

La pujanza de los cultivos sin suelo en la horticultura protegida



Enfermedades causadas por hongos del suelo en los cultivos hidropónicos

Manejo de los nutrientes aportados por fertirrigación en cultivos sin suelo

La fibra de pino como sustrato en cultivo sin suelo de plantas hortícolas

La tendencia al aumento de la superficie de cultivo sin suelo se puede atribuir a la facilidad con que un agricultor puede acceder a un material homogéneo, de fácil manejo y económicamente competitivo. Además, su clara contribución medioambiental, motivado por el mayor control sobre los drenajes, la posibilidad de utilizar sustratos biodegradables y de mejorar la composición nutritiva de los productos hortícolas hace que derive en un mayor control en productos destinados al consumo humano.

Miguel Urrestarazu y Pilar Mazuela.

Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Almería. España.

Los cultivos sin suelo comprenden todos los sistemas de cultivo donde la planta desarrolla su sistema radical en un medio distinto del suelo natural in situ. El medio en donde crece la raíz puede ser agua o sustrato y se caracteriza porque tiene un volumen limitado y aislado (Urrestarazu, 2004). Los sustratos pueden ser químicamente inertes o químicamente activos, generalmente orgánicos. Los sustratos inertes como la lana de roca o perlita son más fáciles de manejar que los sustratos orgánicos, pero tienen el inconveniente de que no son biodegradables. En el sudeste español, la superficie de cultivo sin suelo ha tenido un aumento constante durante la última década, el cual actualmente se estima en unas cinco mil hectáreas (Urrestarazu et al., 2004) (**figura 1**). Esto representa cerca del 15% de la superficie bajo invernadero de las provincias de Almería, Granada y Murcia. El aumento del sistema de cultivo sin suelo

FIGURA 1.

Estimación de la evolución de la superficie cultivada en sistemas sin suelo en España.



está muy asociado a los invernaderos de reciente construcción y a la mejora en la tecnificación e infraestructura del fertirriego. Los sustratos más importantes en cuanto a superficie cultivada son lana de roca y perlita, que se puede calcular en un 70% de la superficie, seguida de la arena, con más o menos el 20%, y el resto en fibra de coco, fibra de pino, espuma, incluso existen fincas comerciales con sistemas hidropónicos como NFT, NGS y aeropónicos.

Los sistemas de cultivo sin suelo pueden ser sistemas abiertos o sistemas cerrados. En el sistema abierto o "disolu-



Foto 1. Cultivo de pimiento en lana de roca en El Ejido.



Foto 2. Cultivo de tomate con perlita en el interior de la provincia de Granada.

ción perdida", la disolución sobrante drena, se filtra en el subsuelo o sufre escorrentía fuera del contenedor de sustrato, sin que el cultivo vuelva a tener ningún contacto con la misma. Los sistemas cerrados o "recirculantes" son los sistemas donde la disolución sobrante vuelve a incorporarse, total o parcialmente, como suministro a la fertirrigación del mismo cultivo.

La superficie de cultivo sin suelo sigue aumentando

La tendencia al aumento de la superficie de cultivo sin suelo se puede atribuir a la facilidad con que un agricultor puede acceder a un material homogéneo, de fácil manejo y económicamente competitivo. Hace dos décadas, introducir en un invernadero cualquier tipo de cultivo sin suelo era más caro que la puesta en marcha de un enarenado almeriense tradicional. En la actualidad, esto ha cambiado de forma que es igual de viable económicamente, cuando no más barato, el establecimiento de cualquier tipo de sistema de cultivo sin suelo. La disponibilidad inmediata para un agricultor o técnico que quiera establecer un cultivo sin demora es otro factor a considerar. Preparar un suelo para el cultivo, acondicionarlo, o incluso traerlo de otro lugar, es complejo, mientras que las distintas casas comerciales pueden ofrecer el sistema sin suelo de "hoy para hoy" (foto 1).

Otra de las razones básicas es el mejor control que se establece sobre este tipo de agrosistema, esencialmente porque el volumen colonizado por las raíces es menor y con ello más fácil hacer variar la rizosfera cuando sea necesario (foto 2). Por ejemplo, se puede intervenir en la dirección que el técnico o agricultor desea para provocar una mayor precocidad, aumentar la velocidad de maduración de los frutos porque nos interesa el momento del mercado, equilibrar el balance de nutrientes que permita manejar la floración y/o la maduración de los frutos, etc. El mayor control en estos cultivos incluye el uso más eficiente del agua y los fertilizantes, así como el control de las emisiones al medio ambiente.

