



5.- Detalle de un saco de cultivo de fibra de madera, granulada, en cultivo de tomate.

La fibra de madera, un nuevo sustrato para cultivos hidropónicos

Itziar Domeño*, Ignacio Irigoyen*, Salomón Sádaba, Juan del Castillo**, Julio Muro***

(*) Dpto. de Producción Agraria.
Universidad Pública de Navarra
(**) Instituto Técnico y de Gestión
Agrícola (ITGA). Pamplona

La búsqueda de materiales alternativos a los actualmente utilizados mayoritariamente en los cultivos sin suelo (turba, lana de roca, perlita, etc.), sobre todo a partir de materiales producidos localmente, es una prioridad tanto a escala local como mundial. Tanto en el cultivo en sustrato de semilleros, plantas en contenedor, viveros forestales, como en cultivo hidropónico de hortalizas se vienen produciendo

cambios significativos en los materiales utilizados como sustratos o como componentes de los sustratos de cultivo.

La perlita o lana de roca, sustratos ampliamente utilizados en el cultivo hidropónico, suponen un importante problema medioambiental ya que se convierten en residuos tras su utilización como medio de cultivo al no ser biodegradables (Fotografía 1). Los problemas por la utilización de estos materiales han llevado a

la búsqueda de materiales alternativos, menos agresivos con el medio ambiente como son los residuos o subproductos orgánicos biodegradables, no contaminantes.

La actividad humana produce una gran cantidad de materiales residuales que podrían ser reciclados en la producción de sustratos. Siguiendo este planteamiento se han realizado numerosos estudios para caracterizar tanto materiales orgánicos como inorgánicos y

valorar su posible uso como sustratos para cultivo.

El objetivo de los nuevos materiales alternativos viene cumpliendo dos objetivos básicos; en primer lugar no fabricar materiales *ex novo* cuya eliminación podría ser problemática y, en segundo lugar, la reutilización de subproductos industriales que constituyen una posibilidad más de eliminación y reciclado de desechos.

Dentro del grupo de materiales inorgánicos, la espuma de poliuretano regenerado (PUR), las cenizas procedentes de la combustión de carbón, los estériles de las minas de carbón, la grava o arcillas (sepiolita) han sido evaluados como sustratos dando resultados satisfactorios.

En cuanto a los materiales orgánicos, son muchos mas los

Los problemas por la utilización de perlita o lana de roca han llevado a la búsqueda de materiales alternativos

La actividad humana produce una gran cantidad de materiales residuales que podrían ser reciclados en la producción de sustratos

que pueden ser utilizados como sustrato o como componentes de sustratos en agricultura. Muchos de ellos son resultado de actividades humanas por lo que su utilización agronómica supone una forma de reutilización y una ventaja medioambiental por reducción de la producción de residuos. Estos materiales pueden proceder de diferentes fuentes tales como actividades forestales, agrarias, ganaderas, agroindustriales o agroalimentarias.

Algunos de estos materiales orgánicos pueden ser utilizados como sustratos tras un proceso de compostaje, como los restos del procesado de la uva, de la oliva, o de los restos de cosechas. Otros restos vegetales pueden utilizarse directamente, sin compostar, tales como la cáscara de almendra, la cascarilla de arroz o la fibra de coco, etc.; son materiales alternativos que pueden utilizarse como sustratos para plantas ornamentales, plantales o cultivo de hortalizas.

Entre estos sustratos orgánicos destaca la fibra de coco. Lo que se conoce como sustrato hortícola de fibra de coco es una mezcla de fibras cortas y polvo de coco. Es un material muy utilizado actualmente en todo el mundo tanto para el cultivo hidropónico y como para cultivos en contenedor. Pero a pesar de sus óptimas propiedades este material presenta dos desventajas importantes; se trata de un material heterogéneo cuyas propiedades físico-químicas y químicas difieren en función de la fuente

de sustrato, pudiendo deberse a diferencias en el fruto, el método y condiciones de procesamiento o el período de almacenamiento. Por otro lado, para su utilización en nuestro país, es necesaria su importación lo que conlleva un incremento de su coste y una desventaja medioambiental ya que en definitiva estamos importando un residuo cuyo reciclaje se deberá finalizar aquí.

Existen también diferentes materiales derivados de la madera que pueden utilizarse como sustratos orgánicos. La corteza de pino, compostada o no, el serrín, las astillas, el corcho o la fibra de madera pueden utilizarse como sustratos, o componentes de sustratos, para los cultivos en contenedor o en cultivos hidropónicos.

