

*Estudio de los sustratos*

## Parámetros a tener en cuenta en los sustratos

*Determinar las características de los sustratos es fundamental de cara a obtener los rendimientos óptimos en los cultivos*



Montserrat Llorba  
Elena Baró

Ing. Técn. Agrícolas

Uno de los principales objetivos de los avances en la agricultura se ha fijado en el estudio de los sustratos, con el fin de determinar sus características y poder así obtener los rendimientos óptimos en los cultivos. Para

Vista de un yacimiento de turba cortical. Foto: Griendtsveen

ello, será importante destacar una serie de factores que podrán ser susceptibles de alteración, destacando como más importantes el análisis del pH y de la conductividad eléctrica, que nos permite manipular los niveles de nutrientes y controlar el uso de los fertilizantes. Tres de los métodos

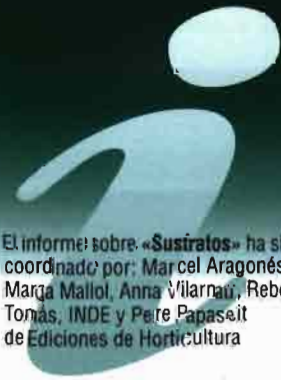
### Sumario

Parámetros a tener en cuenta en los sustratos  
MONTSERRAT LLURBA  
ELENA BARÓ  
Pág. 31

Caracterización física de los sustratos de cultivo  
VALENTIN TERES  
AITOR ARTETXE  
ANABEL BEUNZA  
Pág. 38

Cultivo sin suelo con recirculación de lixiviados  
ANTONIO L. ALARCON  
ESTHER MADRID  
Pág. 42

Caracterización de sustratos. Luces y sombras de la normativa europea  
JAVIER ANSORENA  
Pág. 48



El informe sobre «Sustratos» ha sido coordinado por: Marcel Aragonés, Marga Mallol, Anna Vilarnau, Rebeca Tomás, INDE y Peire Papaseit de Ediciones de Horticultura

Algunas de las materias primas utilizadas en la composición de sustratos. De arriba a abajo: turba rubia escandinava, turba del Norte de Alemania, turba mezclada, fibra de coco, humus de corteza, cáscaras de arroz y arcilla.

practicados son los basados en la dilución 1:2, dilución 1:5, y en la saturación del extracto del sustrato a partir del agua desionizada.

A partir de aquí, es importante considerar tres factores antes del análisis, que son: el número de muestras necesarias para conseguir que la muestra escogida sea representativa; considerar los intervalos de fertilización y muestreo, y finalmente, conocer el lugar de donde hayamos obtenido las muestras.

---

***El análisis del pH y de la conductividad eléctrica del sustrato, nos permitirá manipular los niveles de nutrientes y controlar el uso de los fertilizantes***

---

Durante el proceso, será interesante mantener una humedad uniforme. Cabe destacar que en los métodos de dilución 1:2 y en el de 1:5, es importante que las muestras se encuentren desprovistas de humedad, debido a que se basan en la disolución del sustrato en agua (el secado de la muestra podrá realizarse fácilmente a partir de su colocación, en un horno a la temperatura de 38-49 °C).

Tanto el pH como la conductividad eléctrica serán susceptibles de los cambios producidos durante el período de muestreo.

**Caracterización del sustrato**

En la actualidad, se ha desarrollado un interés creciente en el cultivo de plantas en contenedores de distintas formas y dimensiones, utilizando diferentes tipos



de sustratos.

Los estudios se han realizado por la necesidad de estandarizar la producción, y reducir y controlar las emisiones al medio ambiente de materiales potencialmente inadecuados durante el proceso productivo.

El sustrato utilizado requerirá tener un grado de anclaje importante, para conseguir un correcto desarrollo del aparato radicular e impedir su interferencia sobre el comportamiento de la solución nutritiva y finalmente, que devuelva fácilmente el agua disponible, asegurando además una porosidad apropiada.

**Propiedades físicas y químicas del sustrato**

El estudio de los sustratos, ha sido de más fácil desarrollo, a partir del cultivo en contenedores, proceso que ha permitido establecer ciertas relaciones entre las propiedades hidráulicas. Es por ejemplo el caso de:

-La curva de retención hídrica. Relaciona el contenido de agua en un medio poroso, con la tensión a la cual es retenida. Es función de la distribución de la dimensión del poro.

-La curva de conductividad hidráulica. Estudia la predisposición del medio para transmitir el agua de un punto a otro, al variar el contenido de humedad y el gradiente de potencial.

Es conveniente introducir el concepto de Capacidad de contenedor, definido como la capacidad de agua retenida por el sustrato en el contenedor tras haberse aplicado el drenaje libre a partir de su estado saturado.

