

# Manejo del pH en medios sin suelo.

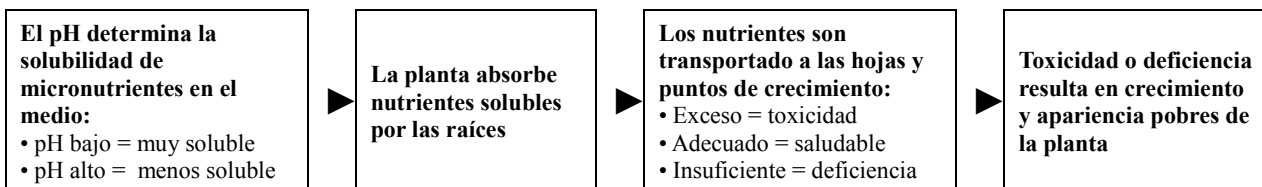
Paul R. Fisher, Ph.D. University of New Hampshire,

[Paul.Fisher@unh.edu](mailto:Paul.Fisher@unh.edu) Tel 603-862-4525.

William R. Argo, Ph.D., Blackmore Company, [bargo@blackmoreco.com](mailto:bargo@blackmoreco.com), Tel. 800-874-8660



UNIVERSITY of NEW HAMPSHIRE  
COOPERATIVE EXTENSION



## 1. El pH es muy importante en la nutrición del cultivo

Los problemas nutritivos más comunes ocurren en cultivos de invernadero cuando el pH del medio está fuera del rango óptimo. El pH del medio es una medida de la acidez (pH bajo = ácido) o alcalinidad (pH alto = básico, llamado también alcalino) del medio.

El pH de un medio es importante porque controla una cadena de factores que afectan la salud de la planta. Las plantas sólo toman nutrientes disueltos a través de las raíces. El pH del medio controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a ser disponibles para la absorción por las raíces (i.e. solubles), o no disponibles para la absorción (insolubles).

Varios nutrientes se ven afectados por el pH del medio, pero los más importantes son el fósforo y la mayoría de los micronutrientes, especialmente el hierro, manganeso, cobre, zinc, y boro (cuya solubilidad disminuye con pH alto), y molibdeno (cuya solubilidad aumenta con pH alto). El rango óptimo para la mayoría de los cultivos que crecen en un medio sin suelo es 5.8 a 6.4, porque en este rango los micronutrientes son suficientemente solubles para satisfacer las necesidades de la planta, sin embargo no tienen una solubilidad excesiva, la cual los volvería tóxicos.

## 2. Reconocimiento del problema

El hierro es necesario para la producción de clorofila en las plantas (el pigmento en las hojas que da a las plantas el color verde). Si el pH es alto en el medio, los micronutrientes (especialmente el hierro) se vuelven menos solubles, resultando en menor absorción por la planta (Figura 1). Debido a que algunos micronutrientes no son móviles dentro de la planta, las deficiencias inducidas por el pH alto generalmente resultan en clorosis en el crecimiento más nuevo (amarilleamiento causado por la falta de la clorofila), el cual es a veces intervenal (las venas de la hoja continúan verdes pero el resto del tejido es amarillo). Cuando la deficiencia es más severa, la planta pierde vigor y el follaje llega a ser casi completamente blanco con áreas de necrosis (muerte de las células y tejido) en los puntos de crecimiento.

Cuando el pH es bajo en el medio, el hierro y el manganeso son sumamente solubles. El exceso de micronutrientes puede acumularse en el tejido de la planta,

causando clorosis y necrosis en las márgenes y zona central de las hojas. Este daño generalmente ocurre en las hojas más viejas, porque mientras más largo es el periodo de una hoja en la planta, mayor el tiempo de acumulación de un exceso de micronutrientes.

