéndose el riego de acuerdo con el agotamiento del agua almacenada, esto origina unos enormes altibajos en la dinámica de absorción hídrica por parte del cultivo, en los que el sistema radicular



timos datos disponibles, del año 1993, reflejan una superficie de 42.305 ha con riego localizado en Murcia, un 27.7% del total de tierras ocupadas bajo regadío, siendo los cultivos fertirrigados con mayor extensión melocotonero (7.265 hectáreas), limonero (6.255 ha), naranjo (3.504 ha), albaricoquero (3.467 ha), almendro (3.456 ha), melón (3.027 ha), lechuga (2.396 ha) y tomate (2.327 ha).

Hoy día, el riego pasa a ser una auténtica tecnología cuyo objetivo es mantener la disponibilidad de agua en la zona radicular a nivel óptimo para obtener un rendimiento lo más próximo posible a la máxima productividad potencial del cultivo en un ambiente dado

fertirrigada es espectacular.

La necesidad de optimizar los escasos recursos hídricos, generalmente procedentes de acuíferos subterráneos con agua de escasa calidad agronómica y frecuentemente sobreexplotados, genera una rápida expansión del riego localizado a partir de la segunda mitad de los años 70. En 1975 había 60 ha bajo fertirrigación, un 0.08% sobre el total de las zonas de regadío, 10 años más tarde, en 1985, la superficie ya alcanzaba las 21.630 ha, lo que supone un 21.2% sobre el total del regadío murciano. Los úl-

pasa de situaciones de asfixia por exceso de agua a otras de sequedad por defecto de la misma (estrés hídrico). En las nuevas técnicas de riego bajo presión, el agua es aplicada para satisfacer la demanda hídrica diaria del cultivo y no con el objeto de crear un almacén de agua en el suelo, una adecuada dosis y frecuencia de riego elimina las situaciones extremas antes mencionadas y mantiene el suelo a una humedad constante e idónea para que la planta encuentre, no sólo el agua, sino también el oxígeno y los nutrientes precisos con el mínimo esfuerzo por su parte; este ahorro energético a la hora de la absorción de agua y nutrientes, lo puede invertir la planta en una mejora de su rendimiento. Simultáneamente, la localización del riego posibilita el ahorro de recursos hídricos al reducir la superficie mojada y las pérdidas de agua por evaporación, infiltración y escorrentía.

La implantación de las modernas técnicas de fertirrigación fue paralela al desarrollo científico y tecnológico orientado a resolver problemas concretos de la nutrición hídrica y mineral de los cultivos, tales como escasez de recursos hídricos, mala calidad y elevado precio de los mismos o suelos poco recomendables para su puesta en cultivo (suelos pobres, sueltos, salinos, pesados, etc.) pero situados en zonas de condiciones microclimáticas privilegiadas. En la actualidad, una vez superada esta problemática inicial mediante los correctos cálculos hidráulicos y diseños agronómicos de las instalaciones de fertirrigación, se persigue fundamentalmente la obtención los máximos rendimientos de cultivo y eficacia de sistemas, manteniendo de forma constante a lo largo del tiempo, el sistema radicular del cultivo en unas condiciones óptimas de nutrición hídrica y mineral y de aireación.

