



Xavier Agustí

xagusti@progres-spain.com

Departamento comercial  
Sistemas Electrónicos Progres, S.A.

- En este artículo se quiere reflejar las distintas formas de programación del riego que se aplican a nivel de cultivos intensivos

## Necesidades de programación de un sistema de fertirrigación

*Desde que se inició la horticultura, la programación del riego siempre ha sido un aspecto rutinario y que ha atendido principalmente a periodos concretos de disponibilidad de agua y usos ancestrales*

Desde el inicio de la horticultura los elementos utilizados en la programación del riego, han sido siempre de nivel manual, por lo que la aplicación de los nutrientes se ha realizado de forma aproximada, cada cierto periodo de tiempo y en cantidades importantes. Este aspecto ha incidido en sobremanera en los rendimientos de los cultivos y en los tiempos de trabajo de los agricultores.

Para garantizar un control completo y sobretodo para poder realizar un amplio estudio de todo lo ocurrido en la fertirrigación del vivero, se precisa una amplia capacidad de registro.

A partir de mediados de siglo se incorporan a los usos agrícolas distintos dispositivos que intentan facilitar la aplicación de los nutrientes así como hacerla en tiempos y proporciones programadas. Empezaron a aparecer los primeros programadores de riego. Los elementos que facilitaron su introducción fueron las válvulas hidráulicas pilotadas a través de solenoides las cuales eran conectadas a los programadores y se coman-



daba su apertura y cierre en horarios programados con anterioridad.

A partir de estos dispositivos se empezó a introducir otro conjunto de accesorios para el control del riego como son presostatos de máxima y mínima, sondas de nivel, transductores de presión, etc. Estas sondas han dotado de mayor seguridad las redes hidráulicas, además de facilitar una aportación más autónoma de los nutrientes, posibilitando la amplia introducción de los programadores. También aparecieron los distintos sensores de aplicación a nivel agrícola como son las sondas de CE y de pH que han revolucionado la forma de fertirrigar en los cultivos hortícolas intensivos y sobretodo en invernaderos. Hoy en día no se discute su necesidad en todos los cultivos hidropónicos o de carácter intensivo donde la aportación de agua es en pequeñas dosis y requiere de un control completo de sus niveles de sales y acidez para que su adsorción por el cultivo sea la óptima.

A través de esta pequeña introducción, queremos reflejar las dos distintas formas de programación del riego que se aplican a nivel de cultivos intensivos en función de la calidad del agua, el tipo de cultivo y el tipo de sustrato donde se cultiva. Podemos distinguir, por un lado, la fertirrigación mediante cantidades fijas de agua y fertilizantes definidas por el agricultor; y por el otro lado, la fertirrigación mediante un sistema automático de medida que incorpora los fertilizantes a la cantidad de agua programada en función de los niveles de CE y pH, siempre manteniendo las proporciones indicadas previamente. Por tanto, no se conoce la cantidad a aportar de fertilizante, sólo los niveles de CE y pH que se quieren mantener en el agua de riego y que tiene que ser fruto de la mezcla en las proporciones definidas de los abonos dispuestos.

Cuando hablamos de programación del riego en los cultivos intensivos y en particular en los viveros, tenemos que conocer de forma muy precisa el tipo de sus-

**Para el riego en los viveros tenemos que tener en cuenta la gran cantidad de pequeños microclimas que tiene con sus respectivas zonas de riego además de los diferentes cultivos y el estado vegetativo de los mismos.**



trato con el que estamos trabajando y la tolerancia a la irrigación y a los niveles de CE y de pH del cultivo para poder ajustar, en función de la clase de agua disponible, los tiempos de riego y los niveles de salinidad y acidez necesaria.

