

Tecnología del riego: microirrigación

I PARTE

**NURIA CARAZO
ANNA GRAS**

Ingenieros Agrónomos. Profesoras de la EUITAB.



El Dr. J. Barragán con los representantes de la ETSIA de Lérida, DARP y del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Cataluña.

A la hora de calcular el agua que necesitan los cultivos, la solución no será única e inmutable sino que dependerá de la misma planta, de las condiciones meteorológicas y también de las condiciones locales y características del suelo.

El IV Curso de Tecnología del riego

La última semana de septiembre se inició en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Lérida el IV curso de Tecnología del Riego.

Aunque se trata sólo de su cuarta convocatoria, ya es conocido como un curso de prestigio por la categoría y seriedad de quienes lo llevan a cabo. El curso ha estado organizado por la Cátedra de Hidráulica General y Agrícola de la ETSIA de Lérida (Dr. Javier Barragán, Joaquín Montserrat y A. Casaus) y patrocinado por la Excm. Diputación de Lérida, el D.A.R.P. de la Generalitat de Catalunya (S. Planas) y el Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Catalunya.

Un curso sobre tecnología del riego constaría de dos partes bien diferenciadas de una semana de duración cada una. En la primera se podría tratar los tópicos de mayor interés en la Tecnología del Riego, haciendo especial énfasis en los temas de diseño de los sistemas de riego (superficial y aspersión) y en la adecuada elección de los mismos. Se trató, de una parte, los aspectos generales a la que no haremos referencia en el presente artículo. La segunda parte en este caso es la microirrigación; en ella se analizó la problemática del diseño agronómico e hidráulico de estos sistemas de riego localizado y se estudió la automatización de dichos riegos y los métodos de su eva-

luación en campo. En el presente artículo haremos una revisión detallada de los aspectos tratados de microirrigación, de gran interés en la agricultura actual.

Necesidades hídricas de los cultivos y diseño agronómico.

Los temas iniciales de esta II parte del curso los desarrolló Faci y se refirieron a los aspectos más importantes en la valoración de las necesidades hídricas de los cultivos, primer paso en una buena programación de riego. El primer problema que nos encontramos a la hora de calcular el agua que necesitan los cultivos es que la solución no será única e inmutable sino que dependerá de la misma planta, de las condiciones meteorológicas y también de las condiciones locales y características del suelo. Las necesidades de agua de la planta no responden únicamente al agua que incorpora en sus tejidos (el 1% de la que evaporan), sino a toda la que necesita transpirar para su correcto desarrollo. Esta cantidad de agua, junto con la que se evapora de la superficie del suelo y cubierta vegetal, constituyen la evapotranspiración (ET) de un cultivo, concepto global que responde a la simultaneidad de los dos procesos y a la dificultad de distinguir uno de otro por métodos sencillos.

El conocimiento de la ET es de gran importancia para conseguir un buen manejo de los recursos de agua y en estudios de medio ambiente y producción agrícola. Este estudio de la ET es especialmente importante para determinar las necesidades y el diseño del riego en zonas áridas y semiáridas, en las que la precipitación es menor que la demanda evaporativa de la atmósfera, por lo que el riego se hace necesario para minimizar el déficit hídrico en el suelo.

En el curso se hizo una revisión de los principios fundamentales que rigen el proceso de la ET y de la metodología de la FAO para calcular las necesidades hídricas de los cultivos, así como de los distintos métodos de cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o), básico para poder calcular la ET del cultivo.

La fuente de energía causante de la pérdida de agua en las plantas y origen de la vida vegetal es la radiación que emite el sol. Aunque ésta es prácticamente constante, la que llega



Para el cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos es necesario medir datos climáticos y calcular la evapotranspiración (ET). Foto en «Las Palmerillas». Almería. En el centro tanque evaporimétrico de la estación meteorológica.



Cuadro 1:
Datos climáticos medidos y estimados que son necesarios para cada método FAO de cálculos de la ET

Método	Temperatura	Humedad	Viento	Insolación	Radiación	Evaporación	Condiciones locales
Blaney-Criddle	*	0	0	0			0
Radiación	*	0	0	*	(*)		0
Penman	*	*	*	*	(*)		0
Cubeta Clase A		0	0			*	

T= Temperatura; H= Humedad; V= Viento; I= Insolación; R= Radiación; E= Evaporación; CL= Condiciones locales.
Fuente: Doorenbos y Pruitt, 1977.

La importancia del cálculo de las necesidades de lavado en riego por goteo fue destacado por J.M. Faci, ya que las sales tienden a acumularse en el perímetro del bulbo mojado; de aquí la necesidad de mantener el riego incluso en días de lluvia.

a una determinada superficie de la Tierra variará según su localización, posición del sol y estado atmosférico. Aunque la relación no es simple existen buenas correlaciones para localidades específicas, en general del tipo:

$$R_s = R_a (a + b n/N)$$

R_s = radiación recibida.

R_a = radiación teórica en ausencia de atmósfera.

a, b = constantes según localidad.

n = número de horas de fuerte insolación.

N = número máximo posible de horas de fuerte insolación.

El método de **Bowen** de cálculo de la ET se basa en la radiación neta (la que incide menos es la que es emitida al exterior) y en la relación de **Bowen**, que emplea las ecuaciones de transporte de vapor de agua y de calor sensible (el que pasa al suelo y

a la misma planta). Es un método que sólo se utiliza en investigación.