Aspectos técnicos y agronómicos de la fertirrigación

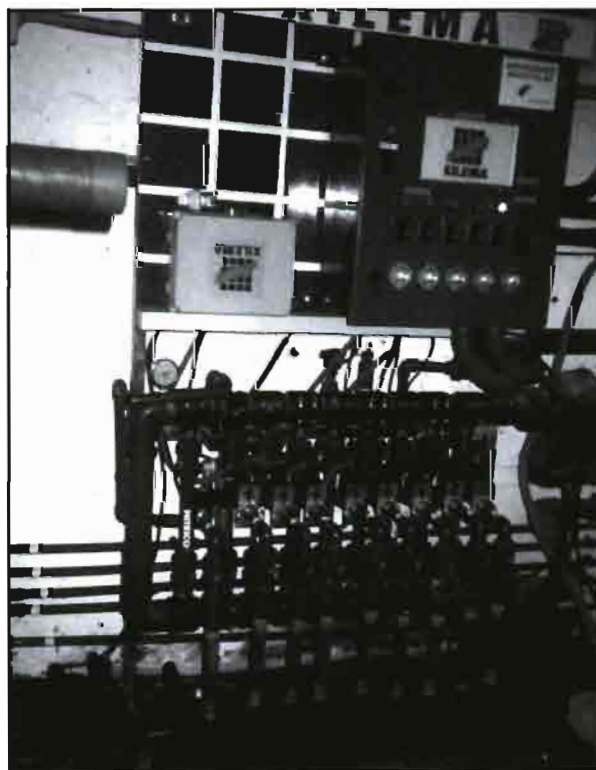
Para la realización de un adecuado diseño de una instalación de fertirrigación localizada, resulta imprescindible el conocimiento del movimiento y la distribución del agua y los nutrientes en el perfil del suelo. Mediante riego localizado, el agua y los nutrientes disueltos en ella, penetran en el suelo en todas direcciones a partir del emisor, determinando una zona humedecida (bulbo húmedo) y una zona seca no útil para el cultivo. La distribución de la solución nutriente dependerá de múltiples factores tales como propiedades físicas del suelo (textura, estructura, porosidad, conductividad hidráulica, capacidad de infiltración, grado inicial de humedad, nivel de la capa freática, temperatura, etc.), caudal del emisor, distancia entre emisores, dosis y frecuencia de riegos, coeficientes de absorción radicular del cultivo y de evaporación del agua del suelo, etc.

En el perfil de humedad del bulbo húmedo se aprecian tres fa-

ses, una zona de transmisión, encharcada y que interesa minimizar por los posibles problemas de asfixia radicular que pueda plantear. Una zona de humedecimiento, donde el agua fluye en la dirección de mínima resistencia y se mantiene la presencia de aire lo que favorece de desarrollo radicular, esta zona debe tener unas dimensiones acordes con el tamaño y profundidad de enraizamiento específicos del cultivo. Y en tercer lugar un frente de humectación donde se compensa la humedad del bulbo con la humedad original del suelo antes del riego.

Se pretenden unas condiciones constantes de baja tensión del agua en el suelo, lo que se consigue con una aplicación frecuente de agua a las dosis adecuadas. Para no producir un déficit nutricional en la planta por lavado de nutrientes del perfil del

La distribución de la solución nutriente dependerá de múltiples factores tales como propiedades físicas del suelo, caudal del emisor, distancia entre emisores, dosis y frecuencia de riegos, coeficientes de absorción radicular del cultivo y de evaporación del agua del suelo, etc.



Sistema tipo venturi de inyección de fertilizantes de 8 tanques de soluciones madre más ácido.

suelo, se realiza un aplicación simultánea de los nutrientes esenciales disueltos. Bajo estas condiciones, los nutrientes presentan un grado de aprovechamiento muy superior al de sistemas tradicionales, siempre que se suministren en la dosis y equilibrio adecuados, al mostrar mayor movilidad y una distribución más homogénea en el entorno radicular.

La gran ventaja de la fertirrigación localizada, no es la posibilidad de usar aguas salinas, sino, junto al ahorro de recursos

NOVEDAD

10

MELONES

Coordinado y dirigido por
ALICIA NAMESNY

MELONES

Libro donde se analizan las técnicas y métodos para el cultivo del melón. Tipos de materiales vegetales, enfermedades, plagas, fertilización, envasado...

Coordinado por:
Alicia Namesny Vallespir
298 págs. Ilust. color
Ref. 2142- **4.700 pts.**



Dosifique



Ref. DI-16
Paso de caudal
2,5 m³/hora máximo.
Inyección hasta
40 l/hora de abono.

con exactitud

Dosificadores porcentuales sin electricidad



Ref. D-8-R
Paso de caudal
8 m³/hora máximo.
Inyección de abono
160 l/hora.

