

Producción Comercial de Cultivos Bajo Invernadero Y Vivero

Medición de pH y Conductividad Eléctrica en Sustratos

Ariana P. Torres, Diane Camberato, Roberto G. Lopez, y Mike Mickelbart

EXPERT
REVIEWED

Departamento de Horticultura y
Arquitectura de Áreas Verdes,
Purdue University

www.hort.purdue.edu

Página Web de Floricultura,
Purdue University

flowers.hort.purdue.edu



Los problemas nutricionales son una de las principales causas para una baja calidad en la producción y pérdida de plantas en invernaderos y viveros. El monitoreo del pH y la conductividad eléctrica (CE) de medios de crecimiento nos da la posibilidad de corregir este tipo de inconvenientes antes de que se conviertan en problemas que pudieran perjudicar a los cultivos. Esta publicación recomienda las mejores prácticas para establecer un programa de monitoreo de pH y CE en sustratos; además, enumera los procedimientos, ventajas y desventajas de 3 métodos aceptados para el monitoreo de las soluciones de sustratos.

El pH de sustratos de crecimiento afecta la disponibilidad de nutrientes, especialmente micronutrientes. La conductividad eléctrica es una medida de la concentración de sales disueltas en un sustrato de crecimiento. Los valores de CE proveen una idea de la cantidad de fertilizante que se encuentra disponible en el medio para el crecimiento de las plantas o indica si existe acumulación de sales en el mismo.

Es importante monitorear pH y CE periódicamente antes que problemas nutricionales aparezcan. Existe en el mercado equipo asequible y fácil de usar, además de métodos de monitoreo simples que ayudan a que el monitoreo sea una tarea sencilla para productores de todos los tamaños.

Productores en el norte de los Estados Unidos además deben medir alcalinidad, que es una medida básica de iones (carbonatos y bicarbonatos) disueltos en el agua. Una alta alcalinidad puede incrementar el pH de los sustratos a lo largo del ciclo de producción. Antes de comenzar con un programa de monitoreo de pH y CE, es importante realizar un examen del agua de riego en un laboratorio profesional. Análisis adicionales de sustrato y/o de tejido de plantas son necesarios para determinar qué nutrientes están presentes y en qué cantidad.

Todos los nutrientes se encuentran disponibles en el rango de pH de 5.4 a 6.2, sin embargo, cada especie de plantas tiene un rango óptimo de pH (Figura 1). Es recomendable obtener

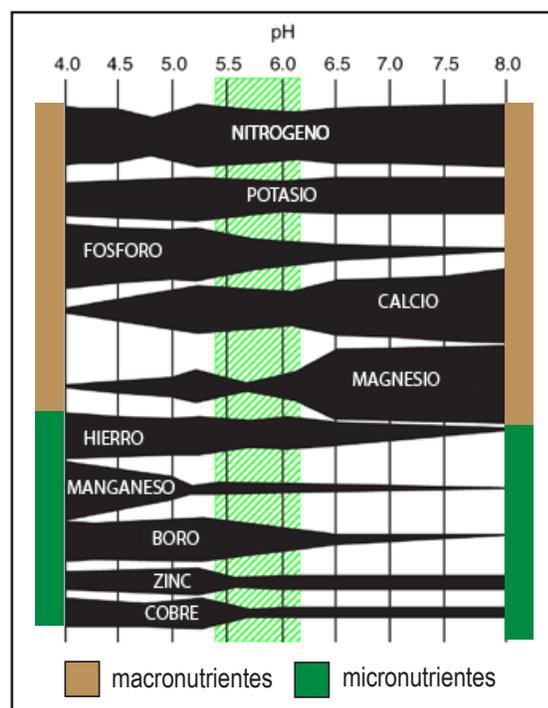


Figura 1. El pH de los sustratos afecta la cantidad de nutrientes disponibles a las plantas. El área sombreada representa los niveles recomendados para la mayoría de cultivos bajo invernadero. Fuente: 1, 2, 3's of PourThru (Brian E. Whipker, Todd J. Cavins, and William C. Fonteno; North Carolina State University; 2001).