En el cultivo en contenedores, el campo de variación de la tensión oscila entre 0-25 KPa, pero con más frecuencia, entre 0-10 KPa. Definiéndose de esta forma, el estado de saturación del medio cuando el valor de la tensión es igual al valor nulo.

**Peso específico aparente**

Es la relación entre el material seco con el volumen que ocupa. El peso seco vendrá dado por la permanencia de la muestra en un horno a 105° C, durante un período de 24 a 48 horas. Previo a la determinación, se tendrá que

# Flora gard®



## Substratos especiales de Floragard para plantar y enmacetar. Los productos para su éxito en el cultivo.

Después de una propagación exitosa y para un óptimo crecimiento de la planta, Floragard ha elaborado substratos especiales para plantar y enmacetar, que proveen a cada cultivo todo lo necesario.

Según el cultivo, contienen el abonado adecuado; los hay con arcilla o sin ella; o están destinados a cultivos especiales. La turba rubia del norte de Alemania forma parte de todos los substratos especiales, asegura una estructura estable, una dispersión óptima de agua y suficiente aireación del cultivo. Nuestros asesores técnicos, podrán aconsejarles.



# Flora gard®

saturar la muestra y haberla puesto en equilibrio, a la tensión de 1 KPa.

### Granulometría

La granulometría es una forma de caracterizar la composición de la muestra con respecto a las dimensiones de la partícula.

La dimensión mínima de las partículas es difícilmente inferior a una décima de milímetro, con la excepción de algún mineral artificial, como es la fibra de lana de roca.

La técnica utilizada para determinar la granulometría de las partículas más pequeñas es por sedimentación.

### Porosidad

Es la diferencia entre la unidad de sustrato y el volumen total ocupado por material sólido.

---

***La capacidad de contenedor es la capacidad de agua retenida por el sustrato en el contenedor tras haberse aplicado el drenaje libre a partir de su estado saturado***

---

La porosidad se encuentra estipulada dependiendo del sustrato y del uso que le queramos proporcionar. Por ejemplo, un sustrato hortícola tendrá un nivel de porosidad de entre un 80-95 %, mientras que la correspondiente a la perlita, la turba rubia y la de la turba negra serán del 95, 92-95 y del 88 % respectivamente.

### Densidad aparente seca

Responde a la relación existente entre la cantidad de masa seca con el volumen de encubrimiento.

Es de fácil observación el hecho de que al aumentar la fase sólida, disminuirá la porosidad.

La densidad aparente seca también se encuentra en valores tabulados. Por ejemplo, tenemos que la densidad del sustrato hortícola deberá ser de valores comprendidos entre 0,08 a 0,04,



Trabajos de aspiración en una turbera. Foto: Bulrush and Pindstrup

mientras que el de la turba rubia y de la perlita serán de 0,08 a 0,01 y de 0,08 respectivamente.

### Capacidad de campo

Es la capacidad máxima de retención de agua que puede retener el suelo cuando la mayoría de la macroporosidad es ocupada por aire, debilitando de esta forma la energía de retención y facilitando la absorción de las raíces.

### Disponibilidad en agua

Corresponde a la cantidad de agua liberada medida entre diez valores de p.F.

Donde definimos p.F., por el potencial hídrico, que mide la depresión reproducida en el laboratorio, correspondiente a la fuerza de succión que las raíces podrán ejercer, con el fin de extraer el agua de un sustrato. La porosidad responde al sumatorio del aire a p.F.I, más el agua al mismo valor de p.F.

- a p.F. 1, corresponde una humedad cercana a la capacidad de campo, concepto que requiere el nivel de humedad máxima.

- a p.F. 2, corresponde a una humedad mínima, provocando que las raíces no puedan absorber más agua y que la que se encuentra contenida en el interior de los microporos sea retenida a niveles altos de energía.

El valor de la disponibilidad de agua es importante porque permite controlar el riego, a la vez que puede caracterizar los sustratos y compararlos.

### Materias primas de un sustrato

Todos los parámetros definidos anteriormente servirán para caracterizar los diferentes tipos de sustratos, que se compondrán de las mezclas conseguidas a partir de la mejor interacción posible entre las distintas materias primas.

En cuanto a las turbas, la llamada turba negra difiere de la rubia por ser menos porosa, retener con mayor fuerza el agua y con frecuencia es introducida para actuar de «cemento» en los distintos materiales existentes en la mezcla.

A su vez, la turba rubia variará su composición, dependiendo del lugar de donde haya sido extraída.

La técnica habitual utilizada es mezclar turbas de distinta procedencia, pero de igual granulometría, mientras que mezclando las de distinta granulometría no se podrá llegar a conocer la porosidad resultante.