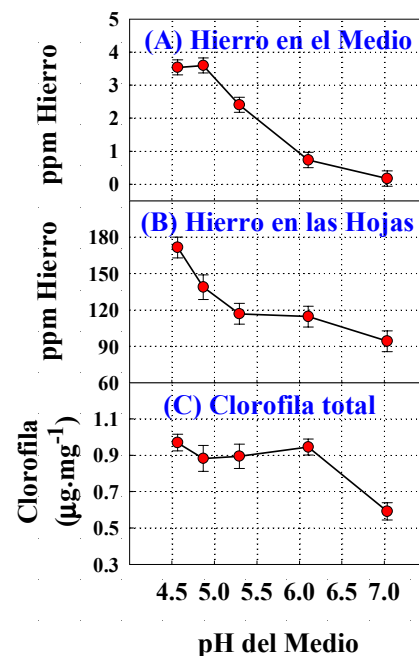


Figura 1. El efecto del pH del medio en un cultivo de petunia con respecto a (A) la concentración de hierro soluble en el medio (de un extracto saturado del medio usando agua desionizada), (B) la concentración de hierro en las hojas, y (C) la concentración de la clorofila en la hoja. Esta figura muestra que cuando el pH aumentó, el hierro disponible en el medio disminuyó, resultando en menos transporte de hierro hacia las hojas. Con un nivel de pH más alto, la concentración de hierro fue menor en el sustrato y hojas, y las plantas mostraron los síntomas clásicos de deficiencia de hierro (clorosis debida a la falta de clorofila). Investigación realizada por Brandon Smith y Paul Fisher, Univ. de New Hampshire, y William Argo, Blackmore Co.

### 3. ¿Por qué surgen problemas con el pH?

Las razones por las cuales el pH del medio puede ser demasiado alto o bajo son las siguientes:

**3A. Poca resistencia al cambio de pH en medios sin suelo.** En los últimos 20 años, se dejó de utilizar suelo (tierra) en medios para macetas en invernadero. El menor uso de suelo ha resultado en menos “buffering” (la resistencia química al cambio del pH). En cultivos comerciales con medios compuestos mayormente por turba y corteza, puede en algunos casos ocurrir un cambio de hasta 1 unidad de pH en una semana. Aunque el uso de medios sin suelo tiene muchos beneficios (uniformidad, consistencia, aeración, esterilidad) una desventaja es que, aunque el medio empiece en el rango óptimo de pH en el momento de la siembra, es muy probable que este pH cambiará con el transcurso del tiempo.

El pH del medio puede elevarse o disminuir, dependiendo del equilibrio de varios factores incluyendo la alcalinidad del agua, la actividad de cal, una acidificación del medio por las raíces de la planta, y el uso de un fertilizante de reacción ácida o básica. Por lo tanto, es importante no culpar a los medios por todos los problemas, sino más bien entender cómo durante el manejo del cultivo se puede dar un cambio en el pH.

**3B. Cal.** Generalmente se añade cal a los medios para elevar el pH alrededor de 6.0, porque la turba y la corteza son ácidas. La cal difiere en su composición, dependiendo de su origen, del tamaño de sus partículas, y de su dureza, las cuales causan variabilidad en su reactividad (ej. cuántos kg/metro cúbico se requieren para elevar el pH al comienzo del cultivo), y también por cuánto tiempo ésta continuará a reaccionar durante el crecimiento del cultivo.

Si el tipo o cantidad de cal no son correctos, el pH puede estar fuera del rango óptimo al comienzo del cultivo, o puede cambiar más adelante. Si Ud. mezcla su propio medio, (a) consulte a una compañía productora de fertilizantes o medios para obtener un tipo adecuado de cal, (b) corra una serie de pruebas pequeñas para verificar cuánta cal es necesaria para elevar el pH hasta el nivel óptimo, y (c) si Ud. cambia la fuente de cal, turba, corteza, o vermiculita, es necesario que reexamine su receta. Si Ud. tiene problemas frecuentemente con un pH alto o bajo en el medio, y ha emparejado correctamente el tipo de fertilizante con la alcalinidad del agua (Sección 3D), considere un cambio en el tipo o cantidad de cal utilizada.

