

Problemas nutricionales ocasionan pérdidas en calidad y rendimientos deficientes.

Sustratos y fertilidad en ornamentales de exterior

**RAFAELA CÁCERES
ORIOI MARFÀ**

*Dpto. de Tecnología Hortícola
del IRTA de Cabrils*



En los cultivos en sustratos, la absorción de nutrientes con el concomitante crecimiento vegetal se relaciona con el suministro adecuado de nutrientes al medio de cultivo (Wright, 1986).

Por otra parte, el aporte excesivo de nutrientes puede provocar desequilibrios en la nutrición del cultivo debido a antago-

Cultivos al aire libre de plantas ornamentales de exterior (Agriplant S.A.).

nismos y/o la contaminación de aguas subterráneas por vertido de nutrientes al suelo (como ocurre con los nitratos).

En consecuencia, la diagnosis de la fertilidad de los sustratos es básica para gestionar la fertilización adecuadamente, aportando los elementos fertilizantes necesarios y suficientes para el crecimiento y

desarrollo de las plantas cultivadas. Realizando controles de rutina mediante parámetros de fácil medida como el pH y la conductividad eléctrica del medio de cultivo (CE) y, ocasionalmente análisis completos de concentración iónica de la solución del sustrato, se pueden evitar o eliminar algunos de los problemas



Plásticos para una agricultura inteligente

No todos los plásticos agrícolas dan lo mismo. Los hay que se adecuan mejor a determinadas condiciones climáticas, que sacan más rendimiento a ciertos cultivos, que se adaptan mejor a las características de ciertas zonas... las posibilidades para seleccionar el plástico óptimo son cada vez más amplias. En SOTRAFA, S.A. disponemos de tecnología de última generación tricapa y utilizamos las mejores materias primas del mercado.

Venticinco años de experiencia nos avalan.

Déjese aconsejar por profesionales y no se sentirá defraudado.
El futuro nos demanda una agricultura cada vez más inteligente.
Estamos en ello.



En contacto con el mundo — <http://www.sotrafa.com>



sotrafa, s.a.

Ctra. Nac. 340 • Km. 416,4
Tel.: 950 58 04 42 • Fax: 950 58 02 33
Apdo. Correos, 61 El Ejido
04700 EL EJIDO (Almería)
e-mail: info@sotrafa.com

nutricionales y medioambientales relacionados con la producción de plantas ornamentales.

El cultivo de planta ornamental en contenedor en viveros al aire libre se caracteriza por lo siguiente:

- El cultivo en contenedor significa una restricción considerable del volumen del medio que las raíces de las plantas pueden

■ **En los cultivos en sustratos, la absorción de nutrientes con el concomitante crecimiento vegetal se relaciona con el suministro adecuado de nutrientes al medio de cultivo**

explorar. Las extracciones de elementos nutritivos por parte de la planta están condicionadas a la disponibilidad de nutrientes del sustrato y a las aportaciones realizadas de manera externa, por ejemplo, por medio de la solución nutritiva -SN- aplicada.

- Los sustratos que se utilizan en éstos cultivos son orgánicos, con una mayor o menor capacidad de intercambio catiónico que permite almacenar nutrientes. La turba, que es el sustrato que se ha utilizado tradicionalmente, si no es enriquecida con fertilizantes presenta un contenido bajo de nutrientes. Pero la introducción en el mercado de sustratos procedentes de residuos orgánicos de diversos orígenes, que pueden tener salinidad elevada y pueden dar lugar a liberaciones de elementos a lo largo del período de cultivo, hace que la solución que rodea a las raíces pueda contener una composición iónica variable.

- La climatología propia de las zonas mediterráneas caracterizada por fuertes precipitaciones en primavera-otoño y fuertes demandas evaporativas en verano puede alterar considerablemente el contenido de nutrientes de la solución del sustrato.

- A menudo, el criterio de riego se determina a partir de las propiedades físicas de los sustratos y aplicando fracciones de lavado entre el 20 y el 30%.

La idoneidad de este criterio debería valorarse en función de la composición de nutrientes y/o la salinidad de la solución que está más en contacto con las raíces.