20 años
de experiencia



Ref. D-20-S
Paso de caudal
20 m³/hora máximo.
Inyección de abono
400 l/hora máximo.



DOSATRON[®]
INTERNATIONAL

ESPADOS

C/. Arzobispo Fuero, 46 Bajo
Apdo. Correos 42 - 46110 GODELLA (Valencia) España
Tel.: (96) 390 07 57 - 390 33 96 / Fax: (96) 363 79 75

Elipasa & pereda, S.L.

CH S.L.

COCO HITS 158, S.L.

SOLUCIONES CON FUTURO «FIBRA DE COCO»



COCO HITS 158 S.L.

Avd. Juan Carlos I, Edificio Alborán, C, 2ºB
29680 ESTEPONA (Malaga)
Tel./Fax: +34-(9)5-277 15 03
Tel. Móvil: 908-05 10 88

hídricos, el poder llevar a cabo una fertilización día a día, en función de las variables agrolimáticas disponibles, nutriendo al cultivo de una forma totalmente controlada, de tal forma que el suelo pierde casi totalmente su función de reserva o almacén de agua y pasa a tener el mismo comportamiento que un sustrato, siendo un mero transmisor entre el emisor y la raíz del cultivo.

Los sistemas de riego localizado permiten el uso de aguas de riego que por su calidad serían inutilizables bajo sistemas de riego convencionales, ahora bien, debe quedar claro que el uso de aguas de riego de elevado contenido salino implica la necesidad de aportes adicionales que eviten la acumulación progresiva de sales en el bulbo húmedo desplazándolas hacia el frente de humectación y paralelamente se necesita un mayor suministro de nutrientes para compensar las unidades fertilizantes desplazadas junto a las sales nocivas y para contrarrestar los efectos fitotóxicos de ciertos iones (sodio y cloruros, principalmente).

Automatización del proceso de fertirrigación

La uniformidad en el riego lograda en este tipo de técnicas, al efectuarse una distribución forzada, es decir, bajo presión, y con una cobertura total de la superficie de cultivo, junto a la posibilidad de llevar a cabo otro tipo de labores como aplicación de fitosanitarios y otros productos químicos (quimigación), la aparición a nivel comercial de sistemas de cultivo en los que la fertirrigación resulta imprescindible (cultivos sin suelo) o las marcadas ventajas de índole fisiológico que posibilitan un rendimiento económico más ventajoso del cultivo, han supuesto la proliferación en el mercado de los nuevos equipos de fertirrigación, que automatizan y controlan



Detalle del cuadro eléctrico de un equipo automático de fertirrigación.

Los sistemas de riego localizado permiten el uso de aguas de riego que por su calidad serían inutilizables bajo sistemas de riego convencionales

todos los procesos relativos a las redes de riego y al proceso de dosificación de fertilizantes.

Las principales ventajas que se consiguen mediante la automatización de estos procesos son:

-Mayor eficacia del riego: mejor aprovechamiento del agua al controlar dosis y frecuencia de riego.

-Ahorro de mano de obra: si bien es cierto que se hace necesario un mayor nivel de cualificación del personal, así como labores de control y vigilancia de equipos e instalaciones.

-Control de operaciones anexas al riego: tales como limpieza de filtros, quimigación...

-Reducción de costes de instalación y mantenimiento: un mayor grado de automatización pue-

de traducirse en reducciones de los requerimientos de las instalaciones, del mismo modo se pueden minimizar costes energéticos de funcionamiento consumiendo electricidad en horas de tarifa reducida.

-Flexibilidad total del sistema: se pueden controlar gran variedad de parámetros útiles a la hora de programar el riego, como pH, conductividad eléctrica (C.E.), humedad del suelo, evaporación, temperatura, radiación, velocidad y dirección del viento, precipitaciones, etc.