**3C. La gran variedad de especies.** Distintas especies de plantas tiene diferentes requerimientos nutritivos. Estas pueden ser categorizadas en tres grupos basados en la eficiencia en la absorción de micronutrientes (especialmente el hierro).

- El grupo de la Petunia: También conocido como “iron-inefficient”, este grupo es ineficiente en la absorción de hierro cuando el pH es alto, especialmente si también existe una concentración baja de fertilizante. Los ejemplos incluyen *Bacopa*, *Calibrachoa*, clavelina (*Dianthus chinensis*), *Diascia*, *Nemesia*, *Petunia*, snapdragon (*Antirrhinum majus*), vinca (*Catharanthus roseus*). Estas deben crecer en un rango más bajo de pH entre 5.4 a 6.2

para aumentar la solubilidad de los micronutrientes. Este grupo es a menudo incorrectamente diagnosticado como un grupo de “nutrientes altos” o “hierro alto”. Estas plantas no requieren necesariamente niveles más altos de fertilizantes o hierro, pero son especialmente sensibles al pH alto y la necesidad de tener una cantidad suficiente de hierro.

- El grupo General: (ej. el crisantemo (*Dendranthemum grandiflorum*), *Impatiens wallerana*, el geranio hiedra (*Pelargonium peltatum*), nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*)). Estas deben crecer en un rango moderado de pH entre 5.8 a 6.4, y normalmente no muestran síntomas con pH alto o bajo.

- El grupo del Geranio: (eficientes en la absorción de hierro, con tendencia a tener toxicidad de hierro y manganeso cuando el pH es bajo, especialmente cuando se combina con una concentración alta de fertilizante). Por ejemplo maravilla/marigol (*Tagetes*), geranio (*Pelargonium x hortorum*), Nuevo Guinea impatiens/chinos (*Impatiens hawkeri*), *Lisianthus*. Estas deben crecer en un rango más alto de pH, entre 6.0 a 6.6, para limitar la solubilidad de los micronutrientes.

Tabla 1. Equivalencia de carbonato de calcio (CCE en Inglés), y el porcentaje de nitrógeno ácido = (nitrógeno de amonio + urea) /nitrógeno total, contenido en varios fertilizantes hidrosolubles que son disponibles comercialmente.

Fórmula	CCE <sup>a</sup>	% Nitrógeno Ácido <sup>b</sup>
21-7-7	1520 ácido	100%
20-20-20	680 ácido	70%
20-10-20	429 ácido	40%
17-5-17-3 Ca-1 Mg	0 ácido	25%
13-2-13-6 Ca-3 Mg	330 básico	5%

<sup>a</sup>Las unidades para CCE son libras de acidez o alcalinidad por tonelada imperia de fertilizante. 1 lb./tonelada imperia = 0.5 kg/tonelada metrica.

<sup>b</sup>% nitrógeno ácido se calcula como la suma de nitrógeno de amonio y urea dividido entre el nitrógeno total contenido en la fórmula.

**3D. El tipo de fertilizante.** No se puede medir la acidez ni la reacción básica de un fertilizante soluble en agua midiendo el pH de la solución madre en el tanque, ni de la solución que sale del final de la mangera. Más bien, un fertilizante hidrosoluble tenderá a cambiar el pH del medio con el transcurso del tiempo. La información en cualquier bolsa de fertilizante debe incluir si la reacción es ácida o básica, descrito como “la equivalencia de carbonato de calcio” (CCE en Inglés) ácida o básica, la cual es una medida relativa de la tendencia del fertilizante en elevar o disminuir el pH del medio (Tabla 1).