La puzolana volcánica es otro tipo de material. Sus cualidades responden a la posesión de una buena porosidad y a no ser deformable. Frecuentemente es utilizada junto con un 60% de turba rubia.

Otros materiales muy utilizados son la perlita; la lana de roca; la vermiculita; la arena; la fibra de coco; fibras de madera... entre otras.

Las distintas propiedades físicas y químicas nos permiten conocer la reactividad del sustrato. Es importante que nuestro sustrato sea lo más inerte posible, para así evitar cualquier cambio que se pueda dar en la composición original, evitando de esta forma interaccio-

nes posibles con la solución nutritiva existente.

### Reactividad entre materiales

La reactividad producida en algunos casos, es debida al desdoblamiento en tres orígenes distintos:

- **Origen químico:** se da en reacciones de disoluciones e hidrólisis de constituyentes minerales, donde se producirá una transferencia de iones del sustrato hacia la solución nutritiva. Serán las moléculas de agua las precursoras de la reacción.

Debido al cambio de concentraciones, aparecerán unos riesgos que tendrán que vigilarse

---

*Aún no se ha encontrado el sustrato ideal; no obstante, existe una aproximación que nos permite definir un buen sustrato, como el hecho de que posea una porosidad elevada, que contenga una buena disposición de agua, junto con la posesión de un contenido en aire superior al 20 %.*

---

atentamente. Es el caso del efecto osmótico, produciendo un aumento de la salinidad dentro de la solución. Otro posible efecto es el fitotóxico, produciendo un aumento de la concentración de un elemento en particular de la solución en contacto con las raíces. Podría también existir un tercer efecto carencial, debido a la precipitación o inmovilización de ciertos elementos en medio alcali (Cu, Zn, Mn,...).

- **Origen físico-químico:** se produce un cambio de iones entre la fase sólida y la líquida, definiéndose a partir de aquí el concepto de capacidad de cambio catiónico, medible en meq/100 gr de material seco o en meq/l de sustrato seco.



Previo al análisis de las características de los sustratos, es importante destacar tres factores fundamentales: número de muestras necesarias para una correcta representatividad, considerar los intervalos de fertilización y muestreo, y conocer el lugar de origen de las muestras.

- **Origen bioquímico:** corresponde a las reacciones de biodegradación de la materia orgánica. Los micelios fúngicos y las bacterias que trabajan en la biodegradación no son capaces de asimilar las moléculas orgánicas grandes que se encuentran en solución, por lo que serán necesarias reacciones enzimáticas como es la depolimerización del midón.

Los principales efectos de la biodegradación son: liberación de gas carbónico en el interior del ambiente radicular; consumición o producción de nitrógeno de forma amoniacal y nítrica; transformación química de la materia orgánica, produciendo un aumento de la capacidad de cambio catiónico, juntamente con una liberación de los minerales constituyentes como el fósforo, el potasio y el magnesio; finalmente, se producirá también un incremento de la capacidad

de campo.

En el caso de relevarse una cierta reactividad, la podremos catalogar bajo un carácter positivo u bien negativo, dependiendo de su actuación frente a la solución analizada. Diremos que se ha producido una reactividad positiva cuando exista una solubilización de los elementos del sustrato con la solución en contacto, mientras que se la llamará negativa en los casos en los cuales se haya producido una desaparición de los elementos de la solución por fijación o inmovilización, provocando a la vez un empobrecimiento de la solución.

Existe una cierta catalogación entre los distintos tipos de materias, según su carácter inerte o reactivo. Es, por ejemplo, el caso de las arenas silíceas, la perlita y la lana de roca, que han sido agrupadas por su carácter inerte, mientras que la fibra de madera, las arenas cálcicas y las porfirias poseen la propiedad de fijar e inmovilizar los minerales. Algunos materiales tienen una reactividad mixta, empobreciendo o enriqueciendo la muestra según el caso.

### Conclusiones

Todas las técnicas estudiadas nos servirán para adaptar el sustrato al tipo de planta cultivada. Por tanto, será necesario hacerlo dependiendo de las características físicas del material, conociendo a su vez las exigencias del tipo de vegetal, adaptando el riego y el uso de los fertilizantes según el caso. Cabe destacar que aún no se ha encontrado el sustrato ideal; no obstante, existe una aproximación que nos permite definir un buen sustrato, como el hecho de que posea una porosidad elevada, superior al 85 %; que contenga una buena disposición de agua, superior a los 200-250 ml/l de sustrato; junto con un contenido en aire superior al 20 %. Es evidente que llegaremos a un sustrato de estas características, después de mezclar las materias primas que sean capaces de complementarse en sus características.