2

Tabla 1. Requerimiento de nutrientes de cultivos bajo invernadero según los rangos de conductividad eléctrica usando los métodos de extracto de saturación del sustrato y PourThru.

| Bajo | | | |
|--|---------------------|--------------------------|--|
| <i>(Método de Extracto de Saturación del Sustrato: EC de 0.76 a 2.0 mS/cm) (Método PourThru: EC 1.0 a 2.6 mS/cm)</i> | | | |
| African violets | Begonia (Tuberous) | Gerbera | Snapdragon |
| Ageratum | Caladium | Gloxinia | Esquejes vegetativos (durante enraizamiento) |
| Anemone | Calceolaria | Impatiens | Zinnia |
| Asclepias | Calla Lily | Marigold | |
| Aster | Catharanthus | New Guinea impatiens | |
| Astilbe | Celosia | Orchids | |
| Azalea | Coleus | Pansy | |
| Begonia (fibrous) | Cosmos | Plugs | |
| Begonia (Hiemalis) | Cyclamen | Salvia | |
| Begonia (Rex) | Freesia | Streptocarpus | |
| Medio | | | |
| <i>(Método de Extracto de Saturación del Sustrato: EC de 1.5 a 3.0 mS/cm) (Método PourThru: EC 2.0 a 3.5 mS/cm)</i> | | | |
| Alstroemeria | Crossandra | Lily, Asiatic y Oriental | Portulaca |
| Alyssum | Dahlia | Lily, Easter | Ranunculus |
| Bougainvillea | Dianthus | Lobelia | Rose |
| Calendula | Dusty Miller | Morning Glory | Sunflower |
| Campanula | Exacum | Kale ornamental | Verbena |
| Cactus (de Navidad) | Geranium (esquejes) | Chile ornamental | |
| Carnation | Hibiscus | Oxalis | |
| Centaurea | Hydrangea | Petunia | |
| Cleome | Kalanchoe | Phlox | |
| Clerodendrum | Larkspur | Platycodon | |
| Alto | | | |
| <i>(Método de Extracto de Saturación del Sustrato: EC de 2.0 a 3.5mS/cm) (Método PourThru: EC 2.6 a 4.6 mS/cm)</i> | | | |
| Chrysanthemum | | | |
| Poinsettia | | | |

Adaptado de: Monitoring and Managing pH and EC Using the PourThru Extraction Method (Todd J. Cavins, Brian E. Whipker, William C. Fonteno, Beth Harden, Ingram McCall, and James L. Gibson; North Carolina State University Horticulture Information Leaflet 590, 2000).

esta información para cada cultivo al empezar el programa de monitoreo. Además del rango óptimo de pH, existen rangos aceptables para el contenido de sales solubles según la especie del cultivo (Tabla 1).

Empezando el programa de monitoreo

Monitoring and Managing pH and CE Using the PourThru Extraction Method (North Carolina State Cooperative Extension Horticulture Information Leaflet 590, www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/hils/HIL590.pdf) se encuentra en inglés e incluye un cuadro que muestra rangos de pH óptimos para cada especie de cultivos.

Monitorear el pH y la conductividad de la solución del sustrato requiere equipo que mida ambos parámetros. En el mercado existen unidades portables, precisas y asequibles. Es recomendable utilizar unidades que incluyan calibración automática y compensación de temperatura. Además, es necesario adquirir

soluciones estándares para pH y CE al realizar la calibración de los instrumentos. Se aconseja siempre almacenar los instrumentos y soluciones propiamente en un cuarto con baja humedad y a temperatura ambiente. Nunca almacene soluciones o medidores en el invernadero, vivero o al medio ambiente.

Al realizar la medición, se debe extraer una muestra de la solución del sustrato con agua destilada (sin contenido de minerales) y medir el pH y CE del extracto. Mediciones que requieren introducir el sensor directamente en el sustrato para obtener valores no son recomendables a menos que el contenido de humedad del sustrato sea altamente consistente entre cada medición, y que la persona que realice las mediciones en el sustrato lo haga consistentemente en el mismo día de la semana como parte de un programa establecido y rutinario de monitoreo.