-Control de situaciones anormales: alarmas y detención o corrección de procesos ante situaciones de emergencia como valores extremos de presión o caudal, averías en la red de riego, etc.

-Facilita el registro de datos: con lo que se dispone de una completa y permanente información de lo que acontece en la instalación y de los procesos ejecutados.

La Agrónoma es la ciencia que estudia la aplicación de la electrónica, la informática y las telecomunicaciones a la agricultura, y actualmente sufre una expansión espectacular lo que queda reflejado en la implantación generalizada de equipos automáticos de fertirrigación, controladores climáticos, etc. Estos equipos automáticos de fertirrigación constan de una serie de elementos de regulación y manejo que, intercalados o no en la red de riego, aseguran un control racional y exhaustivo del proceso de riego y fertilización. Su introducción generalizada en España es relativamente reciente y sigue una progresión geométrica paralela a la evolución del precio y la fiabilidad de los elementos electrónicos e hidráulicos que los componen. Las posibilidades de manejo adaptables a las necesidades del usuario de los modernos equipos de fertirrigación son enormes, a continuación se detallan las más importantes y de extensión más generalizada, agrupa-

das según factores definitorios del proceso:

1. Según la dosis de riego:

A. Por tiempo: fijando la duración de los riegos en cada conexión.

B. Por volumen: determinando la cantidad aportada por riego.

2. Según la frecuencia de los riegos.

A. Tipo horario: fijando la hora de inicio y finalización de cada riego.

B. Por demanda: actúa de acuerdo con los procesos evapotranspirativos que sufre el cultivo, siempre y cuando esté bien diseñado el proceso de riego y fertilización, presenta la gran ventaja de que los riegos se efectúan cuando las necesidades fisiológicas del cultivo así lo requieren, con lo que se asegura un óptimo estado de nutrición hídrica y mineral del cultivo, uniforme a lo largo del tiempo y en cierta medida independiente de factores microclimáticos, a la vez que se ahorra agua y fertilizantes. Dentro del riego por demanda encontramos distintos sensores o controladores que lo gobiernan, los de uso más generalizado son:

B1. Tensiómetros: miden el potencial hídrico del suelo, accionan el inicio del riego por debajo de un umbral de presión de succión (cb) preestablecido.

B2. Bandeja de lixiviación: de aplicación a cultivos sin suelo o hidropónicos, controlan el drenaje del cultivo y accionan el riego mediante procesos de evapotranspiración y/o succión directa de las raíces.

B3. Sondas de radiación: miden el nivel de radiación solar (W/m^2) que resulta proporcional al consumo hídrico del cultivo, accionan el riego a partir de umbrales prefijados de radiación acumulada. Son aplicables tanto a cultivos en suelo como hidropónicos.

B4. Evaporímetros: miden

los niveles de evaporación de cubetas con agua, accionando el riego según la evapotranspiración que sufre el cultivo. Aplicables a cultivos en y sin suelo.

3. Según la dosificación de fertilizantes u otros productos químicos:

A. Dosificación volumen/volumen: se realiza la solución nutritiva en base a la mezcla de volúmenes prefijados de soluciones madre de los distintos fertilizantes con un determinado volumen de agua de riego.

B. Dosificación según C.E. y pH: se adicionan soluciones madre de fertilizantes en porcentajes predeterminados hasta alcanzar en la solución nutritiva final un valor de C.E. o un incremento de la misma previamente fijado. De la misma manera se dosifica ácido (o una base en su caso) hasta lograr el pH predeterminado en la solución nutriente final.

4. Otras posibilidades de los equipos automáticos de fertirrigación:

A. Registro y almacenamiento de la información relativa a cada uno de los procesos ejecutados y en curso.

B. Mantenimiento y limpieza de la red de riego: auto-limpieza de filtros, alarmas que paralizan la actuación ante presiones o caudales anómalos, etc.

