

**Se entiende por sustratos alternativos a un grupo de sustratos orgánicos biodegradables que da utilidad a residuos de otra actividad industrial.**

## Fibra de pino: un sustrato ecológico

MIGUEL URRESTARAZU <sup>1</sup>, PILAR MAZUELA <sup>2</sup>, JUAN DEL CASTILLO <sup>3</sup>, SALOMÓN SÁDABA <sup>3</sup> Y JULIO MURO <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Almería, mgavilan@ual.es

<sup>2</sup> Universidad de Tarapacá, Chile

<sup>3</sup> Inst. Técnico y de Gestión Agrícola de Villava, España

<sup>4</sup> Universidad Pública de Navarra, julio@unavarra.es



La superficie de cultivo sin suelo ha tenido un incremento sostenido en los últimos años muy asociado a los invernaderos de reciente construcción con una superficie que se estima en 5000 ha (Urrestarazu et al., 2004a) lo que representa cerca del 15% de la superficie bajo invernadero en el sudeste español (Figura 1).

Los sustratos más importantes en cuanto a superficie cultivada son la lana de roca y la perlita. Estos sustratos al ser inertes y muy homogéneos, son de muy fácil manejo para el técnico y el

**Frutos de tomate en fibra de pino con dos campañas de cultivo en un invernadero de raspa y amagado de la Universidad de Almería.**

**Establecimiento de un cultivo de melón en fibra de pino en segunda campaña de cultivo.**

agricultor siendo la principal ventaja la que permite mantener un perfil de humedad prácticamente constante a lo largo de la zona radical. Como inconveniente, es que al ser sustratos derivados de un material mineral tratado industrialmente, no son biodegradables.

Existen varias razones que explican el aumento de la superficie de cultivo sin suelo en los invernaderos de reciente construcción que puede resumirse en que el coste inicial de implementar un sistema en sustrato es igual, sino menor, respecto al enarenado con

la ventaja que permite un mejor control sobre el sistema. Como las raíces están confinadas en un pequeño volumen de sustrato es muy fácil variar la rizosfera en el sentido que el técnico lo requiera.

Al tener un mayor control sobre el sistema, el agricultor puede intervenir más sobre la producción y calidad del producto; la eficiencia del uso del agua y los fertilizantes y tener un mayor control de contaminantes al medio ambiente tales como nitratos, fosfatos y pesticidas (Sonneveld, 2004).

Otra razón que explica el incremento de los cultivos si suelo es la sustitución gradual del cultivo tradicional por cultivo en sustrato debido al agotamiento de los suelos, bien sea por enfermedades o salinización, que estarían limitando la productividad de los cultivos intensivos.

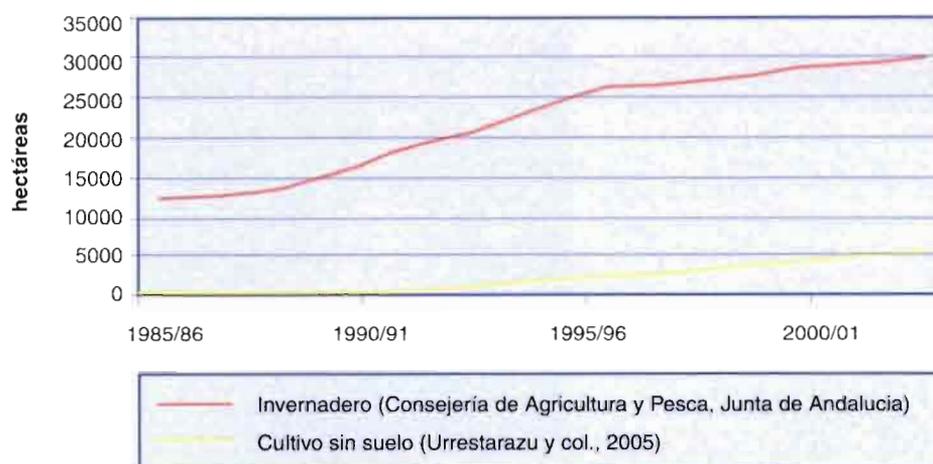
### Sustratos alternativos

En la medida que la legislación se vuelve más exigente respecto al cuidado del medio ambiente, aumenta la presión por los residuos generados de la actividad agrícola que en el caso de la lana de roca y perlita generan un volumen de residuos de 6-10 t por hectárea (Cara y Ribera, 1998).

