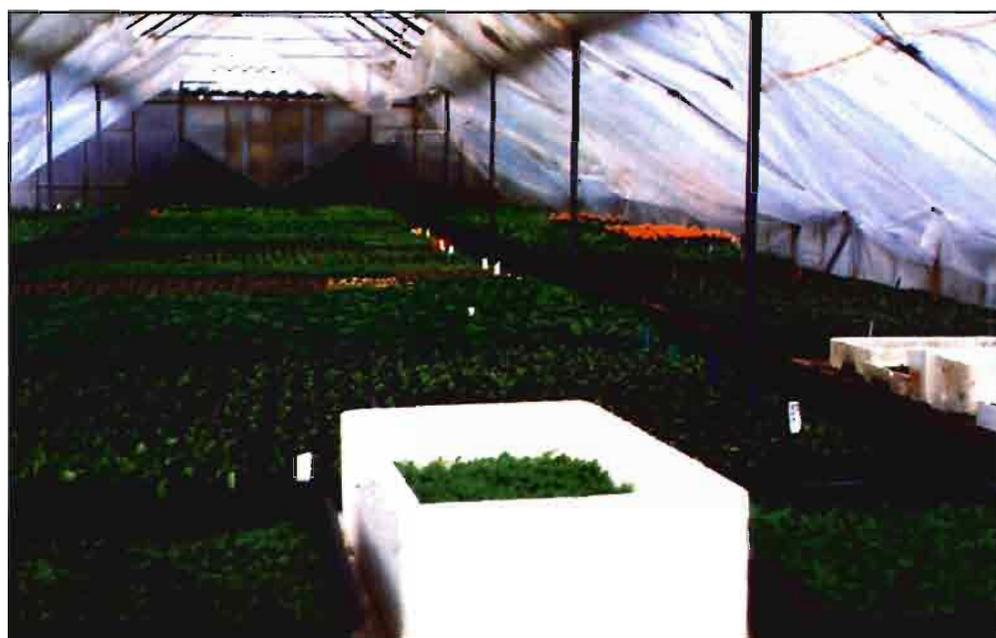


Los sustratos en los semilleros hortícolas

La elección más adecuada para obtener óptimos resultados

El empleo de sustratos en la horticultura tiene como base la necesidad de obtener plántulas sanas y en buenas condiciones para la producción. Los semilleros hortícolas son el primer uso generalizado de sustratos de cultivo en la producción vegetal.

● FRANCISCA GUERRERO. ALBERTO MASAGUER. Dpto. Edafología. UPM



Vista general de un semillero comercial, S-24.

El concepto de sustrato toma toda su dimensión si lo aplicamos a los semilleros: un sustrato de cultivo es un medio fuera del suelo en que se desarrollan las plantas; esto implica que, en un volumen limitado y reducido, el sustrato debe suministrar a la planta aire, agua y nutrientes, todo ello en la proporción y condiciones adecuadas.

El avance de la horticultura ha ido paralelo al desarrollo de técnicas capaces de controlar correctamente las condiciones del cultivo (sustratos, riego, fertilización, clima y patología de las plantas) y las características propias de las plantas que se cultivan (mejora varietal y resistencia a plagas, entre otras). Por ello el desarrollo de los sustratos

de cultivo en horticultura ha sido exponencial y el hablar de sustratos en la producción hortícola conlleva mencionar en qué condiciones y bajo qué técnicas de cultivo se va a emplear el sustrato. Es por ello que a menudo la elección de un determinado sustrato lleva aparejado un conocimiento del manejo a que va a estar sometido.

Todo ello lleva a pensar que el concepto, en ocasiones socorrido, de sustrato ideal se ve cada vez más supeditado al binomio sustrato-sistema de cultivo, es decir, un buen sustrato depende del uso que vayamos a hacer de él y de la técnica de cultivo a emplear.

