



■ ¿Cómo elegir un sustrato?

Sustratos: propiedades físicas, químicas y biológicas

Los contenedores tienen cada vez más importancia tanto con fines ornamentales como comerciales, para ellos los sustratos son fundamentales.



Silvia Burés Pastor

bures@buressa.com

Ingeniera Agrónoma
Gerente de Bures S.A.

Sustratos son aquellos materiales distintos de los suelos naturales que se utilizan para el cultivo de plantas. Esta particularidad de ser diferentes del suelo viene determinada por el pequeño hábitáculo que contiene a los sustratos: la maceta o el contenedor.

De hecho, el cultivo en sustrato surge de la necesidad ancestral de cultivar en contenedores, primero con fines ornamentales, más tarde con fines comerciales.

Este pequeño hábitáculo de las raíces donde se halla incluido el medio de cultivo tiene general-



mente dos características determinantes: los contenedores suelen ser de tamaño reducido, en comparación con el amplio terreno que puede explorar las raíces en pleno campo, y los contenedores suelen ser bajos. Estas dos características son las que configuran la esencia del sustrato y hace necesario que éste tenga, por una parte, el suficiente contenido de agua, aire y nutrientes que necesitan las plantas, puesto que las raíces no pueden extenderse fuera del contenedor para hallar lo que no encuentren en él y; por otra parte, un contenedor de escasa altura ejerce una presión muy baja para eliminar el agua de drenaje – en otras palabras – si el sustrato no tiene poros suficientemente grandes, es incapaz de dejar marchar el agua de riego, quedando encharcado, resultando en una falta del oxígeno necesario para la respiración de las raíces.

Con estas restricciones, el mejor sustrato será aquel que proporcione la máxima cantidad de agua, el mayor volumen de aire, los elementos nutritivos necesarios, el anclaje adecuado para las raíces y que, además, no contenga ningún componente que frene el crecimiento de la planta. Existen muchos materiales que cumplen estas características. En general,

Sustratos para jardinería de la empresa Burés S.A.

Cultivos en sustratos en invernadero y derecha, sustrato en semillero.

la materia orgánica suficientemente estabilizada tiene las propiedades adecuadas para su uso como sustrato: dispone de poros que retienen agua dentro de las fibras o partículas, poros grandes entre sus partículas que proporcionan aireación, capacidad de retener elementos nutritivos y cederlos a las raíces, y proporciona un buen anclaje a la planta.

No obstante, no podemos generalizar puesto que existen distintas maneras de cultivar en sustratos que nos obligan a seleccionar sustratos diferentes en cada caso.

Es necesario tener en cuenta que un medio de cultivo puede dar resultados distintos según el material, forma o tamaño del contenedor; especie vegetal; técnicas de riego; sistema de fertilización; duración del cultivo; destino final de las plantas o condiciones climáticas concretas, por lo que la idoneidad de un sustrato estará supeditada a la correcta gestión agronómica de éste y no podrá, por sí sola, ofrecer garantías del éxito de un cultivo.

Todo usuario de sustratos requiere unas características generales de las empresas suministradoras de sustratos: que el coste sea asequible, que el sustrato esté disponible en cantidades suficientes,

■ ... el mejor sustrato será aquel que proporcione la máxima cantidad de agua, el mayor volumen de aire, los elementos nutritivos necesarios, el anclaje adecuado para las raíces y que, además, no contenga ningún componente que frene el crecimiento de la planta.

que sus características sean constantes, que el servicio sea rápido y eficiente, etc. Sin embargo, definir el sustrato ideal de cultivo es poco menos que imposible puesto que no existe el sustrato ideal universal. No obstante, dadas unas condiciones concretas del usuario, existe sin duda el sustrato ideal particular. El conocimiento de estas condiciones permite predecir las características que deberá tener el sustrato que se adapte a las mismas. Éstas vendrán dadas por las propiedades del sustrato, que pueden ser de diferentes tipos. Habitualmente, en la caracterización de sustratos se suele hablar de tres grupos de propieda-

Informe sobre la Industria Hortícola

des: físicas, químicas y biológicas. El conocimiento de estas propiedades nos permitirá seleccionar el sustrato así como la gestión del mismo en cuanto al riego y la fertilización.

