

# Evolución de las características físicas de sustratos empleados en el cultivo hidropónico de arándano

Josué, S. González-Pérez<sup>1</sup> ; Cesar San-Martín-Hernández<sup>1\*</sup> ; A. Enrique, Becerril-Román<sup>1</sup> ; Alfredo, López-Jiménez<sup>1</sup> ; Ma. de Lourdes, Arévalo-Galarza<sup>1</sup> ; Ciro, Velasco-Cruz<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. C.P. 56264.

\* Autor para correspondencia: sanmartin.cesar@colpos.mx

## Problema

En el cultivo hidropónico de especies frutales, los sustratos deben mantener sus características físicas inalteradas durante el mayor tiempo posible. Teóricamente, los sustratos garantizan la estabilidad durante cierto periodo de tiempo, a fin de beneficiar el crecimiento y desarrollo de la planta cultivada. En arándano, en México se emplean sustratos orgánicos, o bien, mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, como la fibra de coco, turba y perlita (proporción 1:1:1, v/v). Sin embargo, hasta ahora la literatura es limitada en estudios a mediano y largo plazo sobre el comportamiento físico de los sustratos empleados durante el cultivo de arándano en hidroponía. Por lo tanto, este estudio se enfocó en conocer durante 26 meses la evolución de la degradación de las características físicas de una mezcla compuesta de fibra de coco, turba de Sphagnum, perlita y tezontle (porcentaje en volumen 27:27:13:33) y turba al 100%, bajo condiciones de laboratorio y de invernadero (Figuras 1 y 2), con la finalidad de que sirva de antecedente y los agricultores se apoyen en la elección de este insumo.

## Solución planteada

El monitoreo de las características físicas de los sustratos durante 26 meses (Cuadro 1), muestra su drástica degradación física incluso durante los primeros 13 meses. En ambos sustratos aumentó la porosidad total y la retención de humedad, aunque la porosidad de

**Cómo citar:** González Pérez, J. S., San-Martín-Hernández, C., Becerril-Román, A. E., López-Jiménez, A., Arévalo-Galarza, M. de L., & Velasco-Cruz, C. Evolución de las características físicas de sustratos empleados en el cultivo hidropónico de arándano. *Agro-Divulgación*, 5(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i1.316>

**Editores académicos:** Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Octubre, 2025.

*Agro-Divulgación*, 5(1). Enero-Febrero. 2025. pp: 17-20.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



**Figura 1.** A) Determinación de la curva de liberación de agua del sustrato y B) uso de sustratos en el cultivo de arándano cv. Biloxi trasplantadas a los 3 meses de edad bajo sistema de hidroponía



**Figura 2.** Sistema de riego por goteo con estacas (izquierda) y dispositivos Netbow® (derecha).

aireación disminuyó. Esta tendencia fue de mayor magnitud en la mezcla compuesta por fibra de coco, turba, perlita, y tezontle, que en el sustrato turba (Cuadro 1). Estos resultados advierten que, desde el primer año de uso en cultivo hidropónico, los cambios físicos de ambos sustratos implican una menor capacidad de oxigenación de las raíces. Esta condición no es conveniente en el cultivo de arándano, debido a las necesidades de oxigenación de raíces para su respiración. Aunado a esto, la creciente retención de humedad puede implicar anegación del agua de riego o de la solución nutritiva, con impacto en la absorción de agua y nutrientes, así como en el incremento del riesgo de enfermedades fúngicas principalmente.

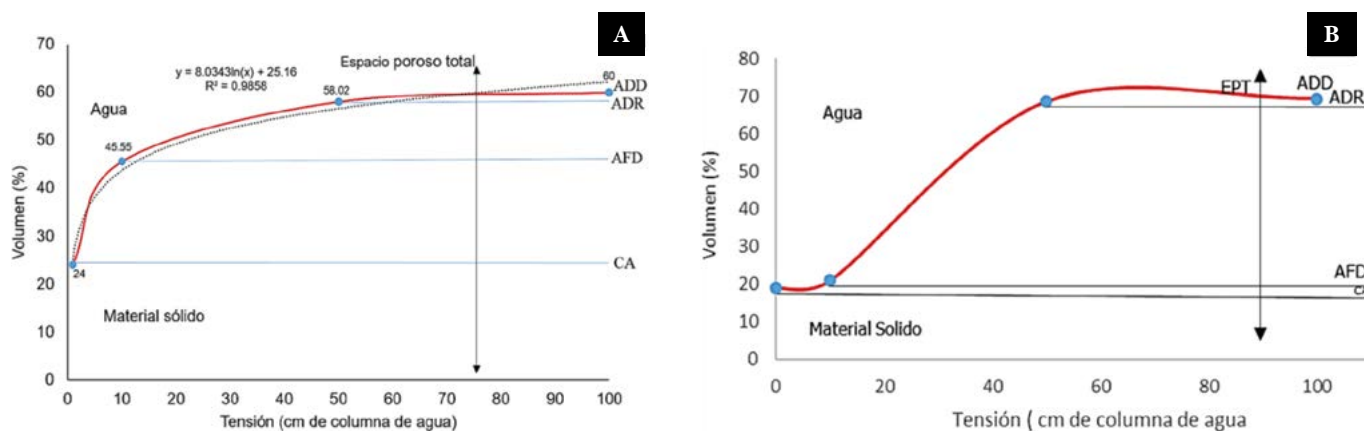
Con relación a las diferencias entre las curvas de liberación de agua (Figura 3), destaca la disminución de la cantidad de agua fácilmente disponible durante el periodo de estudio, ya que esta agua es absorbida por la planta sin empleo de energía. El hecho de que con el uso del sustrato en el tiempo reduzca la cantidad de agua fácilmente disponible, implicó el aumento paulatino y considerable de la cantidad de agua de reserva (Figura 3), cuya absorción requiere gasto energético por parte de las plantas. Este gasto energético puede afectar el rendimiento.