Algunos sustratos orgánicos muy utilizados como la turba también generan problemas ecológicos ya que la explotación indiscriminada de las turberas está agotando este recurso no renovable. Como una forma de disminuir el impacto ambiental generado por los residuos de los sustratos inorgánicos (lana de roca y perlita) y la sobre explotación de la turba se hacen esfuerzos por introducir sustratos alternativos, amigables con el medio ambiente, que puedan sustituir a los tradicionales.

Otra forma de disminuir el impacto ambiental generado por el uso de los sustratos es su durabilidad. Autores como Raya y Vega (2004) indican como una práctica cultural positiva en Almería la renovación de la lana de

**Figura 1:**  
**Evolución superficie en invernadero y cultivo sin suelo.**



roca cada tres años, a diferencia de Holanda, que renueva con más frecuencia por lo tanto los residuos generados en una ha son mayores. Esto obliga a que cualquier sustrato que intente sustituir a los tradicionales tenga una vida útil de, al menos, dos campañas.

**En la medida que la legislación se vuelve más exigente respecto al cuidado del medio ambiente, aumenta la presión sobre los residuos generados por la actividad agrícola**

Se entiende por sustratos alternativos a un grupo de sustratos orgánicos biodegradables que da utilidad a residuos de otra actividad industrial. Como ejemplo tenemos cascarilla de arroz, compost, fibra de coco, fibra de pino y cáscara de almendra. En la actualidad se hacen grandes esfuerzos por potenciar y desarrollar comercialmente los sustratos alternativos porque son más adecuados desde el punto de vista medioambiental. Son menos agresivos con el medio ambiente y solucionan otro problema ambiental al reciclar residuos (Urrestarazu y Salas, 2004).

Otros aspectos a considerar a la hora de buscar nuevos sustratos

### Reguladores de presión

Especialmente indicados para aguantar altas presiones. Regulación constante y fiable. Diseñados especialmente para uso en instalaciones de riego agrícola y de jardinería, tanto de goteo como aspersión.

Compatibles con las marcas más reconocidas de boquillas y aspersores agrícolas.

Con la garantía y seriedad de:

**Copersa**

Apartado de Correos, 140, 08340 - Vilassar de Mar (Barcelona) Tel. 902 30 33 55 - Fax. 9327 59 56 09 - E-mail: regda@copersa.com - Web: www.copersa.com

Pídalos por su nombre  
a su proveedor  
habitual.



**Senninger**

es la disponibilidad, potenciando el material de origen local, y las características físicas del sustrato ya que de éstas dependerán consideraciones tan importantes como el peso de la unidad de cultivo y el manejo del fertirriego (Abad et al., 1993; Urrestarazu et al., 2004b)

El peso del sustrato viene determinado por la densidad aparente que debiera ser lo mas bajo posible para facilitar el transporte en el manejo práctico. Así, algunos sustratos como la cáscara de almendra tiene una densidad aparente muy alta, lo que significa que a igual volumen, el peso del saco es mayor.

Otros sustratos, como la fibra de pino, tienen una densidad aparente muy baja, semejante a la lana de roca, con lo cual, el transporte y manipulación se facilita. El espacio poroso total y la capacidad de retención de agua son muy importantes para el manejo del fertirriego ya que nos orienta respecto a la duración y frecuencia óptima del riego. En el Cuadro 1 se indican algunas propiedades de los sustratos alternativos.

Por lo tanto, son cuatro los requisitos que debiera tener un sustrato para ser considerado alternativo, agrícolamente viable y económicamente rentable. Los requerimientos son que sea biodegradable, la disponibilidad, el fácil manejo y la durabilidad.