Para el cálculo de las necesidades hídricas de un cultivo (ETc) la FAO (**Doorenbos y Pruitt, 1977**) propone seguir un proceso de tres etapas consecutivas:

- Calcular el efecto del clima sobre estas necesidades hídricas. Este efecto viene dado por la evapotranspiración de referencia (ETo), que sólo difiere del concepto de evapotranspiración potencial (ETP) en que éste se basa en la evaporación de una superficie de cultivo verde que sombree la totalidad del suelo y la ETo es la tasa de evapotranspiración de una superficie de hierba verde y corta. Ambos conceptos nos dan una base de la influencia que tiene el clima sobre las necesidades hídricas, esta base será modificable cuando conozcamos algún factor de corrección



Sabater

Oficinas: Concepció, 43 - Tel. 93/798 61 60

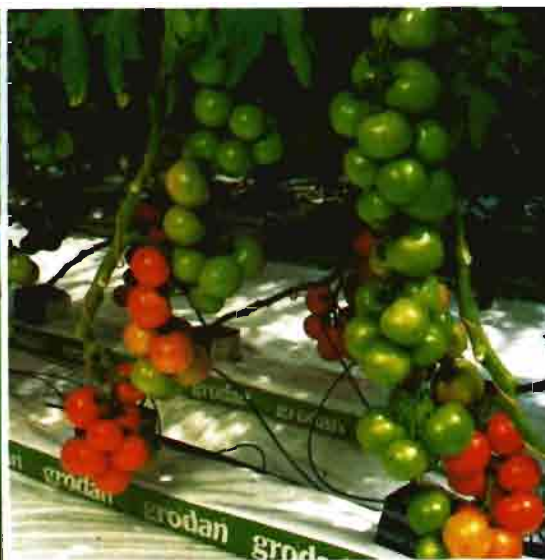
Ventas: Pl. Tereses, 33 - Tel. 93/798 53 61

Almacén y Talleres: Polígono "El Cros" - Tel. 93/798 21 95
08302 MATARO (Barcelona)

- RIEGO FERTIRRIGACION Y CLIMATIZACION AUTOMATIZADOS
- PROGRAMADORES FERTIRRIGACION REGULADA POR SONDAS EC Y PH
- SOLUCIONES INFORMATICAS PARA INVERNADERO
- DISTRIBUIDOR OFICIAL LANA DE ROCA GRODAN EN CATALUÑA



van vliet



fruto de las fases 2 y 3 del proceso.

La elección del método más adecuado de los 4 que utiliza la FAO (Blaney-Criddle, Radiación o Makink, Penman y de Cubeta Clase A) viene dada en general por la disponibilidad de datos (ver cuadro 1). En España el más utilizado es el de Blaney-Criddle, además del de Thornwaite (1948), aunque se sabe que dan errores en zonas áridas porque se formularon para zonas húmedas. De todas formas, la realidad mediciones con lisímetros colocados en 20 zonas de características diferentes de todo el mundo no difiere mucho de los resultados que se obtienen por estos métodos, por lo que se eligen según los datos disponibles, como ya se ha comentado.

- Estimar el efecto de la planta en las necesidades hídricas. Este efecto se cuantifica mediante el factor de

cultivo, (Kc), que varía según el cultivo, estado vegetativo y el clima y es el que relaciona la ETo y la ETc:

$$ETc = Kc \times ETo$$

- Evaluar el efecto de las condiciones locales y las practicas agrícolas que se lleven a cabo.

Otra posibilidad de la metodología de la FAO analizada por Faci en el curso, es el cálculo de la ETo sin disponer de la totalidad de las medidas climáticas necesarias en el método de Penman. Este cálculo se realiza utilizando fórmulas, cuadros y figuras, mediante un proceso complejo y laborioso. Pero también es posible un estudio informatizado de la ETo mediante programación matemática con ordenadores. Para tal fin Frevert et al. (1983) desarrollaron unas ecuaciones de regresión para predecir los valores de los coeficientes de la metodología de FAO. Estas ecua-

En el riego localizado es característico que el sistema esté automatizado, sobre todo si es de alta frecuencia y que la fertilización se realice por incorporación al agua de riego

LIDER EN DISEÑO Y CALIDAD

DESDE...

lo más sencillo.



HASTA...

las instalaciones más completas.

Cuente con nosotros y nuestra experiencia para hacer realidad sus proyectos.



INSTITUTO TECNOLÓGICO EUROPEO, S. A.

C/. Valencia, s/n. - 46210 PICANYA (Valencia)

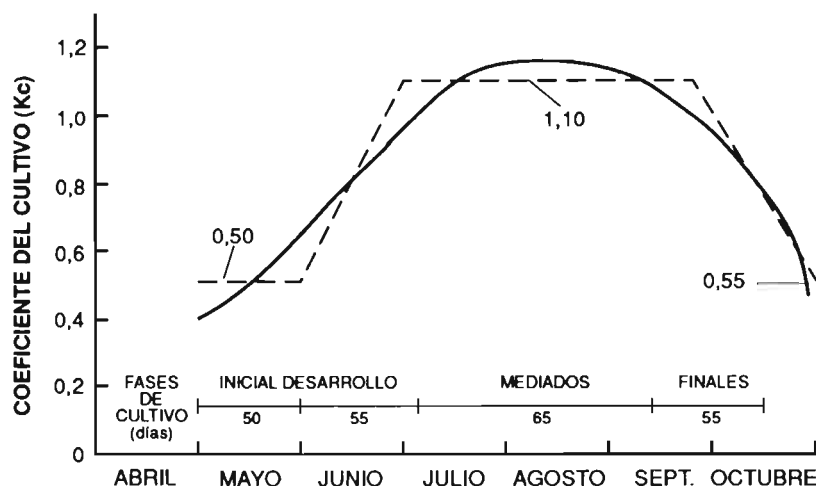
Apartado 370 - 46080 Valencia

Telf. (96) 155 09 54* - Telex 62243 y 62518 - Telefax (96) 1550609

Invernaderos y complementos para todas las necesidades. CALIDAD CONTROLADA

Las características que definen al riego localizado son alta frecuencia (más de un riego diario), localización en la zona radicular, caudales de los elementos de salida muy bajos y por tanto posibles problemas de obstrucciones y presiones menores que en otros sistemas de riego por tuberías.