Características físicas

Probablemente las características físicas más importantes de los sustratos son la densidad aparente – o volumen – y la retención de agua. Aunque en la caracterización en el laboratorio se utilizan además otras medidas (granulometría, densidad real, porosidad, curvas características de humedad, conductividad hidráulica o conductividad térmica, entre otras), en la práctica, la densidad del sustrato, que nos determina la unidad de venta del mismo y la retención de agua, que nos define la gestión del riego, suelen ser suficientes para la correcta caracterización y gestión agronómica del sustrato.

Los sustratos suelen tener una densidad aparente baja en comparación con el suelo, de componentes mayoritariamente minerales. La densidad aparente es la relación entre la masa o peso de la materia (seca o húmeda) y el volumen aparente que ésta ocupa. Se puede determinar mediante distintos métodos de campo y de laboratorio, dando los distintos métodos diferentes valores puesto que la densidad no es un valor fijo. El peso por unidad de volumen depende de si el sustrato está seco o húmedo, por lo que en el laboratorio se suele determinar la densidad seca, es decir, descontando el contenido de agua. Sin embargo, en la práctica, cuando adquirimos un sustrato en su estado natural tiene un determinado contenido de humedad, por lo que en las transacciones comerciales se determina la densidad húmeda, que nos permite conocer el volu-

Cultivo
hidropónico
en sustrato,
en este caso
perlita.



FERTIC PROPORCIONAL FP10



Baja pérdida
de carga en la
tubería de agua.
Fácil instalación
y mantenimiento.

Características Técnicas

Caudal de 1 a 10 m³

Dosificación de 0 a 2,4 %



Especialistas en Fertirrigación

Marésme, s/n - Pol. Ind. Urvasa / P.O. Box 60
Tel. 34-935 443 040 / Fax. 34-935 443 161
08130 SANTA PERPETUA DE MOGODA (Barcelona) SPAIN
8092 N.W. 67th. Street / MIAMI (FL) 33166 USA
Tel. 1-305 599 3781 / Fax. 1-305 599 8794
e-mail: itc@itc.es
WEB PAGE: <http://www.itc.es>





■ Los sustratos, desde el punto de vista físico, nos aportan dos características muy importantes para su utilización en el cultivo en contenedor: por una parte, una elevada capacidad de retención de agua a bajas tensiones y una elevada capacidad de aireación.

men en función del peso del saco o camión.

La nueva normativa europea de sustratos ha normalizado un método para la determinación del volumen: el método del cilindro

de 20 litros, que permite conocer la relación entre peso y volumen de una muestra comercial.

Los sustratos, desde el punto de vista físico, nos aportan dos características muy importantes para su utilización en el cultivo en contenedor: por una parte, una elevada capacidad de retención de agua a bajas tensiones (0-100 cm de columna de agua), y simultáneamente, una elevada capacidad de aireación. La curva de liberación de agua, equivalente a la curva característica de humedad que se utiliza en edafología, da lugar a una nomenclatura propia del ámbito de los sustratos (la nueva normativa europea de sustratos determina sólo el porcentaje de agua y de aire a 10 cm de presión y da el contenido total de agua del sustrato):

- Capacidad de Aire: es el porcentaje de aire que queda en el sustrato tras aplicar una tensión



un extraordinario terreno de cultivo ?

Informe sobre la Industria Hortícola

de 10 cm de columna de agua.

- Agua Fácilmente Disponible: es el tanto por ciento en volumen de agua que se libera entre 10 y 50 cm de tensión en columna de agua sobre el sustrato.

- Agua de Reserva: es el porcentaje en volumen de agua que se libera entre 50 y 100 cm de columna de agua de tensión sobre el sustrato.

- Agua Difícilmente Disponible: es el agua, en tanto por ciento en volumen, que queda retenida en el sustrato tras aplicar una tensión de 100 cm de columna de agua.

Según determinamos en el laboratorio, el Agua Disponible en un sustrato es igual a la suma del Agua Fácilmente Disponible más el Agua de Reserva, es decir, el agua retenida entre 10 y 100 cm de columna de agua. Sin embargo, para los cultivos, el agua disponible es en realidad el agua

■ Se pueden distinguir dos tipos de sustratos: químicamente inertes, que no se descomponen química o bioquímicamente y sustratos químicamente activos.

retenida entre lo que denominamos Capacidad de Contenedor y 100 cm de columna de agua, siendo la Capacidad de Contenedor el porcentaje total de agua en volumen retenido por un sustrato en un contenedor determinado, con la base del contenedor a presión atmosférica y en ausencia de evapotranspiración (concepto homólogo al de Capacidad de Cam-



PVP: 6.500 ptas / 39,06 euros

CARTA MAGNA.