La fibra de madera como sustrato

Ya en 1984 el sustrato a base de fibra de madera HORTIFIBRE fue evaluado como sustrato de cultivo en Francia y, posteriormente el material desarrollado por la empresa suiza INTERTORESA fue también analizado en numerosos trabajos mostrándose como un buen sustrato de cultivo y una alternativa a la turba.

Se trata de un material aireante cuya capacidad de retención de agua depende de la dimensión de las fibras, químicamente es poco reactivo y tiene una tasa de descomposición lenta. Su pH está por debajo de la neutralidad y su conductividad eléctrica y ca-

Evolución Constante

Solicite nuestro Catálogo

Plantas de gerbera
Esquejes de clavel
Esquejes de crisantemo










Preesman
www.preesman.nl

Las Mejores Variedades

La Técnica más Avanzada

Gerberas con colores luminosos y atractivos. Tallos rígidos y alta producción. Plantas de la mayor calidad para garantizar la satisfacción de nuestros clientes.

Asturias y Cantabria

AGRICOLA CUELI, S.A.
Pol. Ind. Porcayo, 1-113
C/ Pierre Simon Laplace, 85
33392 Gijón - Tel.: 985 30 71 56

Galicia

BACELO, S.L.
C/ Carregal, 70
Tel. 986 63 34 09 - Fax: 986 63 34 90
36740 TOMIÑO (Pontevedra)

Cádiz y Sevilla

FRANCISCO GUERRERO ODERO
Tel. Movil. 609 86 79 07

Murcia y Alicante

BULBO IMPORT, S.L.

Antonio el monte Huila
Ctra. de Pulpi-Lorca, km 1,5
Tel.: 950 46 44 68 - Fax: 950 61 96 50
04640 PULPI (Almería)

tecniplant
Av. Paisos Catalans, 133 - 1º 1ª
43205 REUS (Tarragona)
Tel.: 977 320 315 - Fax: 977 317 456
e-mail: tecniplant@ediho.es

pacidad de intercambio catiónico son bajos. Asimismo, se ha observado que con el paso del tiempo, las características del material cambian, manteniendo la porosidad y aumentando la capacidad de retención de agua. Al igual que otros materiales lignocelulósicos con alta relación C/N, una desventaja que presenta el material es la posible inmovilización de nitrógeno por los microorganismos, que podría hacer que dicho elemento no estuviese disponible para las plantas en sus primeras fases de desarrollo.

El nuevo sustrato a base de fibra de madera (FIBRALUR®) resulta de un proceso de desfibrado de astillas de madera de pino en el que se las somete a un lavado con agua a altas temperaturas, dando como resultado un producto homogéneo, fibroso, de color blanquecino y libre de patógenos y compuestos fitotóxicos (Fotografías 2 y 3).

Este material ha sido evaluado por la Universidad Pública de Navarra (UPNA) en diferentes aplicaciones agro-

El objetivo de los nuevos materiales alternativos es no fabricar materiales *ex novo*, cuya eliminación podría ser problemática, y la reutilización de subproductos industriales

nómicas como sustrato de plántulas hortícolas, ornamentales y forestales, en cultivo de champiñón (como tierra de cobertura) y en cultivo hidropónico. Esta última aplicación también se ha evaluado en la Universidad de Almería.

En lo que respecta al cultivo hidropónico, el material muestra inicialmente unas propiedades adecuadas para su utilización como sustrato. Se trata de un material muy aireante con valores de capacidad de aireación muy superiores a la fibra de coco y con una menor retención de agua, aunque se ha observado que estos valores aumentan con el uso del material a lo largo de los ciclos de cultivo. Se trata de un material con un pH ligeramente ácido, con un valor aproximado de 6,5 y una baja conductividad eléctrica (CE)

con valores de 0,3 dSm⁻¹. Su capacidad de intercambio catiónico (CIC) es baja, alrededor de 25 meq/100g, a pesar de tratarse de un sustrato orgánico, por lo que el material por sí solo apenas interfiere en el intercambio de nutrientes entre la solución de fertirriego y la planta.

Para evaluar su comportamiento agronómico, se realizaron ensayos durante varias campañas en cultivos hidropónicos de tomate y melón en la UPNA y en la Universidad de Almería, comparando la fibra de madera con fibra de coco y perlita, en los cuales no se observaron diferencias significativas en cuanto a producción y calidad de fruto.

