

Xavier Martínez i Sagarra
Ingeniero Técnico Agrícola
ITC, S.L.
Tel. 93 544 30 40

Web: <http://www.itc.es>
e-mail: itc@itc.es

¿ES EL CONTROL DE LA CONDUCTIVIDAD UN PARÁMETRO ADECUADO PARA LA GESTIÓN DE LA FERTIRRIGACIÓN?

La fertirrigación constituye actualmente una de las principales vías para proveer a nuestros cultivos de nutrientes. Con grandes ventajas sobre las aplicaciones por otras vías, es ya indudable su utilidad y rentabilidad.

La calidad de la fertirrigación depende, sin embargo, de un control riguroso. Hoy no es posible ya pensar en simplemente hacer llegar unas determinadas unidades fertilizantes hasta un gotero o una aspersión, y interesa sacar el máximo partido a cada gota de agua y a cada gramo de fertilizante. Por ello se han desarrollado sistemas que permiten prolongar las aplicaciones, que en un caso ideal deberían coincidir con los tiempos de riego y evitar tanto los excesos como las aplicaciones insuficientes.

La inyección de fertilizantes de manera simultánea durante el máximo período dentro de la programación del riego nos permite:

- Aportar a la planta una solución nutritiva constante y equilibrada en el tiempo y uniformemente distribuida a lo largo del perfil del suelo o sustrato. Esto evita puntas de salinidad en los períodos de fertilización, así como descensos en la fertilidad del sustrato en los períodos entre aplicaciones y por tanto podemos hacer trabajar a la planta a pleno rendimiento durante todos los días de cultivo.
- Evitar el riesgo de precipitación en conducciones y emisores, que puede dañar u obturar los sistemas de riego y constituyen una pérdida económica por la adquisición de los abonos y una merma en el rendimiento de los mismos.

Hay que entender dicha simultaneidad no únicamente como la aplicación de los diferentes fertilizantes secuencialmente uno tras otro durante el máximo período de riego, sino también escoger aquellos sistemas que nos permitan aportarlos juntos en el mismo momento. Así se evita una distribución irregular de nutrientes en el perfil del suelo o el sustrato. Para ello es indispensable que las soluciones del riego sean estables, esto significa que no superen las condiciones de pH y temperatura para las cuales garantizamos la solubilidad de la solución. En la práctica, la actuación en temperatura no sería practicable más que para soluciones madre, y por tanto únicamente podremos garantizar la estabilidad de la solución de riego mediante el control de su acidez (nivel pH) mediante la adición controlada de un ácido.

Son pues indispensables elementos de control que nos permitan el reparto de los fertilizantes escogidos a lo largo de los períodos de riego. Puede conseguirse este

objetivo mediante la inyección de las diferentes soluciones fertilizantes en las proporciones óptimas entre sí y todas ellas proporcionalmente al caudal de riego en cada momento. Llamaremos a este sistema "inyección por proporcionalidad". En efecto, si conocemos el caudal de una red de riego y la concentración de una solución fertilizante madre, podemos calcular y establecer el caudal necesario de inyección para alcanzar una determinada proporcionalidad.

Siendo sin embargo muy usual en España el control de la conductividad como método para establecer el caudal de inyección de fertilizantes en la solución de riego, debemos plantearnos la validez y posibles aplicaciones de este sistema.

Valoración de la Conductividad Eléctrica como lectura indirecta de concentración de fertilizantes

Podemos definir la Conductividad Eléctrica de una Solución (en adelante, Ec), como la capacidad de transmisión de la corriente eléctrica por la misma. Suele expresarse en miliSiemens/cm (mS/cm) y está relacionada con la concentración de sales disueltas. Por ello se utiliza como lectura indirecta de la concentración de fertilizantes. Sin embargo, la CE es función de muchos otros parámetros que pueden desvirtuar la correlación con la proporción: Voltaje aplicado, viscosidad del medio, temperatura, pH y tipo de iones y su concentración. En la medida en que estos parámetros puedan estar controlados puede hablarse de lectura indirecta. El voltaje aplicado depende del instrumento de medida, y es por tanto controlable. Trabajando con soluciones muy diluidas en agua, puede considerarse la viscosidad muy similar a la del agua, y existen actualmente sondas con compensación de temperatura que ofrecen la lectura equivalente a 25 °C. El pH sin embargo enmascara totalmente la lectura en medios relativamente ácidos.