Fig. 1:
Ejemplo de construcción de una curva de Kc para maíz en el Servicio de Investigación Agraria de Zaragoza



ciones también facilitan la confección de ábacos que hacen más rápido el cálculo de la ETo, tal como se pudo ver en algún ejemplo en el curso.

Como ya se ha comentado, se utilizan unos factores para corregir la ETo calculada y obtener la del cultivo. Para el uso correcto de estos factores (Kc) hay que tener en cuenta las características de cultivo (momento de siembra, velocidad de desarrollo, duración de período vegetativo,...) y las climáticas. **Faci** hizo una revisión detallada de los puntos a tener en cuenta y de la metodología recomendada por FAO para el cálculo correcto de estos Kc.

Los coeficientes Kc, varían mucho según el tipo de cultivo. Esto se debe tanto a las diferencias anatómicas entre los distintos grupos de plantas como a las diferentes estructuras foliares (espaciamiento entre surcos, orientación respecto a vientos, etc); por ambas razones podrá variar la resistencia a la transpiración de los cultivos y por tanto su ETo. Asimismo, la metodología FAO divide el ciclo de cultivo en cuatro fases en las cuales el Kc es diferente debido sobre todo al diferente porcentaje de suelo sombreado (%SS) o superficie del suelo a la que el cultivo da sombra cuando los rayos de sol caen verticalmente. Estas fases son:

- Fase inicial: desde la germinación hasta que el cultivo tiene un 10% SS.
- Fase de desarrollo: desde el 10%

SS al 80% SS.

- Fase de mediados del período: final fase anterior a comienzos de maduración.

- Fase final: hasta la completa maduración o recolección.

Mientras que para el cálculo de la ETo en la fase inicial se tiene en cuenta la frecuencia del riego o lluvias y la ETo correspondiente, en las siguientes la ETo de cada cultivo se obtiene a partir de tablas publicadas (**Doorenbos y Pruitt, 1977**). Con todos ellos podremos obtener la curva de evolución del Kc para cada cultivo (Fig. 1).

Para acabar este apartado, **Faci** comentó la posibilidad de obtener la ETo de una forma gráfica, más rápida y sencilla. El método consiste en utilizar unos ábacos o nomogramas desarrollados para poder obtener los coeficientes necesarios para calcular la ETo mensual por el método de Blaney-Criddle.

Tras la revisión de los aspectos generales **J.M. Faci** pasó a comentar algunos aspectos característicos de las necesidades hídricas de los cultivos cuando se riega mediante goteo.

Debido a las características del riego por goteo (aplicación de pequeñas dosis de agua a intervalos frecuentes) es previsible que las pérdidas por evaporación sean menores que con otros sistemas de riego y también puede variar la transpiración del cultivo por ser diferentes las condiciones ambientales alrededor

de las plantas. Por esta razón, la metodología general de cálculo, vista al iniciar esta parte del curso, tendrá que modificarse evaluando:

- La disminución de evaporación debida a que parte del suelo permanece seca durante el período de crecimiento.

- El posible aumento de la transpiración (aunque no es muy importante) por efectos de microadvección de superficies secas que rodean las plantas.

La forma habitual de cálculo es seguir la misma metodología que para un riego convencional y después aplicar un factor de corrección (Kr), relacionado con el porcentaje de suelo sombreado. Algunos autores (**Cuenca, 1989**) afirman que los cultivos bajo riego por goteo tienen una mayor eficiencia del agua aplicada; esto se podría explicar por varias razones, desde que el contenido elevado de agua en la zona radicular evita déficits hídricos y favorece el crecimiento hasta la reducción de malas hierbas, evaporación del suelo y pérdidas por percolación y escorrentía. Pero no todos los autores están de acuerdo con estas teorías (**Pruitt et al. 1980**) y en resumen se podría decir que sólo cuando el porcentaje de suelo sombreado es menor del 60%, las necesidades hídricas de los cultivos son significativamente menores.

J.M. Faci trató aspectos específicos del cálculo de las necesidades hídricas cuando se trata de riego por

goteo, tales como la importancia del índice de cobertura del suelo, el cálculo del factor de corrección (K_r), su aplicación en plantaciones frutales y el cálculo de las necesidades de riego y de lavado. Se vieron diferentes formas de calcular el índice de cobertura del suelo, según la diferente disposición de las plantas y a partir de éste los diferentes métodos que se han propuesto para calcular el factor de la corrección (por ejemplo $K_r = \%SSU$ y $K_r = 1$ para SS85, según Keller y Karmelli (1974). Los valores más significativos de estos correctores se dan en plantaciones frutales jóvenes, en las que la ET desciende de forma más que apreciable.

Para terminar este apartado J.M. Faci comentó la importancia que tiene calcular las necesidades de lavado en riego por goteo, ya que las sales tienden a acumularse en el perímetro del bulbo mojado y, si éste no es suficiente, pueden causar daños por salinidad; de aquí la necesidad de mantener el riego incluso en días de lluvia. Una de las fórmulas propuestas para el cálculo de las necesidades de lavado es:

$$NL = CEr / 2 \text{ MaxCEe}$$

(CEr = conductividad del agua de riego; $MaxCEe$ = conductividad máxima tolerable del extracto del suelo para un cultivo dado (dS/m).

Si la eficiencia de lavado es de un 100% el agua necesaria (Nt) para cubrir ET y NL será:

$$Nt = (ET - PE) (1 - NL)$$

Tras los temas iniciales de necesidades hídricas, S. Planas (Estación de Mecánica Agrícola) desarrolló el tema del diseño y manejo agronómico de instalaciones. Al principio recordó las características que definen

al riego localizado: alta frecuencia (más de un riego diario), localización en la zona radicular, caudales de los elementos de salida muy bajos y por tanto posibles problemas de obstrucciones y presiones menores que en otros sistemas de riego por tuberías. También es característico que el sistema esté automatizado, sobre todo si es de alta frecuencia y que la fertilización se realice por incorporación al agua de riego.

