

Las Propiedades Físicas de los Sustratos

Introducción

La parte física de los sustratos está formada por un esqueleto sólido que conforma un espacio de poros, estos pueden estar conteniendo agua o aire, y corresponden a espacios situados entre las partículas del sustrato o dentro de ellas. Estas fases de los sustratos (sólido y espacio poroso) estarán definidos por la naturaleza del material y por el tipo de empaquetamiento, mezcla e isotropía; este último referido a la igualdad de las propiedades físicas en todas las direcciones.

Propiedades físicas de los sustratos

Es muy común que en un sistema de producción en sustratos se ponga mayor interés en las propiedades físicas de éstos, ya que cuando la estructura física del sustrato es inadecuada difícilmente podrá mejorarse una vez que se ha establecido algún cultivo. Es importante mencionar que las propiedades químicas en ningún momento dejan de ser tan importantes como las físicas, pues también pueden limitar en gran medida el éxito en la producción en este tipo de sistemas de producción. Las propiedades físicas más importantes son las relacionadas con los poros, es decir, la granulometría, porosidad y el reparto de las fases sólida y gaseosa. Algunos investigadores han encontrado que el tamaño de partícula, forma y porosidad interna de los sustratos (orgánicos e inorgánicos), influyen directamente sobre la capacidad de aireación y retención de agua.



Figura 1. Es fundamental conocer las propiedades físicas de los sustratos para elegir las mejores estrategias de manejo. Un análisis en un laboratorio de confianza puede indicar todos los parámetros físicos de un sustrato, esto hará más eficiente su manejo y conducirá al éxito en la producción del cultivo en cuestión.

La porosidad de los sustratos

El espacio poroso o porosidad total de un sustrato se refiere al volumen de espacio vacío ocupado por fluidos en el volumen total. Aunque esta determinación es de suma importancia a la hora de manejar un sustrato no es suficiente para describir la accesibilidad de los fluidos en el espacio poroso. Se habla de que los sustratos tienen poros internos y externos; la interna está influenciada por la naturaleza de las partículas, y estado e interconexión de los poros; puede ser abierta o

cerrada. Los poros abiertos o percolantes son los que tienen conexión con los poros externos. La porosidad efectiva es la porosidad percolante, abierta o interconectada, que es la que contribuye a la retención y movimiento del agua en el sustrato. Por otro lado la porosidad externa es la que se da por el empaquetamiento o acomodo de las partículas, y esta depende de la forma, tamaño y de su naturaleza. Varios autores recomiendan que la porosidad total de un sustrato es adecuada cuando esta supera un 70 %, aunque otros citan que la porosidad debe superar el 85 %. En este tema de la porosidad es importante mencionar que los sustratos tienen micro y macroporos; los primeros son utilizados por el agua, mientras que los segundos por el aire, de este modo se deduce que el intercambio gaseoso tiene lugar en los macroporos. En resumen, en el cuadro 1 se muestran los valores ideales de propiedades físicas de los sustratos según Zapata *et al.* (2005) y Nappi y Barberis (1993) citado por Hernandez (2009).

Cuadro 1. Propiedades físicas ideales para sustratos según Zapata *et al.* (2005) y Nappi y Barberis (1993).

Propiedades	Zapata <i>et al.</i> (2005)	Nappi y Barberis (1993)
Densidad aparente (g/cm ³)	<0.4	0.15-0.50
Densidad real (g/cm ³)	1.45-2.65	1.50
Porosidad (%)	>85	85-90
Agua fácilmente disponible (%)	20-30	20-30
Agua difícilmente disponible	25-31	60-75
Agua de reserva	4-10	4-10

Densidad real de los sustratos

La densidad real (D_r) se define como el cociente entre la masa de las partículas del sustrato y el volumen que ocupa (sin considerar poros y huecos). Hay que recalcar que esta no depende del grado de compactación ni del tamaño de partícula. En sustratos inorgánicos pueden presentar valores de 2.65 g/mL, mientras que en los orgánicos los valores promedios son de 1.50 g/mL.