C. Avisos y alarmas de otros parámetros de control del proceso de fertirrigación como son avisos y/o detención de la dosificación o del riego ante valores extremos previamente fijados de pH o C.E., bajo nivel en tanques de fertilizantes o cubas de mezcla, etc.

El diseño y la fabricación de estos equipos modernos de fertirrigación requiere una serie de elementos que posibilitan la automatización de los mismos, a continuación se detallan los más significativos:

1. Elementos eléctricos:

A. Protecciones: interruptores térmicos, interruptores diferenciales.

B. De maniobras: contactores, relés, temporizadores, variadores de frecuencia, solenoi-



Control mediante ordenador de los procesos relativos a la fertirrigación en estación remota, fuera del lugar de ubicación de los equipos y cultivos.

des, controladores de nivel.

C. De medida: voltímetros, amperímetros.

2. Elementos electrónicos: reloj horario, autómatas, microprocesadores, placas de entradas-salidas (digitales y analógicas), ordenadores.

3. Elementos de regulación, control y medida:

A. De caudales y presiones:

A1. Caudalímetros o contadores volumétricos: tipo Woltmann (de hélice axial o de hélice vertical), rotámetro o flotámetro, proporcional, electromagnético, por ultrasonidos.

A2. Limitadores o moduladores de caudal: de diafragma, de muelle.

A3. manómetros y sondas de presión.

A4. Reguladores de presión (sostenedores y reductores de presión): válvulas de seguridad, válvulas de retención, ventosas, purgadores, torres de carga, calderín.

A5. Válvulas multivías: de tres vías y de cinco vías.

A6. Válvula hidráulica y automatismos derivados: válvula hidráulica normalmente abierta, válvula hidráulica normalmente cerrada, electroválvula, válvula volumétrica, controlador de nivel.

B. De las necesidades hídricas y de fertilización:

B1. Dispositivos de control y medida de parámetros agroclimáticos: termómetro, pluviómetro, evaporímetros, anemómetros, barómetros, higrómetros, termohigrógrafos, radiómetros.

B2. Dispositivos de control y medidas del potencial hídrico del suelo y planta: tensiómetros y electrotensiómetros, lisímetros, sonda de neutrones, medidores electrónicos de humedad del suelo, psicrómetros foliares, termómetros de infrarrojos, medidores de la microvariación del grosor de órganos.

B3. Dispositivos de control y

medida del nivel salino y la fertilización: sondas de succión, pH-metros, conductímetros, electrodos selectivos de iones.

El controlador de riego es el elemento de automatización que centraliza todas las órdenes encaminadas a un eficaz funcionamiento del sistema. Un controlador de fertirrigación completo debe contemplar la puesta en marcha y el paro en el momento preciso de bombas, válvulas de mando, agitadores y dosificadores de fertilizantes, dispositivos de control, medida, regulación se-

tipo de instalación en función del grado de automatización que se quiera conseguir y de la relación prestación/precio de cada aparato. En función de los parámetros utilizados como base de control y programación los podemos clasificar en tres grupos:

-Controlador basado en tiempos

-Controlador basado en volúmenes

-Controlador plurifactorial.

Funcionamiento y descripción de un equipo



Bandeja de lixiviación para el control de la frecuencia de fertirrigación en un cultivo de tomate sobre lana de roca.

automático de fertirrigación integral

Según las características más generalizadas en el mercado, estos equipos constan de una unidad dosificadora múltiple, con sistemas de inyección proporcionales, o sea con bombas dosificadoras o inyector venturi (sistema proporcional siempre que el caudal se mantenga constante), sustituyendo al clásico tanque abonador (sistema no proporcional); normalmente con 4



tanques para la separación de los fertilizantes, más uno para aporte de ácido (o base en su caso), aunque pueden verse ampliados hasta 8 tanques más ácido.