La obtención de nuevas plantas, con óptima calidad, a partir de la semilla requiere

una correcta germinación y posterior desarrollo de las plántulas; para ello deberá cumplirse: a) que la semilla sea de buena calidad y viable, b) que supere posibles barreras y mecanismos que dificulten la germinación, c) que el sustrato responda a los requerimientos de la planta y d) que se pongan en las correctas condiciones de humedad, luz y temperatura, para que la germinación y crecimiento de la planta sea rápido y dé plantas bien formadas.

Sin llegar a ser exhaustivos, pero sí de un modo práctico, vamos a exponer cuáles son los materiales más empleados, las propiedades y el significado de las mismas para poder hacer una elección adecuada y seguir una metodología de cultivo que lleve a obtener buenos resultados en los semilleros hortícolas.

Materiales empleados

Las turbas

Tradicionalmente se ha utilizado la turba como materia prima para la elaboración de los sustratos para los semilleros, ya que presenta un elevado espacio poroso, capaz de retener agua y aire.

Ante la creciente demanda del material turba en la producción hortícola y ornamental, es necesario racionalizar el consumo, con el fin de hacer sostenible el desarrollo. Para una correcta elección de las turbas como sustrato para semilleros conviene revisar, como mínimo, las características presentadas en el **cuadro 1**. En dicho cuadro, el aspecto relativo a la capacidad de retención de agua está cuantificado a partir del parámetro tamaño de fibras y la relación sustrato/agua a capacidad de campo. La salinidad se cuantifica a partir de la conductividad eléctrica en extracto acuoso 1:5. A la vista de lo que se expone se deduce que se han de seleccionar para semilleros materiales de granulometría fina, que concuerdan con la elevada capacidad de retención de agua por regla general, teniendo que ser el nivel de salinidad por debajo de 500 microsiemens/cm a 25 °C.

Como hemos indicado, no todas las turbas son iguales, su diferencia fundamental

reside en los restos vegetales de las que proceden. Las más interesantes son las formadas sobre ciertos musgos (*Sphagnum* sp) ya que tienen la propiedad de, tras su transformación, seguir reteniendo agua en grandes cantidades. Es importante también el grado de descomposición. Las turbas rubias poco descompuestas mantienen unas óptimas características físicas como sustratos, por su parte las negras se apelmazan y producen bajas aireaciones.

Residuos forestales

Los más destacados, para su uso en semilleros, son las cortezas de pino. Debido a su estabilidad y elevada porosidad tienen éxito como sustrato de cultivo. Sin embargo, debemos realizar algunas consideración sobre este material. Su procedencia hace que presenten compuestos fenólicos y taninos que pudieran tener efectos fitotóxicos para el cultivo; es por ello que las cortezas deben ser sometidas a algún tipo de proceso previo, compostaje o proceso térmico, que elimine dichos compuestos y eviten riesgos en los semilleros. El proceso de compostaje debe ser completo y llegar a una estabilización total del producto, esto evita problemas indeseados de fermentación de la corteza en el recipiente de cultivo, que podría producir pérdidas importantes.

Al igual que sucede con las turbas, las cortezas son materiales orgánicos que deben mantenerse en condiciones adecuadas de almacenamiento. Si estos materiales se secan en exceso pueden resultar difíciles de rehumectar y no siempre recuperan sus propiedades iniciales. En sus propiedades químicas debemos fijarnos especialmente en la relación carbono/nitrógeno, indicador del grado de madurez. Las cortezas de pino suelen necesitar un aporte suplementario de nitrógeno para evitar deficiencias de este nutriente durante el cultivo, y muy en especial, en los semilleros.



Detalle de las bandejas de semillero, S-28.

Las cortezas de pino suelen emplearse para abaratar los costes en la fabricación de sustratos de cultivo a base de turba, aunque en la mayoría de los casos es la turba, como componente minoritario, la que se emplea para mejorar en ciertos aspectos a las cortezas de pino. Los sustratos de cortezas, con algún mejorador de propiedades físicas, con una granulometría fina y con una corrección del nitrógeno, pueden resultar válidos para la preparación de semilleros hortícolas, con una reducción importante de precio frente a las turbas y con un mayor respeto por el medio natural.