Densidad aparente de los sustratos

A diferencia de la densidad real, la densidad aparente es considerada como la relación entre la masa o peso de las partículas y el volumen aparente que ocupan, es decir, incluyendo al espacio poroso total. De modo más específico el volumen aparente se refiere al que es ocupado tanto por materiales sólidos y poros internos y externos (abiertos y cerrados). Esta propiedad física de los sustratos tiene relación directa con la porosidad del material, de modo que al ejercer una presión sobre el sustrato, disminuirá el volumen de poros; dicho de otro modo el volumen total disminuye aumentando la densidad aparente del sustrato. Una deducción muy importante es que al reducir el tamaño de los poros por efecto de la compactación del sustrato es posible que la retención de agua se aumente pero provoca una disminución en la porosidad ocupada por aire.

Conductividad hidráulica de los sustratos

Al igual que en suelos, la conductividad hidráulica es una propiedad física que indica que tan eficaz es un sustrato para conducir el agua. En los sustratos esta propiedad está en función del contenido de agua del mismo, de la geometría de sus poros y de las propiedades del fluido; en condiciones de saturación el movimiento del agua es a través de macroporos; mientras que cuando la humedad

disminuye, el movimiento del agua se da por microporos.

La retención de agua de los sustratos

De Boodt et al. (1974) citado por Hernandez (2009) desarrollaron la curva de liberación de agua para sustratos, fijando los límites de esta curva entre 0 y 100 cm de tensión y clasificaron el agua en el sustrato de la siguiente manera:

- Agua difícilmente disponible (ADD).** % de agua en volumen que queda retenida tras aplicar una tensión de 100 cm (10 Kpa) de columna de agua.
- Agua de reserva (AR).** % en volumen de agua que se libera entre 50 cm (5 Kpa) y 100 cm (10 Kpa) de columna de agua de tensión.
- Agua fácilmente disponible (AFD).** % en volumen de agua que se libera entre 10 cm (1 Kpa) y 50 cm (5 Kpa) de columna de agua de tensión.
- Capacidad de aire (CA).** % en volumen de agua que se libera al aplicar una tensión de 10 cm (1 Kpa) de columna de agua.
- Material sólido (MS).** % en volumen ocupado por la matriz sólida del sustrato.
- Espacio poroso total (EPT).** Espacio de aire y agua, formado por la suma de ADD, AR, AFD y CA que se determina a partir de las densidades real y aparente.

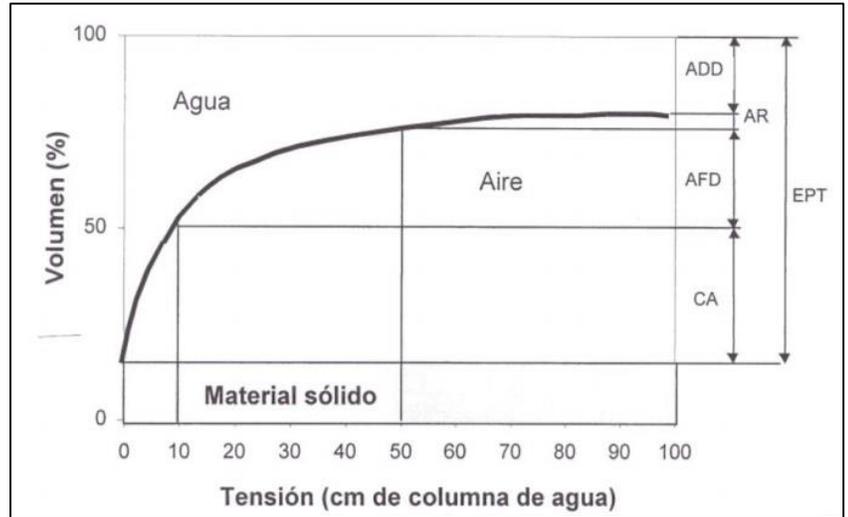


Figura 2. Curva característica de liberación de agua de sustratos (De Boodt et al., 1974).

Fuente.

Hernández, E. J. L. 2009. Propiedades Hídricas en Mezclas de Sustratos con Diferentes Proporciones y Tamaños de Partícula. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, Edo. de México. 94 p.