En estos trabajos, se observaron las ventajas e inconvenientes de la fibra de madera para su uso como sustrato en



cultivo hidropónico. Las principales ventajas que ofrece el material son:

- Se trata de un material eficaz como sustrato, estando a la altura de otros sustratos utilizados comúnmente (perlita

Figura 1:

Producciones comerciales obtenidas en el ensayo situado en Barásoain durante tres ciclos de cultivo (julio 07-diciembre 08)

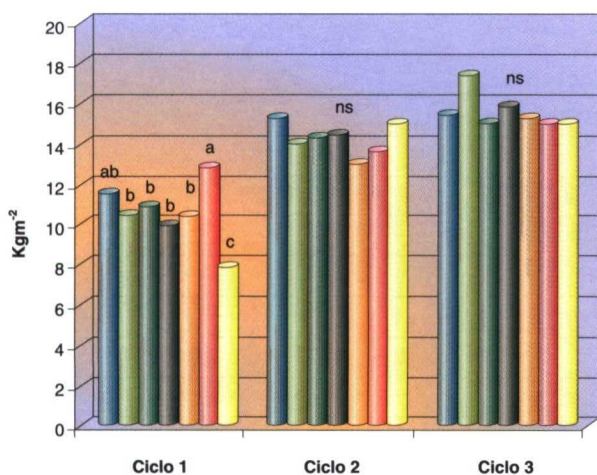
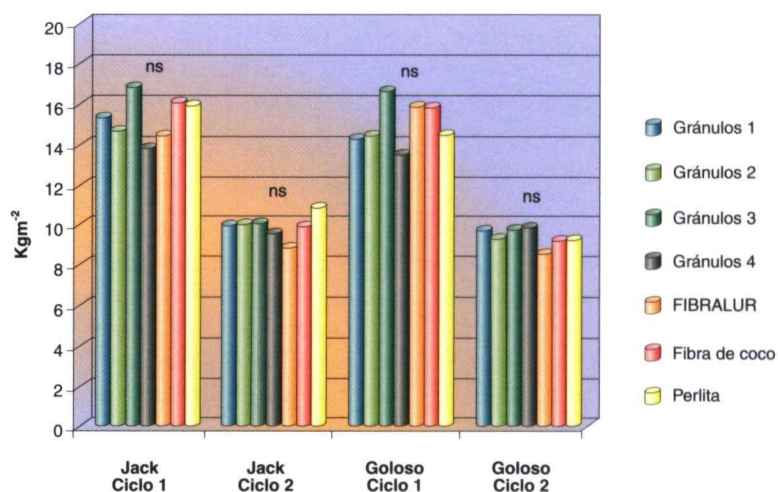


Figura 2:

Producciones comerciales obtenidas en el ensayo situado en Sartaguda durante dos ciclos de cultivo (febrero 08-diciembre 08) con dos variedades de tomate





1.- Sacos de perlita abandonados, como residuo, tras su uso en cultivo.

ta y fibra de coco), pudiendo ser utilizado como sustituto de los mismos.

- Es un material residual de otras actividades (serre-rías), por lo que su utilización supone una valorización de un residuo/subproducto.

- Se trata de un material orgánico reciclable, es decir, que tras su utilización puede

ser incorporado al suelo como enmienda.

- Es un material económicamente competitivo frente a sustratos que deben importarse de otros países como la turba o la fibra de coco

- Sus características fisico-químicas son estables y repetibles ya que el material procede de un proceso industrial de fabricación controlado.

- Durante su utilización la descomposición es lenta debido a su carácter lignocelulósico.

Dentro del grupo de materiales inorgánicos, la espuma de poliuretano regenerado (PUR), las cenizas procedentes de la combustión de carbón, los estériles de las minas de carbón, la grava o arcillas (sepiolita) han dado resultados satisfactorios

Su regalo para estas Navidades

PROGRAMAS INFORMÁTICOS PARA AGRICULTURA Y GANADERÍA

- > Recogida y consulta de datos en campo
- > Trazabilidad de su producción
- > Costes de producción
- > Cuaderno de campo y condicionalidad
- > GPS: guiado para tractores

LE REGALAMOS
UN AGRI-POCKET
COMPRANDO
UN PROGRAMA*





REMITIR A :
ISAGRI - C/ESPINOSA, 8 - 410
46008 VALENCIA
tlfno: 902 170 570.
fax: 902 170 569.
E-mail : isagri@isagri.es
Internet : www.isagri.es

☐ Me interesa la oferta Agri-Pocket y deseo recibir información sobre las soluciones ISAGRI

☐ Cultivos
☐ Ganadería

Empresa : _____
 Nombre : _____
 Dirección : _____
 C.P : _____
 Localidad : _____
 Tfno : _____
 Móvil : _____

* Con la compra de un programa nivel base + enlace le regalamos 1 Agri-Pocket. Oferta válida hasta el 29/01/2010

25 años de progreso





- El sustrato está prácticamente esterilizado y por tanto libre de patógenos.

