

La aplicación simultánea de diferentes fertilizantes es la opción más adecuada para la producción tan diversa que a menudo coincide en los viveros de plantas ornamentales.

Fertirrigación y acondicionamiento del agua en los viveros

**XAVIER MARTÍNEZ
I SAGARRA**

Ingeniero Técnico Agrícola. ITC, S.L.

La mejora que los sistemas de fertirrigación ejercen sobre el producto en vivero no afecta sólo a un rendimiento en la producción, como podría entenderse en un cultivo en el que se recoge un fruto. Tampoco debe ser entendido únicamente como la reducción en el período de cultivo necesario para cosechar, aunque en determinados cultivos, y especialmente en ornamentales, ésto sea un valor añadido bien por la reducción de costes, bien por el incremento de precio obtenido por una dimensión superior del producto o una mejora en su estado nutricional.

El suministro de una planta correctamente fertilizada conlleva una mejor adaptación a sus condiciones definitivas, una disminución en las pérdidas posteriores y, en definitiva, en su valor añadido y diferenciación en el mercado.

Cultivo en contenedor

Los sistemas de abonado que incorporan sólidos al sustrato en cultivos en contenedor implican una carga de trabajo manual importante en la cobertera. El uso de estos sistemas como abonado de fondo en contenedores de poca capacidad sometidos a altas tasas de pluviometría origina una liberación en momentos en que la planta no solicita nutrientes, y un drenaje posterior que a menudo se pierde.

La fertirrigación permite la fertilización del cultivo adaptada a cada momento, incluso prescindiendo de abonado de fondo, o reduciéndolo a aquellos elementos que puedan almacenarse en el complejo de intercambio catiónico en determinados sustratos, conllevan-

do ahorro en mano de obra, homogeneidad en la distribución y posibilidad de usar fertilizantes solubles convencionales de bajo costo.

Diversificación en la gestión del abonado

Si algo caracteriza el viverismo, además de la cosecha de la planta en su conjunto, suele ser la diversidad de necesidades en una misma explotación, debido a la coexistencia de planta en semillero, planta joven, planta en crecimiento y, en ocasiones, en "endurecimiento" o adaptación a condiciones de cultivo más duras que van a encarar en destino. Una misma explotación a menudo cultiva muy diferentes cultivos con sus correspondientes diferentes exigencias nutricionales. Ello hace que la fertilización en viverismo exija de una total adaptabilidad del sistema.

Por otra parte, la necesidad de contención del sistema radicular en un espacio reducido que luego no dificulte su extracción, transporte o aclimatación, hace que encontremos programas de riego de alta frecuencia y ciclos cortos. En estos casos, no es posi-

ble aplicar diferentes fertilizantes de manera secuencial, ya que el tiempo de que disponemos es escaso y, en ocasiones, debemos sacrificar parte del mismo para pre-riego y post-riego, ya que puede mediar una distancia-tiempo entre el punto de inyección y la separación de los diferentes sectores. La aplicación simultánea de fertilizantes es la opción más adecuada. Tener los diferentes fertilizantes en depósitos separados permitirá aplicarlos en diferentes proporciones según la especie/variedad y el estado de desarrollo del mismo.

Esta diferenciación puede realizarse dosificando simultáneamente con una bomba por depósito controlada independientemente, aunque esta opción puede ser cara y de compleja instalación. Los dosificadoras multicabezal permiten inyectar diferentes productos simultáneamente con un control individual de cada uno. Este control puede automatizarse dotando cada cabezal con un servomotor, que determinará la carrera del pistón o el diafragma para obtener determinado caudal. Al mismo tiempo, la frecuencia de las inyecciones puede variar alimentando la dosificadora a través de un variador de frecuencia.

El controlador ITC Controller Servos[®] convenientemente conectado a un caudalímetro de inserción de alta frecuencia y electrodos de pH y Conductividad Eléctrica, permite la inyección de hasta seis diferentes fertilizantes y un ácido de manera proporcional o para conseguir una consigna de CE y controlando simultáneamente el pH en línea.

