

2

Manejo de sustratos para el cultivo de plantas en contenedores

Ing. Agr. Leonardo Martín García

En las últimas décadas Abad *et al.*, (2004) desarrollaron parte de la tecnología necesaria para lograr el paso de la producción de plantas de manera tradicional, a un sistema de producción en sustratos. Estas tecnologías fueron necesarias para llevar a cabo los cambios de la producción de plantas de vivero en Europa. Asimismo, este desarrollo surge de la necesidad de trasladar plantas de un lugar a otro, resolver los problemas de fatiga en suelos intensivos, como la salinización, las enfermedades, el agotamiento y la intensificación de la producción que se ve facilitada por este método de producción. Es así, que esta tecnología fue llamada "Cultivo Sin Suelo" y en la actualidad toma relevancia como "Cultivos Hidropónicos".

La producción en sustratos fue un gran avance no solo para la producción de plantas de vivero, sino también para la producción de un grupo de hortalizas que requieren sistemas de producción muy intensificados. De esta manera se define el término "sustrato en horticultura, a todo material sólido distinto del suelo *in situ*, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de nutrición mineral de la planta" (Abad *et al.*, 2005). Si bien esa definición es la más conocida, Burés (1997) define al sustrato como una matriz-sólida matriz-porosa.

Los sustratos pueden describirse según sus propiedades físicas, las cuales podrán ser modificadas al inicio del ciclo del cultivo, una vez que se coloque en el contenedor no podrán ser corregidas. Cuando se refiere a sustrato para plantas es necesario comprender las diferencias que se presentan frente a un suelo mineral y el estudio de las tres fases que lo componen: el volumen sólido del material, el volumen de poros y la relación de agua-aire a diferentes condiciones de humedad. En suelos generalmente se usan dos puntos suficientemente distanciados a los que se los denomina "constantes hídricas": contenido hídrico volumétrico a tensión de 330 hPa (0,033 MPa, capacidad de campo) y contenido hídrico volumétrico a tensión de 15000 hPa (1,5 MPa, punto de marchitez permanente) (Tabla 1).

Tabla 1: Diferencias de algunas características físicas y químicas entre el suelo y el sustrato

CARACTERÍSTICAS		SUELO	SUSTRATO
Físicas	Porosidad total (%V/V)	50	> 85
	Densidad (g.cm ³)	1,0 - 1,5	<0,4
	Agua disponible (hPa)	330 - 15000	10-100
Químicas	Conductividad eléctrica	Salinidad	Nutrientes
	pH (valores adecuados)	6,3 - 7,3	5,2 - 6,3

No obstante en la década del 70' los trabajos de De Boodt pusieron de manifiesto las grandes diferencias de las propiedades físicas existentes entre el suelo y los sustratos. Esto lo logró mediante la adaptación de la típica curva de retención de agua, marcando que para sustratos, los puntos de mayor interés son los que corresponden a las bajas tensiones. De esta forma estableció el rango de tensión entre 0 a 100 hPa, debido a que el agua en un contenedor está disponible para las raíces a bajas tensiones y considerando que al mismo tiempo debe mantenerse una adecuada cantidad de aire en la zona radical. El Punto 0 (cero) de tensión se definió como el máximo contenido de agua (saturación) cuyo valor coincide con el espacio poroso total. Según la relación de la porosidad que se encuentra ocupada por agua o por aire se define:

- Capacidad de aireación (CA), que representa el volumen de aire relativo del sustrato cuando está sometido a una tensión de 10 hPa.
- Agua fácilmente disponible, como el contenido relativo de agua liberada por el sustrato de 10 a 50 hPa.
- Agua de reserva, como el contenido relativo de agua retenido entre 50 a 100 hPa.
- Agua difícilmente disponible, el agua que retienen el sustrato a tensiones superior a 100 hPa (figura 1).

Esto se debe a que las plantas cultivadas en contenedores no pueden ser sometidas a tensiones hídricas elevadas, debido al volumen restringido de sustrato en el que crecen y se desarrollan.