Las distintas soluciones madre, convenientemente homogeneizadas mediante electroagitadores programables, se inyectan a través de electroválvulas directamente a la red en el caso de instalaciones con caudales instantáneos altos o a un tanque de mezcla donde los fertilizantes se combinan con el agua de riego y se homogeneiza la mezcla generando la solución nutritiva deseada. Se instalan sondas de pH, C. E. y temperatura, esta última para corregir la lectura de C.E., dada su sensible variación en función de la temperatura de la solu-

El mercado ofrece una enorme cantidad de controladores de fertirriego, adaptables a cualquier tipo de instalación en función del grado de automatización que se quiera conseguir y de la relación prestación/precio de cada aparato

ción, en puntos de mezcla uniforme que permitan una rápida corrección de la mezcla en elaboración. Estas sondas gobiernan, controlan y regulan la adición de los distintos fertilizantes para mantener una C. E. final prefijada y el suministro de ácido para lograr el ajuste del pH al valor requerido en función de la neutralización de los bicarbonatos presentes en el agua de riego. La instalación de una sonda de C. E. de «agua clara» que mida en continuo el contenido salino del agua de riego permite la fertirrigación por el incremento de C. E. ocasionado por el aporte de abonos, con lo que mantenemos constante la dosificación de fertilizantes aunque varíe la composición de la

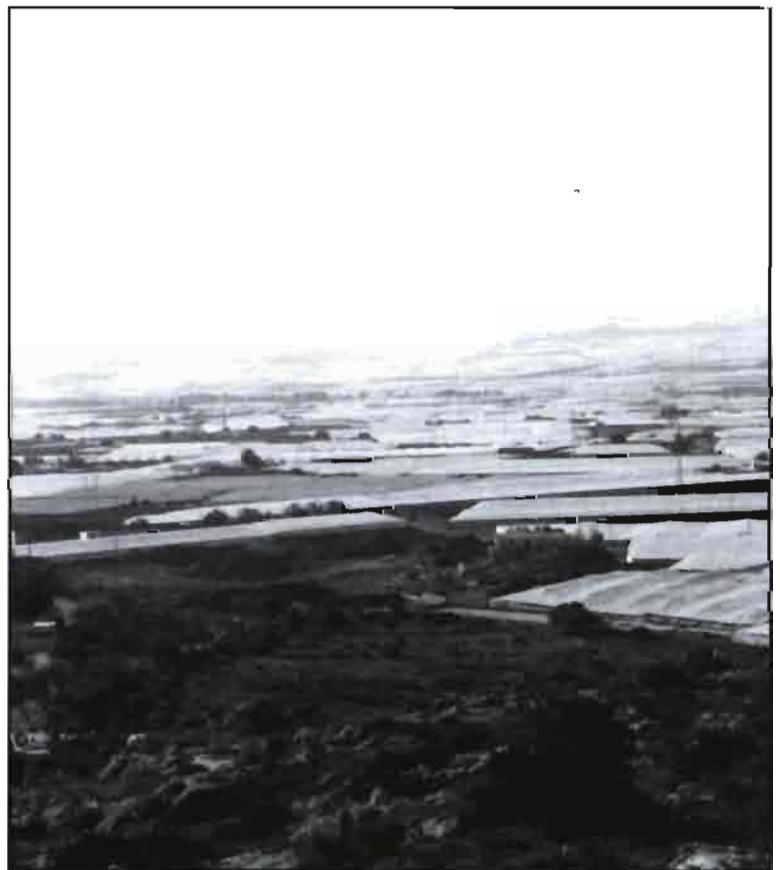
fuente de agua de riego disponible. La dosificación de los fertilizantes se establece de modo porcentual (porcentajes de inyección de cada tanque de solución madre) o por volúmenes de inyección de los mismos.