■ El correcto suministro de fertilizantes conlleva la mejor adaptación a las condiciones definitivas de la planta, la disminución de pérdidas posteriores y, en definitiva, en el valor añadido y diferenciación en el mercado



Las bombas dosificadoras Dositec-P trabajan con caudales proporcionales en base a una señal procedentes de un contador de impulsos o de un caudalímetro de alta frecuencia.

Es posible, además, definir consignas para los diferentes sectores en funcionamiento de modo que el equilibrio entre los diferentes fertilizantes y la proporción (o CE), así como el pH sean específicos para cada sector. La diferenciación entre sectores (o fórmulas de fertirrigación) se lleva a cabo tanto a través del variador de frecuencia como a través del posicionamiento de los servomotores.

El sistema permite la adopción de 12 diferentes consignas, ampliable hasta 99, lo que le confiere una gran versatilidad.

Tratamientos en nebulización

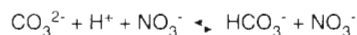
Las nebulizaciones periódicas, especialmente en semilleros y estaquillados puede verse afectada por la presencia de bicarbonatos y carbonatos en el agua. Éstos pueden precipitar en forma de carbonato cálcico en los emisores, provocando una falta de homogeneidad en la emisión, falta de eficacia u obturación. También pueden precipitar sobre las hojas de plantas, lo que perjudica el valor ornamental de algunos cultivos.

Este problema tiene fácil solución mediante el tratamiento del agua con un ácido hasta la neutralización del bicarbonato. La neutralización del ión carbonato con un ácido (nitrato, en el ejemplo) produce bicarbonato. (fórmula 1).

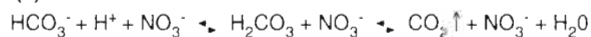
Y, si continuamos con la neutralización, este bicarbonato produce ácido carbónico. (fórmula 2).

El bicarbonato transformado en dióxido de carbono sería eliminado, siendo sustituido en la solu-

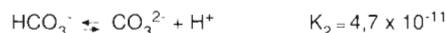
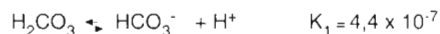
Fórmula (1)



Fórmula (2)



Fórmula (3)



Fórmula (4)

$$\frac{[\text{HCO}_3^-] + [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 4,4 \times 10^{-7}$$

Si $[\text{H}_2\text{CO}_3] = [\text{HCO}_3^-]$, entonces $[\text{H}^+] = 4,4 \times 10^{-7}$, y, por tanto, $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (4,4 \times 10^{-7}) = 6,35$

Fórmula (5)

$$\frac{3 \text{ mmol/l iniciales} + 0,5 \text{ mmol/l procedentes de carbonato}}{2} = 1,75 \text{ mmol/l.}$$

En total, necesitaremos:

$$1,75 + 0,5 = 2,25 \text{ mmol/l. ácido}$$

Fórmula (6)

$$\frac{1 \text{ mol HNO}_3}{63 \text{ g HNO}_3} \times \frac{600 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ l. ácido comercial}} = 9,52 \text{ mol/l} = 9,52 \text{ mmol/ml}$$

Fórmula (7)

$$\frac{2,25 \text{ mmol ácido}}{1 \text{ l. agua}} \times \frac{1 \text{ ml ácido comercial}}{9,52 \text{ mmol. HNO}_3} = 0,24 \text{ ml ácido com./l agua}$$

Fórmula (8)

$$\text{meq/l ácido aportado} = 1,5 [\text{CO}_3^{2-}] + 0,5 [\text{HCO}_3^-]$$

ción por el ión nitrato. Asegurando la ausencia del ión carbonato, aseguraremos en gran medida la posibilidad de que en la concentración producida por evaporación en el emisor se produzca un precipitado. Ninguna de las otras dos especies bicarbonato ni ácido carbónico o dióxido de carbono van a producir en general problemas en emisores.