- Su conductividad eléctrica es baja y su pH es adecuado para múltiples usos hortícolas.

Asimismo, se ha observado que una de las principales desventajas que pudiera tener el sustrato de fibra de madera es el desmejoramiento visual de los sacos de cultivo tras los sucesivos usos como sustrato en hidroponía, haciéndose especialmente patente a partir de su tercera reutilización (entre 12 y 18 meses). Esto se debe a la pérdida de volumen, por la lenta degradación del material. Se ha demostrado que agrónomicamente no tiene consecuencias en cuanto a la productividad de los cultivos instalados en esos sacos pero su aspecto puede ser un factor comercialmente negativo. Es por ello que ha hecho necesario realizar mejoras en el material para paliar este aspecto.

Por otra parte, como se ha mencionado anteriormente, la bibliografía hace referencia a otro posible problema relacionado con los sustratos basados en fibra de madera. Se trata de un proceso de inmovilización

de N causado por microorganismos y que podría tener consecuencias en el cultivo. Para estudiar este proceso, se realizó la determinación del *Nitrogen Drawdown Index* (NDI) siguiendo el protocolo desarrollado por la Escola Superior d'Agricultura de Barcelona que se basa en el método original propuesto por Handreck.

Se observó que en este material se da inmovilización de nitrógeno pero con una tasa de retención similar, e incluso algo inferior, a la que produce en la fibra de coco. Por otro lado, en ninguno de los ensayos de campo realizados, con melón y tomate, se han observado deficiencias de nitrógeno en las plantas, por lo que se

puede asegurar que en este sustrato la inmovilización de nitrógeno no supone ningún factor de importancia relevante, como no lo es tampoco con la fibra de coco.

Nuevos formatos de la fibra de madera

En relación al problema del aspecto visual de los sacos se consideró la opción de aportar algún elemento estructurante al material para evitar la pérdida de volumen y dar más consistencia al sustrato. Para ello se pensó en un proceso de granulación de las fi-

Cuadro 1:

Propiedades físicas de los sustratos ensayados

	Propiedad*								
	IG (%peso)	DA (g/cm ³)	DR (g/cm ³)	EPT (%vol)	CA (%vol)	AFD (%vol)	AR (%vol)	ADD (%vol)	ATD (%vol)
Gránulos 1	90,20	0,089 b**	1,56 c	94,3 a	54,7 ab	13,3 bc	0,5 d	20,6 b	13,3 c
Gránulos 2	96,40	0,086 bc	1,56 c	94,5 a	58,2 ab	9,2 c	1,8 c	19,8 b	11,0 c
Gránulos 3	98,74	0,079 cd	1,56 c	94,9 a	49,2 b	21,3 b	1,5 c	17,8 b	22,8 b
Gránulos 4	97,17	0,076 de	1,56 c	95,1 a	63,5 a	11,5 c	0,5 d	14,4 b	12,0 c
FIBRALUR	82,70	0,070 e	1,56 c	95,5 a	58,0 ab	13,8 bc	0,5 d	18,3 b	14,3 bc
Fibra de coco	62,85	0,079 cd	1,65 b	95,2 a	23,8 c	30,1 a	5,9 a	30,6 a	36,0 a
Perlita	91,29	0,123 a	2,63 a	95,3 a	52,4 b	13,2 bc	4,3 b	20,8 b	17,5 bc
Valores óptimos		< 0,4	1,4 - 2,6	> 85	20 - 30	20 - 30	4 - 10		20 - 40

* IG: índice de grosor; DA: densidad aparente seca; DR: densidad real; CA: capacidad de aireación; AFD: agua fácilmente disponible; AR: agua de reserva; ADD: agua difícilmente disponible; ATD: agua total disponible.

** Valores en columna con diferente letra difieren estadísticamente al 5% ($p < 0,05$) según el test de comparaciones múltiples SNK.