Más importantemente, la etiqueta del fertilizante debe tener información sobre las distintas formulaciones de nitrógeno (amonio, nitrato, o urea), así como también del porcentaje de los otros nutrientes contenidos en el fertilizante. En general, el nitrógeno en amonio y urea es ácido, y tiende a disminuir el pH de los medios, mientras que el nitrógeno en nitrato es básico y tiende a elevar el pH de los medios. Existen varios factores importantes cuando se usan fertilizantes para elevar o disminuir el pH del medio:

- El nitrato sólo aumenta el pH del medio cuando el fertilizante es absorbido por las raíces de planta. Por lo

tanto, si las plantas son pequeñas, o están bajo condiciones de estrés y no crecen rápidamente, el nitrato tiene poca influencia en el pH del medio.

- El amonio puede causar que el pH del medio disminuya aunque la planta sea pequeña o con crecimiento lento, porque las bacterias del suelo naturalmente acidifican el medio mediante un proceso llamado nitrificación.
- El amonio tiene menor efectividad en disminuir el pH del medio si éste está saturado o frío, porque la nitrificación se ve inhibida. Además, puede ocurrir toxicidad amónica en las plantas bajo condiciones de exceso de agua y baja temperatura, porque es más probable que las plantas tomen el amonio en exceso.
- A veces el amonio no permite la disminución del pH del medio, porque otros factores (como un exceso de cal, o alcalinidad del agua) pueden tener un efecto mayor en el pH que el fertilizante.

Tabla 2. Pautas aproximadas para aparear el nitrógeno ácido en el fertilizante hidrosoluble con la alcalinidad del agua para lograr un pH del medio estable a través del tiempo.

Concentración de alcalinidad del agua (en ppm CaCO <sub>3</sub> )	Reacción del fertilizante (Equivalencia de carbonato de calcio CCE, en libras/ton) <sup>a</sup>	% Nitrógeno en forma ácida <sup>b</sup>	Ejemplos de fertilizantes
250 – 300	>500 ácido	>50%	20-20-20 21-7-7
150 – 250	200 ácido – 450 ácido	40%	20-10-20 21-5-20
60 – 150	150 ácido – 150 básico	20% - 30%	17-5-17 20-0-20
30 – 60	> 200 básico	<10%	13-2-13 14-0-14

<sup>a</sup>Las unidades para CCE son libras de acidez o alcalinidad por tonelada imperia de fertilizante. 1 lb./tonelada imperia = 0.5 kg/tonelada métrica.

<sup>b</sup>% nitrógeno ácido se calcula como la suma de nitrógeno de amonio y urea dividido entre el nitrógeno total contenido en la fórmula.

**3E. Alcalinidad del agua del riego.** El pH del agua del riego afecta la solubilidad química de las soluciones, pero tiene poco efecto en el pH del medio. Al contrario, el pH del medio se ve afectado por la alcalinidad del agua, que es una medida de los iones básicos, principalmente bicarbonatos y carbonatos, disueltos en el agua. La alcalinidad puede ser descrita como el “contenido de cal” del agua, y un riego con agua alta en alcalinidad (sobre 150 ppm CaCO<sub>3</sub> de alcalinidad) puede causar que el pH del medio se eleve con el transcurso del tiempo.

Los laboratorios comerciales o los equipos de pruebas simples utilizados en un invernadero reportan la alcalinidad en varias maneras diferentes incluyendo ppm o mg/litro de carbonato (CaCO<sub>3</sub>), miliequivalentes (meq.) de alcalinidad CaCO<sub>3</sub>, y ppm o mg/litro de bicarbonato. Para convertir entre unidades, 50 ppm de alcalinidad CaCO<sub>3</sub> = 1 meq. alcalinidad CaCO<sub>3</sub> = 61 ppm o un mg/litro de bicarbonato.

Las opciones para el manejo de alcalinidad son:

- La alcalinidad puede ser reducida inyectando ácido en el agua del riego. La manera más fácil de calcular la cantidad de ácido necesaria es usando la calculadora de la Universidad de Purdue y la Universidad de North Carolina, que pueden obtenerse del internet en: [www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/software/alk.html](http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/software/alk.html).