Las constantes de equilibrio de la disociación del ácido carbó-

nico y del bicarbonato son las siguientes. (fórmula 3).

Calculando según las constantes de equilibrio de los dos equilibrios detallados, en una solución a pH 8.3 encontramos casi únicamente la especie bicarbonato HCO_3^- , mientras que a pH superior, tendremos bicarbonatos y carbonatos, estos últimos en mayor cantidad a mayor pH. A pH inferior coexistirán HCO_3^- y H_2CO_3 , y a pH inferior a 4 sólo encontraremos ácido carbónico.

El Gráfico 1 muestra los puntos de inflexión correspondientes a la equimolaridad de dos especies y a la existencia de una sola especie, en la valoración de una solución de carbonato con un ácido. Es posible calcular el pH al que corresponde cada uno de estos puntos, aunque puede variar ligeramente según la combinación y concentración de iones en el agua empleada para la nebulización.

El tratamiento del agua para riego o nebulización mejora su eficiencia como factor de producción en el vivero. Pero la variedad de posibilidades hace necesaria la incorporación de sistemas capaces y ampliables, desarrollados e instalados por profesionales



Podemos fijar como objetivo una disolución equimolar de bicarbonato y ácido carbónico. Este punto ofrece la ventaja de que es el que presenta menor pendiente en la curva de neutralización y por tanto mayor capacidad tampoadora frente a bases y ácidos.

Calcularemos el pH de esta disolución equimolar bicarbonato-ácido carbónico a partir de la constante de disociación que ya conocemos, (fórmula 4).

Ahora sabemos que esta solución tendrá un pH en torno a 6,35, un pH adecuado para su uso como riego, aspersión o nebulización y no interfiere con los materiales o vegetales comúnmente empleados. La gestión de la inyección de ácido para obtener esta solución puede hacerse proporcionalmente o según consigna de pH.

Si conocemos mediante análisis la concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua, po-

El controlador ITC Controller Servos®, convenientemente conectado a un caudalímetro de inserción de alta frecuencia y electrodos de pH y CE, permite la inyección proporcional de hasta seis fertilizantes y un ácido.

Lector® ofrece una visualización constante del caudal instantáneo de riego, la conductividad y el pH de la solución.

demostrar este agua con un número de miliequivalentes/litro de ácido. En tal caso, la inyección proporcional en línea de un ácido al caudal solucionará el problema. Éste es un sistema seguro para la neutralización de carbonatos, aunque precisa un método analítico, regularidad en la calidad del agua y en una sistemática que asegure que el ácido empleado es siempre de la misma concentración.

El siguiente ejemplo ilustra los cálculos que permiten calcular la dosificación proporcional del ácido: imaginemos que queremos neutralizar los carbonatos en un agua con 3 mmol/l de HCO_3^- y 0,5 mmol/l de CO_3^{2-} mediante la adición de HNO_3 con una riqueza de 60%. El caudal máximo a tratar en la nebulización es de 2000 l/h.

El objetivo es neutralizar la totalidad de CO_3^{2-} y posteriormente neutralizar la mitad del HCO_3^- para llegar a una solución equimolar $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{HCO}_3^-$. Necesitare-

OLTEK SPA

Macchine per il florovivaismo professionale



APM 01 despuntadora automática

- para plantas en maceta o con tallo
- diámetro de macetas de 14 a 30 cm
- productividad hasta 1100 plantas/hora
- dimensiones máximas del corte: ancho 450 mm; altura 1200 mm



LUO 01 lavadora de macetas

- diámetro de las macetas de 10 a 30 cm
- posibilidad de aplicar dosificador de desinfectante



PCO 01 porta carrito CC

- motor a gasolina o electricidad
- velocidad máxima: 8.5 km/h
- máximo peso transportado: 400 kg
- pendiente máxima: 14%