Hasta ahora todos los conocimientos de riego y fertirrigación, suelo y fertilizantes, sustratos y cultivos sin suelo, material vegetal e infraestructuras y automatización, se encontraban exclusivamente restringidos a los técnicos, profesionales e investigadores. Ahora, *Tecnología para Cultivos de Alto Rendimiento*, recoge toda esta experiencia de años de investigación y la pone a su alcance en esta carta magna.

Información y pedidos
en el teléfono +34 977 75 04 02
y en el fax +34 977 75 30 56.

TECNOLOGÍA PARA CULTIVOS DE ALTO RENDIMIENTO. Ref: 2958



Laboratorio de análisis de sustratos. Foto recuadro, medición de campo del pH y la conductividad eléctrica de sustratos.

po cuando hablamos de suelos). Esta situación se obtiene después del drenaje libre de un sustrato previamente saturado de agua en un contenedor. La Capacidad de Contenedor es función de las características del sustrato y de la altura del contenedor, puesto que el contenido de agua depende de la altura de sustrato.

Características químicas

Las propiedades químicas y físico-químicas se derivan de la composición elemental de los materiales que configuran el sustrato y del modo de estar los elementos fijados a éstos y su relación con el medio. La reactividad de un sustrato se plasma en un intercambio de materia entre el material sólido que forma el sustrato y el líquido que llena los intersticios (la solución del sustrato – la fase líquida). Un sustrato podrá ser más o menos estable en el tiempo

en función de su reactividad química, puesto que el material que compone el sustrato puede reaccionar con la fase líquida, liberando o adsorbiendo elementos nutritivos o bien puede ser un material que no se descomponga ni libere elementos solubles.

Bajo estas premisas, se pueden definir dos tipos extremos de sustratos desde el punto de vista químico:

1) Sustratos químicamente inertes. Son aquellos que no se descomponen química o bioquímicamente, no liberan elementos solubles de forma notable ni tienen capacidad de adsorber elementos añadidos a la solución del sustrato. En los sustratos inertes no existe transferencia de materia entre el material sólido y la solución.

2) Sustratos activos químicamente o no inertes. Reaccionan liberando elementos debido a la de-

agrocomponentes
componentes del invernadero

es posible.

VENTANAS MOTORREDUCTORES CREMALLERAS PANTALLAS TÉRMICAS MALLAS REFRIGERACIÓN CALEFACCIÓN SISTEMAS DE CONTROL

Greenhouses, components. Torre Pacheco, Murcia Spain Teléfono +34 968 58 57 76 Fax +34 968 58 57 70 www.agrocomponentes.es



gradación, disolución o reacción de los compuestos que forman el material sólido del sustrato o bien adsorbiendo elementos en su superficie que pueden intercambiar con los elementos disueltos en la fase líquida.

Dentro de estos dos tipos extremos existen distintas combinaciones de características que cabe tener en cuenta cuando se establece un programa de fertilización, puesto que la fertilidad del

sustrato y la gestión del abonado dependen de la reactividad química del sustrato. Por ejemplo, en cultivos hidropónicos, con fertilización de alta frecuencia, se han utilizado tradicionalmente sustratos inertes desde el punto de vista químico, puesto que los elementos nutritivos se añaden junto con el agua de riego, y no provienen del propio sustrato. No obstante, los agricultores prefieren muchas veces utilizar sustratos no

inertes, como la fibra de coco, la corteza de pino o la turba, puesto que así disminuyen el riesgo de posibles errores de manipulación del abonado.

Entre las propiedades químicas de importancia podemos citar: capacidad de intercambio catiónico, pH, capacidad tampón, contenido de sales (salinidad, conductividad eléctrica o presión osmótica) y contenido de elementos nutritivos totales o libres en la solución del sustrato o intercambiables (solubles o extractables).

