



Alberto Masaguer

alberto.masaguer@upm.es

*Departamento de Edafología.
ETSI Agrónomos.*

Universidad Politécnica de Madrid



M. Cruz López-Cuadrado

*Departamento de Edafología.
ETSI Agrónomos.*

Universidad Politécnica de Madrid



■ Conocer sus propiedades ayuda a su correcta utilización

Sustratos para viveros

Cultivar plantas en contenedor requiere conocer cuáles son las propiedades de los medios de cultivo que contribuyen al desarrollo y los factores que limitan o manifiestan problemas en los cultivos

Los avances tecnológicos en los sistemas de producción de planta de vivero han afectado a todos y cada uno de los aspectos que condicionan el cultivo: factores climáticos, como la automatización de invernaderos; factores biológicos, como la mejora genética de plantas; factores nutricionales, como la introducción de técnicas de fertirrigación y, como no, factores edafológicos, como la introducción de nuevos medios de cultivo. Cultivar en contenedor ha supuesto un cambio radical en la

Ensayos de cultivo de *Dianthus caryophyllus* con diferentes sustratos.

horticultura ornamental, pero no siempre se le ha concedido al sustrato el protagonismo en el éxito de los cultivos y sí demasiadas veces se ha responsabilizado de los fracasos.

El sector de los sustratos es amplio y diversificado abarcando desde los cultivos sin suelo, en la horticultura de consumo, hasta el aprovechamiento de residuos orgánicos en la gestión medioambiental. Tal disparidad de conceptos, objetivos y enfoques en la investigación y desarrollo de los



Ensayos de cultivo de *Pelargonium* zonale con diferentes sustratos.

Dispositivo para evaluar la bioestabilidad de los materiales orgánicos.



materiales empleados como sustratos de cultivo, puede llegar a confundir a los viveristas y jardineros, que en ocasiones tienen dificultad para conocer de forma fehaciente las propiedades de los sustratos que emplean.

Las Normas Europeas de caracterización de los sustratos de cultivo y enmiendas orgánicas (AENOR-UNE) suponen un paso importante en la unificación de términos y sobre todo una metodología analítica que permite hacer un estudio crítico de las propiedades, a la vez que facilita una comparación objetiva de resultados. Por todo ello, es fundamental antes de establecer los cultivos conocer con el máximo detalle las características técnicas de los medios de cultivo.

El primer criterio de selección de materiales de cultivo será recurrir a fabricantes que aporten la mayor información sobre los productos empleados en la elaboración de los sustratos, lo que su-

pone un índice de calidad y una preocupación por ayudar al cliente a una utilización adecuada del sustrato. Este primer dato debe ser analizado sin prejuicios y con valores objetivos, no por tratarse de materiales de carácter residual tienen que infravalorarse como componentes de sustratos, en muchas ocasiones son subproductos con excelentes características. Sí se debe ser crítico a la hora de exigir un tratamiento y valorización correcta que garanticen una transformación apropiada de los mismos y sobre todo una homogeneización en la fabricación, dentro de un mismo lote y en sucesivas campañas.

El segundo criterio a tener en cuenta es conocer las características del vivero: condiciones climáticas, infraestructuras disponibles, especies a cultivar e incluso el tipo de contenedor a emplear. Todo ello puede condicionar las pro-

piedades químicas, físicas y biológicas de los sustratos que debemos emplear. Dichos aspectos están relacionados de forma multivariante y pueden llegar a condicionar el éxito del cultivo.

Estos dos puntos anteriores permiten aplicar el tercer criterio que se refiere directamente a las propiedades de los sustratos. Un sustrato es un sistema de tres fracciones cada una con una función propia: la fracción sólida asegura el mantenimiento mecánico del sistema radicular y la estabilidad de la planta, la fracción líquida aporta a la planta el agua y por interacción con la fracción sólida los nutrientes necesarios, por último, la fracción gaseosa asegura las transferencias de oxígeno y dióxido de carbono del entorno radicular. En este artículo se incide en las propiedades de los sustratos que condicionan en mayor medida los cultivos en contenedor.

