



## El uso de los sustratos en Europa es cada vez mayor

La superficie mundial de las plantas cultivadas en sustratos sigue creciendo y pudiera suceder que entre 2010 y 2027 los cultivos al aire libre superen en el uso de sustratos a los de invernaderos

La superficie de cultivos utilizando como medios de enraizamiento está aumentando en todo el mundo. La razón de su popularidad es la combinación de varios factores. Por un lado, están los mayores rendimientos, el control del sistema y la posibilidad de prevenir enfermedades. Por el otro, la facultad que tiene este tipo cultivos de evitar la emisión de nutrientes y agroquímicos fitosanitarios (insecticidas, herbicidas y fungicidas). Y por último, es indiscutible que en ciertas partes del mundo, incluyendo el sur de Europa, sea urgente aumentar la eficiencia del riego y fertirriego con la cual se obtienen productos comercializables. Consecuentemente, la superficie mundial de las plantas cultivadas en sustratos va a seguir incrementándose, e inclusive puede suceder, que el área de cultivos en sustratos en campo supere al área sembrada en sustratos en invernaderos.

**Chris Blok<sup>1</sup>**  
**Miguel Urrestarazu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Wageningen, Bleiswijk, Países Bajos, Chris.Blok@wur.nl

<sup>2</sup>Universidad de Almería, Almería, España, mgavilan@ual.es

### Hortalizas, frutas y flores de corte Materiales

Hoy en día, las hortalizas, frutas y flores de corte son cultivadas principalmente en unidades de cultivo en: turba, fibra de coco, lana de roca, perlita, espuma sintética y algunos minerales (volcánicos) locales. La turba ha venido

abandonándose debido principalmente al impacto sobre el medioambiente que su extracción supone. La perlita se utiliza en Grecia y España con bastante éxito, alguna de sus inconvenientes es de origen técnico en su fabricación, entre otros puntos la dificultad de producir gránulos mayores a 8 mm desprovistos de polvo. Los intentos por introducir tablas de cultivo de fibra de madera presentan otros inconvenientes como la pérdida de volumen de sustrato en el contenedor por reorientación de las partículas tras su uso; sin embargo, sus posibilidades de uso son adecuadas. La espuma de vidrio proveniente de vidrio reciclados (Figura 1, sitio web de Grow stone) es un material novedoso con buena capacidad de rehumectación. Un área interesante por desarrollar es el de los sistemas que no necesitan sustratos pues sus raíces crecen en un sistema de solución nutritiva recirculante o estática. El New Growing Sys-



A la izquierda, cultivo de fresa en el sistema hidropónico NGS oscilante.

Figura 1. La espuma de vidrio, un sustrato novedoso con alta capacidad de remojo.

Figura 2. Cultivo de lechuga en sistema NGS sin sustrato sembrado en una estructura múltiple de plástico.

tem (NGS) es el más conocido de ellos (Figura 2, sitio web de ngsystem).

**Áreas**

Los primeros sustratos en superar el límite de 100 has cultivadas fueron los contenedores de turba, a principios de los años 70s. Quince años después, las tablas de lana de roca alcanzaban las 1.000 has cultivadas, cobertura que hoy se ha ampliado a 10.000 has, 6.000 de las cuales se encuentran en Europa. Es posible que la lana de roca no siga siendo el sustrato más utilizado en el mundo; la fibra de coco ha venido ampliando su participación en el mercado y actualmente es el material preferido en muchas de las nuevas áreas cultivadas en cultivo sin suelo. México, Corea y los EE.UU. recurren

cada vez más al sustrato de cultivo (concepto que a menudo se confunde con el de “cultivo hidropónico”). En Europa este proceso es mas lento, sobre todo en los países centroeuropeos; allí la mayoría de las zonas hortícolas ya estaban familiarizadas con algún tipo de sustrato.