Efectivamente, valores pH inferiores a 5,5 disparan la conductividad a valores muy elevados y no es factible la corrección de estas lecturas. Esta circunstancia desvirtúa el control por conductividad en soluciones a pH bajo, por lo que deberá ser tenido en cuenta cuando se desee trabajar con soluciones tan ácidas, poco comunes en la práctica agrícola habitual.

El tipo de iones es otra variable que puede alterar la correlación entre concentración salina y conductividad eléctrica. En teoría, la CE de una disolución salina, o el aumento lineal de la misma debida a la adición de una sal, puede ser predicha si se conoce la concentración de cada uno de los iones disueltos y su conductividad equivalente. Sin embargo, en la práctica la conductividad equivalente depende también de la concentración, especialmente en aguas con cationes divalentes (Calcio y Magnesio) y en estas disoluciones la CE medida suele presentar valores inferiores a los esperables teniendo en cuenta la cantidad de sales disueltas.

La inyección de abonos por medio del control de conductividad puede realizarse calculando el incremento de CE inducido por la adición del abono e introduciendo este dato como consigna a alcanzar a través de la inyección, o bien midiendo constantemente la CE del agua original e introduciendo como consigna la suma de ésta con la CE diferencial necesaria. Podemos ya prever un error en cuanto esta CE diferencial puede corresponderse con diferentes concentraciones dependiendo de la conductividad inicial. La precisión del aporte dependerá de la sensibilidad de los instrumentos de medida y será suficiente para hacer depender de ella la inyección cuando el diferencial de la lectura sea grande relacionado con el diferencial en el volumen de inyección. Esto

debera ser tenido en cuenta sobretodo cuando se trabaje con períodos de fertirrigación largos y a baja concentración, o bien cuando se trabaje con solubles que modifiquen poco la conductividad, como por ejemplo trabajando con microelementos, fitosanitarios, o cualquier otro producto cuya concentración en la disolución final del riego no dé como resultado un incremento apreciable con suficiente precisión por las sondas situadas en el sistema.

Valoración de la Conductividad Eléctrica como parámetro a consignar en la dosificación en cabecera de riego

Los sistemas de dosificación de abonos a través del control de CE actúan corrigiéndola en base a una curva de aproximación PID. El proceso consiste en un incremento o disminución tanto mayor del caudal de inyección cuanto más alejada está la consigna del valor actual de lectura, por lo que el valor consignado se alcanza en la solución del riego después de sucesivas correcciones. Estas correcciones no pueden realizarse inmediatamente, ya que dependemos de un tiempo mínimo que deberá ser respetado y que corresponderá al invertido por el agua de riego en su recorrido desde el punto de inyección hasta el punto de lectura (sonda), y que no deberá ser inferior al tiempo invertido en la homogeneización de la mezcla. De la calidad de esta homogeneización depende la exactitud de la lectura, y por tanto de la dosificación. Para ello es necesario contar con un tiempo suficiente, que puede reducirse mediante la interposición de elementos que creen una turbulencia, como, por ejemplo, un filtro.

Considerando una demora entre inyección y lectura de 15 segundos, y que un valor aceptablemente cercano a la consigna pueda alcanzarse tras 3 aproximaciones, se concluye que durante los primeros 45 segundos operando en control de conductividad la inyección habrá sufrido una oscilación en el tiempo. A ello debe sumarse el tiempo empleado por los sistemas electrónicos y físicos de corrección. Cabe destacar que en los sistemas basados en variación de frecuencia eléctrica este tiempo es mínimo.

La consideración de que esta demora sea aceptable o no dependerá de la frecuencia y duración de la fertirrigación, además de las variaciones de caudal solicitadas. En efecto, para una finca en la que se suceden ciclos de goteo de una hora con apenas variaciones en el caudal, es perfectamente asumible, mientras que para una finca donde se esté aplicando riegos de alta frecuencia con sectores de diferente caudal que se activan cada tres minutos será inadmisibile.

Un riesgo inherente a los sistemas de fertirrigación mediante control de CE se materializa cuando varios abonos son inyectados simultáneamente bajo un mismo control. En efecto, si por cualquier causa una de las soluciones madre se agota en el depósito, el sistema provocará inmediatamente una sobredosificación de los demás para corregir la bajada de CE detectada, pudiendo significar un malgasto de fertilizante e incluso un riesgo para el cultivo.