Materiales inorgánicos

Es muy corriente el empleo de algunos materiales minerales en la mejora de algunos aspectos de los sustratos orgánicos. La naturaleza de éstos es muy diversa, de características muy diferenciadas y con objetivos diferentes. En algunas ocasiones se realizan semilleros directamente sobre estos materiales, en este caso las condicio-

nes de cultivo, riego y fertilización son muy específicas, ya que los sustratos inorgánicos presentan generalmente bajas capacidades de retención de agua y contenidos bajos en nutrientes.

Se usan arenas y gravas con objeto de aumentar el peso del sustrato y mejorar la estructura. Según el origen silíceo o calcáreo pueden tener influencia sobre el pH del sustrato; deben contemplarse la ausencia de elementos no deseados como sales nocivas, semillas o enfermedades.

La perlita, material volcánico que, sometido a alta temperatura, se expande dando un producto ligero, confiere a los sustratos de cultivo un aumento en la aireación. Se trata de un producto muy inerte con pH entre 7 y 7,5. Presenta diferentes granulometrías y una estabilidad estructural variable que condiciona sus diferentes aplicaciones.

La vermiculita, arcilla que sometida a proceso térmico se expande dando un producto con alta capacidad de intercambio catiónico, debido a una estructura laminar con elevada densidad de carga y superficie específica. Todo ello permite una alta retención de nutrientes de forma cambiante y con contenidos especialmente elevados de magnesio y potasio. Se trata de un material estéril pero no inerte, que además tiene una gran retención de agua.

Arcilla expandida, presentada en esferas de diferentes diámetros, es un material muy estable y con excelentes propiedades de aireación. Incorporada al sustrato, en pequeñas cantidades, la arcilla expandida puede mejorar propiedades físicas en productos con tendencia al encharcamiento.

Otros materiales

Cuando las condiciones del cultivo lo requieren y la tecnología lo permite, se pueden desarrollar semilleros sobre materiales

CUADRO I. EVALUACION DE LAS TURBAS PARA SEMILLEROS HORTICOLAS

Tamaño de fibras			Humedad a Capacidad de campo (%)			Propiedades químicas									
Finas	Medias	Gruesas	<450	450-650	>650	Acidez pH en KCl (1:5)			Carbonatos % CaCO ₃			Conductividad eléctrica dS/m a 25°C (1:5)			
						≤4	4-7	≥7	Nulo	5	≥5	0,5	0,5-2	2-4	≥4
P	A	T/N	N	T	P	N	P	T	P	A	T/N	P	A	T	N

P = Utilización preferente. A = Aceptable. T = Tolerable. N = No debe utilizarse.

CUADRO II. CONTENIDO EN FIBRAS

Tipo de fibras	Tamaño (cm) y porcentaje	Usos
Finas	Más del 90% menor de 0,6 cm	Semilleros
Medias	Más del 80% menor de 0,6 cm	Contenedores
Gruesas	Tamaños entre 0,6 y 3,8 cm	Suelos artificiales y enmiendas

especiales como es la lana de roca, un material sintético inerte, con baja capacidad de retención de agua y totalmente estéril. Debido a sus características y gracias a una dosificación programada de nutrientes a través del riego, permite la obtención de una alta productividad en la horticultura intensiva. La germinación de semillas se realiza, en ocasiones, directamente sobre pequeños tacos de lana de roca que posteriormente se depositan sobre las planchas de cultivo. Este tipo de sistema está supe-
ditado a un control estricto del semillero y limitado a semillas de fácil germinación y buen desarrollo radicular.

Evaluación de sustratos para su uso en semilleros

En primer lugar, hemos de recalcar que la turba es el material que tradicionalmente se ha venido utilizando en los semilleros debido a sus peculiares características. Insistimos en la necesidad de incorporar otros materiales, al ser la turba un recurso de lenta renovación, aproximadamente 6 cm/siglo (Dawson 1965), y suponer un grave riesgo ecológico la explotación de los humedales en donde se encuentran.