**Cultivos en contenedores**

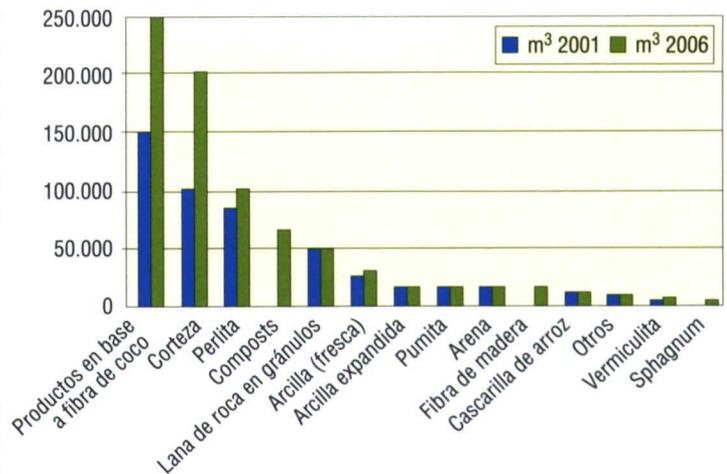
**Materiales**

Las plantas se cultivan en contenedores principalmente para medios de enraizamiento orgánico. La turba es el principal sustrato en el norte de Europa, con más del 70% del volumen de ventas en Escandinavia, el Reino Unido, Holanda, Dinamarca y Alemania (Figura 3, de Blok y Verhagen, 2009). Anualmente se venden, sólo en Europa y con fines hortícolas, alrededor de 25 millones de metros cubicos de turba (Verhagen ea, 2008); es con diferencia el sustrato más utilizado en el mundo para este fin. La turba es un material muy húmedo, con una capacidad de retención de agua cercana al 85%. Las estrategias de riego se basan en mezclas de gran capacidad para almacenar agua. En el sur de Europa, a diferencia de las zonas del norte, prefieren mezclas con una menor cantidad de turba y que contengan cortezas, arena, productos de madera, productos volcánicos y compost. Son generalmente mucho más secas y requieren estrategias de riego muy diferentes a las mezclas basadas completamente en turba.

**La fibra de coco ha venido ampliando su participación en el mercado y actualmente es el material preferido en muchas de las nuevas áreas cultivadas en cultivo sin suelo**

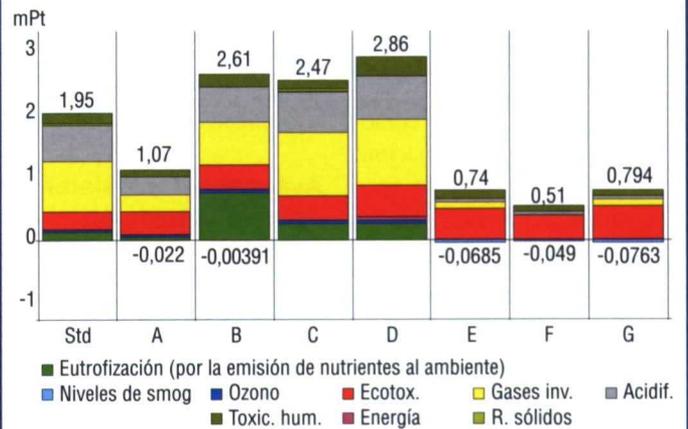
**Figure 3:**

Medios de enraizamiento en contenedores diferentes a la turba.



**Figura 4:**

Comparación de varios tipos de impactos ambientales para producir 1 kg de tomate bajo sistema convencional en lana de roca o bajo diferentes sistemas de producción ecológica en suelo. (Ruijs, 2000).



**El sistema convencional (Std), es un sistema estándar de cultivo en invernadero en Holanda en 1998, que se compara con varios invernaderos con cultivo ecológico. A es solo cultivo en verano y E hasta G son cultivos ecológicos de tomate con calefacción que no producen en invierno. El predominio de los factores relacionados con la combustión es obvio. La razón de que estos factores favorezcan el sistema de producción convencional es que la producción (kg) es mucho mayor.**

**El nivel de eutrofización (verde oscuro) se evalúa por la emisión de nutrientes al ambiente. Los niveles de smog (azul claro) aumentan por la combustión incompleta. La planta produce ozono y fotooxidantes (azul oscuro). Los productos usados en la protección de cultivos aumentan la toxicidad en humanos (verde oliva) y para el medio ambiente (rojo). También influye el uso de energía no fósil, que aquí no se emplea (color rojo oscuro); los invernaderos emiten gases por combustión (amarillo); residuos sólidos (verde claro) y contribuyen a la acidificación por las combustiones (gris).**