La programación del riego se establece en base a tiempo y parámetros de demanda relacionados con los procesos evapotranspirativos (bandeja de lixiviación, sonda de radiación y tensiómetros son los tres métodos generalmente ofrecidos por las distintas casas comerciales). La mezcla homogénea, uniforme y con la composición requerida es distribuida a los cultivos de los distintos sectores mediante impulsión de la bomba de riego; algunos equipos presentan una bomba de recirculado a través del circuito de descarga de los fertilizantes y el tanque de mezcla para lograr una mejor homogeneización de la solución nutritiva.

El equipo debe ser flexible para adaptarse a las características de cualquier explotación, más aún, a cada parcela (sector de rie-

go) que la componga. Debe tener la posibilidad de ejecutar procesos paralelos de quimigación, realización de riegos sin aporte de fertilizantes y contemplar un completo sistema de seguridad basado en una serie de alarmas de anomalías y dispositivos antiaverías que paralicen o regulen determinados procesos, alarmas de alta y baja presión, retardos de arranque y paro para evitar sobrepresiones y golpes de ariete, alarmas de C. E. y pH mínimos y máximos, controladores de nivel, protecciones eléctricas, filtros de seguridad en todas las líneas, etc. Además el equipo debe

La fertirrigación y los sustratos ha permitido pasar de terrenos áridos y pedregosos a superficies horticolas altamente productivas, como en Almería.



autocorregir las dosificaciones de fertilizantes y ácidos para que el sistema sea preciso, fiable y en cierta medida autónomo.

Del mismo modo, estos equipos han de ser abiertos, es decir, capaces de incorporar cualquier nuevo avance que se logre en su gama, para que no queden obsoletos en poco tiempo, dada la enorme evolución que sufren en la actualidad los software de aplicación y los propios equipos. Deben tener la posibilidad de actuar sobre un elevado número de sectores de riego, así como registrar todo tipo de datos referentes al proceso de fertirrigación, caudales de riego y drenaje (cultivos sin suelo), parámetros climáticos que nos permitan elaborar un correcto diseño del fertirriego (temperatura, humedad relativa, radiación, velocidad y dirección del viento), almacenamiento de datos relativos a cada conexión de riego (hora de inicio y fin, pH, C.E., temperatura) y al consumo de agua y fertilizantes, etc.

Los procesos de un equipo automático de fertirrigación deben ser controlados mediante un ordenador industrial, al menos 40486 y con 2 MB de memoria RAM. Claro está que todo esto formaría parte de un equipo completo e integral y que en función de las características de la explotación pueden instalarse sólo las funciones que sean verdaderamente prácticas y económicamente ventajosas para un caso concreto. La posibilidad de que estos equipos sean hasta cierto punto modulares posibilita la adaptabilidad y la fabricación a medida según la demanda del comprador. También existen en el mercado una gama de equipos de tamaño reducido, más o menos compactos, que basándose en el mismo modo de funcionamiento y manejo de los equipos integrales, han suprimido gran parte de las funciones, conservando aquellas imprescindibles para



El aumento de superficies de cultivo sin suelo ha supuesto una importante proliferación del mercado de equipos de fertirrigación.

que el proceso de fertirrigación pueda llevarse a cabo de forma perfectamente eficaz y segura y abaratando costes en el caso de explotaciones de reducido tamaño o de inferiores requerimientos.

Situación actual y perspectivas de futuro de la fertirrigación

En resumen se puede decir que para la elaboración de un programa eficaz de fertirrigación deben conocerse con precisión las necesidades hídricas y nutritivas del cultivo, considerando múltiples factores ambientales, del suelo o sustrato, del cultivo y de la propia instalación.

Una programación basada en todos estos factores sólo es posible mediante sofisticados computadores de fertirriego que incorporan a las funciones ya mencionadas, la capacidad de recibir señales de campo y de los diferentes dispositivos de la instalación, procesar y analizar los datos y ejecutar el proceso de fertirrigación, reprogramándolo si fuese necesario.