### En riego

En cuanto al riego se refiere, para los viveros tenemos que tener en cuenta la gran cantidad de pequeños microclimas que tiene con sus respectivas distintas zonas de riego además de los diferentes cultivos y el estado vegetativo de los mismos. Esto nos indica que la cantidad de diferentes sectores es importante, pudiendo tener perfectamente desde 30 hasta más de 100 sectores. Por este motivo, la cantidad de programas y su variabilidad debe de ser total para proporcionar una completa identificación del programa de riego con el cultivo y la variedad.

**■ Cuando hablamos de programación del riego en los cultivos intensivos y en particular en los viveros, tenemos que conocer de forma muy precisa el tipo de sustrato con el que estamos trabajando, la tolerancia a la irrigación y a los niveles de CE y de pH del cultivo**

Para una correcta programación del riego, ésta siempre debe de incluir, de forma automática, el control del bombeo, de los filtros, de los fertilizantes, de los agitadores y de los sectores de riego de forma integrada, con un registro completo de todos los datos que se generen a través de las sondas conectadas. Por esta razón vamos a exponer las necesidades de control que debe disponer un programador de fertirrigación para un vivero y que permita hacer una correcta programación.

A la hora de definir el programa de riego tenemos que poder indicar:

- La hora u horas de inicio del programa, y las activaciones que va a tener en un mismo día.

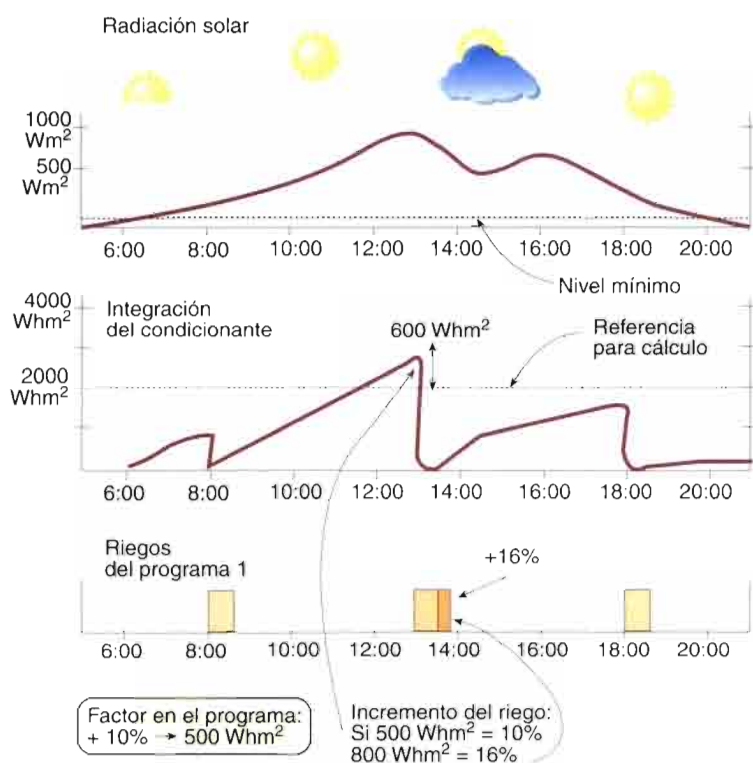
- Si se riega por días de la semana o días de pausa.

- El horario y período activo del programa para poder definir programas que tengan su tiempo de trabajo en función del tiempo que queramos que esté activo.

- La activación de los programas de riego puede atender a distintos parámetros, como son por tiempo programado, por sondas de nivel digital o analógico (en el caso de trabajar por bandejas, por ejemplo), por integración de radiación solar o temperatura, por nivel de humedad en suelo, etc. Estos sensores nos han de permitir atender a las condiciones reales que disfruta la planta y poder

**Figura 1:**

**Incremento del riego en función de la radiación solar**



suministrarle el riego en función de estos parámetros de forma automática.

- El poder realizar riego secuencial enlazando varios programas.

- Identificar grupos de riego con prioridad dentro del grupo. Esta particularidad nos permite que al trabajar la activación de programas por sondas podamos discriminar esta activación en función de la prioridad que se le da y el grupo en el que se identifique.