**Áreas**

Es difícil calcular el área sembrada pues en Europa las estadísticas de cada país incluyen no sólo los árboles y plantas cultivados en contenedores, sino también los de invernaderos, las plantas de jardinería y los materiales de propagación. Partiendo del supuesto que 15 millones de metros cúbicos de turba se utilizan anualmente en plantas de contenedores y asumiendo un uso de 50 litros por metro cuadrado por año y 50%- 100% de turba en las mezclas en toda Europa, supondría una superficie de entre 30.000 y 60.000 ha.

**Avances en la certificación**

La certificación de sistemas de crecimiento se suelen utilizar para facilitar el comercio justo y garantizar una producción adecuada, así como para la política de reclamación de los clientes. Ahora se emplea para demostrarles a clientes y consumidores que la producción es sostenible y que respeta a las personas, el planeta y la sostenibilidad económica (Responsabilidad Social Corporativa). Es por eso que actualmente se debate implacablemente sobre el consumo de energía de lanas de roca y espumas sintéticas; hay discusión a cerca de la utilización de la turba y la liberación de dióxido de carbono relacionada; existe controversia referente a la cantidad de energía utilizada para el transporte de coco en todo el mundo y ocurren polémicas relativas a la dispersión de fertilizantes y protectores en el medio ambiente. Las herramientas que evalúan y comparan dichos aspectos se encuentran incluidas en el Análisis del Ciclo de Vida (LCA, de las siglas en

**Figura 5. Sistema móvil de cultivo para rosas con unidades individuales (una planta por unidad de sustrato).**

ingles) (Maanen, 1998). Son herramientas diseñadas por economistas y que en un futuro servirán para librar una batalla por el favor de los consumidores (Verhagen y Boon, 1998). Su análisis se basa en un equilibrio entre la producción y sus aspectos negativos. Así se ha podido comprobar, por ejemplo, que el consumo energético de un cultivo orgánico sin calefacción no fue mejor que el de un cultivo de invernadero en lana de roca (Figura 4). Probablemente debido a la limitada entrada de energía en cultivos orgánicos es distribuida a causa de un rendimiento mucho más bajo por unidad de área.

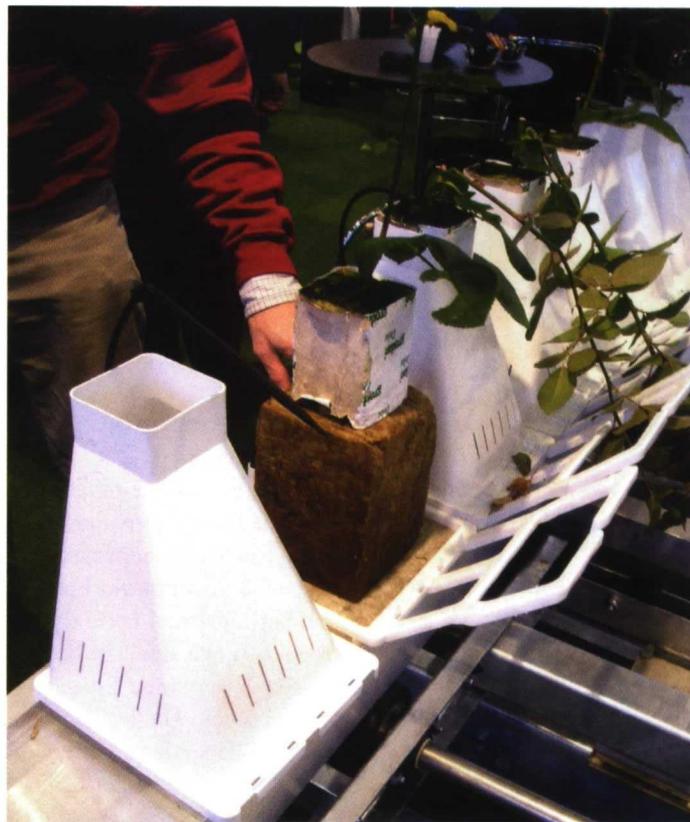
**Avances en los sistemas de automatización**