- La limitación del cultivo en un contenedor permite un mejor control del potencial fertilizante de los sustratos. También es posible controlar cuantitativa y cualitativamente los efluentes generados por ésta actividad agrícola (lixiviados). De forma que, técnicamente, es posible la implemen-



Hoogendoorn tiene los sistemas de automatización más sofisticados para invernaderos. 35 Años de experiencia han dado la confianza a miles de productores de cultivos.

Es fácil.

Lo mejor no tiene que ser siempre lo más difícil. Los productos Hoogendoorn son supremamente fáciles de utilizar. Con un dedo en los botones y una vista a la pantalla tiene toda la finca bajo control.

Es personalizado.

Nuestro sistema **ECONOMIC** está hecho a medida; el cliente decide qué quiere controlar. El software viene instalado según la configuración de la finca.

HOOGENDOORN
AUTOMATION

Un Clima de Confianza.

Apdo. correos 234
04720 Aguadulce (Almería)
Teléfono / Fax: 950 603 710
e-mail:
mco@hoogendoorn-automation.com

■ **La diagnosis de la fertilidad de los sustratos es básica para gestionar la fertilización adecuadamente, aportando los elementos necesarios y suficientes para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas**

tación de sistemas cerrados que impidan el vertido de nutrientes y la subsiguiente la contaminación del medio (suelo y acuíferos).

Los aspectos mencionados explican la necesidad, en los cultivos de plantas ornamentales de exterior en contenedor, de disponer de métodos de evaluación de la fertilidad del sustrato que se pue-

dan aplicar durante el cultivo y que permitan detectar la deficiencia o el exceso de nutrientes disponibles para la planta.

Métodos de diagnóstico de la fertilidad de los sustratos

Métodos de referencia

Los métodos de referencia de diagnóstico de la fertilidad de los sustratos consisten en el análisis de extractos acuosos del mismo.

Se trata de métodos adaptados a los sustratos, propios del estudio de la fertilidad de los suelos (Yeager *et al.*, 1983). Se basan en la extracción acuosa de una muestra húmeda de sustrato que, después de su filtración, proporciona una fracción líquida en la que se puede determinar la concentración iónica, la salinidad en términos de conductividad eléctrica de la solución (CE) y el pH.

En los últimos años se han desarrollado diferentes variantes de

éste método que difieren en la relación de extracción (sustrato/extractante) en el tipo de extractante (agua, solución nutritiva o $\text{CaCl}_2/\text{DTPA}$) (Alt, 1997; Lemaire *et al.*, 1989) (Eymar *et al.*, 2000), en la relación volúmica sustrato-extractante, en el tiempo necesario de agitación de la suspensión extractante-sustrato, etc.

Los métodos más utilizados son los de proporción volumétrica 1:1.5 y 1:2 (v:v) y también el método de extracto de medio saturado. Previsiblemente, el método que se impondrá en el futuro es el de extracto acuoso 1:5 (volumen de sustrato:volumen de agua) que es el que ha sido publicado recientemente en la normativa del Comité Europeo de Normalización (CEN).

Los métodos de referencia para obtener el extracto de la solución del sustrato antes expuestos son destructivos y, además, necesitan ser realizados en un la-

TIGER TAPE

¿Quiere ver este cambio biológico en cualquiera de sus cultivos en el menor espacio de tiempo?



Cinta de riego por goteo Tiger Tape®



Pídala por su nombre a su proveedor habitual.

Con la garantía y seriedad de:

Copersa

Tel: 902 10 33 55 Fax: 937 59 50 08 E-mail: riegos@copersa.com Web: <http://www.copersa.com>

Más de 35 años de experiencia profesional avalan nuestro servicio serio, responsable e innovador al agro español

laboratorio con un mínimo de equipamiento. Pero los métodos de diagnóstico, rápido y de uso habitual en los viveros, de la fertilidad de los sustratos deberían presentar unas características concretas:

- La obtención de una muestra líquida que permita determinar *in situ* parámetros fundamentales como son el pH y la CE.

- La muestra líquida ha de representar la solución del sustrato en el entorno radicular, que es el volumen del sustrato que está involucrado más directamente en la nutrición de la planta, dadas las condiciones de heterogeneidad que se dan en un contenedor.

- Deberían ser métodos sencillos y de coste bajo

- La muestra se debería obtener de manera rápida (Charpentier y Guérin, 1996)

- No deberían comportar retirar sustrato del contenedor, es decir, no deberían ser métodos destructivos.