Para evaluar materiales orgánicos para su uso en semilleros hemos de tener en cuenta cuatro aspectos básicos, referentes a:

- 1°. Capacidad de retención de agua.
- 2°. Proporción de poros con aire.
- 3°. Capacidad de retención de nutrientes.
- 4°. Grado de evolución de la materia orgánica.

Una buena capacidad de retención de agua, compatible con una aireación suficiente y, a la vez, que sean retenidos los nutrientes es corriente en la turba. En caso de una inconveniente evolución de la materia orgánica, se puede actuar sobre ella. Además, se ha de considerar:

- 5°. La salinidad.
- 6°. La acidez.
- 7°. El contenido en carbonatos.
- 8°. El contenido en nutrientes.

Los aspectos básicos que se han enumerado anteriormente han de tener una cuantificación y una relación con una producción vegetal. De ambos aspectos nos ocuparemos a continuación, para lo cual se han de definir los siguientes parámetros:

1. Contenido en fibras. Parámetro que está relacionado con el grado de evolución de la materia orgánica, en caso de no haber sufrido este material ningún proceso de trituración, y con la porosidad. Se consideran fibras a las fracciones que superan los 0,15 mm. Gallagher (1975) determina los usos más apropiados de las turbas según los tamaños y las propor-

nes de las fibras. En el **cuadro II** se relaciona el tamaño de las fibras con el tipo de las mismas y con el uso más conveniente de la turba.

2. Densidades. Porosidad. La relación entre la densidad aparente, $D_a = M_s/V_t$, y la real, $d_r = M_s/V_s$, nos permite evaluar el espacio poroso, de extraordinaria importancia en este tipo de materiales. Interesa que este sea elevado, para que exista agua y aire a la vez en la zona de raíces:

$$\%P = 100.(1-D_a/d_r)$$

El espacio poroso contiene macroporos y microporos, dependiendo del tamaño de los mismos, que a su vez está relacionado con la menor o mayor capacidad de re-

tención de agua. Cuando se deja drenar libremente, después de un riego intenso o de una lluvia abundante, los macroporos quedan llenos de aire y los microporos de agua. Cuando se somete a capilaridad, los macroporos quedan llenos de aire y los microporos de agua.

3. Capacidad de retención de agua. En primer lugar, se ha de señalar el distinto comportamiento de los materiales de naturaleza orgánica con respecto a la capacidad de retención de agua: si está en estado natural o ha sufrido algún proceso de desecación, se vuelven hidrófobos y son difíciles de rehúectarse, con el consiguiente perjuicio económico.

En este apartado se han de considerar dos parámetros bien definidos. El primero, concerniente al porcentaje de agua retenida a 1/3 atm (estimación clásica del concepto de capacidad de campo) y el segundo, la proporción de poros con aire a dicha humedad (Van Dijk, 1976).

En los **cuadros III y IV** se resume la capacidad de retención de agua a capacidad de campo y la aireación.

4. Grado de evolución de la materia orgánica. El grado de evolución de la materia orgánica se relaciona con el parámetro relación carbono/nitrógeno (C/N), indicativo de la susceptibilidad a mineralizarse o a inmovilizar el nitrógeno, produciendo el efecto «hambre de nitrógeno». En el **cuadro V** se relaciona dicha relación con la calificación, dato a tener en cuenta tanto para contenedores como para enmiendas orgánicas.

5. Capacidad de retención de nutrientes. Acidez. Estas cualidades están relacionadas con la capacidad de intercambio catiónico, CIC meq/100g, y con el porcentaje de saturación por bases, V%.

Con fines de evaluación se pueden utilizar los valores y la calificación del **cuadro VI**.

6. Carbonatos. Se recomiendan turbas o materiales orgánicos sin carbonatos para semilleros y para contenedor, ya que con un contenido superior al 5% son inadecuadas como sustrato, por entrañar problemas de inmovilización de nutrientes, como puede ser de hierro y de fósforo.

7. Salinidad. La salinidad se evalúa mediante la medida de la conductividad eléctrica en extracto de saturación acuoso, al igual que el pH. En el **cuadro VII** se dan valores de la conductividad eléctrica en dS/cm a 25°C (CE) y su calificación en relación con la producción vegetal. Como ocurre con todos los parámetros anteriores, las calificaciones son generales, ya que siempre se ha de tener en cuenta las necesidades de la planta a cultivar.