**Energía**

En el centro y norte de Europa, el desarrollo de este tipo de sistemas se enfocó en reducir el consumo de la energía, el trabajo y las emisiones. Los esfuerzos en este campo tuvieron éxito y dieron lugar a innovaciones tales como el invernadero cerrado (1), las pantallas, las cubiertas de los invernaderos y las estrategias de calefacción (Bakker, 2009). Los efectos negativos de dichos sistemas sobre el crecimiento de los cultivos son generalmente imperceptibles debido al incremento de horas con niveles altos del dióxido de carbono.

**Trabajo**

Los esfuerzos para reducir el trabajo a través de la automatización han tenido un menor éxito. La automatización



**El número de productos químicos autorizados está disminuyendo y los agentes de control biológico se desarrollan cada vez más**

de la fabricación de envases ha sido muy significativa. El transporte interno sin intervención humana y el análisis de imágenes de clasificación automatizada son ya sistemas estandarizados. Sin embargo, la automatización de sectores como flores de corte, bulbos, árboles y frutas y hortalizas, han producido graves problemas a los productores. Los productores que hoy utilizan estos sistemas desarrollados en los últimos diez años, reconocen que no los construirían si de nuevo tuvieran la oportunidad de escoger (Figura 5). El principal error en la automatización fue haber creado sistemas menos saludables para las plantas que los sistemas manuales. Estos son espe-

cialmente sensibles a pequeñas desviaciones en riego y nutrientes que ocasionan problemas serios de producción (Figura 6). En otras palabras, productores e investigadores no fueron consientes que desconocían aún muchos aspectos de la distribución del riego y drenaje. La investigación continúa y se espera que la automatización de la recolección y el transporte de productos, sin los actuales efectos perjudiciales, sea pronto una realidad (Figura 7, Blok y Shao, 2009).

**Emisión contaminantes en el medioambiente**

Finalmente, hay un gran énfasis en reducir las emisiones de los protectores de cultivos, los nutrientes, (especial-



mente nitratos y fosfatos) y el cloruro de sodio (Baas y van den Berg, 2004; Urrestarazu, 2004). Tanto en Holanda como en España se realiza un gran esfuerzo en investigar sobre mecanismos para controlar la emisión de los productores. Los riesgos de estos materiales en zonas densamente pobladas de Holanda son lo suficientemente claros para unir productores y comisiones de agua en la exploración de mejores técnicas de limpieza. Simultáneamente, el número de productos químicos autorizados está disminuyendo y los agentes de control biológico se desarrollan cada vez más.

**Figura 6. Sistema móvil de cultivo para crisantemos con unidades de subirrigación de 8 metros de largo por 5 cm de ancho.**

### Avances en el control del agua

#### Calidad del agua

En todo el sur de Europa existen grandes zonas cuyos cultivos son regados con agua de mala calidad. Los niveles de bicarbonato y el pH suelen ser demasiado altos y necesitan ser ajustados con productos químicos y equipos adecuados. Los elevados niveles de cloruro sódico y/o sulfatos

**Los esfuerzos para reducir el trabajo a través de la automatización han tenido un menor éxito; el principal error en la automatización fue haber creado sistemas menos saludables para las plantas que los sistemas manuales**

**SITAPE**

**P1**

**TURBULENTO JUNIOR**

**TURBULENTO TANDEM**

**AUTOCOMPENSANTE MULTIBAR**

**SIBERLINE, S.A.**  
 P.I. El Pinar, c/ Cordeleros, s/n  
 41410, Carmona, Sevilla  
 Tel: +34 954 196008 Fax: +34 954 196130  
 E-mail: siberline@siberline.com http:// www.siberline.com

**Figura 7. Sistema móvil de cabeza fija para pepinos. Los tallos se unen en el espacio de enraizamiento. El riego se realiza por la técnica de hidroponía. Las raíces son cortadas periódicamente y el siguiente conjunto de raíces se forma a partir del espacio de enraizamiento del tallo.**



también son comunes y dificultan la recirculación total de la disolución nutritiva. El bombeo de agua de calidad de los acuíferos más profundos es una solución a corto plazo, pero pronto será prohibida en toda Europa. Esto impide a los productores individuales superar los problemas de calidad del agua. Una alternativa viable, además de otras alternativas como la desalación de agua de mar, es organizar el suministro de agua de calidad y/o darle uso mucho más eficiente a través de planes de gestión regionales integrales.