S. Planas también comentó la relación que tiene el ahorro de agua con el riego localizado, remarcando el distinto significado de ahorro y eficiencia. El ahorro con riego localizado puede deberse a que prácticamente se eliminan las posibles pérdidas de agua que hubiera con otros sistemas de riego debido a la escorrentía y percolación. Se comentó también si las pérdidas por evaporación podían ser considerablemente menores debido a que la superficie mojada y

Se destacó la posibilidad de realizar instalaciones de riego por goteo enterrado, de especial interés en plantaciones de viña y frutales, en plantaciones extensas de ciclo corto y en parques y jardines.

Cinta de riego con gotero incorporado instalada en superficie.



Coproa, S.L.
SEMILLAS Y PLANTA JOVEN

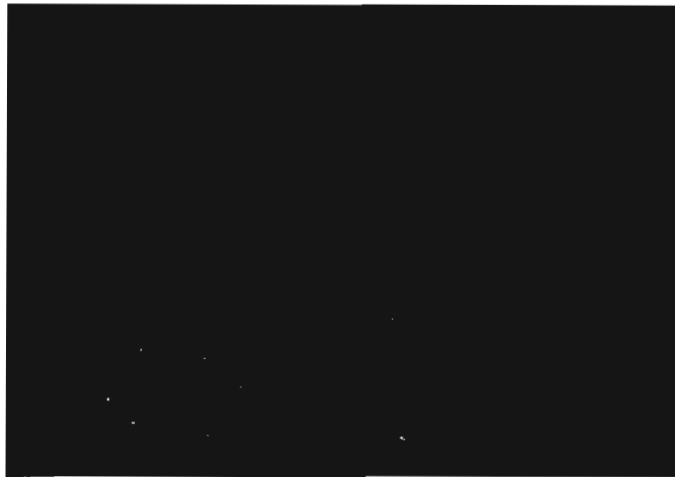
Semillas y semilleros de plantas para: maceta de flor, flor cortada, de interior, tropicales, palmáceas, árboles, arbustos, coníferas, etc.



hortisval, S.L.

Macetas y contenedores de plástico, cañas de bambú, etiquetas, multipots, mallas de sombra, etc.

Aunque el riego localizado no comporta ahorro de agua si lo comparamos con otros sistemas usados de forma óptima, lo que sí es más fácil en riego por goteo es conseguir una buena eficiencia.



Sistema de goteo autocompensante ideal para terrenos con pendientes y desniveles hasta un 10%.
Foto: Iberia Regaber.

por tanto evaporante es menor, pero el tiempo que permanece mojada es mayor (mayor frecuencia del riego) por lo que no hay grandes diferencias. De aquí se puede deducir que, aunque el riego localizado no comporta ahorro de agua si lo comparamos con otros sistemas usados de forma óptima, lo que sí es más fácil en riego por goteo es conseguir una buena eficiencia.

S. Planas comentó algunas ventajas más del riego localizado: hacer mínimo el stress hídrico y por lo tanto aumentar las producciones, facilitar el aprovechamiento de suelos salinos, mejorar la uniformidad en incorporación de los fertilizantes,... y algunos de los inconvenientes: su elevado coste de implantación, la necesidad de operaciones continuas de mantenimiento y de un usuario con cierto nivel tecnológico y los riesgos de toxicidad salina por un mal manejo del sistema.

También se hizo un repaso de los distintos métodos de microirrigación: goteo, riego subsuperficial y microaspersión, que ya tiene mayores caudales que los goteos, por lo que necesita menos emisores pero mayores secciones de tuberías.

Otro punto que se comentó en este apartado y que es importante tener en cuenta son las posibles variaciones de las necesidades de agua por el efecto de advección (efecto oasis o de ropa tendida) por lo que rodea al cultivo y las dimensiones de éste. Las necesidades netas de agua quedarán corregidas de la siguiente manera:

$$N_n = E_{To} \times K_c \times K_1 \times K_a$$

(K_1 = coef. localización y K_a = coef. advección) aunque siempre será necesario comprobar mediante tensió-

metros si lo regado corresponde realmente a las necesidades hídricas del cultivo.

Otro aspecto tratado, fue el de la eficiencia de aplicación (E_a) en microirrigación y los dos métodos que se utilizan para calcularla. El primero es el de **Wu y Gitlin** (1983) que va ligado al coeficiente de variación (por ejemplo en Lérida un C.V. de 0,20 corresponde una E_a de 0,70) y nos da unas necesidades totales:

$$N_t = N_n (1 - P_d) / E_a$$

(P_d = porcentaje de déficit)

El segundo método es el utilizado por el Servicio de Conservación de Suelos de USA que define un coeficiente de transpiración (Tr) que disminuye al aumentar el número de raíces y con los suelos más pesado (con esto disminuye el riesgo de pérdidas por infiltración). Las necesidades totales que nos da este método son:

$$N_t = N_n \times Tr / EU$$

(EU = uniformidad de distribución = $q_{25}/q_a = 1,01-1,27$). Después de comentar algunos aspectos ya mencionados de control de salinidad y necesidades de lavado, **S. Planas** propuso problemas concretos de diseño de instalaciones, que se resolvieron comentando los puntos más problemáticos o que tenían varias interpretaciones o soluciones. Con esto se vieron todos los puntos que influyen en el cálculo de instalaciones y cómo el variar un elemento (por ejemplo tipo de emisor) de la instalación puede obligar a modificar otros.

Para finalizar esta visión de aspectos generales de la microirrigación, **J. Luján** hizo una interesante exposición gráfica que fue prácticamente un paseo por las distintas posibilidades de sistemas de riego y manejo de

los mismos que nos podemos encontrar por todo el mundo.

Equipos y materiales de riego

Además de las sesiones ya comentadas, de carácter más informativo e incluso magistral, en el curso que nos ocupa tuvieron una relevancia especial sesiones más participativas como fueron las mesas redondas y las visitas organizadas, una a la Estación de Mecánica Agrícola de Lérida y otra a una explotación con una instalación puntera de riego por goteo en Zaragoza.