Los programas de monitoreo de pH y conductividad permiten a los productores ver las tendencias de

3



Figura 2. Calibrachoa (arriba) y los árboles maple muestran signos de deficiencia de hierro inducidos por el alto nivel de pH en el sustrato.

ciclo de producción de cada cultivo y hacer ajustes preventivos o antes de que surjan problemas de baja calidad, por ejemplo clorosis en calibrachoa y en los árboles maple ocasionado por un alto pH (Figura 2). Se sugiere medir y registrar pH y CE de la solución periódicamente ya que estos pueden cambiar a lo largo del tiempo. (Figura 3). Estos cambios dependen de algunos factores, incluyendo el medio de crecimiento, el fertilizante, la calidad del agua de riego y la especie del cultivo. Los datos del monitoreo de pH y CE, junto con los registros de producción de

los cultivos, son una herramienta valiosa para tomar medidas correctivas si ocurrieran problemas.

Existen 3 métodos para realizar pruebas a la solución del medio de crecimiento: el método de análisis de PourThru (método del percolado), método de extracto de saturación del sustrato y el método de dilución 1:2. Las secciones siguientes describen los pasos para cada método (simplificado para el uso en invernaderos comerciales o viveros de ornamentales), junto con las ventajas y desventajas de cada uno.

En cualquiera de los métodos, un buen programa de monitoreo incluye tomar de 5 a 10 muestras por cada cultivo (volumen de la maceta, etc.) y tomar muestras adicionales por cada sustrato y tipo de fertilizante. Además, mida las muestras separadamente y tome decisiones basadas en el promedio de los datos.

Los rangos óptimos de CE varían según el método de muestreo. En la tabla 2 se muestra la interpretación de las lecturas de CE para cada método respectivamente.

Método PourThru

El método de extracción del PourThru tiene ciertas ventajas: muestrea la solución de la zona radicular, no es destructiva (no daña el ambiente de la raíz), y puede ser usado con medios de crecimiento que contienen fertilizantes de liberación lenta o controlada. Además, puede ser usado para muestrear sustratos hechos de corteza de pino, coco o musgo empleados en la producción de orquídeas.

La mayor desventaja de este método es que los resultados son variables. Al muestrear plantas

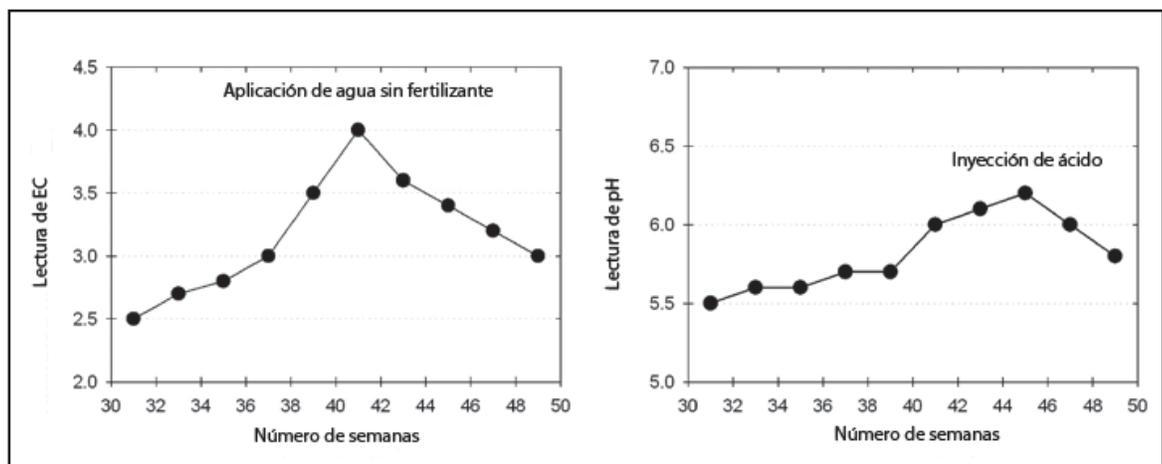


Figura 3. Ejemplos del monitoreo semanal de pH y CE realizado a flores de pascua usando el método de extracción del medio saturado.