APML 01 despuntadora automática

- para plantas en tierra en cepellón
- diámetro 30 a 55 cm
- avance y parada de la máquina



S 140 envolvedora de carros CC

- producción: 30/40 palets/ora
- dimensiones en mm: 1000 x 1200 x 2600 h
- envuelve carros CC estándar y palets



HTO 01 cinta transportadora

- estructura en perfil de aluminio
- cinta en PUC de alta resistencia
- longitud de 2 a 6 m
- patas regulables
- peso: 24 kg

Via Olubi, 5 • 28013 Gattico (NO) • Tel.: +39 0322 880521 • Fax: +39 0322 838675

E-mail: info@oltekspa.com • www.oltekspa.com

mos llevar la totalidad de carbonatos a bicarbonatos (0,5 mmol/l), y neutralizar la mitad de bicarbonatos resultantes, (fórmula 5).

En total, necesitaremos: $1,75 + 0,5 = 2,25$ mmol/l. ácido

Primero calculamos la concentración normal del ácido comercial, (fórmula 6).

Ahora podemos directamente aplicar el ácido en proporción de los miliequivalentes de carbonato presentes en el agua, (fórmula 7).

Lo que equivale a una dilución del 0,24 por mil.

Si sabemos que el caudal máximo de agua a nebulizar será de 2000 l/h, podemos concluir que el sistema de inyección deberá ser capaz de inyectar 0,48 l/h de ácido comercial. Alcanzar la equimolaridad exige aplicar una cantidad de miliequivalentes de ácido tal que cumpla, (fórmula 8).

Donde $[CO_3^{2-}]$ y $[HCO_3^-]$ son las concentraciones iniciales de carbonato y bicarbonato, expresa-

das en mmol/l.

Una manera muy popular de actuar es mediante la inyección de ácido conforme a una consigna de pH, variable relacionada con la concentración de hidrogeniones en el agua; según la fórmula indicada, a medida que adicionamos un ácido no sólo estamos desplazando el equilibrio hacia la derecha y reduciendo la presencia de bicarbonato, sino también introduciendo hidrogeniones y bajando pH.

Este sistema tiene el inconveniente de que, al basarse en una reacción y tanteo de un controlador, precisa un tiempo para su estabilización, y en muchas ocasiones la nebulización se debe programar en periodos extremadamente cortos, lo que en la práctica se traduce en que el pH consignado sólo es alcanzado en una fracción del tiempo de tratamiento, pudiéndose observar al inicio una oscilación del valor pH en torno al consignado.

Si es posible, puede convenir limitar el caudal de inyección del sistema al máximo necesario en el momento de máximo caudal. Así puede verse acortado el período de estabilización de la lectura y reducido el riesgo de sobretratamiento en los momentos iniciales o de descenso de caudal. También conviene automatizar el funcionamiento del sistema de modo que si no se detecta caudal o el sistema de bombeo no funciona, no se active.

■ El ITC Controller Servos®, conectado a un caudalímetro de inserción de alta frecuencia y electrodos de pH y CE, permite la inyección proporcional de hasta seis fertilizantes y un ácido o conseguir una consigna de CE controlando simultáneamente el pH en línea



Tenemos ojos solo para tu negocio

Sistemas Hortofrutícolas
Unitec Iberica S.L.

Apartado Correos 206
Pol. Ind. Oeste, C/ Amistad
Mod. A-2, Parcela 19
30169 - San Ginés
Murcia - España
Tel. +34 968 882952
Fax +34 968 882913
unitecib@uniteciberica.com

Sedes de Unitec, en el mundo:
Italia - España - Argentina

www.unitec-group.com



Desde hace 80 años somos especialistas en la proyectar, fabricar e instalar sistemas de selección y calibrado de productos hortofrutícolas.