En las mesas redondas se llevaron a debate los temas de la elección del sistema de riego por goteo o por microaspersión y la relación calidad-precio en las instalaciones de riego. En ambas participaron representantes cualificados de los distintos sectores (comerciales, agricultores, investigadores,...) y se abrió el diálogo con los alumnos del curso.

En la primera mesa redonda (goteo-microaspersión **J. Dalmases** (Finca San Miguel) comentó la importancia que pueden tener características de la finca a la hora de elegir uno u otro sistema. Así, si se trata de zonas ventosas o de suelos compactos, la microaspersión tendría menos puntos a favor que en plantaciones ya desarrolladas, plantaciones muy extensas o de árboles de gran desarrollo que necesitan un anclaje importante. También **J. Girona** (IRTA. Mas Bové) resaltó la importancia de conocer las características de la finca para utilizar mejor el riego: un gotero puede regar poca superficie y mojar en profundidad en un suelo arenoso y, el mismo, puede mojar bastante superficie pero poca profundidad en

SEMANA VERDE DEL MEDITERRANEO



DEL 15 AL 19 DE MAYO 1991 TORRE-PACHECO MURCIA



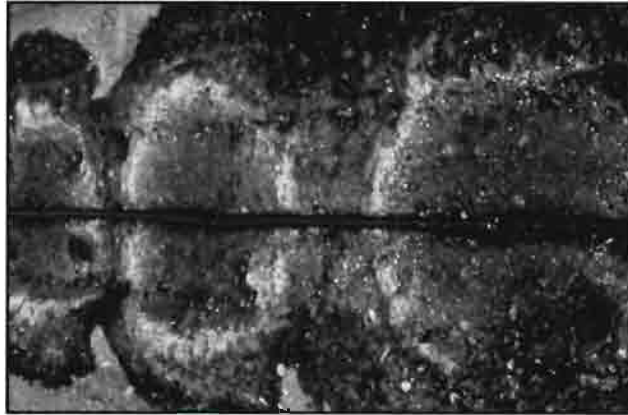
RECINTO FERIALE
Apartado de Correos, 37.
Telfs.: (968) 57 83 62 - 88 62 (10 líneas)
(968) 57 86 14. Fax: (968) 57 83 18

30700 TORRE PACHECO
MURCIA - ESPAÑA



Región de Murcia
Consejería de Economía,
Industria y Comercio

Aprovechamiento del agua de goteo en zonas con problemas de salinidad.



un terreno arcilloso.

J. Copestake (Copersa) destacó la posibilidad de realizar instalaciones de riego por goteo enterrado, de especial interés en plantaciones de viña y frutales, en plantaciones extensas de ciclo corto y en parques y jardines. También mencionó la posibilidad de usar cintas enterradas (a 25 cm) siempre en casos en que no se necesiten máquinas pesadas. Un comentario que suscitó la polémica fue el de **N. Corbalán (Agrosystem)** al decir que el goteo es inferior que la microaspersión para casos de problemas de salinidad en cultivos arbóreos, tal como había comprobado él en un cultivo de aguacates en Israel que con microaspersión aún funcionaba bien y con goteo había tenido grandes daños por salinidad.

R. Brufau (finca El Molinet) comentó que para él era importante tener en cuenta el % de suelo mojado en cada caso, y que él como cultivador de frutales optaba por el goteo. En cuanto a la problemática de la salinidad, ya sea en agua o en suelos y en relación al sistema de riego, **J. Girona** dijo que lo que hay que hacer es aumentar los bulbos húmedos porque la zona útil para las raíces es menor que el bulbo y en caso contrario sería excesivamente pequeño.

J.G. Aparisi (SIA. D.G. Aragón) puntualizó que el éxito de goteo o microaspersión siempre dependerá del manejo que se haga del sistema escogido: los problemas característicos de cada sistema se podrán resolver si se dominan bien todas sus posibilidades, incluso sería posible conseguir un buen riego en un suelo poroso con una instalación de riego por goteo.

Por último se comentaron algunas ventajas del riego por goteo enterrado, como son el eliminar los daños

de las brigadas de trabajadores, las podredumbres debidas a que el tronco permanece mojado permanentemente y las pérdidas por escorrentía en suelos con cierta pendiente.

La segunda mesa redonda trató el tema de las relaciones calidad-precio en las instalaciones de microirrigación. La inició **Carlos Rodríguez** que actuaba de moderador de la misma, con una exposición de las evaluaciones de instalaciones de microirrigación que se han realizado en Cataluña y un comentario de los resultados obtenidos. Aunque sólo el 25% de las instalaciones evaluadas corresponden a cultivos hortícolas, el resto son leñosos, los datos nos dan una idea general del funcionamiento de estas instalaciones.

Así, por ejemplo, el coeficiente de uniformidad está por debajo del 80% en casi una tercera parte de las instalaciones evaluadas, llegando al 50% en comarcas como el Maresme, de gran tradición en horticultura intensiva, o el Baix Camp. Las razones que se apuntaron como posibles causas de esta baja uniformidad fueron que las instalaciones en las zonas con más tradición hortícola pueden ser viejas y empieza a fallar su funcionamiento. Tal como señaló **J. Mateu (Regaplast Tuberías)** en esta comarca, pionera en el uso de microtubos, también suele haber problemas porque el agricultor, al creerse con la veteranía suficiente, se diseña él mismo la instalación y comete errores que implicarán un peor funcionamiento.

En zonas con muchas fincas de reciente puesta en marcha el manejo de las instalaciones puede no estar dominado suficientemente. Respecto al grado de automatización de las instalaciones, el 55% del total están automatizadas, el 36% funcionan

Algunas ventajas más del riego localizado son hacer mínimo el «stress» hídrico y por lo tanto aumentar las producciones, facilitar el aprovechamiento de suelos salinos, mejorar la uniformidad en incorporación de los fertilizantes.

mediante programador y sólo entre el 5 ó 10% funcionan manualmente o con válvulas, excepto en el maresme donde el 76% de las instalaciones funcionan manualmente y sólo el 23% están automatizadas.