4

Tabla 2. Rangos deseables de conductividad eléctrica según el método de muestreo e indicaciones nutricionales.

| PourThru | Dilución 1:2 | Saturado | CE | Indicaciones |
|----------|--------------|----------|----------|--|
| 0-0.9 | 0-0.25 | 0-0.75 | Muy Bajo | Niveles de nutrientes pueden no ser suficientes para sostener un rápido crecimiento. |
| 1.0-2.6 | 0.26-0.75 | 0.76-2.0 | Bajo | Adecuado para plántulas, plantas en macetas, y plantas sensitivas a sales. |
| 2.7-4.6 | 0.76-1.25 | 2.1-3.5 | Normal | Rango estandar para zona radicales de la mayoría de plantas. Rango superior para plantas sensitivas a sales. |
| 4.7-6.5 | 1.26-1.75 | 3.6-5.0 | Alto | Posible reducción en el vigor, especialmente en climas calientes. |
| 6.6-7.8 | 1.76-2.25 | 5.1-6.0 | Muy Alto | Posible daño por sales debido a reducida absorción de agua. Probable reducción en crecimiento. Síntomas incluyen quemaduras en el borde de hojas y marchitamiento. |
| > 7.8 | > 2.25 | > 6.0 | Extremo | La mayoría de cultivos tiene problemas de sales en este nivel. Se requiere inmediata lixiviación de sales. |

Adaptado de: Monitoring and Managing pH and CE Using the PourThru Extraction Method (Todd J. Cavins, Brian E. Whipker, William C. Fonteno, Beth Harden, Ingram McCall and James L. Gibson; North Carolina State University Horticulture Information Leaflet 590, 2000).

que no se han regado regularmente los valores de CE podrían resultar elevados debido a la alta acumulación de sales en las macetas. Al contrario mucha agua puede diluir la muestra y resultará en valores inferiores de CE. Irrigando los cultivos como de costumbre (paso 1) y monitoreando el volumen de agua añadido (paso 4) ayudará a minimizar estas fuentes de variación.

Los pasos para PourThru son los siguientes:

1. Fertirrigar o irrigar el cultivo rutinariamente como en el programa de producción y establecer días específicos para el muestreo, especialmente si el riego ocurre una vez por semana.
2. Dejar drenar el sustrato por 30 a 60 minutos.
3. Colocar un platillo de recolección debajo de la maceta.

4. Aplicar suficiente agua destilada [100 mililitros aproximadamente (3.4 onzas) para macetas de 6.5 pulgadas] para colectar 50 mililitros (1.7 onzas) de lixiviados lo más exacto posible. Obtener más de 70 mililitros (2.4 onzas) de lixiviados podría diluir el contenido de sales, mientras que menos de 50 mililitros no es suficiente solución para cubrir el sensor (Tabla 3, Figura 4).

5. Medir el pH y el CE del lixiviado.

Método de Extracto de Saturación del Sustrato

Este método tiene la ventaja de ser muy preciso; sin embargo, requiere que se remueva el sustrato de la maceta, lo que puede ser una desventaja ya que perturba las raíces. Adicionalmente, se debe tener mucho cuidado de no romper gránulos de fertilizante

Tabla 3. Cantidad estimada de agua destilada aplicada a varios tamaños de macetas para obtener 50 mililitros (1.7 onzas) de extracto cuando se usa el método PourThru.

| Tamaño de Maceta | Cantidad estimada de agua destilada | |
|------------------------------|-------------------------------------|-------|
| | Mililitros | Onzas |
| 4, 5 o 6 pulgadas | 75 | 2.5 |
| 6.5 pulgadas azalea | 100 | 3.5 |
| 1 quart (946 mL) | 75 | 2.5 |
| 1 galón | 150 | 5.0 |
| 3 galones | 350 | 12.0 |
| bandejas de 606, 1203 o 1204 | 50 | 2.0 |

Adaptado de: Monitoring and Managing pH and CE Using the PourThru Extraction Method (Todd J. Cavins, Brian E. Whipker, William C. Fonteno, Beth Harden, Ingram McCall and James L. Gibson; North Carolina State University Horticulture Information Leaflet 590, 2000).



Figura 4. El objetivo del método PourThru es colectar una muestra de lixiviado de 50 mililitros aproximadamente (1.7 onzas).