- Poder variar la secuencia de riego de los sectores por programa con sus unidades de riego y pre-riego independientes, y que éstos sean agrupables desde uno en uno hasta todos a la vez en un mismo programa si es preciso. También indicar que las unidades de post-riego han de ser independientes por programa.

- Permitir la modificación de las unidades de riego a través de un factor manual que afecte a to-

dos los sectores de un mismo programa pero que no varíe la cantidad de riego definida en éstos. De esta forma, podemos actuar sobre un mismo programa en un momento dado y luego dejarlo tal como estaba sólo modificando una casilla en factor manual. Esta posibilidad facilita la programación sobretodo cuando existen muchos sectores.

- Otro aspecto ya introducido es el de los condicionantes, o sea, sondas analógicas o digitales que

---

**Los métodos de aplicación de los fertilizantes que se utilizan son por unidades o en función de la conductividad. Para una correcta aplicación, siempre estamos hablando de trabajar con abonos líquidos o solubles en su aportación con el agua de riego**

---

puedan modificar los parámetros de riego programados inicialmente en función de sus lecturas. Por tanto, se han de modificar en tiempo real los parámetros de riego en función de lo que la planta recibe del ambiente en un determinado instante.

- También poder realizar riegos de seguridad por falta de inicio cuando estamos trabajando por demanda y/o por sondas si se hubieran estropeado por cualquier motivo. Se trata, por un lado, de tener un riego de seguridad que garantice unas mínimas condiciones hídricas en el cultivo, y por el otro lado, un control de inicio continuado en el caso de que la sonda pida riego de forma in-interrumpida. Además, se deben determinar unos tiempos de pausa para asegurar que no inundamos el cultivo y que las sondas trabajen correctamente.

Tenemos que tener en cuenta que el hecho de trabajar con elementos autónomos, es decir, sin mediación del agricultor en su ejecución, requiere de medidas de seguridad efectivas para poder controlar cualquier error o anomalía que se pueda producir. Por tanto, indicamos con claridad que el riego siempre ha de ser en pequeñas cantidades, varias veces al día y con aportación de fertilizantes al mismo tiempo.

**Fertilización**

Por lo que a la fertilización se refiere y como ya hemos indicado, los métodos de aplicación de los fertilizantes que se utilizan son por unidades o en función de la conductividad. Para una correcta aplicación, siempre estamos hablando de trabajar con abonos líquidos o solubles en su aportación con el agua de riego.

En viveros, al trabajar siempre con aportaciones de agua y abonos en pequeñas cantidades, y donde las plantas tienen poco sustrato donde crecer, se acostumbra a fertirrigar por CE y pH. Aún así, también se aportan oligoelementos o micro-nutrientes en cantidades definidas, y por eso el sistema tiene que ser capaz de apli-



car fertilizantes en las dos líneas de actuación comentadas.

La capacidad para aplicar distintos fertilizantes debe de ser amplia, con un mínimo de cuatro y, si es posible, estar por encima de los seis abonos distintos para conseguir unas mezclas completas. Además de contemplar los fertilizantes que se aplican en función de la CE y los que se aportan en cantidades, debe añadir también la corrección del pH en la aplicación de ácido o de base en función de si el suelo requiere reducirlo o incrementarlo. Por tanto tiene que tener capacidad para ácido y base. La selección de cómo trabaja cada fertilizante debe de ser independiente a nivel de sistema, para poder aplicar cada uno de ellos en función de la instalación hidráulica.

Para una correcta aplicación y poder conocer en todo momento las cantidades aplicadas de los fertilizantes, se debe disponer de contadores volumétricos así como de agitadores que permitan una buena disolución de éstos y una aplicación homogénea. Así, también tenemos que contar con la forma de inyección por CE. Ésta se puede realizar por salidas pulsadas, que es la forma más habitual por ser la más económica, o también se puede realizar de forma analógica con variadores de frecuencia, que permite una mejor aplicación por ser continua, pero es más cara y menos utilizada.