QS_200® - QS_ON LINE® - Quality Station® - QS_300®

son instrumentos de control no destructivo de la calidad interna de la fruta, con tecnología vis NIR, que miden el contenido de azúcar (Grados Brix), la consistencia de la pulpa (kg/cm²), la acidez (g/l) y el grado de maduración.

Esto redundará en múltiples ventajas: valoración de la calidad del producto y de la imagen de la propia empresa, reducción del coste de mano de obra, no destrucción del producto analizado, gestión de datos a nivel informático sin errores de transcripción, etc.

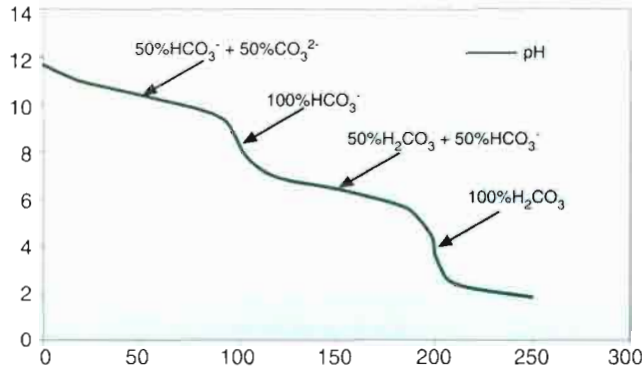
UNITEC
IBERICA

Si el agua a utilizar se almacena previamente en un depósito con sistema de homogeneización (agitado o recirculado de la solución) y conocemos el valor pH, el uso de una dosificadora funcionando según relé on/off conforme a consigna de pH puede ser igualmente válido. La ventaja en este caso es que no se va a trabajar con una curva de aproximación y por tanto no corremos el riesgo de excesos o infraneutralización en los momentos iniciales en los que el sistema no está estabilizado.

Un sistema adecuado para el tratamiento de las nebulizaciones previniendo la formación de precipitados es el tratamiento del agua a nebulizar dosificando ácido en cantidad tal que lleguemos a tener la misma cantidad de bicarbonatos que de ácido carbónico. Un control exacto de esta dosificación puede hacerse mediante dosificación proporcional de un ácido en línea, si conocemos la con-

Figura 1:

Valoración de 100 ml de una solución de CO_3^{2-} 0,1 M con HCl 0,1M



centración de bicarbonatos y carbonatos, pero estamos obligados a realizar cálculos y conocer la concentración del ácido a emplear.

Trabajar según consigna de pH no precisa de cálculos para la gestión, aunque es conveniente realizarlos para dimensionar co-

rrrectamente la dosificadora. Además, puede ocasionar una oscilación de lecturas especialmente en los inicios de la dosificación y en los cambios de caudal de agua.

Cuando esta neutralización se hace en un depósito abierto, el anhídrido carbónico al ser un gas suele pasar a la atmósfera (tanto más cuanto más alta sea la temperatura y prolongado el período de aireación) y deja de influir en la solución; pero si la neutralización se hace en espacio cerrado (como una tubería) el CO_2 queda disuelto en el agua y podría volver a la escena si añadiéramos abonos o materiales de reacción básica, aunque esto no es frecuente en sistemas de nebulización.

La elección del sistema más adecuado (proporcional o consigna, y en línea o en depósito) dependerá de las condiciones particulares de cada instalación, por lo que deben valorarse los tiempos y frecuencias de aplicación, cauda-

bandejas termoconfortadas, macetas, containers, macetas termoconfortadas, cerquillos...



C/Disseminats nº2

08929 Teià

tel: 93 460 76 76 Fax: 93 397 12 53

www.plasticosingag.com

bolsas para flor y planta, cubetas portaflor..

les y la capacidad de medirlos (puede ser importante en el caso de compartir sistema de nebulización con riego), variabilidad de composición de aguas y ácidos, y tolerancia de los cultivos.