La sustitución gradual del cultivo tradicional por cultivo en sustrato debido al agotamiento de los suelos, bien sea por enfermedades o salinización, que limita la productividad de los cultivos intensivos, también ha contribuido al aumento del cultivo sin suelo. El agricultor o técnico que se pasa del cultivo en suelo al cultivo en sustrato debe considerar que, en general, la inercia del suelo es mayor que la de los sistemas de cultivo sin suelo. Esto nos obliga a ser cautos pues, cuando se comete un error en el fertirriego, suele ser más grave en cultivo sin suelo que en el suelo tradicional.

Algunos técnicos o agricultores sienten aprensión por dar el salto a este sistema argumentando que necesita de una mayor sofisticación en la infraestructura y que, por tanto, su coste es mayor. También se objeta que tiene una mayor complejidad en el manejo, especialmente en el fertirriego. En relación al primer aspecto, es cierto que se ha ligado necesariamente a los cultivos sin suelo con una infraestructura más sofisticada y difícil de manejar. Sin embargo, en la práctica, la horticultura protegida requiere una mayor tecnificación generalizada para ser competitivos. Esto hace que, en la actualidad, una instalación moderna de control climático en los invernaderos o su cabezal de fertirrigación sea una herramienta común en las explotaciones con suelo tradicional, por lo tanto, no es ni propia ni exclusiva de los cultivos sin suelo.

En segundo lugar, es bien conocido que en general los cultivos sin suelo deben ser manejados con fertirriego, pero en realidad ésta es una tendencia moderna en todos los cultivos hortofrutícolas, ya sean leñosos o herbáceos, y por tanto los cambios de mentalidad y formación que implican para el agricultor o técnico tienen que ser asumidos tanto en cultivo tradicional en suelo como en cultivo sin suelo.

■ Sustratos más frecuentes en la horticultura española

Básicamente existen en el mercado dos grandes sustratos comerciales: la lana de roca y la perlita, aunque existe un tercer sustrato importante que es la arena que se obtiene de diversas canteras y cuyo uso está localizado casi exclusivamente en la provincia de Murcia. Frente a éstos están introduciéndose en el mercado otros tipos de sustratos orgánicos que provienen de residuos de diferentes industrias o agrosistemas, como la fibra de



Foto 3. Cultivo de pimiento en fibra de pino proveniente de desechos de la industria maderera en Almería.

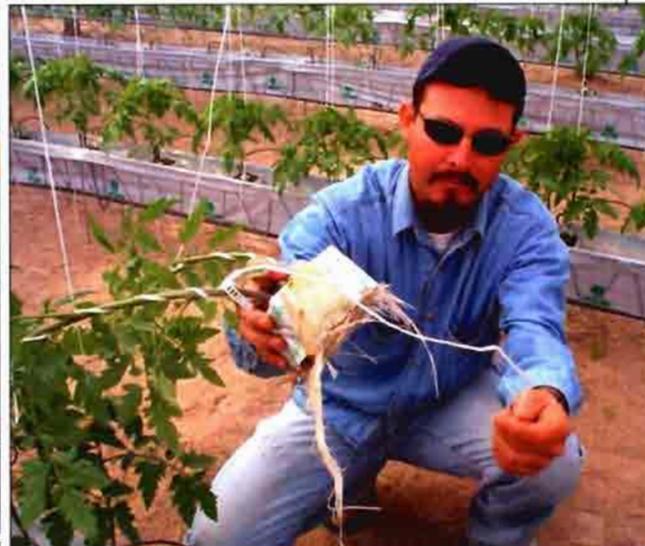


Foto 4. Cultivo de tomate en NGS en México; las raíces se desarrollan en un sistema cerrado de la disolución de fertirrigación convenientemente controlada.

desarrollar comercialmente los sustratos orgánicos como una forma de sustituir a los tradicionales que no son biodegradables. A los materiales biodegradables que provienen de residuos de otras actividades y que pueden sustituir a los tradicionalmente más extendidos en horticultura se les denomina "sustratos alternativos".