El último criterio, que por desgracia se aplica casi siempre en primer lugar, es el económico. Sorprende como sólo se incide en un dato numérico sin tener en consideración la calidad de material y de los rendimientos o aspectos morfológicos del cultivo y comerciales. Incluso no se exige una garantía sobre el volumen suministrado que en alguna ocasión no corresponde con el volumen de sustrato que realmente se factura.

Actualmente, el criterio ambiental no se contempla como condicionante en la selección de los sustratos, pero no cabe duda que la concienciación medioambiental y las restricciones ecológicas en las extracciones de turbas, terminarán por tener que considerar este aspecto. Los problemas derivados de la explotación de las turberas, el fuerte impacto ambiental de la extracción y los elevados costes de una correcta restauración posterior, han limitado su comercialización en zonas con cierta presión ecológica. Paralelamente, se han abierto nuevas explotaciones en localizaciones vírgenes, esto ha dado lugar ocasionalmente a que, por la calidad de los materiales o por los inadecua-

El sector de los sustratos es amplio y diversificado abarcando desde los cultivos sin suelo, en la horticultura de consumo, hasta el aprovechamiento de residuos orgánicos en la gestión medioambiental

dos sistemas de extracción, se han puesto en el mercado turbas de calidades poco controladas. A esta última circunstancia se ha unido la necesidad de gestionar de forma adecuada los residuos orgánicos generados en los sectores agrícolas, agroindustriales, forestales y urbanos. Materiales orgánicos de muy diversa procedencia y todavía más variada composición y propiedades. De estos materiales, con más o menos éxito, se han derivado los denominados sustratos alternativos eco-compatibles.

Propiedades físicas

Al seleccionar un sustrato se asumen propiedades físicas concretas, a lo largo del cultivo suele haber una degradación física de los componentes y un desarrollo de raíces que ocupan el espacio poroso, esto repercute en cierto empeoramiento de las propiedades físicas y la imposibilidad dentro del contenedor de mejorar parámetros como granulometría, densidad, porosidad o distribución de agua y aire en el espacio poroso. Es por ello que el conocer los requerimientos concretos del cultivo y sistemas de manejo, como el riego, es esencial para demandar unas propiedades físicas concretas de los medios de cultivo. Las Normas Europeas aportan metodología para la evaluación de las propiedades físicas (Cuadro 1).

La curva de retención de agua a bajas tensiones es la base para conocer fielmente el comportamiento físico de un medio de cultivo, ésta resume experimentalmente la disponibilidad de agua y aire para la planta a distintas tensiones. Conociendo la curva de humedad del sustrato se establece la correspondencia humedad-aireación, es decir que midiendo la humedad con un tensiómetro se conoce de forma precisa la fracción gaseosa en virtud de la porosidad total. Destaca como valor crítico la aireación, medida a 10 cm de columna de agua (altura frecuente del contenedor). Cuando el sustrato está insuficientemente aireado, las raíces se agru-



pan en la parte superior del contenedor donde hay más aireación, se produce entonces un desarrollo radicular horizontal que continúa por la pared del contenedor, buscando el aire en el límite sustrato/maceta. Esta falta de aireación se traduce en un débil enraizamiento, las raíces apenas exploran la parte central del sustrato y tienden a enrollarse, afectando a la supervivencia de la planta durante el cultivo o en la fase de transplante.

Un parámetro engañoso es la granulometría, a la que es mejor denominar distribución del tamaño de partículas. Es muy importante que el material mantenga cierta homogeneidad y evitar que

Cortezas de pino, uno de los materiales alternativos más empleados como sustrato de cultivo.

El compostaje es la técnica de valorización correcta para los restos de poda.