Otro aspecto a tener en cuenta es que, debido al peligro en el manejo de ácidos, es conveniente emplearlo en su concentración comercial, con lo que podemos reducir su manipulación. En tal caso no es necesario el uso de bombas dosificadoras de elevado caudal, siendo de gran utilidad las bombas electromagnéticas.

ITC dispone de la serie Dositec de bombas dosificadoras electromagnéticas de bajo caudal y presión de inyección 10 bar. Éstas pueden actuarse de diversos modos para este propósito:

1) Caudal fijo (Dositec-M), apropiado para dosificación proporcional de un caudal de nebulización igualmente fijo, automatizando el paro/marcha con el funcionamiento del bombeo, obertura de válvula y/o detector de caudal.

2) Proporcionalmente (Dositec-P) a una señal procedente de un contador de impulsos o de un caudalímetro de alta frecuencia.

3) Análogicamente. Dositec-A es una dosificadora electromagnética de bajo caudal que permite dosificar en función de una señal analógica 4-20 mA que puede proceder de un controlador, p.e. Compact-V, que permite la dosificación proporcional (según caudalímetro de alta frecuencia) o bien

la obtención de un pH según consigna mediante aproximación (siendo necesaria en este caso una sonda pH conectada al controlador).

4) Consigna de pH según relé on/off. Dositec-PH permite la inyección de ácido en un circuito cerrado hasta la obtención de un pH determinado en la solución. Ha de tenerse en cuenta el correcto dimensionado del depósito previo para evitar un infratratamiento si hay periodos largos de consumo elevado. Aunque los sistemas de dosificación presentan un alto nivel de seguridad, cuando se trata directamente con ácidos comerciales (o elevados caudales si éstos son diluidos), la descarga o inyección accidental o programada incorrectamente por el usuario puede ocasionar daños económicos importantes, teniendo en cuenta los bajos caudales a los que suele trabajar la nebulización y que suele aplicarse sobre plantas muy jóvenes, extremadamente sensibles a

un exceso en la dosificación. Por ello debe prevenirse la descarga accidental por sifón o el funcionamiento de la inyección o incluso del riego si se detecta un exceso de ácido en la tubería.

Una posibilidad es la instalación de un Lector[®] que, conectado a un sistema de relés, pueda detener inyección y/o riego si detecta un pH anormalmente bajo o que la inyección en base a una consigna pH se realiza sin que exista caudal de agua. Lector[®] ofrece una visualización constante del Caudal instantáneo de riego, conductividad y pH y permite establecer alarmas máxima y mínima de cada variable. La lectura se realiza mediante conexión al mismo de las sondas de pH, Conductividad y Caudalímetro.

El tratamiento del agua para riego o para nebulización mejora su eficiencia como factor de producción en el vivero. Sin embargo, la variedad de posibilidades en cultivo hace necesaria la incorporación de sistemas seguros, capaces y ampliables, desarrollados y instalados por profesionales en el campo del riego y el tratamiento de aguas.

La elección del sistema más adecuado de fertirrigación depende de las condiciones particulares de cada instalación; deben valorarse los tiempos y frecuencias de aplicación, caudales y la capacidad de medirlos, variabilidad de composición de aguas y ácidos, y tolerancia de los cultivos

Para saber más...

- ITC, S.L.
C/ Mar Adriatic, 4. Pol. Ind. Torre del Rector. Apdo. de Correos 60 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)
Tel. 93 544 30 40 - Fax. 93 544 31 61
e-mail: itc@itc.es - Web: www.itc.es

Amplia gama de goteros turbulentos y autocompensantes para riego superficial y subterráneo



Tuberías de microirrigación y de presión.
Sistemas hidropónicos - Microaspersión.
Accesorios de microirrigación y conducción.
Sistemas de aspersión - Fertirrigación.
Valvulería - Sistemas de filtración.

IRRIMON S.A.U.

Sistemas de riego localizado

Tel. Atención al Cliente. 902 999 080

www.rrimon.com - www.rrimon.es