■ La gestión correcta de la fertilización de los cultivos de plantas ornamentales de exterior es una necesidad agronómica y medioambiental

Métodos alternativos

Paralelamente a los métodos anteriores, se han propuesto y evaluado métodos alternativos que no implican la toma de muestras sólidas del sustrato y/o que pueden realizarse con pocos medios de laboratorio.

Extracción por succión:

Estos métodos consisten en la extracción de la fase líquida del sustrato mediante sondas muestreadoras de la solución de medios de cultivo, bien sean de polímeros

Muestra de la heterogeneidad en la distribución de las raíces de durillo (*Viburnum tinus*) cultivado con riego localizado.



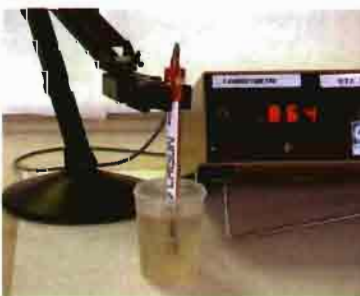
Ejecución del método de los percolados provocados (PEP).



Recogida del percolado para su posterior análisis.



Medida de la CE en el percolado.



(Cabrera, 1998) (Guri, 2002) o de cerámica porosa (Charpentier y Guérin, 1996).

Estos materiales permiten que se produzca un flujo acuoso elevado entre la solución del sustrato y el interior del elemento muestreador. Estos métodos necesitan de un equipo para practicar el vacío. Su inconveniente es que requieren el equipo de extracción que puede ser costoso.

El método de succión mediante cerámica porosa permite la obtención de muestras muy pequeñas (de unos 200 mL); este hecho implica que sólo se puedan aplicar técnicas instrumentales muy concretas para la determinación de la concentración iónica (Guerin y Charpentier, 1997).

Las sondas muestreadoras hechas de polímeros permiten la obtención de volúmenes mayores (3-5 mL) (Cabrera, 1998). La ubicación de la cerámica porosa también representa un inconveniente añadido (Guerin y Charpentier, 1997).

Método de centrifugación:

El extracto se obtiene después de centrifugar una muestra de sustrato saturada de agua. Se trata de un método relativamente sencillo de realizar pero requiere un elemento habitualmente no disponible (centrifugadora) y, además, es destructivo (Guerin y Charpentier, 1997).

Método de extracción por desplazamiento por presión:

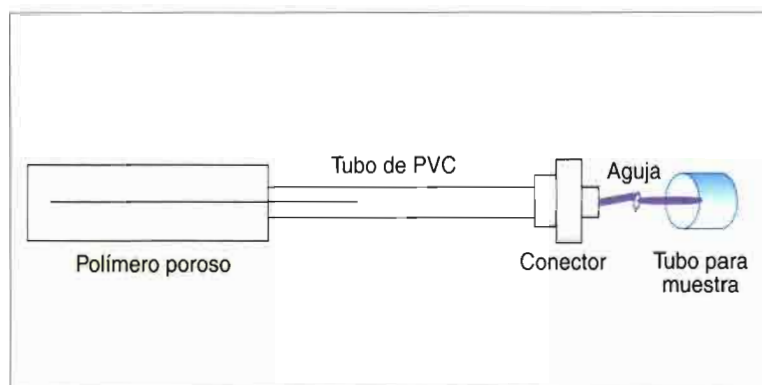
Consiste en un desplazamiento, sin dilución y por presión, de la solución del sustrato que se ubica en la zona de las raíces (Scoggins *et al.*, 2002). Éste método se debe de efectuar una hora después de la irrigación.

Métodos de desplazamiento por adición de un líquido desplazante:

En los últimos años se ha investigado un método rápido, de desplazamiento, llamado método de los percolados provocados (PEP). Se trata de una variante del método técnica *pour-through* (Wright, 1986). El desplazamiento para obtener el percolado se debe aplicar al cabo de una hora de haber efectuado un riego.

El método de los percolados provocados consiste en el vertido, durante 2 minutos, de un volumen de unos 100-150 mL de solución nutritiva sobre la superficie de influencia del gotero. El lixiviado obtenido se recoge en un recipiente ubicado en la parte inferior del contenedor.