Otro punto que señaló **J. Mateu** y que tiene que ver con las diferencias que se dan entre comarcas es el tamaño de las instalaciones ya que en fincas más pequeñas (caso de El Maresme) el agricultor se atreve más fácilmente a hacerse él mismo el diseño de la instalación y esto es una fuente de errores. **M. Riquelme** comentó que al agricultor le preocupa más que la instalación no sea muy cara que el hecho de que cumpla las características que él mismo ha pedido, cosa que empeora la calidad de las mismas. Tal como dijo **F. Roigé (Riegos Codós)**, conocer los aspectos que más sensibilizan al agricultor es un tema que el comercial suele considerar demasiado importante. La razón es que será aquí donde podrá cargar más la instalación (el presupuesto) y esto es origen de desequilibrios en las instalaciones: por ejemplo, sorprende el hecho de que el 10% de agricultores no tengan filtro, cosa impensable en una instalación de estas características. Dentro de estos comentarios estuvo el de **F. Gracia** (Estación de Mecánica Agrícola) de que las empresas de instalaciones de riego deberían cuidar más los aspectos técnicos, además de los comerciales.

J. Ariño (Gabinete Ariño-Mothe) por su parte consideró muy importante tener un cambio de impresiones con quien va a ser el responsable de llevar el riego día a día ya que, según éste esté capacitado para utilizar un sistema de riego más o menos automatizado (si se pone muy automático y no se utiliza, no se amorti-

1^{er} SALON DE FRUTA Y HORTALIZAS

Torre Pacheco, 15 al 19 Mayo



SEMANA VERDE
DEL MEDITERRANEO

RECINTO FERIAL

Apartado de Correos, 37.

Tels.: [968] 57 83 62 - 88 62 (10 líneas)

[968] 57 86 14. Fax: [968] 57 83 18

30700 TORRE PACHECO
MURCIA - ESPAÑA



Región de Murcia
Consejería de Economía,
Industria y Comercio



Muchos agricultores intentan economizar en el coste de su equipo de filtración. Es una falsa economía ya que una planta de filtración correctamente diseñada y montada es una de las principales garantías del perfecto funcionamiento del conjunto de la instalación de riego localizado.
Foto Raimat-Lleida.



zará), tendrá sentido instalarlo o no.

También sonó a queja su comentario de que actualmente hay mejores comerciales que técnicos en las casas de riego. Dentro de esta temática, **M. Riquelme (Twin Drops Ibérica)** dijo que en el mercado hay muchos instaladores y que algunos de ellos tiene que ir desapareciendo a corto plazo ya que es imposible que haya diferencias del 50% de precio entre unos y otros, igual que no hay estas diferencias entre fabricantes que fabrican lo mismo. Desde el público asistente se respondió a esto que el problema es que el agricultor normalmente está poco informado y que no sabe qué es lo mejor. **M. Riquelme** contestó que la manera de correr menos riesgos es, en primer lugar, asesorarse, y después comprar

Un comentario que suscitó la polémica fue el decir que el goteo es inferior que la microaspersión para casos de problemas de salinidad en cultivos arbóreos, tal como había comprobado en un cultivo de aguacates en Israel que con microaspersión aún funcionaba bien y con goteo había tenido grandes daños por salinidad.

siempre material homologado, informar y pagar sólo cuando la instalación lleve un tiempo funcionando, no mientras funcione.

Un asistente comentó que parece ser que la mayoría de los fallos de las instalaciones se deben a un diseño equivocado. **J. Ariño** contestó que esto no es cierto, que a veces es el agricultor el que decide poner de momento filtro de malla en vez de filtro de arena o un emisor por árbol en vez de cuatro, por razones puramente económicas; el público contestó que era lógico, pero que la casa comercial instaladora debería informar de que el sistema así no funcionara bien.

J. Mateu (Regaplast) apuntó que una forma de ahorrarse certificaciones posteriores sería conseguir que la uniformidad de fabricación sea máxima mediante el uso de bancos de pruebas, pero **M. Riquelme** parecía diferir en este punto, según él, cuando se vende algo es importante poder decir que el material es bueno pero es casi más importante poder demostrarlo porque el material está homologado o certificado.

F. Gracia volvió al tema de lo que el agricultor puede exigir al instalador diciendo que se puede fijar en un pliego de condiciones un C.U. determinado que ha de cumplir la instalación, lo que ya llevaría consigo el uso de material de alta calidad. También sería interesante ver si este C.U. varía en el tiempo; por ejemplo, si un control al final de la campaña nos da una variación apreciable

la causa podría ser el manejo y lo que tendría que hacer el agricultor es informarse para perfeccionarlo.

S. Planas se refirió a otro punto importante. Comentó que el criterio de la calidad está perdido, que muchas veces el agricultor cuando compra se guía más por aspectos de comodidad, ostentación o la potencia de la maquinaria de sus vecinos que por si es material de buena calidad. Según **S. Planas** son las empresas modernas, de producciones casi industriales, las que más miran la calidad de sus instalaciones y sólo el aumento del precio del agua podrá hacer cambiar esta línea ya que en zonas donde el agua es más cara ya empieza a primar la calidad, que va ligada al ahorro del agua. **C. Rodríguez** declaró no estar totalmente de acuerdo con estos comentarios ya que hay materiales de buena calidad que empezaron bien hace algún tiempo y aún se siguen instalando con éxito. Desde los asistentes se dijo que es necesario decir los nombres de quien da calidad y quien no, a lo que **C. Rodríguez** contestó que estos nombres se conocen a partir de los controles de calidad y las certificaciones que da la administración.