CUADRO III. RETENCION DE AGUA

% de agua a 1/3 atm	Poder de retención
Mayor de 850	Alto
Entre 850-450	Medio
Menor de 450	Bajo

CUADRO IV. AIREACION

% poros con aire	Clasificación
Mayor de 40	Sin problemas
Entre 20 y 40	Ligero problema
Menor de 20	Problema serio

CUADRO V. RELACION C/N

% de agua a 1/3 atm	Poder de retención
Menor de 20	Buena
Entre 20 y 25	Discreta
Entre 25 y 30	Deficiente
Mayor de 30	Mala

CUADRO VI. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO Y pH

CIC (meq/100 g)	Clasificación
Mayor de 100	Muy alta
Entre 100 y 75	Alta
Entre 75 y 50	Media
Menor de 50	Baja
pH en pasta saturada	
Menor de 4	Muy ácida
Entre 4 y 7	Medianamente ácida
Mayor de 7	Básica

CUADRO VII. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

CE dS/m a 25°C	Clasificación
Menor de 0,5	Sin riesgo
Entre 0,5 y 2,0	Riesgo medio
Entre 2,0 y 4,0	Riesgo alto
Mayor de 4,0	Riesgo muy alto

En caso de disponer de agua para el riego de buena calidad, de salinidad baja, y en condiciones de abundante riego, las sales son lavadas y la solución del sustrato se equilibra con la salinidad del agua de riego.

Metodología para la evaluación de sustratos

Los sustratos a utilizar en los semilleros han de tener un espacio poroso elevado, siendo por regla general el volumen de materia seca del 5%; el resto es espacio poroso, en donde han de competir el contenido en agua con la aireación. La cantidad de agua ha de ser elevada y a la vez tiene que ser suministrada a la planta con facilidad, sobre todo teniendo en cuenta que las raíces están poco desarrolladas. Por otro lado, el porcentaje de poros con aire ha de ser suficiente para evitar problemas de anaerobiosis que conllevan a una asfixia radicular.

De lo dicho anteriormente, se deduce que las determinaciones clásicas de capacidad de campo y de punto de marchitez que se aplican para la evaluación de suelos minerales no tienen interés a la hora de evaluar sustratos.

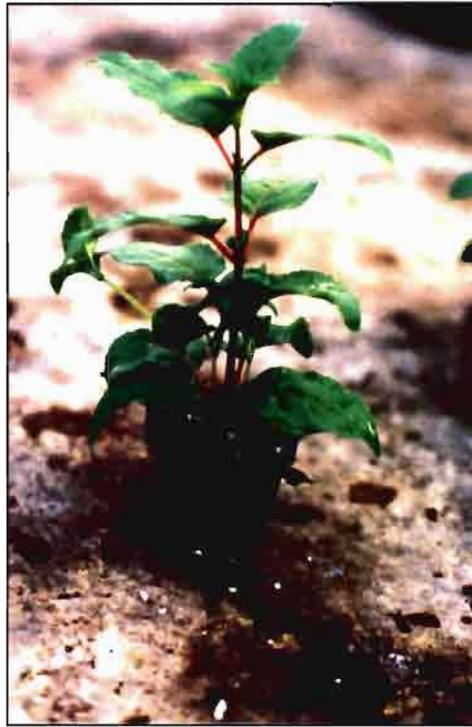
Por todo ello se ha de realizar la determinación de la «curva característica de humedad» a bajas succiones, entre 0 y 100 cm de succión de columna de agua, es decir, entre 0 y 1/10 atm, muy por encima de 1/3 atm y de 15 atm, puntos estimativos de la capacidad de campo y del punto de marchitez (Guerrero, 1989). De ella se obtienen los siguientes parámetros:

- Volumen de aire a 10 cm de succión, V_{a10} .
- Agua fácilmente utilizable, AFU.
- Capacidad compensadora de agua, CCA.
- Agua difícilmente utilizable, ADU.
- Succión en centímetros a la que se iguala el espacio poroso ocupado por agua y aire, R.