También se pueden encontrar en el mercado sistemas que carecen de sujeción radical (foto 4), es decir, sin sustrato, y por tanto puramente hidropónicos, como el sistema NGS (New Growing System) u otros como el sistema aeropónico, que se están introduciendo y desarrollando comercialmente en las Islas Canarias (foto 5).

■ Importancia de los cultivos sin suelo

Hoy no se entiende un cultivo y su producción desligados de las consideraciones medioambientales y de sus efectos sobre la salud de consumidores y productores. Es común utilizar una serie de términos descriptivos o indicativos de una normativa o etiqueta que regula los procesos de producción y comercialización. Como ejemplo de estos términos cada vez más familiares para el horticultor que quiere ser competitivo tenemos: cultivo ecológico, cultivo biológico, agricultura sostenible, sustentable, agricultura no contaminante y amigable con el medio ambiente, producción controlada, producción integrada, etc. Todos ellos tienen en común un intento de racionalizar la producción con mayor o menor grado de exigencia y limitaciones en el sistema productivo.

Hay tres aspectos donde los cultivos sin suelo han contribuido a una mejor gestión en la horticultura protegida. El primero es la contribución medioambiental, debido a que estos sistemas disminuyen la eutrofización de los acuíferos y contaminación de suelos por los lixiviados y el mayor control sobre los drenajes del cultivo, tanto en sistemas abiertos como en los sistemas cerrados o recirculantes de la disolución nutritiva (Sonneveld, 2004). El uso de los sistemas recirculantes de la solución nutritiva se viene haciendo desde hace décadas en los países centroeuropeos, sin embargo, en España no fue hasta finales



Foto 5. Cultivo de tomate pera en la costa granadina en un sistema aeropónico donde las raíces se desarrollan en un sistema cerrado con un sistema de pulverización de la disolución nutritiva.

coco, o de productos que son desechos de otras agroindustrias, como la cáscara de almendra o la fibra de pino, que han demostrado ser igual de productivas que los sustratos más consolidados en el mercado (Urrestarazu et al., 2004; Muro et al., 2004), pero que tienen un componente de reciclado mucho más adecuado a las modernas tendencias de los agrosistemas que son más amigables con el medio ambiente (foto 3).

En la medida que la legislación se vuelve más exigente respecto al cuidado con el medio ambiente y como una forma de disminuir el impacto ambiental generado por la sobreexplotación de la turba y la arena, se hacen esfuerzos por introducir y



Foto 6. Lechuga hidropónica en un supermercado en Santiago de Chile; se vende tres veces más cara que la cultivada en suelo.

de la década de los ochenta, y fundamentalmente en la última década, cuando se han multiplicado los trabajos sobre este tema, tanto en sistemas recirculantes acuáticos (NFT, NGS), como usando sustrato. La conclusión general de estos trabajos con relación al medio ambiente es un importante descenso de las emisiones de nitratos y fosfatos hasta hacerse casi nula, además de una serie de ventajas, como una mayor eficiencia en el uso del agua y los fertilizantes al reducir el gasto hídrico y de fertilizante entre un 10 y un 50% según los condicionantes propios, ambientales y de manejo del cultivo.

En segundo lugar, aunque todos los sistemas de cultivo se generan numerosas salidas del sistema consideradas contaminantes, como drenaje-lixiviados, emisión de productos fitosanitarios, etc., en cultivo sin suelo son los propios sustratos los que generan un problema medioambiental una vez terminada su vida útil al no ser biodegradables. Los problemas ambientales derivados de la eliminación de los sustratos cuando ha finalizado su tiempo útil de cultivo han obligado a la búsqueda de nuevos materiales orgánicos menos agresivos con el medio ambiente. Por lo tanto, contribuyen con la reutilización o reciclado de determinados residuos industriales como sustratos alternativos; es el caso del compost, de la cáscara de almendra, de la cascarilla de arroz, de la fibra de coco, de la fibra de pino, etc. El caso de sistema cerrado más genuino es el uso del compost proveniente de los residuos hortícolas de los invernaderos como sustrato, posibilidad que está siendo ensayada con éxito, sin merma en la producción ni calidad de los frutos (Salas et al., 2000; Mazuela et al., 2004).