A la derecha determinación de la densidad aparente compactada en el laboratorio.



los rangos de partículas sean muy dispares. Esto acarrea una reducción del espacio poroso por reordenación de las partículas más finas entre las gruesas y con el tiempo provoca retenciones excesivas de agua y falta de oxígeno en las raíces. Por ello la granulometría, en algunas ocasiones, por sí misma no tiene validez y debe ser complementada con la curva de retención.

Ciertos sustratos orgánicos son compresibles y en el llenado de macetas o durante el cultivo, por el riego, presentan riesgo de deformación por compactación o tienden a la desecación. En algunas turbas o en la fibra de coco se puede llegar a pérdidas de volumen de hasta el 25%, que en ocasiones tienen carácter irreversible. Dicho problema guarda relación con la afinidad de la fase sólida del sustrato por el agua, de hecho se puede constatar que la rehumectación de ciertos productos es larga y que la desecación en exce-

Cuadro 1:

Normas Europeas para la caracterización física de enmiendas orgánicas y sustratos de cultivo.

Referencia	Propiedad evaluada
UNE-EN 12 579	Muestreo
UNE-EN 15 580	Determinación de cantidad
UNE-EN 13 040	Preparación de las muestras para los ensayos físicos y químicos: Materia seca, humedad y densidad aparente compactada de laboratorio
UNE-EN 13 041	Determinación de propiedades físicas: Densidad aparente, volumen del aire, contracción y porosidad



so de un producto puede modificar sus propiedades, y en especial sus propiedades hídricas. Es interesante emplear sustratos con mínima tendencia a la compactación pues comprometen la aireación radicular y evitar sustratos demasiado hidrófobos cuando están secos, esto se consigue con el empleo de materiales fibrosos y con mezcla de varios componentes, puesto que unos retienen más

Los contenedores grandes requieren sustratos más gruesos y con mayor resistencia a la degradación física.

La producción de flor cortada sobre sustrato orgánico requiere conocer muy bien las propiedades físicas.

agua que otros y contribuyen a mantener la estructura.

Propiedades derivadas de la interacción sólido-líquido

Las propiedades químicas de los sustratos son generalmente las más conocidas y más fáciles conceptualmente de entender, puesto que difieren poco de las propiedades tradicionales de los suelos

naturales, aunque su determinación sigue metodología diferente a los análisis de suelos. También existen normas del UNE-EN para evaluar las propiedades químicas (Cuadro 2).

La disolución del sustrato (disolución del suelo) es el resultado de la interacción de la fracción sólida con el agua de riego o la disolución fertilizante. Mediante un extracto acuoso (volumen/



agrocomponentes

Ctra. Balsicas - Murcia, km. 1 - Pol. Ind. Los Palomares
30.591 Balsicas (Murcia)
TEL.: 968 585 776 - Fax: 968 585 770
Info@agrocomponentes.es / www.agrocomponentes.es

Calidad, innovación y compromiso











SISTEMAS DE VENTILACIÓN:
Motores - Cremalleras.

AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS:
Cuadros Manuales y Auto - Salvamotores.

AGROTEXILES Y PLÁSTICOS:
Plásticos - Mallas Antiinsectos - Telas de suelo

PANTALLAS TÉRMICAS Y SOMBREO:
Ahorro energético - Sombreo - Fotoperíodo.

CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN:
Ventiladores - Calefactores - Extractores - Cooling System.







volumen, 1+5) puede simularse dicha interacción y la evolución del sustrato durante el cultivo. El pH y la conductividad eléctrica son determinantes en la selección del sustrato. Los requerimientos de la planta y la disponibilidad de algunos nutrientes marcan la necesidad de un pH adecuado en el medio de cultivo, siempre con una tendencia mayoritaria a valores ligeramente ácidos, entre 5,5 y 6,6. La conductividad eléctrica, índice directo del contenido en sales de los sustratos, puede deberse a una aplicación de fertilizantes o al contenido intrínseco de sales en los materiales empleados. Los valores máximos deben situarse por debajo de 1,0 dS/m, para no comprometer el cultivo por exceso de sales. Sin embargo un manejo adecuado del riego, por ejemplo un riego inicial de 2 ó 3 veces la capacidad del contenedor, pueden ajustar la salinidad causada por elementos solubles. Así en el caso de emplear subproductos del cultivo de champiñón, con elevado contenido en sales, las solubles se lavan con facilidad pero otras permanecen y contribuyen a la fertilización potásica y cálcica del cultivo, reduciendo la necesidad de dichos nutrientes.