**Cultivo de pimiento en fibra de pino en una finca comercial de El Ejido, Almería.**

**Ventajas de la fibra de pino**

Uno de los inconvenientes de los sustratos alternativos es que se generan en lugares muy distantes de donde van a ser consumidos, como es el caso de la fibra de coco, lo que hace que la fibra de pino tenga grandes posibilidades de uso por tratarse de un recurso que se genera dentro del país. Así, este sustrato combina una serie de ventajas que permite introducir su

**Los requisitos que debe tener un sustrato para ser considerado alternativo, agrícolamente viable y económicamente rentable son su biodegradabilidad, su disponibilidad, su durabilidad y un fácil manejo**

uso con mayor rentabilidad económica y medioambiental.

La fibra de pino es un material de origen vegetal que proviene de la madera de especies de pino de origen local, por lo que se elimina la dependencia de importaciones de terceros países. Este producto se obtiene a partir de la desfibración de la celulosa de madera en baja densidad. La madera que se utiliza para su elaboración es la del pino común (*Pinus insignis*) de los listones («costales») que se produce al serrar troncos para obtener tablones, con lo que se está dando salida a un residuo de la industria maderera.

Este sustrato ha sido introducido con éxito en el cultivo del champiñón y como sustrato para ornamentales. También, ha sido utilizado en diversos ensayos de producción de hortalizas tanto en

**Cuadro 1:**

**Propiedades físicas y físico químicas seleccionadas de algunos sustratos alternativos y valores óptimos.**

	Cáscara de almendra <sup>1</sup>	Fibra de coco <sup>2</sup>	Fibra de pino <sup>3</sup>	Óptimo <sup>4</sup>
Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )	0,40	0,059	0,061	< 0,40
Densidad real (g cm <sup>-3</sup> )	1,40-1,45	1,51	1,46	1,45-2,65
Índice de grosor (%)	84,2-86,3	34	97,5	
Espacio poroso total (% vol)	71-72	96,1	95,8	> 85
Capacidad de retención de agua (mL L <sup>-1</sup> )	188-194	523	187	600-1000
Contracción (% vol)	10-12,3	14	10	<30
Materia orgánica total (%)	99	93,8	99	> 80
pH en pasta saturada	5,1-5,2	5,71	5,76	5,2-6,3
CE en extracto de saturación (dS m <sup>-1</sup> )	2,44-2,70	3,52	0,63	0,75-1,99

<sup>(1)</sup> Urrestarazu et al., 2004b; <sup>(2)</sup> Abad et al., 1997; <sup>(3)</sup> Urrestarazu et al., 2002; <sup>(4)</sup> Abad et al., 1993.

el norte (Pamplona) como en el sureste español (Motril y Almería) con muy buenos resultados.

Como ejemplo, en un ensayo realizado en un invernadero de la Universidad de Almería se comparó la producción y calidad de un cultivo de melón con distintos sustratos sin que se observara diferencia significativa al utilizar sustratos alternativos como cáscara de almendra y fibra de pino, respecto a otros sustratos más conocidos como lana de roca y fibra de coco (Cuadro 2).

Las ventajas del uso de la fibra de pino como sustrato, que se comercializa con el nombre de Fibra de pino, pueden resumirse en que es un sustrato de fácil disponibilidad pues se produce en el país; se puede reincorporar al suelo una vez terminada su vida útil como sustrato ya que es biodegradable; es de fácil manejo, tanto en el transporte como en la manipulación dentro de la finca pues es



un sustrato muy liviano y, puede ser usado durante varias campañas sin que afecte la producción y calidad.

#### Manejo de la fibra de pino

Fibra de pino ha sido utilizada como sustrato en ensayos de melón y tomate en la Universidad de Almería y en fincas comercia-



les con cultivo de tomate, pimiento y melón en las provincias de Almería, Granada y Navarra. Los resultados indican que la fibra de pino es un sustrato fácil de manejar siempre y cuando se adecúe el fertirriego a sus propias características y no se intente repetir lo que ha funcionado bien con otro sustrato.