Es posible que la fibra de coco fuera el material con el mayor cambio físico entre los dos sustratos empleados. La perlita y el tezontle son más estables por ser materiales inorgá-

**Cuadro 1.** Características físicas de los sustratos usados en arándano hidropónico, desde junio de 2021 a julio de 2023.

| Fecha      | Sustrato | Porosidad total (%) | Porosidad de aireación (%) | Retención de humedad (%) | DA (Mg m <sup>-3</sup> ) |
|------------|----------|---------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Junio 2021 | F:T:P:T  | 76                  | 37                         | 39                       | 0.41                     |
|            | Turba    | 85                  | 28                         | 57                       | 0.08                     |
| Julio 2022 | F:T:P:T  | 79                  | 23                         | 56                       | 0.39                     |
|            | Turba    | 86                  | 27                         | 59                       | 0.11                     |
| Julio 2023 | F:T:P:T  | 81                  | 24                         | 57                       | 0.44                     |
|            | Turba    | 89                  | 23                         | 66                       | 0.12                     |

F:T:P:T: fibra de coco (27% v/v), turba de Sphagnum (27% v/v), perlita (13% v/v), tezontle 3-6 mm (33% v/v); Turba: turba (100% v/v); DA: densidad aparente.



**Figura 3.** Curva de liberación de agua de la mezcla de sustratos compuesta por tezontle (33% v/v), fibra de coco (27% v/v), turba de Sphagnum (27% v/v), y perlita (13% v/v), determinada en A) junio de 2021 y B) julio de 2023. ADD: agua difícilmente disponible; ADR: agua de reserva; AFD: agua fácilmente disponible; CA: capacidad de aireación.

nicos, y su degradación en 13 meses es poco probable. Además, la turba de Sphagnum no representó la misma magnitud de cambios físicos en el sustrato conformado en su totalidad por este material. De hecho, la fibra de coco desapareció visiblemente a nivel de campo porque pasó a ser polvo de fibra de coco, y es probable que este polvo sea de menor tamaño que las partículas de la turba de Sphagnum.

Aunque algunos sustratos comúnmente usados en el cultivo de arándano son turba, perlita, y fibra de coco, el uso de turba sola, o la mezcla de estos materiales, no es del todo recomendable debido a su rápida fragmentación física. Esta fragmentación puede repercutir negativa y directamente en algunas ventajas propias de los cultivos hidropónicos, por ejemplo: mantenimiento de óptimos porcentajes de porosidad de aireación y retención de humedad, óptimo crecimiento y desarrollo del cultivo, y rendimientos competitivos.

De hecho, aunque los materiales orgánicos benefician el cultivo de arándano a través de una significativa retención de agua y nutrientes, la cantidad de agua y sales retenidas puede llegar a ser excesiva conforme estos materiales se fragmentan y adquieren menor capacidad de aireación y mayor capacidad de retención de humedad, (Cuadro 1; Figura 3). Por lo tanto, tomando en consideración la disminución de aireación del sustrato, sería necesario valorar un aumento de la cantidad de tezontle utilizada en la mezcla (33% v/v).

Los sustratos empleados en esta investigación fueron seleccionados con base en publicaciones científicas, y estos materiales han sido adoptados a nivel mundial en cultivos hidropónicos. Empero, a juzgar por los resultados, el conocimiento relativo al seguimiento de la evolución de las características físicas de los sustratos a mediano y largo plazo es limitado. Se afirma que incluso durante el primer año de cultivo, las características físicas de los sustratos pueden degradarse. Entonces, es imprescindible valorar el empleo de sustratos de considerable estabilidad física y alta porosidad de aireación. Por lo tanto, resulta necesario realizar el monitoreo de su integridad física en cada ciclo de cultivo en forma anual como en esta investigación.

Innovaciones, impactos e indicadores

| Nivel de Innovación   | Descripción                                                                                   | Transferido                                                                               | Impacto                                                                                                                                  |                                                       | Indicador General de Políticas Públicas                                                 | Indicadores Específicos                                | Subindicador                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |                                                                                               |                                                                                           | Sector                                                                                                                                   | Ámbito                                                |                                                                                         |                                                        |                                                                                                                                                                                                                          |
| Incremental           | Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc. | Asociaciones de Productores<br><br>Productores independientes<br><br>Comunidades Agrarias | Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería<br><br>Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) | Social<br><br>Económico<br><br>Ambiental Conocimiento | Ciencia y Tecnología<br><br>Económico<br><br>Educación<br><br>Responsabilidad Ambiental | Competitividad<br><br>Recursos Humanos<br><br>Comercio | Numero de tesis<br><br>Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)<br><br>Número de publicaciones<br><br>Transferencias tecnológicas<br><br>Desarrollo de productos y servicios para la sociedad<br>Exportación incremento (%) |
| Innovación sostenible | Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible                   |                                                                                           |                                                                                                                                          |                                                       |                                                                                         |                                                        |                                                                                                                                                                                                                          |