- Puede ser posible cambiar o mezclar las fuentes de agua. El agua de lluvia y el agua purificada por el proceso de ósmosis inversa contienen poca o ninguna alcalinidad.
- Escoger el tipo apropiado de fertilizante para equilibrar la alcalinidad es una decisión muy importante para mantener un pH estable (Tabla 2). Un agua con alcalinidad baja se debe equilibrar con un fertilizante básico (con un nivel bajo de amonio). Un agua de alcalinidad alta puede ser equilibrada con un fertilizante ácido (alto en nitrógeno amoniacal), aunque esta no es una buena opción cuando existen temperaturas bajas o poca luminosidad, porque se corre el riesgo que las plantas acumulen niveles tóxicos de amonio.

#### 4. Tomar muestras regularmente

Las decisiones del uso de fertilizante basadas en pruebas regulares (cada 1 ó 2 semanas) del pH de medio, de la electroconductividad (EC) del medio, y del EC de la solución de fertilizante resuelven el 90% de los problemas nutricionales. Los resultados de estas pruebas indican tendencias problemáticas antes que las plantas estén demasiado estresadas.

Una prueba del pH del medio es también una manera fácil de confirmar una sospecha sobre un problema del pH del medio. El control de otros factores (ej. las enfermedades de raíz, las temperaturas del invernadero, los problemas de plagas, un EC alto o bajo) ayuda a excluir estos problemas, porque muchos otros factores además del pH del medio pueden causar problemas en el cultivo.

Para interpretar los resultados de una prueba de pH del medio:

- Los problemas de pH bajo ocurren cuando el pH del medio está bajo 6.0 para un cultivo de geranio, las maravillas/marigol, lisianthus, o Nuevo Guinea impatiens/chinos (éstos son los cultivos que, cuando el pH es bajo, tienden a acumular hierro y manganeso en exceso), o bajo 5.4 para la mayoría de las otras especies.
- Los problemas de pH alto ocurren cuando el pH del medio está sobre 6.3 para petunia, calibrachoa, diascia, nemesia, y otras plantas en el grupo de la Petunia (Sección 3C), o sobre 6.6 para la mayoría de las otras especies.

#### ¡Tener Cuidado al Corregir Los Problemas del pH!

*Las recomendaciones siguientes para elevar o bajar el pH del medio son para cultivos que están ya bajo estrés severo, los cuales no podrían ser vendidos sin algún tipo de intervención. Es mejor prevenir los problemas de pH que confiar en una cura.*

*Es importante recordar que existen riesgos asociados al manejo o la aplicación de cualquier químico en el invernadero. Queda a su criterio considerar el riesgo de aplicar sustancias químicas cáusticas a Ud. mismo o al cultivo, contra el posible daño al cultivo causado por un pH alto o bajo del medio. El manejo apropiado, la preparación, y el almacenamiento de las sustancias químicas son responsabilidad de cada productor.*

*Cuando se aplica cualquier químico a una planta, los autores recomiendan una aplicación de prueba en un número pequeño de plantas para determinar si existe fitotoxicidad, antes de una aplicación en todo el cultivo. Cuando las plantas ya se encuentran estresadas, a veces no puede ser posible corregir los*

problemas y producir un cultivo vendible, aún después de seguir las recomendaciones siguientes o cualquier otras acciones.

## 5. Acciones para corregir un pH bajo

Cuando el pH está bajo el rango óptimo, los primeros pasos a tomar son:

**A) Detenga la acidificación del agua si está inyectando ácido, y B) Cambie al uso de un fertilizante basado en nitrato (ej. 13-2-13 o 15-5-15).**

Se requieren acciones adicionales si el pH no ha subido en una semana y las plantas se ven estresadas, especialmente para una especie en el grupo del Geranio (Sección 3C) cuando el pH está bajo 6.0, o pH 5.4 en otros cultivos.