El avance actual en la fabricación de componentes electró-



nicos e informáticos empuja a la masiva instalación de equipos automáticos de fertirrigación; la implantación de técnicas de cultivo en los que resultan imprescindibles (cultivos sin suelo, cultivo en mesas móviles, etc.), la presencia de agricultores con cierto nivel de cualificación y el convencimiento paulatino de sus ventajas provoca su uso cada vez más generalizado, sobre todo en horticolas y ornamentales, si bien es cierto que aún la inmensa mayoría de las explotaciones con



riego localizado carecen de ellos. La escasa predisposición por parte de los agricultores a modificar su modo de cultivo si éste les resulta más o menos rentable, por diversos motivos como la inversión económica inicial, la desconfianza en las nuevas tecnologías, el temor de no saber utilizarlo o de depender de técnicos más o menos cualificados, etc., lleva a la tendencia de no instalarlos hasta que quede demostrada su eficacia en fincas ajenas. De ahí que muchas fincas, sobre todo de cítricos y frutales, vean limitados sus rendimientos por su escasa tecnificación, la instalación de un simple y barato controlador de pH, con un tanque de ácido y una dosificadora, podría evitar muchos problemas de obstrucción de emisores por precipitaciones calcáreas que luego requieren un coste elevado en mano de obra, a la vez que mejorarían sensiblemente las condiciones de absorción mineral en el bulbo húmedo al ajustarse el pH de la solución, con lo que se paliarían determinados problemas carenciales.

Parte del futuro inmediato de los sistemas de fertirrigación pasa por este tipo de matices, es decir, por el diseño de automatismos y equipos sencillos, adaptados a casos concretos y que no

Imagen tomada en la finca La Nacla, centro de experimentación que Caja Rural de Granada tiene en Motril. En primer plano, ensayos de fertirrigación en frutales tropicales.

resulten económicamente gravosos para el agricultor, para a partir de aquí ir mejorando la instalación en base al convencimiento de que son sistemas económicamente ventajosos.

La planta mantiene mejor sus condiciones óptimas de nutrición hídrica y mineral, cuando se fertirriga un mayor número de veces a tiempos cortos que pocas veces con elevados volúmenes. En cultivos en suelo, el ideal sería utilizar el mismo como un sustrato hidropónico, aportando siempre solución nutritiva (agua + fertilizantes), a pequeñas dosis y con elevada frecuencia, incluso varias veces al día si se dispone de los equipos automáticos de fertirrigación adecuados.

Antonio L. Alarcón Vera

Dpto de Química Agrícola, Geología y Edafología. Universidad de Murcia. Asesor Químico de Nutricontrol S. L.

BIBLIOGRAFIA

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO: riego y drenaje nº29.
- CADAHÍA, C. 1987. Criterios para la aplicación de fertilizantes en riego localizado. Revista Fertilización, nº 100, 3-15, E. R. T.
- CADAHÍA, C. 1988. Fertilización en riego por goteo en cultivos hortícolas. E. R. T. Fertilizantes. Madrid.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: riego y drenaje nº 24.
- DOMÍNGUEZ A. 1993. Fertirrigación. Mundi-Prensa. Madrid.
- GOLDBERG, D.; GORNAT, B.; RIMON, D. 1976. Drip Irrigation: Principles, design and agricultural practices. Drip Irrigation Science Publications. Kfar Shumaryahu, Israel.
- LEÓN, A.; DEL AMOR, F.; TORRECILLAS, A. 1986. El riego en la Región de Murcia. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- MADRID, R. 1991. El agua y los fertilizantes. Fertirrigación localizada. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Serie Congresos nº3.
- MEDINA, J. A. 1988. Riego por goteo. Teoría y práctica. Mundi-Prensa, 3ª edición. Madrid
- PIZARRO, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia. Ed. Mundi-Prensa, 3ª edición. Madrid.
- RODRIGO, J.; HERNÁNDEZ, J. M.; PÉREZ, A.; GONZÁLEZ, J. F. 1992. Riego localizado. IRYDA. Mundi-Prensa. Madrid.