Podemos deducir, por tanto, que la aplicación de los fertilizantes en el vivero siempre tiene en cuenta los niveles de CE y de pH para una perfecta aplicación y adsorción por parte del cultivo, y además tiene que tener capacidad para poder incorporar en pequeñas dosis oligoelementos específicos de cada variedad.

## Drenaje

Otro tema importante para el control de riego en vivero es el drenaje. En viveros, normalmente, el control sobre el agua que se aplica, los fertilizantes y los porcentajes con que éstos son lixiviados es muy importante para con-



**Para una correcta programación del riego, ésta siempre debe de incluir, de forma automática, el control del bombeo, de los filtros, de los fertilizantes, de los agitadores y de los sectores de riego de forma integrada, con un registro completo de todos los datos que se generen a través de las sondas conectadas.**

seguir un correcto enraizamiento y crecimiento, tanto si se trata de plantas para producción agrícola, para ornamentales, para forrajes, etc. En función del cultivo, de la cantidad y frecuencia del riego, y del tipo de suelo se pueden utilizar varios métodos para realizar este control. El control del drenaje se realiza a través de las bandejas de drenaje con la medida del volumen drenado, la CE, el pH y sus alarmas. Se procurará conocer los datos de CE y de pH del agua drenada para saber su evolución y poder mejorar su aplicación.

Actualmente se utilizan dos métodos para compensar el drenaje:

- "Modificando el tiempo o volumen de aplicación de riego". Antes de empezar un nuevo riego o durante el mismo se modificarán las unidades de riego para compensar el drenaje producido y poder efectuar el programado, según los datos recogidos del riego anterior o en el actual.

- "Modificando la frecuencia entre riegos". Al iniciar un nuevo riego corregirá el tiempo para aplicar el siguiente en relación al drenaje realizado en el anterior.

Estas dos posibilidades adecúan el tiempo o la frecuencia entre riegos para conseguir el drenaje programado y de esta forma estar entre los márgenes que garantizan un buen trabajo en el cultivo.

## Condicionantes

Los condicionantes o sondas que se disponen en el sistema de

control tienen que servirnos para poder mejorar la aplicación de agua y fertilizantes, o sea, adaptarnos de forma inmediata a las variables climáticas, ambientales o de la propia instalación que se vayan modificando. Tal y como ya hemos comentado, los condicionantes pueden afectar a cada uno de los programas de riego, y lo pueden hacer para, iniciar al superar o descender el sensor el valor programado, inicio por integración del valor de un sensor, paro condicional al superar o descender el sensor un valor programado, modificar el riego y/o el fertilizante por integración del valor de un sensor, modificar el riego o la fertilización en relación al valor de un sensor (evapotranspiración- Eto, humedad en suelo-cbars - %, etc), etc.

Como ejemplos podemos citar: iniciar el riego por radiación, nivel de bandeja, humedad en suelo y temperatura ambiente; modificar las unidades de riego por radiación (acumulada o instantánea), drenaje y lluvia; modificar la referencia de CE por radiación (acumulada o instantánea) y lluvia, etc.

En la figura 1 podemos ver un ejemplo de modificación del riego en función de la radiación solar acumulada desde el anterior riego. De esta forma, el sistema se adapta a variaciones climáticas no contempladas en la programación del riego habitual y que el propio programa rectifica a través de la lectura de los sensores conectados.

## Registro

Para garantizar un control completo y sobretodo para poder realizar un amplio estudio de todo lo ocurrido en la fertirrigación del vivero, se precisa una amplia capacidad de registro. Por este motivo, hay que disponer en todo momento y siempre de forma actualizada:

- Acumulados de los sectores y uno de general para mostrar las unidades de riego en tiempo y volumen más el caudal calculado y las unidades aplicadas de cada uno de los fertilizantes.