**C) Considere la aplicación de una suspensión de cal o una solución de bicarbonato de potasio.** Ambos materiales son incompatibles con toda clase de fertilizante soluble en agua y otras sustancias químicas, y es necesario aplicarlas directamente al medio (sin aplicar al follaje). Otras opciones (como hidróxido de calcio o potasio) generalmente son menos seguras y es más difícil predecir su acción correctiva.

Varios factores afectan la elección entre una suspensión de cal o una solución de bicarbonato de potasio. La suspensión de cal (llamada “Flowable Lime” en Inglés) tiene el efecto más previsible y estable sobre el pH del medio, sin aumentar el EC de este. El bicarbonato de potasio es más soluble y debe ser usado en subirrigación o cuando se aplica riego por goteo.

Ambos materiales tienen un efecto rápido y la mayor parte del efecto en el pH ya ha ocurrido al día siguiente de la aplicación. Después de la primera aplicación, se puede aplicar nuevamente en cinco días si el pH no llegó al rango óptimo. Para disminuir la fitotoxicidad, aplique en la hora menos calurosa para que el material no se seque tan rápidamente en el follaje; evite salpicar el follaje durante la aplicación; inmediatamente después de la aplicación lave el follaje con un rocío fino; y aplique con un volumen amplio para llevar al máximo el efecto usando una concentración baja del químico.

### Pautas para aplicar suspensión de cal:

- Aplique 10 mililitros/litro (1 gal./100 gal.).
- Se puede usar un inyector para diluir la solución, pero las partículas de cal pueden ser muy abrasivas. Una dilución en la solución madre en el tanque por el menos 50% es necesaria antes de pasar la solución por un inyector. Limpiar el equipo inmediatamente después de la aplicación.
- No aplique por goteo ni en pisos o mesas de subirrigación porque atascará el equipo y quedarán residuos.

### Pautas para aplicar bicarbonato de potasio:

- Aplique 2.4 gramos/litro (2 lb./100 gal.).
- Puede ser aplicado por goteo o usando subirrigación.
- Un día después de la aplicación, aplique un fertilizante básico (ej. 13-2-13) con volumen amplio, para restablecer el equilibrio de los nutrientes.
- Es probable que será necesario repetir las aplicaciones.

## 6. Acciones para corregir un pH alto

Pueden ser necesarios varios pasos cuando el pH del medio es demasiado alto:

**6A. Use un fertilizante alto en amonio, combinado con alcalinidad de agua baja.** Consulte con su fabricante de fertilizantes para escoger un fertilizante alto en amonio (muy ácido) (ej. 9-45-15 o 21-7-7). El efecto en el pH del medio puede ser a veces lento (> 1 o 2 semanas) especialmente bajo condiciones húmedas y frías, o con plantas pequeñas que están creciendo en contenedores grandes. Las aplicaciones repetidas de amonio en condiciones de luminosidad y temperatura bajas pueden también causar que se acumulen niveles tóxicos de amonio en las hojas.

Si Ud. tiene el equipo necesario, y la alcalinidad es >80 ppm, acidifique el agua para bajar el pH del agua de riego alrededor de 4.5 (lo cual significa una alcalinidad de aproximadamente cero). Continúe hasta que el pH del medio esté en el rango correcto. Para la tasa ácida apropiada para su fuente de agua, vea

[www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/software/alk.html](http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/software/alk.html).

Use la Tabla 3 como una guía para bajar el pH del agua de riego con distintas alcalinidades iniciales a un pH de 4.5, cuando utilice 35% de ácido sulfúrico (“ácido de batería”) u otras formas ácidas:

Tabla 3. Cantidad aproximada de ácido (en onzas líquidas por 100 galones) requerida para neutralizar la alcalinidad del agua de riego, y bajar el pH del agua hasta aproximadamente 4.5. Revise el pH de la solución que sale de la manguera. Sea extremadamente cuidadoso de no usar agua de riego con un pH bajo 4.5 y causar fitotoxicidad en el follaje. Si la alcalinidad ya está bajo 50 ppm y Ud. está usando un fertilizante ácido, generalmente no es necesaria una acidificación para corregir un pH alto en el medio.