F. Roigé (Riegos Codes) volvió al tema de la importancia que tiene el manejo de la instalación en el éxito de la misma. A su parecer, muchas veces no se hace un seguimiento del mismo y es tan importante o más que el diseño y la homologación de los materiales. **C. Rodríguez** preguntó a los representantes de casas comer-

Los distintos métodos de microirrigación son goteo, riego subsuperficial y microaspersión. La microaspersión tiene mayores caudales que los goteos, por lo que necesita menos emisores pero mayores secciones de tuberías.

cuáles son las consultas más frecuentes del agricultor y **F. Roigé** le contestó que se suelen referir principalmente a dosis y pautas de riego, a cuestiones relacionadas con la limpieza del agua y las obturaciones de la red y también a problemas con los automatismos. **M. Riquelme** comentó que existen empresas que además de encargarse de hacer la instalación hacen el seguimiento de la misma y **J. Ariño** añadió que en nuestro país lo normal es que se de un año de garantía y que las visitas por problemas se deben tanto a fallos del material como del instalador o el agricultor.

C. Rodríguez preguntó a los instaladores asistentes si el agricultor acostumbra a estar informado de las marcas de emisores y otros materiales que existen en el mercado y si pide determinadas marcas, a lo que tanto **F. Roigé** como **J. Ariño** contestaron que sí. A una segunda pregunta referida a si existe problema de imitaciones de estos materiales, **J. Ariño** respondió que sí, que existen fabricantes que hacen materiales prácticamente iguales que otros conocidos pero con material reciclado; en apariencia pueden hasta dar la impresión de ser mejores ya que suelen ser más gruesos, pero a la larga su resultado es peor y el problema es que, de momento, no hay ninguna defensa administrativa contra esto.

Hubo alguna intervención del público según la cual el agricultor lo que hace es elegir el instalador que se lo hace más barato porque le falta



El Pulsador

Vista general del cultivo de lechuga romana con la instalación del micropulsador.

Una característica común en casi todos los nuevos sistemas de riego que surgen desde Israel, EEUU, Holanda o la misma España consiste en el ahorro de agua, con esta filosofía Peretz Rosemberg ha diseñado el micropulsador.

En Israel la racionalización del riego constituye una obligación para el agricultor dada la escasez de agua que asola durante estos últimos años el país. El gobierno israelita ha decidido reducir en un 50% el consumo de agua de riego para el año 1991. Este problema no es exclusivo de este país, pues por ejemplo en California este año ya existen acciones gubernamentales para la racionalización del agua. Las soluciones toman distintos caminos en cada país, así por ejemplo, como contaba **Silvia Burés** desde E.E.U.U. (Revista Horticultura marzo n°67), la posición del gobierno californiano es de apoyo al cultivo de especies con bajas necesidades de agua (especies xerófilas) en toda obra de jardinería. En Israel se han impuesto sistemas de riego que permitan cubrir exclusivamente las necesidades de la planta.

Ya centrándonos en el tema que nos aborda, el pulsador, tuvimos la ocasión de conocer en Montornes de Vallés (Barcelona) a **Peretz Rosemberg** el creador de éste y de muchos de los ingenios que corren en el sector de riegos. La razón de su visita fue conocer y valorar la primera instalación en España con este sistema (hace ya dos años) que está diri-

gida por **Esteve Llouch** dentro de una cooperativa de productores de la zona.

El sistema basado en el micropulsador, que según el profesor italiano **Giuseppe Zerbi** (durante el I Congreso Ibérico de Ciecias Hortícolas, Revista Horticultura n°61) es un sistema que está a caballo entre una microaspersión y un goteo, con la ventaja que utiliza tubería de pequeños diámetros, como en el riego por goteo y la pluviometría de un aspersor.

Ideado para mantener la humedad en los viveros de plantas tropicales dada las altas necesidades en humedad, ha sido incorporado en cultivos hortícolas y frutícolas, con notable éxito. Aunque de momento el micropulsador se circunscribe a cultivos intensivos, (invernaderos, huerta, viveros, semilleros, etc...) y frutícolas, se prepara un modelo para los cultivos extensivos (maíz, algodón, praderas, etc...).

El micro-pulsador trabaja a presiones mínimas de 2.4 atm, existiendo varios tipos de caudal, desde 11/h hasta 10 l/h; el intervalo entre pulsaciones es aproximadamente entre 20 y 40 segundos dependiendo del caudal escogido.

En principio dado su modo de acción debería ser un buen sistema para evitar los daños causados por las heladas, y así nos lo confirmaba su inventor. Actualmente todas las pruebas realizadas han sido en cultivos frutícolas, con resultados muy esperanzadores; a pesar de ello y se-

Peretz Roseberg,
creador del sistema
«pulsador».

Abajo,
Esteve Llonch,
Ingeniero Agrónomo
que está a cargo
de estas 2,5 Ha
de cultivo
de lechuga Romana.

Al lado,
se observa
que el pulsador
es aplicable
tanto a sistemas
de aspersión
como a sistemas
de riego por goteo.



Texto y fotos de
Xavier Carbonell
Ing. Agr.



gún Llonch en una prueba realizada en lechuga el sistema no fue efectivo, aunque también reconoce que las condiciones en que fue probado no eran las adecuadas, y por lo tanto el resultado obtenido no es significativo. De todas maneras, habrá que esperar los resultados de los ensayos que en este sentido se realizan en Florida (EEUU) y País Vasco.

Otro efecto beneficioso de este sistema, según Roseberg, y confirmado a lo largo de este primer cultivo de lechuga Romana por Llonch, concierne a la sanidad vegetal. Al conseguir cambio en el microclima «ni insectos ni hongos pueden desarrollarse en tales condiciones». Así

este año un problema habitual como es el *Agrotis* que ataca el cuello de las lechugas ha sido erradicado sin tratamiento alguno, pues este ambiente no era favorable para su entrada en la fase adulta de mariposa.