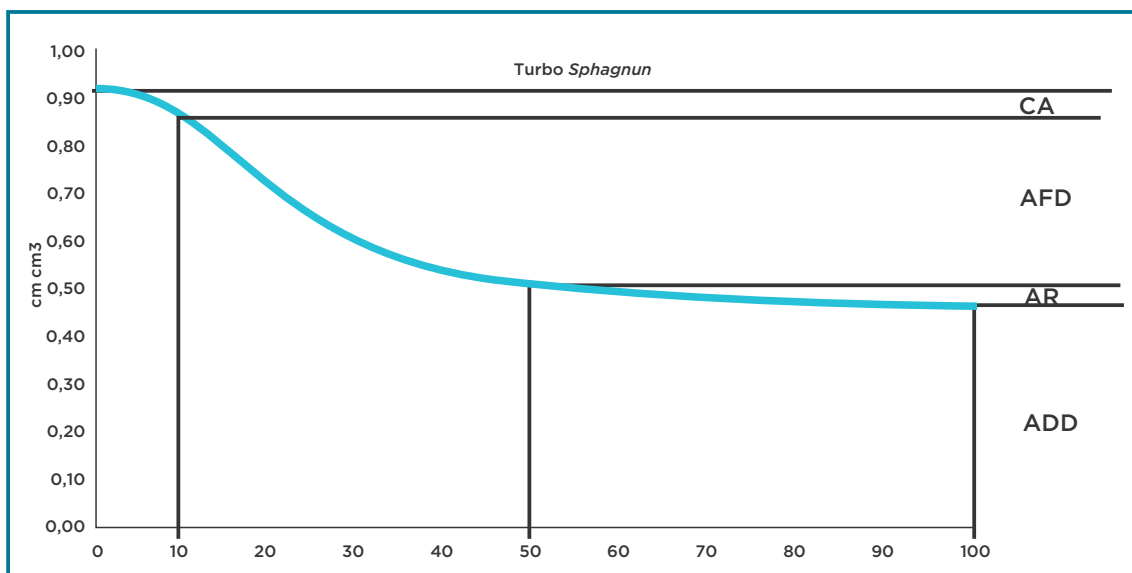


Figura 1: Curva de retención de agua de 0 a 100 hPa. Capacidad de aireación (CA), agua fácilmente disponible (AFD), agua de reserva (AR) y agua difícilmente disponible (ADD).

Por otra parte las propiedades **químicas** de los sustratos pueden sufrir intervenciones durante el ciclo de producción, y es útil la medición y seguimiento del pH y la salinidad. De esta forma se obtiene una rápida información de la disponibilidad y dotación de nutrientes. El avance de los requerimientos nutricionales durante el siglo pasado, y principalmente la formulación de soluciones nutritivas durante los años setenta, permitieron un adecuado control de la nutrición de plantas en contenedores. En la actualidad, entre el 80 al 90% de los problemas nutricionales que se presentan en plantas en contenedores se debe a la falta de control de la dotación y disponibilidad de los nutrientes, que pueden ser corregidas mediante técnicas sencillas de monitoreo. Sin embargo durante décadas se buscó el "Sustrato Ideal" para cada especie, e incluso para cada situación de cultivo. No obstante hoy es conocido que debe realizarse la mejor elección del sustrato en cuanto a sus propiedades físicas, físico-químicas y químicas, pero será mucho más importante el manejo del mismo en la compleja interacción sustrato-contenedor-riego y fertilización (figura 2). El manejo de esta interacción es el llamado "Manejo nutricional de plantas cultivadas en contenedores".

La elección del tamaño y la forma del **contenedor** o maceta no solo limitará el crecimiento y arquitectura de la raíz, también puede modificar el contenido hídrico y a su vez la disponibilidad de nutrientes y el espacio aéreo. Mayor volumen de los contenedores promueve una mejora en la arquitectura del sistema radical, mayor drenaje y aireación. Al aumentar la altura del contenedor, mayor será la capacidad de aireación y menor la capacidad de retener agua.