Alcalinidad	Sulfúrico		Nítrico		Fosfórico		Acido Orgánico Seplex
	35%	93%	61%	67%	75%	85%	
50	1.4	0.4	0.9	0.8	1.0	0.9	1.0
100	2.8	0.7	1.9	1.7	2.1	1.7	2.0
200	5.6	1.4	3.8	3.4	4.2	3.4	4.0
300	8.4	2.1	5.7	5.1	6.2	5.1	6.0
400	11.2	2.8	7.5	6.8	8.3	6.8	8.0

1 onza/100 gal = 7.8 mililitros/100 litros

**6B. Corrija las deficiencias de micronutrientes.** El enmascarar los síntomas de un pH alto mediante aplicaciones de micronutrientes puede ser muy efectivo para mantener las plantas vivas y saludables cuando crecen bajo condiciones altas de pH del medio. Sin embargo, a menos que sus clientes continúen las aplicaciones de hierro, o trasplanten las plantas poco después de recibirlas, la calidad de éstas disminuirá.

Use siempre un análisis de tejido para averiguar cuál nutriente es deficiente. Aunque la deficiencia de hierro es la más común, si un nutriente diferente (ej. el manganeso) es limitante, entonces una aplicación de hierro puede empeorar el problema a causa de efectos antagónicos.

El hierro tiene formulaciones diferentes que varían en solubilidad cuando el pH es alto. En orden de efectividad como aplicación al medio en el pH alto (de mejor a peor)

son: Hierro-EDDHA > hierro-DTPA > hierro-EDTA > sulfato de hierro (Tabla 4).

Tabla 4. Formulaciones de hierro disponibles comercialmente

Formulación	% hierro	Otros nombres
Sulfato	20.5% Fe	Ferrous sulfate (sulfato de hierro) FeSO <sub>4</sub>
EDTA	13% Fe	Sequestrene Fe Dissolzine EFe13
DTPA	10-11% Fe	Sequestrene 330 Sprint 330 Dissolzine DFe11
EDDHA	6% Fe	Sequestrene 138 Sprint 138 Dissolzine QFe6

La concentración recomendada para una aplicación al medio es 5 oz/100 gal (0.375 g/L) de hierro-EDDHA (proporciona 22.5 ppm de hierro), o el hierro-DTPA (37.5 ppm de hierro). Aplique las soluciones en un volumen amplio, seguido inmediatamente con un lavado del follaje con agua para evitar fitotoxicidad. Todas las opciones son de bajo costo, menor que 0.1 centavo por maceta de 4 pulgadas (10 cm) de diámetro. El hierro-DTPA puede ser adquirido a través de suministradores de productos de invernadero. Pida hierro-EDDHA a través de un representante de una compañía de fertilizantes.

Las aplicaciones de hierro al follaje, en vez de al medio, pueden ser también algo efectivas, especialmente si la clorosis de deficiencia de hierro es leve, pero es probable causar fitotoxicidad. Rocíe un grupo de prueba y espere 3 días para revisar si hay daño, antes de aplicar a todo el cultivo. Los rocíos sugeridos de hierro son hierro-EDTA (60 ppm de hierro = 6.1 oz/100 gal = 0.458 g/litro) o hierro-DTPA (60 ppm de hierro = 8 oz/100 gal = 0.6 g/litro). Es probable que será necesario aplicar repetidamente cada 5 a 7 días porque el hierro no es transportado a las hojas nuevas, y la planta puede perder el efecto del rocío.

#### Pautas para una eficacia máxima al rociar el follaje:

- Incluya un surfactante de organosilicona (ej. Capsil™ en 13 oz/100 gal = 1 ml/litro).
- Aplique temprano en la mañana, o en días nublados para que las hojas sequen gradualmente para aumentar la absorción y reducir fitotoxicidad.
- Aplique a ambos lados de las hojas porque la penetración puede ser mejor en el lado inferior de las hojas que tienen la cutícula más delgada.