En primer lugar, este sustrato debe saturarse con solución nutritiva, la que idealmente, debiera contener un mmol de amonio para asegurar un buen establecimiento del cultivo (Cuadro 3). Es muy

**Cuaje de melón en fibra de pino, donde se observa la altura del saco.**

**Aspecto de un tomate en tacho de lana de roca recién trasplantado en fibra de pino.**



## agricultura inteligente

Riego por goteo, aspersión y pivot • Fertirrigación **XILEMA** • Redes de riego • Sistemas de humedad: Fog System; sistemas de baja presión; cooling • Carros de riego para semilleros • Riego de jardines y piscina • Embalses de PVC y PE • Plantas de ósmosis **OSMAQUA** • Control climático de invernaderos: **CLIMATEC**, **INTEGRO** • Calefacción por agua y aire caliente • CO<sub>2</sub> • Ventilación forzada • Sistema de tratamientos fitosanitarios: **HUMIFITO** • Sistema de desinfección recirculado: **ECOHDRO** / **VIALUX** • Invernaderos: multicapilla APR • Pantallas térmicas y de sombreo • Sustratos e hidroponía • Iluminación • Gestión de personal: PrivAssist • Carros de trabajo • Clips: tomate, pimiento, clips para injerto • Microelementos y Ac. Húmicos • Asesoramiento agronómico • Formación y capacitación



Mazarrón MURCIA Tel. 968 59 01 51 // Vilar ALMERÍA Tel. 950 34 19 47 // Torre Pacheco MURCIA Tel. 968 57 81 82  
Tomelloso CIUDAD REAL Tel. 926 51 48 95 // Campohermoso ALMERÍA Tel. 950 38 59 71 // Águilas MURCIA Tel. 968 44 85 40  
División distribución MURCIA Tel. 968 57 91 38 // Export Department Tel. +34 968 57 91 38 [www.novedades-agricolas.com](http://www.novedades-agricolas.com)

importante asegurar el aporte de nitrógeno durante el primer cultivo ya que la fibra de pino inmoviliza ("secuestra") este elemento y puede ocurrir que la planta presente síntomas de clorosis durante los primeros quince días del cultivo sino se fertirriega adecuadamente.

Esto ocurre cuando se hidrata el sustrato con agua sin saturar con solución nutritiva y una vez realizado el trasplante, se castiga la planta para estimular el crecimiento de las raíces. Pese a que estas son prácticas habituales, son innecesarias ya que propio sistema se basa en la disponibilidad de agua y nutrientes para la planta.

Como en todos los sustratos, hay que tener especial cuidado en el lugar donde se hace el drenaje y donde se ubica el gotero de riego respecto al drenaje ya que se debe evitar que la solución nutritiva percole sin ser aprovechada por las raíces. Esto es especial-

**Cuadro 2:**

**Producción y calidad de melón comparando diversos sustratos.**

Sustrato	PRODUCCIÓN			CALIDAD		
	kg m <sup>-2</sup>	Frutos/m <sup>2</sup>	kg fruto <sup>-1</sup>	Firmeza (kg)	Brix (°)	Mat. seca (%)
Cáscara almendra	6,52	4,56	1,43	2,2	12,5	9,8
Lana de roca	6,57	5,00	1,31	1,7	11,8	7,4
Fibra de coco	6,55	5,08	1,29	1,7	12,3	10,1
Fibra de pino	6,19	5,12	1,21	1,6	11,8	9,9

*Datos del autor*

**Cuadro 3:**

**Niveles de referencia en disoluciones nutritivas de inicio recomendadas para distintos cultivos en fibra de pino.**

	pH	dS m <sup>-1</sup>				mmol L <sup>-1</sup>			
		CE	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
Melón	5,8	2,2	13,0	2,3	2,2	1,0	7,0	4,25	2,2
Tomate	5,8	2,3	13,0	2,0	2,0	1,0	7,5	4,00	2,0
Pimiento	5,8	2,2	13,0	2,0	2,0	1,0	6,0	4,25	2,0

mente importante ya que la altura del sustrato es menor que en una tabla de lana de roca o un saco de

perlita y tenemos que asegurarnos que el sustrato tenga condiciones de humedad adecuadas para que

La tecnología durante las 4 estaciones  
TECNOLOGÍA PARA SISTEMAS DE INVERNADERO  
**azrom**  
AGRICULTURAL INNOVATIONS  
INVERNADEROS AZROM

**INVERNADEROS DE AVANZADA  
TECNOLOGÍA Y PROYECTOS  
"LLAVE EN MANO"**

Tel: 972-8-9493620 • Fax: 972-8-9493640 • E-mail: azrom@azrom.com • [www.azrom.com](http://www.azrom.com)

las raíces colonicen el máximo volumen de sustrato y la planta pueda aprovechar al máximo el fertirriego. Se recomienda que los riegos sean cortos y frecuentes debido a la baja retención de agua que tiene el sustrato y su alta porosidad.