Los sistemas de control de la fertirrigación mediante proporcionalidad como alternativa al control de conductividad

Cuando se trabaja con caudales continuamente variables, o con ciclos de fertirrigación de poca duración, la dosificación proporcional aventaja al sistema de control de conductividad, ya que no precisa de las sucesivas lecturas de una variable que

posteriormente corrige, sino que define las características de la inyección a partir de la lectura del caudal actual.

En este sentido, y para la obtención de la máxima fiabilidad en la dosificación, la elección del caudalímetro es esencial. Cuando contamos con los datos suministrados a un controlador por un contador de pulsos, no conocemos el caudal instantáneo actual, sino el caudal medio deducido de las últimas lecturas durante un período de tiempo determinado. Esto hace que los sistemas basados en proporcionalidad a la lectura de un contador de impulsos dosifiquen en función del caudal reciente, y no del actual, lo que, dependiendo del tiempo integrado por el contador y la frecuencia de sus mediciones, origina un error en la dosificación inmediatamente posterior a cualquier cambio en las condiciones leídas (tanto al principio, como al final de cada período estacionario), por variaciones en el caudal o por la sucesión de cierres y/o abertura de válvulas.

Esta limitación en la obtención de la lectura puede superarse mediante el uso de un caudalímetro de alta frecuencia, el cual mide la velocidad del agua en la tubería, que es interpretada ya en caudal cuando configuramos el controlador con el dimensionado interior de la tubería. Así, los sistemas de dosificación proporcional basados en la lectura constante del caudal instantáneo y la inyección del caudal proporcional durante todo el período de control ofrecen la mayor fiabilidad y precisión en la inyección.

De hecho, el control proporcional de la dosificación de uno o varios abonos en un agua de conductividad original constante y caudal variable mantiene la conductividad en un margen más estable que el propio control por conductividad, ya que lee y gestiona directamente los factores causales de esta variable, y no ha de leer una variación en conductividad para proceder a su corrección.

Una vez liberados de la necesidad de uso de CE para el control de la dosificación, podemos utilizar esta variable para mejorar la seguridad del sistema, mediante el establecimiento de alarmas que, convenientemente tratadas, pueden detener el riego, la fertilización o dar un aviso visual, acústico, etc. Retomando el ejemplo anterior en que una de las cubas de fertilizante se agotaba, la dosificación proporcional en ningún caso daría como efecto el incremento en la dosificación del resto de fertilizantes, y además podría consignarse una alarma que detuviese la inyección de todos ellos y iniciase un aviso acústico. También en el caso de que la mezcla de un fertilizante estuviese mal realizada, tendríamos la información de que la conductividad es mayor o menor a la esperada (tratable igualmente mediante una alarma).

Estos sistemas permiten la dosificación de cualquier producto, independientemente de que tengan o no capacidad de incrementar la CE bien por su propia naturaleza, bien por la baja proporción en que debemos disolverlos. Otra conclusión directa de la dosificación proporcional es que se evita la inyección en momentos en que no hay caudal de agua. Efectivamente, cuando se trabaja por conductividad a partir de la señal de un programador de riego, si, por error en la programación o por anomalía en el sistema de bombeo o obertura de válvulas, no hay caudal durante el inicio de la inyección, la dosificadora inyectará cada vez más fertilizante creando una bolsa hasta que éste sea detectado por la sonda, a no ser que hayamos dotado el controlador de un detector de caudal o un caudalímetro.

Se puede concluir, pues, que los sistemas de dosificación por control de conductividad, pueden ser utilizados sin problemas en aquellas explotaciones en que los ciclos de riego y fertirrigación sean largos y las características y caudal del agua de riego no sean muy variables, para inyectar únicamente productos activos en la modificación de la CE en concentraciones suficientes para poder ser tratados con precisión.

El método de dosificación proporcional presenta ventajas (y ningún inconveniente) sobre la dosificación mediante control de Ec:

- Puede dosificar productos que no incrementan la Ec
- Puede dosificar productos que incrementan la Ec, pero en proporciones inferiores a las que ocasionarían un incremento tratable con precisión
- Ofrece una reacción más rápida a las variaciones en caudal
- Garantiza un comportamiento más estable de Ec
- Evita la dosificación sin caudal o la formación de bolsas con caudales muy pequeños
- Permite utilizar la CE para el establecimiento de alarmas y detección de anomalías.