El método se basa en que, por efecto pistón, la solución que



Esquema de Guri, 2002. Detalle de la sonda extractora de la solución del sustrato Rhizon Soil Moisture Sampler (Rhizosphere Research Products) para muestreo de la solución del sustrato.

Los métodos de diagnóstico de la fertilidad del sustrato han de ser simples, representativos, de coste bajo y que permitieran obtener una muestra líquida de manera rápida

estaba en contacto íntimo con las raíces es desplazada por el líquido aplicado hasta que drena libremente. Se ha demostrado que es un método reproducible en condiciones de campo y las concentraciones de nutrientes medidas en el percolado provocado constituyen una buena estima de las concentraciones de nutrientes en el bulbo húmedo del sustrato (Lemaire *et al.*, 1995) (Guerin y Charpentier, 1997).



Sonda de muestreo de la solución del sustrato instalada en un contenedor con tubo de recolección de muestra.

El método de los percolados provocados presenta una ventaja respecto a los métodos de referencia ya que con los métodos de referencia puede producirse rotura de los gránulos de fertilizantes de lenta liberación durante la manipulación de la muestra y, sobretodo, durante la agitación; la rotura de los gránulos comporta la libera-

Cuadro 1:

Interpretación de los valores de salinidad mediante métodos de obtención de un extracto

Extracto acuoso 1:5	Extracto acuoso 1:2	EMS	PEP *	Diagnóstico de la salinidad
0 a 0,12	0 a 0,25	0 a 0,75	0 a 0,9	Muy baja. Los niveles nutritivos pueden ser insuficientes para sostener un crecimiento rápido.
0,12 a 0,35	0,26 a 0,75	0,76 a 2,0	1 a 2,6	Baja. Adecuado para plantel, plantas de parterre y plantas sensibles a la salinidad.
0,36 a 0,65	0,76 a 1,25	2,0 a 3,5	2,7 a 4,6	Normal. Rango estándar para la zona radicular de la mayor parte de las plantas ya transplantadas. Límite superior para plantas sensibles a la salinidad.
0,66 a 0,89	1,26 a 1,75	3,5 a 5,0	4,7 a 6,5	Elevada. Puede reducir el vigor y el crecimiento, particularmente durante estaciones calurosas.
0,90 a 1,10	1,76 a 2,25	5,0 a 6,0	6,6 a 7,8	Muy elevada. Puede causar un daño debido a la dificultad en la absorción de agua. Posible reducción del ratio de crecimiento. Pueden aparecer quemaduras marginales y marchitamiento a nivel de las hojas.
> 1,1	> 2,25	> 6,0	> 7,8	Extrema. La mayoría de los cultivos padecerán daños por exceso de sales. Se debe practicar un lavado de manera inmediata.

EMS: Método del extracto del medio saturado

PEP: Método de los percolados provocados

* : llevado a cabo con agua destilada como solución desplazante

Fuente: Anónimo, 1999

ción de los elementos nutritivos a la solución del sustrato, hecho que puede falsear por exceso los resultados. A parte, es de destacar su carácter no destructivo.

El método de los PEP, respecto a otros métodos, presenta la ventaja que puede ser repetitivo en un mismo contenedor y, por

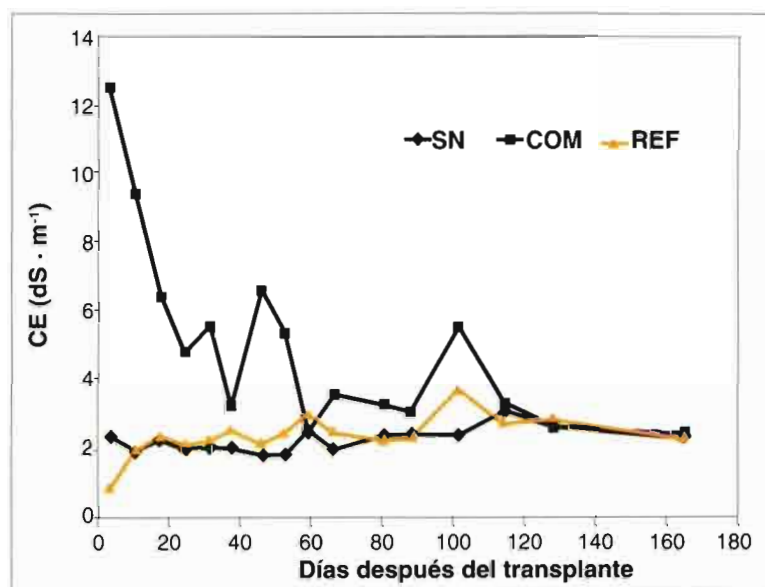
■ El método de los percolados provocados (PEP) reúne buena parte de las características deseables en un método de diagnóstico de la fertilidad del sustrato