En cuanto a los materiales orgánicos, son muchos los que pueden ser utilizados como sustrato o como componentes de sustratos en agricultura



bras para dar más estructura volumétrica a los sacos de cultivo. Para ello se evaluó el efecto de la incorporación de adhesivos y agentes de resistencia en húmedo a la fibra granulada. Igualmente, con la granulación se pretendía resolver un problema técnico de envasado que aparece al ensacar fibra suelta.

Mediante el proceso de granulación y adición de adhesivos, se han desarrollado cuatro nuevas variantes del sustrato basadas en fibra de madera. Estos nuevos materiales son: **Gránulos 1:** fibra de madera granulada sin adhesivo, **Gránulos 2:** fibra de madera granulada con adhesivo, **Gránulos 3:** fibra de madera desfibrada en fase seca, granulada sin adhesivo, **Gránulos 4:** fibra de madera desfibrada en fase seca y granulada con un adhesivo (Fotografía 4).

Es importante tener en cuenta que el proceso de

2.- Chips de madera de pino utilizados en la elaboración de la fibra de madera.

3.- Sustrato de fibra de madera (FIBRALUR®).

4.- Detalle de uno de los nuevos formatos de la fibra de madera granulada.

granulación y de adición de adhesivos tendrá consecuencias en las características físicas del sustrato, sobre todo en relación a la capacidad de aireación y de retención de agua. Por lo tanto es importante la caracterización de dichas propiedades y su influencia en el cultivo. Por ello, se ha realizado la caracterización de las propiedades físicas, físicoquímicas y biológicas de los nuevos materiales y se están evaluando agronómicamente mediante ensayos de cultivo hidropónico de tomate.

La caracterización de las propiedades físicas que se observa en el cuadro 1, en ella se

La utilización agronómica de muchos materiales orgánicos supone una forma de reutilización y una ventaja medioambiental por reducción de la producción de residuos

SWITCH®

Sólo la calidad
te asegura la exportación

syngenta

Existen diferentes materiales derivados de la madera que pueden utilizarse como sustratos orgánicos

muestra que los nuevos materiales no difieren mucho del material original sin granular (FIBRALUR) a pesar de su nuevo formato. Los sustratos granulados presentaron un índice de grosor superior, pero los valores de espacio poroso total (EPT) fueron similares. Se observó que las propiedades de los sustratos Gránulos 1 y el material original sin granular fueron similares por lo que parece que el proceso de granulación no afecta a las propiedades físicas del mate-

Cuadro 2:
Propiedades fisicoquímicas de los sustratos ensayados

	pH	CE (dSm ⁻¹)	CIC (meq/100g)	CT* (%)	NT* (%)	C/N	Celulosa (%)	Hemicel (%)	Lignina (%)
Gránulos 1	6,3 a**	0,6 a	27,45	56,96	0,1	565,08	48,97 a	15,46 a	28,82 bc
Gránulos 2	6,3 a	1,1 a	23,55	57,42	0,25	229,32	48,24 a	15,37 a	31,13 b
Gránulos 3	5,8 a	0,7 a	25,7	57,42	0,08	749,39	47,79 a	16,26 a	26,69 c
Gránulos 4	5,3 a	0,9 a	24,5	57,54	0,26	222,83	48,03 a	17,62 a	28,16 bc
FIBRALUR	6,0 a	0,3 a	22,44	57,54	0,13	456,05	48,87 a	17,94 a	30,03 bc
Fibra de coco	5,8 a	6,5 b	72,59	49,25	0,45	109,48	34,89 b	7,82 b	43,49 a
Perlita	6,8 a	0,2 a							
Valores óptimos	6,3	0,6	27,45	56,96	0,1				

* CT: carbono total; NT: nitrógeno total.

**Valores en columna con diferente letra difieren estadísticamente al 5% ($p < 0,05$) según el test de comparaciones múltiples SNK.

rial. Por otra parte, la adición de adhesivo hizo aumentar los valores de capacidad de aireación y disminuir la retención de agua. Los valores de densidad aparente de los sustratos a base de fibra de madera y de la fibra de coco fueron significa-

tivamente menores a los de la perlita, lo cual supone una ventaja ya que su transporte y manejo a la hora de colocar los sacos en el invernadero será más fácil.