El análisis pormenorizado de los elementos solubles en el extracto acuoso 1:5 permite estimar la disponibilidad de elementos solubles para el cultivo. Se deben expresar en mg de elemento por litro de sustrato, lo cual facilita el cálculo de la fertilización para cada contenedor. Se suele analizar

los contenidos de nitrógeno (amino y nitratos), fosfatos, potasio, calcio y magnesio; además de sodio y cloruros en el caso de conductividades elevadas. Entre los valores obtenidos deben establecerse las relaciones catiónicas o aniónicas que contribuyan a la óptima nutrición de los cultivos (Norma UNE-EN 13 652).

En el estudio de los componentes destacan la materia orgánica y el nitrógeno total. La materia orgánica puede informar del origen de los materiales y sobre todo del carácter orgánico o mineral del sustrato, además los diferentes tipos de turba se diferencian por su contenido en carbono orgánico y por la evolución de su degradación. El nitrógeno total indica la reserva de este nutriente y a través de la relación C/N revela el grado de estabilización de los materiales compostados. La relación C/N se suele optimizar entre 10 y 20, aunque en materiales muy lignificados, como las cortezas de pino, dichos valores pueden llegar a duplicarse sin que esto implique una incorrecta transformación y estabilización de la materia orgánica por el compostaje.

Desarrollo radicular de dos sustratos de cultivo distintos.

Cilindro normalizado para la determinación de cantidad.

El complejo de cambio es un factor destacado en el estudio de la fracción sólida de los sustratos. La naturaleza mayoritariamente orgánica de los sustratos para plantas de viveros, implica que se trata de materiales con una alta fijación de cationes en las estructuras de las sustancias húmicas, así los equilibrios de adsorción-desorción del complejo regularan el aporte de nutrientes a la disolución del sustrato y por consiguiente a la planta. Su valor es muy variable y depende directamente del tipo de material orgánico, además las estructuras químicas dichos materiales presenta cargas variables dependientes del pH, esto hace que por ejemplo una misma turba pueda variar significativamente su CIC en función de si ha sido enalada, aumentado su pH, o no. Esta enorme variabilidad y la dificultad establecer una metodología reproducible y sencilla de su determinación no ha permitido proponer una norma para la capacidad de intercambio catiónico, pero sin embargo existe bibliografía científica que permite el estudio profundo del complejo de cambio.

Propiedades biológicas de los sustratos

Existe una preocupación general sobre la estabilidad biológica de los sustratos, entendida ésta como la resistencia a la biodegradación de los componentes orgánicos del mismo. Este problema se puede acentuar cuando se emplean subproductos orgánicos com-

La base del éxito en el manejo de los sustratos supone solicitar a los suministradores la información y sus propiedades y realizar experimentaciones propias para ajustar el manejo a las características del vivero



Cuadro 2:

Normas Europeas para la caracterización química de enmiendas orgánicas y sustratos de cultivo.

Referencia	Propiedad evaluada
UNE-EN 13 037	Determinación de pH
UNE-EN 13 038	Determinación de la conductividad eléctrica
UNE-EN 13 039	Determinación de la materia orgánica y cenizas
UNE-EN 13 650	Extracción de los elementos solubles en agua regia
UNE-EN 13 651	Extracción de los elementos solubles en cloruro de calcio/DTPA
UNE-EN 13 652	Extracción de los elementos en agua
UNE-EN 13 654-I	Determinación del nitrógeno. Método Kjeldahl modificado
UNE-EN 13 654-II	Determinación del nitrógeno. Método Dumas

postados de forma incompleta.