Estas recomendaciones deben seguirse siempre aunque el riesgo de un secuestro de nitrógeno solo se ha observado en el establecimiento del primer cultivo. Este sustrato es de fácil rehidratación, así que una vez terminada el cultivo no es necesario regarlo para mantener húmedo el sustrato. Como en todos los sustratos, conviene cortar las plantas antes de quitar el riego.

#### En resumen

La tendencia es que la superficie de cultivo sin suelo seguirá creciendo, y con ello la necesidad de buscar nuevos sustratos más amigables con el medio ambiente, conforme siga creciendo la super-

ficie bajo invernadero con mejor infraestructura y sistemas de fertirriego.

Las ventajas de este sistema de cultivo es que es económicamente competitivo respecto al establecimiento del enarenado y permite al agricultor tener un mayor control sobre el sistema, el inconveniente es que los sustratos tradicionales causan un problema de contaminación al terminar su vida útil porque no son biodegradables.

Pese a esto, los cultivos sin suelo son técnicamente amigables con el medio ambiente porque permite el control de las emisiones (nitratos, fosfatos, pesticidas) y permite reciclar materiales que son residuos de otra industria.

#### Agradecimientos

A los hermanos Francisco y José Lupiáñez por su valiosa colaboración en el manejo de este sustrato.

#### Bibliografía

- Abad, M., Martínez, P.F., Martínez, M.D. y Martínez, J. 1993. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. *Actas de Horticultura*, 11:141-154.
- Abad, M., Noguera, P., Noguera, V., Roig, A., Cegarra, J. y Paredes, C. 1997. Reciclado de residuos orgánicos y su aprovechamiento como sustratos de cultivo. *Actas de Horticultura*, 19:92-109
- Cara, G. y Ribera, J. 1998. Residuos en la agricultura intensiva. El caso de Almería. Encuentro medioambiental Almeriense: En busca de soluciones. Almería, España 7 y 8 de Marzo. pp. 128-132.
- Urrestarazu, M., Gómez, A., Valera, D.L., Salas, M.C. y Mazuela, P. 2004a. La calefacción de la disolución nutritiva en cultivos hortícolas. *Vida Rural* 185:48-56
- Urrestarazu, M., Martínez, G.A. y Salas, M.C. 2005. Almond shell waste: posible local rockwool substitute in soilless crop culture. *Scientia Horticulturae* 103(4): 453-460
- Urrestarazu, M. y Salas, M.C. 2004. Cultivo en sustratos alternativos. p.669-690. En: M. Urrestarazu (ed.). *Tratado de cultivo sin suelo*. 3ª Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Urrestarazu, M.; Salas, M.C.; Soler, J.; Muro, J. y García, J.M. 2002. Efecto de la edad en cultivo de la fibra de pino usada como sustrato alternativo hortícola. VI Jornadas del Grupo de Sustratos SECH. Barcelona.
- Vega, M. y Raya, J.L. 2004. Cultivo en lana de roca. p.603-621. En: M. Urrestarazu (ed.). *Tratado de cultivo sin suelo*. 3ª Ed. Mundi-Prensa, Madrid.

# C-PACK

## VAS 991

Permite el etiquetado y la impresión de la etiqueta al momento

**Máquina envasadora soldadora de gran rendimiento para malla tubular**

**MAKPACK**

**GUIRAFA PACKAGING, S.L.**

C/ Oriente, 78-84, piso 3º, oficina 9

08190 Sant Cugat del Vallès • Barcelona - Spain

Tel: +34 93 675 54 31 • Fax: +34 93 590 05 75

E-mail: sales@guirafa.com