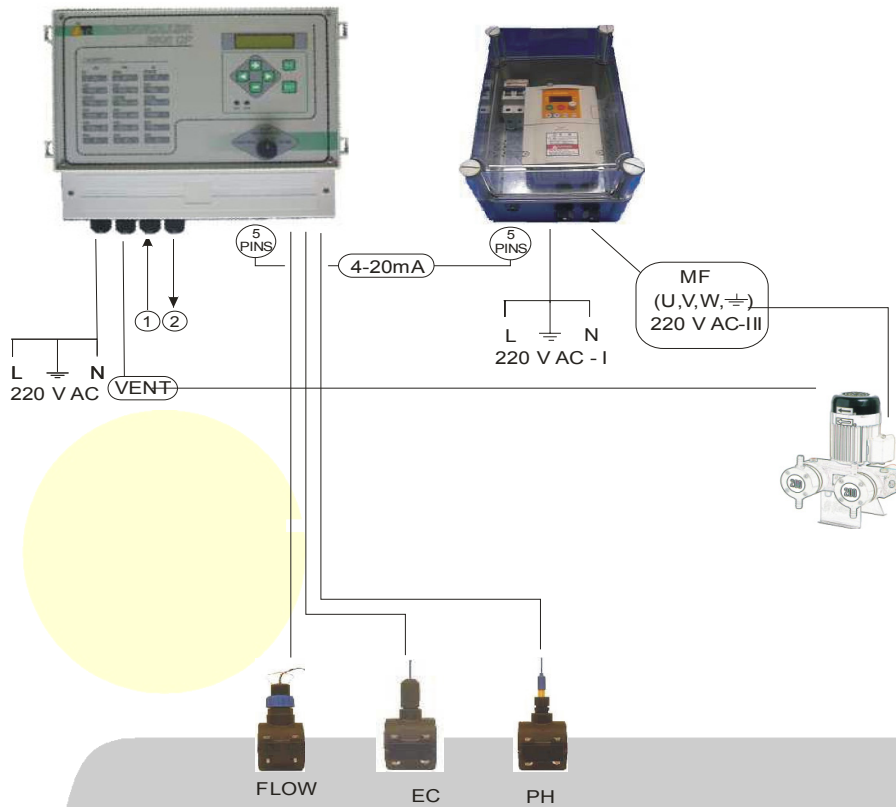
Equipo de control proporcional: COMPACT-V CP ®

El controlador COMPACT-V CP ®, al igual que los controladores de la familia CONTROLLER 2000 ®, permite regular, a través de una señal 4-20 mA, la frecuencia de la alimentación de la dosificadora mediante un variador de frecuencia. Este control afecta simultáneamente a todos los cabezales accionados en una misma dosificadora, y a todas las bombas alimentadas a través de un mismo variador.

Es posible inyectar proporcionalmente al caudal de la red de riego, o regular una frecuencia de inyección para establecer valores de pH o Conductividad. Ofrece la visualización constante de Caudal instantáneo, Conductividad y pH, permitiendo establecer alarmas máx./mín. para cada uno de los valores.

Las dosificadoras eléctricas MULTIFERTIC ® pueden trabajar a un amplio rango de revoluciones, aceptando desde 5 hasta 60 Hz, lo que permite obtener el máximo rendimiento a los sistemas basados en la variación de frecuencia eléctrica. Cuando el motor de una dosificadora trabaja a una frecuencia de 50 Hz, cada cabezal inyecta un caudal equivalente al nominal, modificado según la reducción establecida en la carrera de su pistón.

Podemos regular la velocidad del motor aumentando o disminuyendo la frecuencia eléctrica mediante un variador de frecuencia. De esta manera, controlamos la frecuencia de las inyecciones, pudiendo inyectar desde un 10% hasta un 120% del caudal establecido en todos los cabezales de una dosificadora. El rendimiento por encima del caudal nominal puede obtenerse alimentando el motor con corriente de frecuencia superior a 50 Hz. Así, por ejemplo, alimentando a 60 Hz una bomba de $Q_n=100$ L/h, se obtiene un caudal efectivo de 120 L/h.



Equipo de dosificación proporcional COMPACT-V® sobre MULTIFERTIC® a través de variador de frecuencia.

SONDA DE CONDUCTIVIDAD

Con compensación automática de la temperatura.



CAUDALÍMETRO

Caudalímetro de inserción. Medición continua del caudal instantáneo en una tubería.