Las consecuencias de una falta de estabilidad biológica inciden sobre varios aspectos en el cultivo. Por un lado en los aspectos físicos se aprecia una compactación por pérdida de volumen y disminución de porosidad total, paralelamente se produce una disminución del contenido en aire y el aumento del contenido en agua

a 10 cm de tensión. En cuanto a las propiedades químicas se observa un aumento del pH, de la CIC y de la salinidad debido a la producción de elementos minerales por mineralización, dependiendo de la calidad del agua de riego y del manejo del mismo.

Todo esto hace pensar en la importancia de conocer y medir la bioestabilidad de los materiales

utilizados. Un índice empleado hasta ahora era la relación C/N pero se ha demostrado que no siempre es suficiente, es necesario conocer la composición de la materia orgánica y su evolución. Por ello se está trabajando en determinar índices de madurez y estabilidad de los compost para evaluar los sustratos.

Por otra parte, se han publicado trabajos en los que se demuestra que el compost es capaz de controlar el crecimiento de determinados microorganismos patógenos, evitándose así el desarrollo de enfermedades hasta en un 70%. En uno de los estudios realizados se comparó la actividad biocontrol de un plaguicida tradicional (metalaxyl), cuyo uso es el control de *Phytophthora ultimum*, y los resultados mostraron el efecto supresivo del compost sobre el fitopatógeno.

Se ha ensayado con compost de residuos urbanos, lodos de

INVERCA
TECNOLOGÍA
PRODUCTIVA

INVERCA
GRUPO INVERCA

INVERNADEROS Y TECNOLOGÍA, S.A.
INVERNADEROS DE CASTELLÓN, S.A.
Pol. "El Serrallo", Ctra. Grao-Almazora, Km 1,5
12100 GRAO DE CASTELLÓN (ESPAÑA)
Tel. 0034 964 28 22 32
Fax 0034 964 28 24 40
e-mail: inverca@inverca.es
<http://www.inverca.es>

LA CALIDAD Y EL DISEÑO DISTINGUEN A LOS INVERNADEROS INVERCA

DISEÑAMOS EL INVERNADERO ADAPTÁNDONOS A LAS NECESIDADES DE SU CULTIVO, CON EL FIN DE QUE OBTENGAN LA MÁXIMA RENTABILIDAD

depuradora, residuos agrícolas y de podas, observándose una considerable disminución de enfermedades causadas por organismos tales como: Phytophthora en pimiento y Fusarium sp en melón y tomate. Así, existen múltiples conclusiones experimentales donde se pone en evidencia el potencial que tiene el uso de sustratos enriquecidos para suprimir o controlar las enfermedades fitopatólogicas de los cultivos.

Aspectos prácticos en la utilización de sustratos

A modo de conclusión o resumen se pueden resaltar algunos aspectos de gran utilidad en el empleo de sustratos en viveros.

En España la comercialización de sustratos es un tema pendiente en la legislación. Por un lado existen unas Normas Europeas, denominadas UNE-EN, que suponen un importante avance pero no son de obligado cumplimiento. Por otra parte el RD 825/2005 sobre productos fertilizantes contempla las enmiendas orgánicas pero no se refiere a los medios de cultivo. Requerir de los productores de sustratos el cumplimiento de las normas UNE y las especificaciones y etiquetado recomendadas por el CEN (Comité Europeo de Normalización) puede ser una buena práctica. El cumplimiento de la norma EN 15580, sobre la determinación de cantidad, permite al viverista co-



nocer en realidad los €/m³ que realmente le cuesta la turba o sustrato que compra.