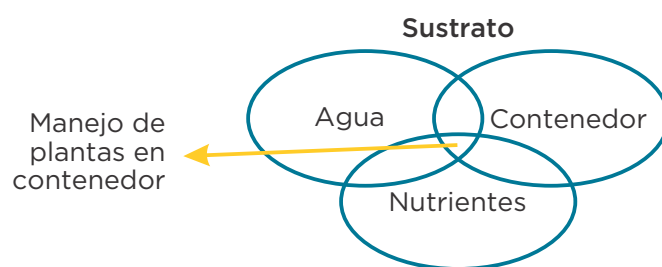


Figura 2: Sustrato y sus interacciones.

La intensificación de la producción de estos sistemas amerita detenerse en el **agua** de riego, la colocación de la lámina dependerá del diseño del sustrato. Cuando se diseñen sustratos con elevada capacidad de aireación serán necesarias mayores láminas y frecuencias de riego. Por lo contrario, un sustrato con mucha capacidad de retener agua de 10 a 100 hPa va a necesitar menor lámina y frecuencia de riego. Por otra parte la aptitud de agua de riego (calidad) son puntos críticos a considerar, como así también conocer las relaciones nutricionales que pueden presentarse por la composición de sales disueltas. En plantas cultivadas en contenedores, la mayor dificultad en su uso, es debido a la cantidad y calidad de sales disueltas presentes en la misma. Mediciones sencillas como pH y CE del agua de riego, puede brindar rápidamente parámetros de calidad, pero es necesario cuantificar los cationes y aniones que se encuentran disueltos, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , CO_3^- , HCO_3^- , SO_3^- y Cl^- , como así también, los índices que de esta cuantificación se obtienen. La aptitud de agua de riego para los sistemas de producción de plantas en contenedores son muy rigurosos, siendo necesario conocerlos para evitar aportes de nutrientes sin necesidad, como así también interacciones de aniones y cationes que comprometan la nutrición del cultivo.

Monitoreo de la nutrición durante el cultivo

El manejo agronómico del pH y la CE de esta compleja interacción puede llevarse a cabo de dos formas, desde el ajuste del tanque de fertirriego o también desde lo que sucede en el sustrato. La medición del pH se realiza para determinar si los nutrientes se encuentran en el rango disponible para el cultivo, si bien cada especie tiene un rango ideal de pH, se debe mantener entre 5,2 a 6,2. Además de los valores de pH existen rangos aceptables del total de sales disueltas o conductividad eléctrica. Este parámetro indica rápidamente la cantidad de nutrientes que se encuentran disponibles para las plantas. Cabe destacar que existen diferentes métodos para medir la salinidad y cada uno tiene valores de referencias muy distanciados. Al momento de llevar adelante un sistema de monitoreo debe elegirse el más adecuado al sistema y ajustarse a los valores de referencia. En sistemas de cultivos sin suelo es habitual llevar adelante mediciones del lixiviado de sacos, sin embargo se requiere de una metodología para poder compararlos con los valores de referencia, como así con los registrados a lo largo del cultivo (Tabla 2).

Tabla 2: Interpretación de valores de CE (mS/cm) para varios métodos de muestreo e indicaciones nutricionales.

MÉTODO					Indicaciones
1:5	1:2	EMS	Pour Thru	CE	
0-0,11	0 - 0,25	0 - 0,75	0 - 0,9	Muy bajo	Los niveles de nutrientes pueden no ser suficientes para sostener un rápido crecimiento.
0,12 - 0,35	0,26 - 0,75	0,76 - 1,9	1 - 2,5	Bajo	Adecuado para plántulas y plantas sensibles a sales.
0,36 - 0,65	0,76 - 1,25	2,00 - 3,4	2,6 - 4,5	Normal	Rango estándar para la mayoría de las plantas. Rango superior para plantas sensibles a sales
0,66 - 0,89	1,26 - 1,75	3,5 - 4,9	4,6 - 6,5	Alto	Posible reducción del vigor, especialmente en climas cálidos.
0,9 - 1,1	1,76 - 2,25	5,0 - 5,9	6,6 - 7,7	Muy alto	Posible daño por sales debido a la reducción de la absorción de agua. Los síntomas incluyen quemaduras de bordes de hojas y marchitamiento.
>1,1	> 2,25	> 6,0	> 7,8	Extremo	La mayoría de los cultivos tienen problema con este nivel de salinidad. Se requiere inmediata lixiviación de sales.