De forma paralela se ha de ir determinando la humedad de la muestra (%H), las densidades aparentes y real, D_a y D_r , con el fin de determinar la porosidad (%P). Se ha de tomar siempre como referencia la materia seca a 105 °C.

Preparación de mezclas para fabricar sustratos para semilleros

En ocasiones interesa conocer las características de distintos materiales susceptibles de ser utilizados como sustratos ya que al mezclarlos se pueden obtener unas características más apropiadas para distintos cultivos. Las mezclas siempre se realizan en volumen, debido a las distintas



Un ejemplo de cepellón bien formado en semillero, S-20.

densidades que pueden tener estos materiales.

Con las mezclas se puede conseguir:

- Abaratar el producto, al poder sustituir la turba de importación por turba nacional u otro residuo de características conocidas. En el caso de los semilleros hortícolas, económicamente no es rentable arriesgar la producción por utilizar un sustrato inadecuado, por lo que no se recomiendan productos residuales que no tengan una calidad contrastada.
- Incidir sobre las propiedades físicas de un sustrato.
- Mejorar las propiedades químicas, adecuándolas a las necesidades del cultivo.
- Modificar las propiedades biológicas, incidiendo sobre la relación C/N. ■

BIBLIOGRAFÍA

ABAD, M., MARTINEZ-GARCIA, P. F. Y MARTINEZ-

- CORTS J. 1992. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. *Actas de Horticultura* núm. 11: 141-151. SECH.
- ANSORENA, J. 1994. *Sustratos*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 172 pp.
- BLANC, D. 1987. *Les Cultures hors Sol*. 2ª ed. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Paris. 409 pp.
- GUERRERO, F. 1989. *Estudio de las propiedades físicas y químicas de algunas turbas españolas y su posible aprovechamiento agrícola*. INIA. Serie Tesis Doctorales.
- INSAUSTI, J. A. 1993. Serie sustratos de cultivo. *Flor: Cultivo & Comercio*. 3-93/6-93.
- LEMAIRE F., DARTIGUES A., RIVIERE L.M. Y CHARPENTIER S. 1989. *Cultures en pots et conteneurs*. INRA. Paris, 184 pp.
- MASAGUER, A., MOLINER, A. Y GUERRERO F. 1990. Metodología para la evaluación de sustratos hortícolas a base de residuos ganaderos y forestales. I Congreso de Química de la ANQUE. Tenerife.
- MASAGUER, A., MOLINER, A. Y GUERRERO F. 1997. Evaluación agronómica de diferentes cortezas de pino para la producción de *Pinus pinea* en contenedor. *Actas de Horticultura*, núm. 17, 82-88.
- PENNINGSFELD, F., KUZMANN, P. 1983. *Cultivos Hidropónicos y en Turba*, 2ª ed. Mundi-Prensa. Madrid. 343 pp.
- RAVIV, M., CHEN, Y., INBAR, Y. 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants. En: *The Role of Organic Matter in Modern*

Bomba inyectora de fertilizantes T.M.B.

Modelos para caudales desde 10 hasta 1.200 l/h.

Construcción robusta de acero inoxidable y cauchos especiales.

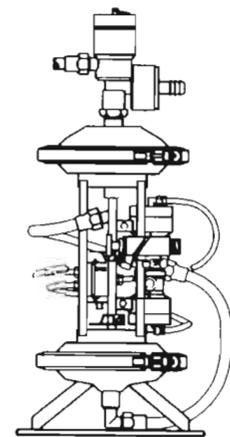
Funcionamiento hidráulico.

No provoca pérdida de carga en la red de riego.

Garantía de entrega de recambios.

Exija T.M.B. y obtendrá resultados.

Pídalas a su proveedor habitual



Con la garantía y seriedad de:

Copersa

Apartado de Correos, 140
08340 - VILASSAR DE MAR
Tel.: (93) 759 27 61
Fax: (93) 759 50 08