5



Figura 5. Cuando se realice el método de extracto de saturación del sustrato, el sustrato debe estar saturado pero sin agua sobre la superficie del sustrato.

si el sustrato tuviese fertilizante de liberación lenta incorporado.

Para muestrear se siguen los siguientes pasos:

1. Obtener de 200 a 300 mililitros (7 a 10 onzas) de muestra del sustrato de la zona radicular (evite tomar muestras de la pulgada superior o inferior de la maceta, ya que estas zonas tienen alto contenido de sales).
2. Colocar la muestra en un contenedor de 500 mililitros (17 onzas).
3. Adicionar agua destilada al nivel que la muestra esté saturada _ no debe existir agua estancada en la superficie (Figura 5).
4. Dejar equilibrar la muestra por 30 minutos.
5. Verter la mezcla en un embudo limpio cubierto con papel filtro (o filtro de café, de té o malla de alambre) para evitar que el sustrato caiga en



Figura 6. Para los métodos de extracto de saturación del sustrato y dilución 1:2, vierta las muestras en embudos limpios cubiertos con papel filtro o filtro de café para coleccionar el extracto.

la solución colectada (Figura 6). Exprima la mezcla con una espátula o con la mano cubierta con guante, para obtener la muestra más rápidamente.

6. Medir el pH y la conductividad eléctrica del lixiviado.

Método de Dilución 1:2

Este análisis tiene ventajas y desventajas similares que el método de extracto de saturación del sustrato. Una ventaja importante de este análisis es que la cantidad de agua añadida al sustrato es definida, y no es sometida a juicio personal (llegar al punto de saturación del medio).

Para muestrear usando el método de dilución 1:2 se siguen los pasos descritos a continuación:

1. Combinar una parte (medida según el volumen) de sustrato con 2 partes (según volumen) de agua destilada. Por ejemplo, combine 4 onzas de



Figura 7. En el método de dilución 1:2, combine una parte (medida según el volumen) de sustrato con 2 partes (según volumen) de agua destilada.

6

1. sustrato con 8 onzas fluidas de agua destilada, o combine una taza de sustrato con 2 tazas de agua (Figura 7).
2. Dejar la mezcla reposar por 30 minutos para que se equilibre.
3. Verter la mezcla en un embudo limpio cubierto con papel filtro para evitar que caiga sustrato en la solución (Figura 6). Exprima la mezcla con una espátula o con la mano cubierta con guante, para obtener la muestra más rápidamente.
4. Recoger el extracto en un recipiente limpio y medir pH y CE.

Consideraciones importantes

Sin importar del método de muestreo, existen ciertos aspectos que se deben tomar en cuenta:

- Calibre periódicamente el sensor de pH/CE de acuerdo a los estándares de pH que se estén muestreando. Por ejemplo, muestrear sustratos hechos a base de turba o corteza de pino requieren que se realice una calibración a 4.0.
 - Sea consistente, es mejor que la calibración sea realizada por la misma persona cada vez.
 - Infórmese de los rangos aceptables para pH y CE de cada cultivo y del método que se está usando. Estos valores pueden variar dependiendo del método de muestreo que escoja.
- Mantenga registros de los valores a lo largo del tiempo con la ayuda de gráficos, este es el valor real de realizar este monitoreo. Los datos y los gráficos pueden revelar las tendencias y ser información clave para mostrar cuando se busca ayuda de laboratorios de diagnóstico (como el Purdue Plant and Pest Diagnostic Laboratory) o de expertos acerca de problemas relacionados indirectamente con el pH y la conductividad eléctrica.
 - Realice ajustes de fertilización y de calidad de agua a tiempo, según las tendencias que muestra el monitoreo.
 - Monitoree de cerca las muestras tomadas de los cultivos, sobre todo con los ciclos de producción a largo plazo, por ejemplo en flores de pascua (poinsettias) o arbustos en contenedores de 2 galones.
 - Use los datos del ciclo de producción actual para realizar ajustes para el siguiente año.

To see other publications in this series, visit the Purdue Extension Education Store, www.extension.purdue.edu/store.

Reference to products in this publication is not intended to be an endorsement to the exclusion of others that may be similar. Persons using such products assume responsibility for their use in accordance with current directions of the manufacturer.