El método 1:5 consiste en colocar 5 partes de agua destilada y una parte del sustrato. Se deja estabilizar la muestra por unos segundos y luego se mide el pH y la CE.

El método 1:2 es similar al anterior pero se colocan 2 partes de agua. Este método es muy útil para ser utilizados en compost o sustratos de alta densidad.

El método del extracto del medio saturado (EMS) se realiza junto al pH en pasta. En un recipiente se coloca una muestra de sustratos, se comienza a remover y se agrega agua destilada, una vez saturado se mide el pH en la pasta resultante. Posteriormente se realiza la extracción de la solución del sustrato y se mide la CE.

Finalmente el método el Pour Thru es una técnica ajustada para medir los lixiviados. Este método se realiza posterior a un riego a saturación, después del drenado del agua del riego (30 minutos) se coloca una lámina conocida de agua sobre la superficie del sustrato. Parte de esta lámina se recolectará en la base del contenedor y se procederá a medir el pH y la CE.

Conclusiones

En la compleja interacción de las plantas cultivadas en contenedores el monitoreo de la fertilidad es una herramienta de mucha utilidad para controlar y mantener los cultivos. Asimismo el programa de monitoreo debe ser simple para adaptarse a cada condición de cultivo. La lectura de los parámetros se realizará para que cada productor pueda prevenir, como así actuar en consecuencia y corregir las modificaciones de los normales parámetros de crecimiento en la solución del sustrato. Esta simple determinación servirá para evitar los problemas nutricionales y sus consecuencias.

Bibliografía

- Abad Berjón, M.; Noguera Murray, P. & Carrión Benedito, C. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. In: Tratado de cultivo sin suelo. Ed. Mundi Prens. Barcelona, España. p. 113-159.
- Bailey, D.A.; Bilderback, T. & Bir. D. 1999. Water consideration for container production of plants. In: <http://www.nurserycropscience.info/water/source-water-quantity> Consultado: 1/05/2016
- Bailey, D.A.; Fonteno, W.C. & Nelson, P.V. 2005. Greenhouse, substrate and fertilization. North Caroline State University. In: www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ghsubfert.pdf. Consultado: 1/05/2016
- Bernárdez, A & Valenzuela, O. 2016. Calidad de agua de riego subterránea con fines de riego en el noreste de la provincia de Buenos Aires. 3er Encuentro de Investigadores en Formación de Recursos Hídricos. Ezeiza, Buenos Aires. Libro de resumen.
- Cavins, T.K.; Whipker, B.E.; Fonteno W.C.; Harden, B.; McCall, I. & Gibson, J.L. 2000. Monitoring and Managing pH and EC Using the PourThru Extraction Method. In: https://projects.ncsu.edu/project/hortsublab/pdf/PourThru_Master_HIL.pdf. Consultado: 07/11/2016
- De Boodt, M & Verdonck, O. 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. Acta Horticulturae 26:37-44.
- Landis, T.D.; Tinus, R.W.; McDonald, S.E. & Barnett, J.P. 1994. Nursery Planning, development and management. In: The container tree nursery manual. Vol. 1: 11-21.
- Puustjarvi, V. 1994. La turba y su manejo en Horticultura. Ediciones de Horticultura, S.L., Reus. p. 123.
- Valenzuela, O.R. 2005. Propiedades físicas y químicas de los materiales más utilizados en la producción de plantas en contenedores de Argentina. Seminario Internacional: preparación y manejo de sustratos en plantas. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Libro de resumen.
- Valenzuela, O.R.; Gallardo, C.S.; Barrera, M.C & Vence, L.B. 2015. Reproducibilidad de diferentes métodos de miden variables físicas en sustratos para plantas. Investigaciones Agropecuarias 12 (1): 1-8.
- Vence, L.B. 2008. Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. Ciencias del suelo 26(2):105-114.
- Vence, L.B; Valenzuela, O.R.; Svartz, H.A & Conti, M.E. 2013. Elección del sustrato y manejo del riego utilizando como herramienta las curvas de retención de agua. Ciencias del Suelo 31 (2): 153-164.