**Cantidad de agua**

Los productores del norte de Europa no han tenido problemas con el suministro de agua pero los del sur podrían tenerlos pues allí es un recurso mucho más limitado. Una situación extrema, por ejemplo, se presentó al sur de los Estados Unidos cuando en el año 2008 el agua fue temporal-

mente regulada en favor de la demanda civil (Penn, 2008). Fue un hecho que retiró repentinamente a varios productores del negocio. Para evitar este tipo de competencia entre la agricultura y la demanda civil, la comunidad debe organizar la distribución de agua a nivel regional y suprarregional, así como mejorar sistemas que

augmente la eficiencia del uso del agua en los cultivos.

**Uso eficiente del agua**

La eficiencia del uso del agua es la cantidad de entrada de agua por unidad de peso del producto elaborado, siendo en realidad el LCA un concepto muy similar. Los cultivos con mayor producción tienen una mejor eficiencia del uso del

agua que aquellos con menor producción por unidad de área (Najafi y Tabatabaei, 2007). Así pues, el uso eficiente del agua favorece el aumento del área de crecimiento del sustrato lo cual repercute a su vez en el rendimiento del cultivo y en la posibilidad de reutilizar el agua de drenaje.

**Avances en el control de nutrientes**

**Regulación de 2027**

La Directiva Marco del Agua de la Unión Europea obliga a los Estados miembros a que antes del 2027 deben darle un nivel adecuado de calidad al agua utilizada en cualquier tipo de actividad agraria. El uso elevado de fertilizantes en la horticultura requerirá de un gran esfuerzo por parte de los productores para mantener la emisión de nitratos y fosfatos en los niveles máximos permitidos por hectárea. Dado que no se presenta un aumento directo en la producción ni existe una reducción de costos o mano de obra en relación con este esfuerzo, los productores se muestran reacios a invertir individualmente para reducir las emisiones.

**Sensores selectivos de iones**

Incluso los productores de

**Tanto en Holanda como en España se realiza un gran esfuerzo en investigar sobre mecanismos para controlar la emisión de los productores**

## En el centro y norte de Europa, el desarrollo de este tipo de sistemas se enfocó en reducir el consumo de la energía, el trabajo y las emisiones

cultivos sobre sustrato tendrán que drenar agua, luego de varios ciclos de re-uso, a medida que el nivel de calidad empiece a reducir la producción. En la horticultura de campo (contenedores de arbustos, por ejemplo), la descarga de nutrientes es a menudo potenciada por la lluvia. En cualquier caso, es posible alcanzar una mayor eficiencia de nutrientes, si antes de reutilizarse, la composición del agua de drenaje es medida con sensores selectivos de iones y posteriormente ajustada. No se ofrece actualmente ningún sensor de calidad aceptable en el mercado (Gielsing, 2005).

### Descargas

Para eventuales descargas de agua con altos niveles de nitrato y fosfato es recomendable

que los productores se organicen e inicien la cooperación con las autoridades, a fin de conseguir el suministro de agua de buena calidad y la recolección y tratamiento de las aguas de desecho. Es un tipo de asociaciones que empiezan a surgir en Holanda. Usualmente son las oficinas comerciales de ingeniería, con experiencia en tratamiento de aguas municipales, capaces de realizar proyectos con estas dimensiones.

### Posibilidades para el Norte y el Sur

Algunos temas evidentes para la cooperación en Europa son la reducción de emisiones mediante soluciones técnicas, el recaudo regional de agua y las estructuras de tratamiento, y el desarrollo de equipos selectivos de iones.