tanto, realizar en éste un seguimiento temporal sin sustraer medio de cultivo. Se trata de un método útil para los viveristas que desean controlar la fertilidad del sustrato. Permite, además, obtener resultados de manera rápida.

Este método se ha utilizado básicamente en experimentación (Guerin y Charpentier, 1997) (Marfà *et al.*, 2002) aunque en norteamérica se empieza a divulgar su utilización y se han establecido tablas de rangos óptimos de pH y CE (Cuadro 1) (Cavins *et al.*, 2000). Para favorecer la utilización del método de los PEP sería necesaria la contrastación en diversos cultivos y disponer de tablas que permitan la interpretación de las concentraciones de elementos fertilizantes en función de la especie. La adopción de métodos alternativos de diagnóstico de la fertilidad del sustrato requiere la comparación con los métodos de referencia. En el cuadro adjunto se muestra la equivalencia de valores de CE en función del método empleado para obtener el extracto.

En general, el método PEP utilizando como solución desplazante agua destilada da lugar valores de CE superiores a los que

Evolución de la CE de los PEP de los sustratos COM (a base de compost de estiércol de bovino), REF (a base de turba) y la solución nutritiva (SN) durante un cultivo de adelfa (*Nerium oleander*).



registran las técnicas con un método de extracción en laboratorio.

Diagnóstico de la fertilidad del sustrato en una muestra líquida

Determinación del pH y la CE

El control del pH y la CE del extracto de la solución del sustrato es útil, en primera instancia, para detectar posibles problemas nutricionales de los cultivos.

Se trata de dos parámetros físico-químicos básicos en cuanto a la disponibilidad de nutrientes y la salinidad de la solución del medio de cultivo. Estos parámetros se pueden monitorizar a nivel de vivero de manera simple: obteniendo un extracto acuoso mediante el método PEP en el que se mide el pH y la CE con instrumentación portátil.

El pH interviene de manera determinante en la disponibilidad de varios elementos. En general, el rango óptimo se sitúa entre 5.8 y 6.8 pero el pH óptimo dependerá de la especie cultivada (Cavins *et al.*, 2000).

La CE de un extracto acuoso indica el contenido global de solutos y, por lo tanto, valores elevados de CE indican exceso de sales por insuficiencia en la fracción de lavado o por exceso de aportación de fertilizantes. Por

contra, una baja CE indica deficiencia en la aportación de fertilizantes.

La valoración de la excesiva o insuficiente concentración salina del medio es también función de la especie cultivada (Cavins *et al.*, 2000).

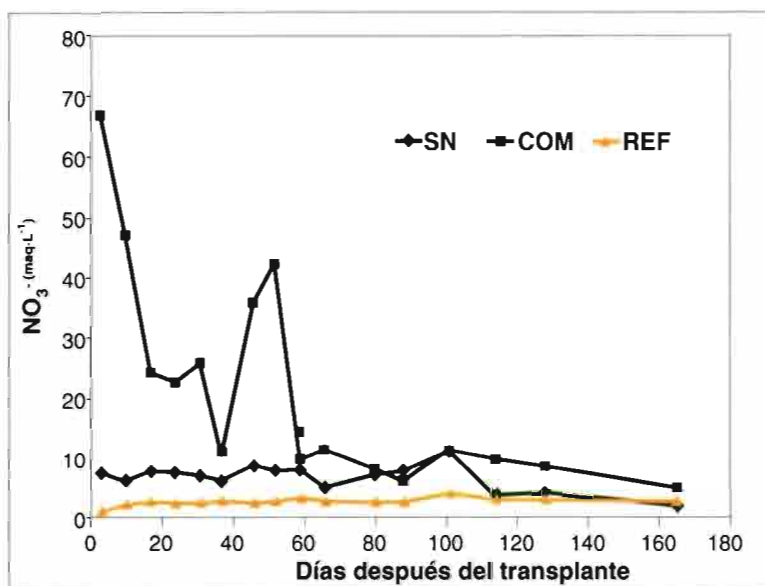
Determinación de la concentración iónica de nutrientes