En tercer lugar, permiten mejorar la composición nutritiva de los productos hortícolas. Desde un punto de vista sanitario ya podemos obtener hortalizas con alguna propiedad nutritiva beneficiosa para la salud humana. Un ejemplo que describimos está relacionado con las plantas que acumulan nitrato y pudieran causar un daño sobre la salud. Como se sabe, la Unión Europea limita la presencia de nitratos en plantas como la lechuga y la espinaca por su posible efecto pernicioso sobre la salud; aunque nuestras lechugas de mercado casi siempre están muy por debajo de los límites tolerados gracias en parte a la alta radiación que nuestro país tiene, lo cierto es que, debido a las especiales condiciones de manejo técnico de los cultivos sin suelo arriba explicadas, pueden reducir la presencia de nitratos en

planta sin disminuir la producción y con un menor tiempo mejor que cualquier otro método tradicional de cultivo.

El paradigma mexicano

Un ejemplo de la importancia que tienen los cultivos sin suelo en la horticultura protegida se observa en el caso de la incipiente horticultura de exportación que se está desarrollando en México. Los tratados de libre comercio con los Estados Unidos de América han aumentado el potencial exportador a un país muy exigente y que protege su agricultura con estrictas medidas de calidad para los productos que ingresan en el país. Muchos empresarios sin tradición hortícola han visto un negocio muy lucrativo al desarrollar un producto netamente de exportación. Para ello, han realizado grandes inversiones en invernaderos con las más avanzadas tecnologías de control climático y fertirriego y han optado por el cultivo sin suelo. Actualmente son varios los sistemas que más están solicitando los empresarios hortícolas, entre ellos destacan el sistema hidropónico NGS® y la fibra de coco, que es un sustrato local igual al Tezontle (grava volcánica de diversa granulometría).

Otro país latinoamericano que destaca por la calidad de sus productos agrícolas de exportación es Chile. Ahí, los productos cultivados en sistema sin suelo son muy cotizados porque se asocian a sanidad y salubridad (foto 6). ■

CONCLUSIONES

La tendencia es que la superficie de cultivo sin suelo siga creciendo conforme siga creciendo la superficie bajo invernadero con mejor infraestructura y sistemas de fertirriego. Las ventajas de este sistema de cultivo son que es económicamente competitivo respecto al establecimiento del enarenado almeriense y permite al agricultor tener un mayor control sobre el sistema; es técnicamente amigable con el medio ambiente porque permite el control de las emisiones (nitratos, fosfatos, pesticidas) y permite reciclar residuos cuando son utilizados como sustrato alternativo (fibra de pino, cascarilla de arroz, cáscara de almendra, compost, etc.). En horticultura, el papel de los sistemas de cultivo sin suelo puede vincularse a un mejor control en aspectos relacionados con la salud humana, la del propio cultivo y la del medio ambiente. ■

Bibliografía

- Mazuela, P., Urrestarazu, M. 2004. Ventajas del compost frente a otros sustratos en cultivos sin suelo. *Vida Rural* 199:28-32
- Muro, J., Irigoyen, I., Samatier, P., Mazuela, P., Salas, M.C., Soler, J., Urrestarazu, M. 2004. Wood fiber as growing medium in hydroponic crop. *Acta Horticulturae*, en prensa.
- Salas, M.C., Urrestarazu, M., Moreno, J., Elorrieta, M.A. 2000. Sustrato alternativo para su uso en cultivo sin suelo. *Phytoma*, 123:52-55.
- Sonneveld, C. 2004. La nutrición mineral y salinidad en los cultivos sin suelo: su manejo. En: *Tratado de cultivo sin suelo*. Ed. Urrestarazu. pp. 305-368. 3ª ed. Mundi-Prensa. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- Urrestarazu, M. 2004. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. En: *Tratado de cultivo sin suelo*. Ed. Urrestarazu pp. 3-49. 3ª ed. Mundi-Prensa. Servicio de Publicaciones, Universidad de Almería.
- Urrestarazu, M., Gómez, A., Valera, D.L., Salas, M.C., Mazuela, P. 2003. La calefacción de la disolución nutritiva en cultivos hortícolas. *Vida Rural* 185:48-56
- Urrestarazu, M., Martínez, G.A., Salas, M.C. 2004. Almond shell waste: possible local rockwool substitute in soilless crop culture. *Scientia Horticulturae* 103(4):453-460.