■ **En la práctica comercial se suelen utilizar el pH y la salinidad como indicadores de calidad de un sustrato. ...suelen añadir en su etiquetado el análisis de nutrientes, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio.**

En la práctica comercial se suelen utilizar el pH y la salinidad como indicadores de calidad de un sustrato. Aquellos que contienen abonado de base suelen añadir en su etiquetado el análisis de nutrientes, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio.

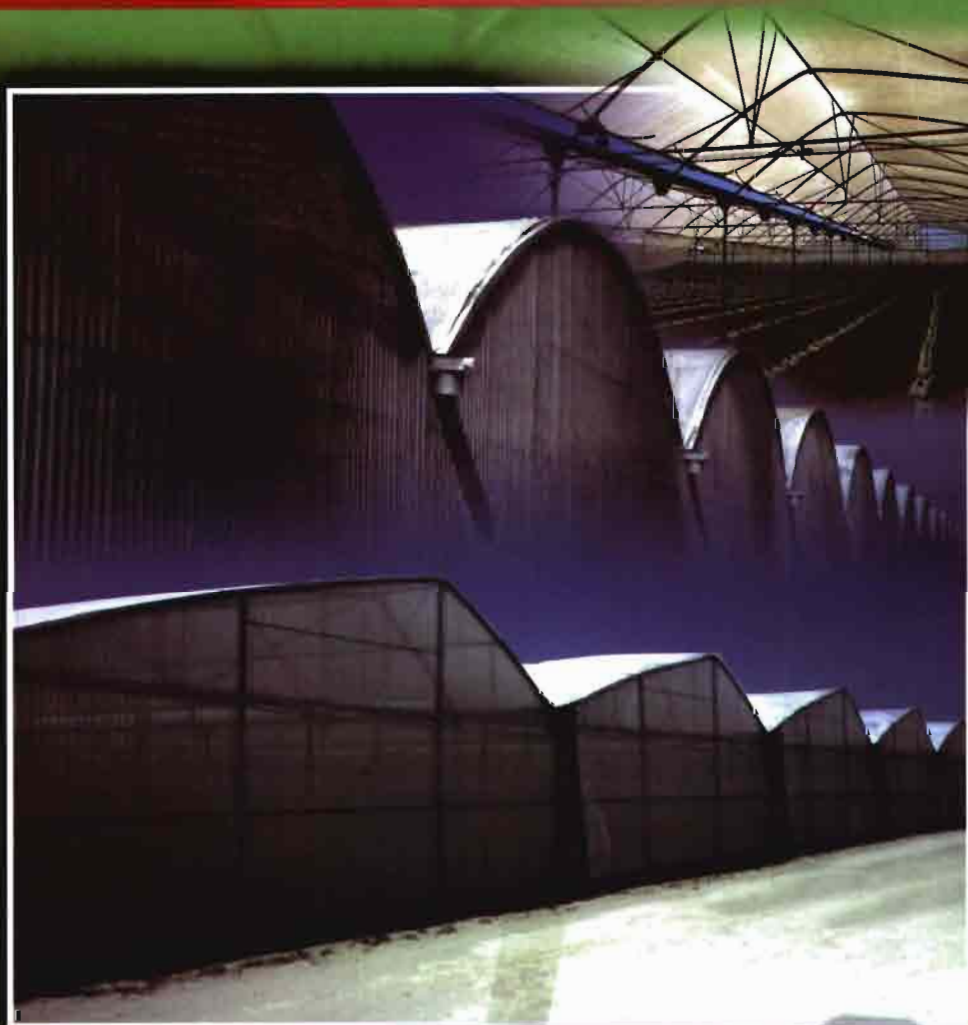
El pH se define como el logaritmo del inverso de la actividad de los iones H^+ . El pH forma una escala que va de 0 a 14, denominándose ácido el pH inferior a 7, neutro cuando es igual a 7 y básico cuando es superior a 7. La reacción del sustrato es la expresión del valor en el que su pH está situado dentro de esta escala.

El valor del pH varía en función del grado de dilución de la muestra de sustrato en agua, por lo que cuando se comparen distintos pH deben estar realizados con la misma proporción de sustrato y agua. En la normativa europea de sustratos el pH se determina to-

Ensayo de distintos sustratos para cubiertas ecológicas de Prodeasa.