Por último destacar una situación recurrente y que el Dr. Manuel Abad (UPV) acuñó como el paradigma del sustrato ideal. No existe el sustrato ideal, el mejor sustrato de cultivo en cada caso, varía en función de numerosos factores de tipo: vegetal (especie, semilla, esqueje, planta), climático, tamaño y forma del contenedor, sistema de riego y fertirrigación y sobre todo experiencia en el manejo de un sustrato concreto.

Por lo tanto, la base del éxito en el manejo de los sustratos supone por una parte solicitar a los suministradores la mayor información sobre las propiedades y por otra realizar experimentaciones propias para ajustar el manejo a las características concretas del vivero. De la misma manera que cada especie, o incluso va-

Un sustrato bien aireado produce sistemas radiculares profundos y sanos.

riedad, requiere un sistema de cultivo específico, es importante asumir que no todos los sustratos se deben regar o abonar de la misma manera, cada uno tiene sus características, <http://www.mapya.es/es/agricultura/agricultura.htm> la selección debe ir pareja a las condiciones de cultivo y a la propia experiencia.

Bibliografía

- Abad, M., 1991. Los sustratos hortícolas y las técnicas de cultivo sin suelo. En: La horticultura Española en la C.E. Ediciones de Horticultura. Reus. PP 270-280.
- Ansorena J., 1994. Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 172 pp.
- Burés, S., 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas, Madrid. 341 pp.
- Benito, M.; Masaguer, A.; Moliner, A.; Arrigo, N.; Palma, R.M. 2003. Chemical and microbiological parameters for the characterisation of the stability and maturity of prunin waste compost. Biol Fertil. Soils 37, 184-189.
- Cadahía, C., 2005. Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3ª edición ampliada. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 681 pp.
- Normas de mejoradores de suelos y sustratos de cultivo. <http://www.aenor.es>.
- Sustratos de cultivo para ornamentales. <http://www.mapya.es/es/agricultura/pags/sustrato/sustrato.htm>.
- Lemaire, F. Darigues, A., Riviere, L-M, Charpentier, S., Morel, P., 2005. Cultivos en macetas y contenedores. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 210 pp.
- Pascual J; A. Bernal y M. Ros. 2004. I Internacional Conference on Soil and Compost Eco-Biology. Conference book. León, Spain. pp. 223-224.

agrotek

Balsas y depósitos fabricados por Agrotek para rendir durante muchos años

Capacidad desde 8 m³ hasta 2.000 m³ en depósitos por segmentos desmontables

Adecuados en aplicaciones específicas para productos de difícil contenimiento, mediante el uso de materiales probados en laboratorio y avalados por la práctica de 20 años de trabajo e I+D.



e-mail: plastics@arrakis.es web: www.plasticstecnics.com

PLÀSTICS TÈCNICS I AGROTECNOLOGIA, S.L.

Camí del Mig s/n. (Pol. Ind. Pla d'en Boet)
Apdo. Correos 120 - 08300 MATARÓ (Barcelona)
Tel. 93 757 30 25 - Fax 93 757 21 83

Basacote® Plus

EL ABONO QUE
LO CUBRE TODO



NUEVA GENERACIÓN DE ABONOS RECUBIERTOS PARA CULTIVO DE PLANTA ORNAMENTAL



COMPO es referente en fertilizantes especiales por calidad, innovación y tecnología. Nuestro compromiso se basa en la creación de productos y servicios que contribuyen a mejorar la productividad y rentabilidad de la agricultura y cultivos especiales, respetando el medioambiente.

Basacote Plus supone un avance técnico en abonos recubiertos de liberación controlada. Las prestaciones de la cubierta Poligerr®, su tecnología exclusiva y el riguroso control del proceso de fabricación, garantizan un comportamiento fiable y seguro incluso en las condiciones más desfavorables.

El resultado es evidente: nutrición, desarrollo equilibrado y máxima productividad de los cultivos. Con total seguridad.

COMPO Agricultura
Joan d'Àustria, 39-47
08005 Barcelona
Tel. 93 224 72 22
Fax 93 221 41 93
www.compo.es



Una empresa del grupo K+S