#### 6C. Considere la aplicación de sulfato de hierro en casos extremos.

La aplicación de sulfato del hierro al medio puede reducir el pH pero es muy probable que ocurra fitotoxicidad. El sulfato de hierro proporciona el hierro (que es generalmente deficiente en las plantas cuando el pH es alto) y además baja el pH del medio temporalmente. Este material también aumenta el EC (1.2 dS/metro en 2 lb/100 gal = 2.4 g/litro) y añade niveles altos de hierro (2 lb/100 gal proporciona 500 ppm de hierro) lo cual puede causar problemas si el pH cae bajo 6.0 y todo el hierro es soluble.

El sulfato del hierro nunca se debe usar en las especies eficientes de hierro (el grupo del Geranio, Sección 3C) ni en cultivos a largo plazo. La máxima concentración recomendada es 2 gal lb./100 (2.4 g/litro). Concentraciones más altas pueden reducir el pH del medio aún más rápido, pero el riesgo de fitotoxicidad es mayor.

#### Pautas para aplicar el sulfato de hierro son:

- Guarde el material en condiciones oscuras y secas. El sulfato de hierro se oxida con el transcurso del tiempo, y tiene unos 6 a 12 meses de vida.
- Mezcle en agua con pH bajo 7.0 y sólo use si la solución final no está turbia (lo cual indica un exceso de oxidación).
- El químico puede manchar bancos plásticos de subirrigación o pisos de cemento.
- Aplique un fertilizante completo después de una semana para tratar de eliminar el exceso de hierro y restaurar el equilibrio de nutrientes.

**6D. Otras opciones.** Se puede inyectar ácido sulfúrico en el agua del riego para reducir el pH de la solución entre 1.5 y 2.0, y usarla para reducir el pH del medio. La ventaja de ésta sobre el sulfato de hierro es que no agrega micronutrientes. Sin embargo, el ácido sulfúrico es sumamente cáustico a la gente y plantas, por lo tanto no se recomiendan comúnmente estas concentraciones altas de ácido.

El sulfato del aluminio sólo debe ser usado únicamente para reducir el pH del medio de *Hydrangea hortensis*, porque de otro modo el aluminio podría causar desequilibrios de los nutrientes.

El azufre elemental, como suspensión o sólido, es usado a veces para reducir el pH en viveros comerciales, pero tiende a causar una reducción gradual del pH del medio que es difícil de controlar (porque es necesaria una acción microbiana para que el azufre sea efectivo).

#### Es mejor prevenir que confiar en una cura

Como una nota final, recuerde que los problemas del pH del medio nunca deberían causar una pérdida de los cultivos si Ud.:

- 1) Establece un programa sensato para el manejo de la nutrición basado en sus tipos de cultivo y la fuente de agua,
- 2) Establece un sistema de monitoreo regular, y
- 3) Desarrolla estrategias que mantendrán el pH y EC en el rango normal, sin requerir el uso de medidas extremas para rescatar un cultivo que ya está dañado.

#### Lecturas adicionales

##### *Understanding pH management of container grown crops.*

Por: William R. Argo y Paul R. Fisher, (2002). 64 pp.

Disponible por: Meister Publishing, (440) 942-2000, [www.Meisternet.com](http://www.Meisternet.com). \$US39.95.

##### *"Iron-out" A nutritional program for geraniums and other crops prone to iron and manganese toxicity at low media-pH*

By: Paul R. Fisher and William R. Argo

Disponible por: Floriculture Industry Research and Scholarship Trust [Anteriormente Bedding Plants Foundation, Inc (BPF)] y Ohio Floriculture Foundation (OFF)]. (517) 333-4617

También disponible por: [www.firstinFloriculture.org/2001-1\\_IronOut.pdf](http://www.firstinFloriculture.org/2001-1_IronOut.pdf)