Invernaderos a medida

● Soluciones rentables,
capaces y eficaces
de ULMA Agrícola



Diseñados para satisfacer cualquier necesidad de instalación bajo cubierta en los sectores de la Agricultura y Ganadería, los invernaderos de ULMA posibilitan un control medioambiental mediante una amplia gama de equipamientos y sistemas.

ULMA Agrícola apuesta por la potenciación de una ingeniería de respuesta integral con soluciones "llave en mano". Por ello, además de integrar las tecnologías de mecanización y robotización más avanzadas del sector, ofrece proyectos personalizados y servicios de montaje a la medida de necesidades.





mando un volumen de sustrato por 5 volúmenes de agua. Esta misma relación se utiliza para la determinación de la conductividad eléctrica.

La Conductividad Eléctrica indica de una manera aproximada la concentración de sales en la solución del sustrato, y se ha expresado tradicionalmente en dS/m o mmho/cm, aunque en la nueva normativa europea se debe expresar en mS/m, lo que nos obligará a un cambio de referencia en las mediciones e interpretaciones de la conductividad.

La capacidad de aportar nutrientes de un sustrato depende de la cantidad de elementos nutritivos que éste posea y de la capacidad de intercambio catiónico. En sustratos orgánicos como la turba de Sphagnum, la corteza de pino o la fibra de coco, la cantidad natural de nutrientes asimilables es pequeña, mientras que cuando se utilizan sustratos orgánicos provenientes de excrementos animales o residuos urbanos, algunos de los nutrientes pueden presentar niveles elevados.

Características biológicas

Las características biológicas de los sustratos provienen mayoritariamente de la presencia de

**Ensayos
de cultivo en
distintos sustratos
en el invernadero
experimental
del CIAB.**



materia orgánica.

Todos los materiales orgánicos que no son de síntesis son inestables y se pueden degradar con el tiempo. La materia orgánica fresca en condiciones adecuadas se descompone dando como productos finales elementos minerales y ácidos húmicos y fúlvicos. Por ello es importante conocer el contenido en materia orgánica y su estado.

La materia orgánica en un sustrato actúa como un reservorio dosificador de nutrientes, además de presentar múltiples caracterís-

La Conductividad Eléctrica indica de una manera aproximada la concentración de sales en la solución del sustrato.

ticas beneficiosas para el cultivo. Dadas las características particulares de la materia orgánica, los sustratos se han clasificado tradicionalmente como orgánicos e inorgánicos.

Algunas de las propiedades biológicas principales son:

- Supresividad. Algunos materiales orgánicos contienen poblaciones de hongos como *Trichoderma* o *Streptomyces* que son capaces de suprimir la actividad de algunos hongos patógenos como el *Pythium*, el *Fusarium* o la *Rhizoctonia*.

- Actividad reguladora del crecimiento. Se ha descrito en algunos materiales orgánicos actividad hormonal que puede favorecer el desarrollo vegetal.

- Actividad enzimática. La actividad enzimática de algunos compuestos orgánicos favorece la disponibilidad de elementos nutritivos para las plantas.

- Micorrizas. La presencia de *Rhizobium*, *Azotobacter*, hongos vesículo-arbusculares, ectomicorrizas, y otros agentes bióticos en los sustratos pueden favorecer la correcta nutrición de las plantas.

- Formación de complejos metálicos. Las sustancias húmicas forman complejos con algunos elementos metálicos, como el hierro, manganeso, cinc y cobre, aumentando la disponibilidad de micronutrientes para las plantas.

Para saber más

- Ansorena, Javier. 1994. Sustratos. Ed. MundiPrensa
- Burés, Silvia. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas. S.L.
- Urrestarazu, Miguel. 2000. Manual de cultivo sin suelo. Ed. MundiPrensa



News Horticom

es interactivo.

Desaparecen las páginas dedicadas a Internet en las revistas Horticultura & Internacional y Q&J. Las noticias se generan diariamente a través de páginas dinámicas, y en www.horticom.com trabajamos on-line con autores y colaboradores. Es un sistema más cómodo y fácil, que permite buscar noticias y webs.

Estas páginas de las revistas Horticultura & Internacional y Q&J volverán a aparecer, como plan de comunicación global para informar a nuestros lectores de los contenidos de Horticom y de las empresas y entidades colaboradoras.