Los problemas de lixiviación o lavado de nutrientes, sobretodo de nitrógeno, se evitan al proporcionar menos agua, igualmente la capa de agua está constantemente en capacidad de campo evitando la asfixia radicular.

Este sistema está pensado para funcionar durante muchas horas al día (depende del cultivo y caudal) y por lo tanto no necesita programador de riego pues es autopulsado.

Hasta aquí se han comentado las ventajas secundarias aunque no menos importantes del pulsador pero su razón de ser «el ahorro de agua» es su mejor característica. Como bien decía Llonch «este sistema nos permite regar 75.000 lechugas con un caudal de 6.000 l/h funcionando 12 h al día».

Por otra parte se trata de un sistema barato, ya que si bien el precio unitario del pulsador parece caro (450 ptas pulsador P.V.P.) el coste final de la instalación, es más barato que los sistemas ya existentes en microaspersión. La razón de ello es que permite regar grandes superficies con un caudal puntual muy bajo, con el ahorro que significa en bomba, cabezal de filtrado, fertirrigación, sectorización, automatización, tubería principal, secundaria, laterales, etc..., como ejemplo un caso real:

En el caso de Llonch, tradicionalmente para regar 15.000 lechugas necesitaba un riego de 25.000 l/h durante 4 horas cada 3 días. Con el micropulsador utiliza las mismas 15.000 lechugas 1.200 l/h durante 12 horas cada día. Lo anterior representa el 50% de consumo total de agua. Como nos contaba Roseberg si deseas regar por ejemplo 1.000 árboles y colocas un aspersor por árbol, un microaspersor tipo te dará 70 l/h, por lo que necesitas un caudal puntual de 70 m³/h, ello te supondrá disponer de un cabezal como mínimo de 4", una tubería principal de 4" y laterales de 20-25 mm. Además al trabajar con caudales tan altos deberás regar por zonas, que en el caso de lucha contra vientos cálidos o heladas es muy importante hacer funcional toda la instalación a la vez. Por contra con el micropulsador puedes, utilizar el de 4 l/h, regar con 4.000 l/h toda la parcela a la vez, utilizando un cabezal de 1" y tuberías de pequeño diámetro.

El sistema micropulsador, es igualmente aplicable a goteros, para obtener caudales puntuales muy bajos (a partir de 0,03 l/h) que te permiten regar durante todo el día con muy poco gasto de agua, y son comercializados en líneas de 24 a 50 goteros por cada pulsador. Esto permite una utilización muy importante en cultivo hidropónico.

información y aunque va a regar mal él no lo sabe; **M. Riquelme** no estaba de acuerdo con que el agricultor siempre elija lo más barato, también considera otros puntos. **J. Mateu (Regaplast)** comentó el hecho de que es frecuente encontrar errores no sólo por regar mal sino también por regar durante poco tiempo, cosa que sería fácilmente evitable.

S. Planas comentó que el problema no es que no haya normas, sino que éstas no se cumplen y que en un futuro próximo sólo se van a exigir con especial rigor las cuestiones de seguridad del usuario y las relacionadas con problemas de medio ambiente. La única posibilidad es que el agricultor se convenza de que con una instalación de más calidad va a sacar mayores beneficios.

A raíz de una pregunta del público (**J. Deu**) acerca de la periodicidad de los controles en fabricación, **M. Riquelme** explicó que cada tipo de artículo tiene una normativa concreta que fija cómo han de ser los controles: cuándo, cómo,... desde la materia prima hasta los ensayos posteriores y actualmente también se controla el antioxidante residual que le queda al tubo. También, en caso de tratarse de una certificación oficial AENOR, se fija la periodicidad obligatoria. Sin embargo en emisores y difusores no hay ni reglamento de control ni reglamento de marca.

En lo que sí existe reglamentación es en los tubos de PVC ya que, como **M. Riquelme** explicó, al utilizar la administración mucho tubo de PVC y PE en obras públicas, ésta hizo que se impusiera la homologación y el control de marca en PE, en lo que su empresa es pionera y causante de que otras siguieran su ejemplo.

A una pregunta del público de cuál es el material que se coloca más si el homologado o el no homologado **F. Roigé** contestó que el no homologado debido a que no se exige ni por parte de la administración ni del agricultor. **J. Ariño** comentó entonces que lo que el agricultor pide es que el material esté marcado y por esta razón los fabricantes lo marcan con cualquier cosa, creando confusión con las verdaderas marcas controladas. **M. Riquelme** añadió, ya para finalizar, que las tuberías de buena calidad con y sin marca sólo se diferencian en lo que valen sus controles de calidad, la patente y los


rechazos, por lo que la diferencia no es significativa. Las tuberías son el único material de este tipo que ya está totalmente normalizado, ni filtros ni válvulas lo están y de los distribuidores se ocupa la Comisión Técnica por ser imposible para cualquier empresa.

Para finalizar, se concluyó diciendo que es evidente que conseguir unas instalaciones de calidad es empresa conjunta de fabricantes, instaladores y agricultores, y también de la administración, a quien corresponde el deber de exigir que se mantenga un nivel alto de calidad. ☼

CULTIVOS FLORECIENTES

AGROSISTEMAS diseña sus modelos pensando en el horticultor, sus formas, dimensiones y detalles de acabado les dan gran resistencia y solidez. Todos los materiales AGROSISTEMAS, cumplen


normas de calidad tanto en estructura como en cubiertas. Por lo que cuando usted compra un invernadero AGROSISTEMAS quedará plenamente satisfecho en su elección.



invernaderos

Agrosistemas

Multitúneles módulos de 7,50 mts. de ancho.



Bitúneles de 16 mts. de ancho.

Túneles de 10,50, 9,50, 8,50 y 6,50 mts. de ancho.

ASTHOR AGRICOLA, S.A.

Polígono Industrial Bravo; 33429 Viella-Colloto-Asturias
Teléfono (985) 79 25 75 - 79 45 40 - Fax (985) 79 43 25