La determinación de la concentración iónica, una vez obtenida la muestra líquida, puede ser un paso posterior a un análisis *in situ* del pH y la CE para cuantificar deficiencias o excesos de algún nutriente. La obtención directa de una muestra líquida en el sustrato es fundamental para disponer de resultados de manera rápida.

Estas determinaciones se pueden realizar en la misma explotación si se dispone de un equipo de medida rápida de la concentración iónica o bien se puede remitir la solución a un laboratorio especializado para su análisis.

Ejemplo de utilización del método de los percolados provocados (PEP)

En las instalaciones del Centro de Cabrls del IRTA (Cabrls, Barcelona) se vienen realizando desde hace unos años estudios para optimizar el manejo del cultivo de plantas ornamentales de exterior.



Evolución de la concentración de nitratos de los PEP de los sustratos COM (a base de compost de estiércol de bovino), REF (a base de turba) y la solución nutritiva (SN) durante un cultivo de adelfa (*Nerium oleander*).

cla de turba y perlita en la proporción 3:2 (vol:vol) (REF). Se muestran ejemplos de seguimiento de salinidad en términos de CE y de la concentración de nitratos (NO_3^-) a lo largo del cultivo en la solución desplazada por el método de los PEP y en la solución nutritiva (SN) aplicada al cultivo. Se observa que, durante todo el cultivo, la salinidad del PEP correspondiente al sustrato REF es muy similar a la de la SN.

Por contra, inicialmente, el sustrato COM posee una CE de su PEP muy elevada. Las plantas de adelfa no se vieron afectadas por la elevada salinidad; por una parte, se trata de una especie relativamente tolerante a la elevada salinidad y, por otra parte, la fracción de lavado aplicada mediante el riego permitió disminuir los niveles elevados de salinidad hasta valores menores.

En cuanto a los nitratos, se observa que la concentración de nitratos en el sustrato COM es muy elevada durante la mayor parte del cultivo. Las concentraciones de nitratos de la solución desplazada (PEP) del sustrato COM se sitúan muy por encima de las concentraciones determinadas en la solución del sustrato REF o bien en la SN.

Estos estudios se orientan a la utilización de sustratos alternativos a la turba y a la mejora de la eficiencia en el uso del agua y de los nutrientes. Los ensayos se realizan al aire libre, con riego localizado y fertirrigación. En éstos ensayos se estudia la fertilidad del sustrato mediante algunos de los métodos anteriormente expuestos.

A continuación se expone un ejemplo de uso del método de los percolados provocados (PEP). Se ha aplicado a un cultivo en contenedor de adelfa (*Nerium oleander*) empleando sustratos a base de compost de estiércol. Como ejemplo ilustrativo se muestran los resultados referidos al sustrato formulado con compost

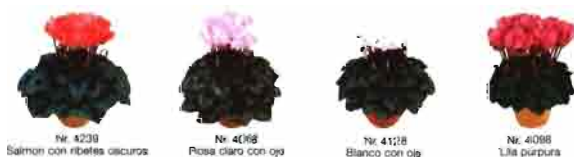
de estiércol de bovino y perlita en la proporción 3:1 (v:v) (COM), en comparación con un sustrato de referencia consistente en una mez-

El pH y la CE de una solución del sustrato se pueden monitorizar a nivel de vivero de manera simple: obteniendo un extracto acuoso y midiendo su acidez pH y conductividad eléctrica con medios portátiles

Para saber más...

-Bibliografía en:
www.horticom.com?52892

4 Nuevos colores miniaturas F1



Metis

Ch. Morel



• duración de cultivo muy corta
• importante subida de flores
• perfecto para utilización en colgantes

➤ Tel. : +33 (0) 494.19.73.04 - Fax : +33 (0) 494.19.73.19 - email : info@cyclamen.com