Las propiedades químicas fueron también similares entre

los sustratos a base de fibra de madera como se observa en el cuadro 2. Es de destacar la elevada CE de la fibra de coco con 6,5 dSm⁻¹, aunque esto no debería presentar un riesgo para su uso como sustrato con un adecuado programa de rie-

FORIGO
roteritalia

via A. Brennero Nord 9 Tel. +39 0386 32691 www.forigo.it
46035 Ostiglia MN Italy Fax. +39 0386 31250 info@forigo.it

El nuevo sustrato a base de fibra de madera (Fibralur®) resulta de un proceso de desfibrado de astillas de madera de pino

go de lavado. Los valores de CIC fueron bajos para todos los sustratos a base de fibra de madera, entre 22 y 27 meq/100g, y superiores en el caso de la fibra de coco, 73 meq/100g. Todos fueron sustratos con una baja proporción de nitrógeno, mostrando la fibra de coco valores algo superiores a los sustratos a base de fibra de madera. Dentro de los sustratos de fibra se observó que el contenido en N fue superior en los sustratos con adhesivo debido probablemente a la presencia de este elemento en la formulación del adhesivo. La relación C/N de todos los sustratos fue superior a 100 aunque los valores de la fibra de coco fueron más bajos que para el resto de sustratos. La alta relación C/N refleja que son materiales que aportan mucha energía en forma de carbono pero poco nitrógeno por lo que los microorganismos descomponedores no pueden multiplicarse activamente. Asimismo, el contenido en celulosa y lignina, difícilmente atacables por los microorganismos, de todos los sustratos es alto por lo que estos sustratos serán muy estables frente a su degradación.

La evaluación agronómica de los nuevos materiales se lleva a cabo en dos invernaderos de cultivo hidropónico, uno situado en Barásoain, zona media de Navarra, y otro en la finca experimental del Instituto Técnico y de Gestión Agrícola de Navarra (ITGA) de Sartaguda, zona sur de Navarra.

Algunos de los materiales orgánicos pueden ser utilizados como sustratos tras un proceso de compostaje y otros restos vegetales pueden utilizarse directamente, sin compostar

En ambos casos los ensayos agronómicos tienen una duración de 4 ciclos de cultivo, de julio de 2007 a julio de 2009 en el caso de Barásoain, y de enero de 2008 a enero de 2010 en Sartaguda (Fotografía 5). En estos ensayos se comparan los nuevos materiales granulados con el sustrato de fibra de madera original y se utilizan fibra de coco y perlita como sustratos de referencia. En el caso de Barásoain la variedad de tomate utilizada es Jack para los cuatro ciclos y en el caso de Sartaguda se utilizaron las variedades Jack y Goloso los dos primeros ciclos y se utilizará únicamente Jack en los dos siguientes.

Durante los ciclos de cultivo y una vez que los frutos comienzan a madurar, se realiza la recogida. Se recogen por separado los frutos de cada saco de cultivo, se clasifican por calibres comerciales y no comerciales, y se pesan. Aproximadamente a la mitad de cada ciclo de producción se recogen muestras de tomate de cada saco y se analiza la acidez, pH y °Brix.

Los resultados de producción obtenidos pueden observarse en la Figura 1. En general, en cuanto a la producción comercial los sustratos a base de fibra de madera mostraron producciones sin diferencias significativas respecto a los

testigos, excepto en el primer ciclo de uno de los ensayos en el cual la fibra de coco mostró producciones significativamente mayores y la perlita significativamente menores. Parece que los sustratos Gránulos 3 y Gránulos 1 son los más productivos dentro de los nuevos materiales. En cuanto a los parámetros de calidad, en todos los casos los valores se encontraron dentro del intervalo recomendado por Aguayo y Artes para que los frutos tengan un aroma y sabor óptimos.

En conclusión, tanto la fibra de madera en su formato original como en sus diferentes variantes granuladas presenta unas propiedades adecuadas para el cultivo hidropónico. Su comportamiento agronómico ha sido favorable, mostrando producciones similares a los sustratos más utilizados en la actualidad. Asimismo, los sacos de cultivo de los nuevos formatos de fibra de madera sufrieron un desmejoramiento, pero en mucha menor medida que los sacos del sustrato original, cumpliéndose el objetivo del proceso de granulación. Por todo ello, la fibra de madera se posiciona como un buen sustituto de sustratos de cultivo menos sostenibles como la lana de roca o la perlita.



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".



Miguel Urrestarazu

Fertirriego e Hidroponía

Una sección en Horticultura coordinada por Miguel Urrestarazu

Miguel Urrestarazu Gavián 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