(1) Invernadero cerrado: es un invernadero que acumula calor durante el verano, lo guarda en las capas de agua del subsuelo (acuíferos) y lo re-utiliza en el invierno. Debido a que la temperatura en verano no llega a ser tan alta como en un invernadero tradicional, la ventilación puede ser reducida o no realizarse, si se mantienen cerradas las ventanas del invernadero. Una gran ventaja de limitar la ventilación es que el nivel de dióxido de carbono puede ser mantenido durante la mayor parte del día. El rendimiento de los cultivos aumenta de tal forma que los ingresos generados permiten pagar las técnicas utilizadas.



La plataforma Horticom en Internet tiene un canal llamado Fertirrigación. En <http://www.horticom.com/tematicas/fertirrigacion/> están junto con otras informaciones los artículos de esta sección, "fertirriego e hidroponía". También pueden buscarse en las "revistas on line".



## Fertirriego e Hidroponía

Una sección en Horticultura coordinada por Miguel Urrestarazu

Miguel Urrestarazu Gavilán es licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad de Granada, tienen más de 100 artículos publicados en el ámbito científico técnico como otros tanto de carácter divulgativo y de transferencia del conocimiento.

Entre los libros que ha escrito destaca el "Tratado de cultivo sin suelo" publicado por la Ed Mundi Prensa y el "Cultivo sin suelo" de Ediciones de Horticultura.

En la actualidad dirige un proyecto de la AECID titulado Bioseguridad desde la raíz: química limpia en horticultura sostenible.

Urrestarazu tiene contratos de investigación con universidades y organizaciones privadas como Burés, S.A., New Growing System, Gogarsa, Textil La Rabita, etc



### Bibliografía

- Baas, R., Berg, v.d. D., 2004. Limiting nutrient emission from a cut rose closed system by high-flux irrigation and low nutrient concentrations. *Acta Horticulturae* 644: 39-46.
- Bakker, J.C., 2009. Energy Saving Greenhouses. *Chronica Horticulturae* 49(2): 19-23.
- Blok, C., Shao and H., 2009. Chrysanthemum growing in gullies. Interactions of Pythium, substrate and climate in Chrysanthemum soilless cultivation. Wageningen UR Greenhouse Horticulture, the Netherlands.
- Blok, C., Verhagen, H., 2009. Trends in Rooting Media in Dutch Horticulture during the period 2001-2005. The New Growing Media Project. *Acta Horticulturae* 819: 47-58.
- Gielsing, H., T., Straten, v., G., Janssen, J., H.J., Wouters, H., 2005. ISE and Chemfet sensors in greenhouse cultivation. *Sensors and Actuators B: Chemical* 105(1): 74-80.
- Maanen, V., 1998. Production of Horticultural peat in the Netherlands: a life cycle analysis. Doctoraal verslag 78, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, Nederland.
- Najafi, P., Tabatabaei, S.H., 2007. Effect of using subsurface drip irrigation and ET-HS model to increase WUE in irrigation of some crops. *Irrigation and drainage* 56: 477-486.
- Penn, C., 2008. The End of Cheap, Plentiful Water. The wine industry faces increased competition for its most important resource. *Wine Business Monthly*, December 15, 2008.
- Urrestarazu, M., 2004. Tratado de cultivo sin suelo. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
- Verhagen, J., Akker, v.d., J., Blok, C., Diemont, H., Joosten, H., Schouten, M., Schrijver, R., Verweij, P., Wösten, H., 2008. CLIMATE CHANGE SCIENTIFIC ASSESSMENT AND POLICY ANALYSIS. Peatlands and carbon flows. Outlook and importance for the Netherlands. PRI, Wageningen, the Netherlands.
- Verhagen, H.B.G.M., Boon, H.T.M., 2008. Classification of Growing Media on their Environmental Profile. *Acta Horticulturae* 779: 231-238.



### Información Adicional

<http://growstone.com/>  
<http://www.ngsystem.com/>  
[http://ec.europa.eu/environment/water/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/index_en.htm)

Traducción: Jorge Luis Alonso