

El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2009 - 2010



**El Sector Agrario
en la provincia de
Huelva
2009 - 2010**

Título: El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2009-2010
Edición: Fundación Caja Rural del Sur
Maquetación: Iniciativas Onubenses
Impresión: Imprenta Beltran, S.L.
Depósito Legal: H-136-2011
ISBN: 978-84-615-1563-9

El Sector Agrario en la provincia de Huelva 2009 - 2010

Realización

Fundación Caja Rural del Sur

Universidad de Huelva

Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Huelva

Dirección Facultativa

José Luis García-Palacios Álvarez

Arsenio Martínez Barea

Jaime de Vicente Núñez

Juan A. Márquez Domínguez

Coordinación General

Manuel Verdier Martín

Análisis Estadístico, Mapas y Gráficos

Pilar Varea Gómez

Francisco Pazos García



Índice

Presentación

<i>José Luis García Palacios</i>	11
<i>Francisco José Martínez López</i>	13
<i>Antonio Ponce Fernández</i>	15

Capítulo I.- Condicionantes ambientales del espacio agrario

I. 1.- Albarizas del Condado de Huelva	19
<i>Diego Luis Orihuela Calvo</i>	
I. 2.- Aguas superficiales y embalses en la provincia de Huelva.....	25
<i>José Manuel Jurado Almonte</i>	

Capítulo II.- Estructuras y desarrollo agrario

II. 1.- Macromagnitudes agrarias y desarrollo de la provincia de Huelva.....	45
<i>Juan José García del Hoyo</i>	
II. 2.- Cambios en el origen de la fuerza del trabajo que participa en la agricultura de vanguardia onubense	71
<i>Mercedes Gordo Márquez</i>	
II. 3.- La logística agraria de la provincia de Huelva: Análisis 2009-2010	85
<i>Alfredo López Carretero</i>	
II. 4.- La agricultura y el comercio exterior. Comercialización e importancia respecto a otros sectores	93
<i>Agencia Andaluza de Promoción Exterior. EXTENDA</i>	

Capítulo III.- Sistemas y paisajes agrarios

III. 1.- El sector cinético en la provincia de Huelva.....	115
<i>Lucas Llanes Borrero</i>	
III. 2.- El sector del corcho.....	129
<i>José Joaquín Suárez Tejeiro</i>	

III. 3.- El castañar de Huelva y de Andalucía.....	139
<i>Marcelino Vázquez Forero</i>	
III. 4.- La jara del ládano.....	143
<i>Juan Antonio Márquez Domínguez</i>	
III. 5.- El arándano en la provincia de Huelva	155
<i>Manuel Astasio Martínez</i>	
III. 6.- Biodiversidad tradicional cultivada: los cuidadores de semillas	163
<i>José Díaz Diego</i>	
III. 7.- Tecnología de vanguardia en el cultivo de la fresa de Huelva: plasticultura y cultivo sin suelo.....	183
<i>José López Medina</i>	

Capítulo IV.- Crónicas del sector agrario

IV. 1.- Informe de las campañas 08/09 y 09/10: fresas y frambuesas	197
<i>Rafael Domínguez Guillén</i>	
IV. 2.- Frutales de hueso: campañas 2008, 2009 y 2010	211
<i>Agustín Ena Ventura, Juan Carlos Giménez Güemes y Manuel Jesús Márquez Rodríguez</i>	
IV. 3.- Años ganaderos 2008, 2009 y 2010.....	221
<i>Agustín González Sánchez</i>	
IV. 4.- Informe sobre las campañas de cultivos extensivos 2008 y 2009.....	225
<i>Fernando Lorenzo Hidalgo</i>	
IV. 5.- Denominaciones de Origen Condado de Huelva y Vinagre del Condado de Huelva. Informe de las campañas 2008, 2009 y 2010	235
<i>Antonio Izquierdo García</i>	
IV. 6.- El aceite en Huelva. 2008	247
<i>José Rodríguez Marín</i>	
IV. 7.- Informe de la campaña citrícola 2008/2009 en Huelva	251
<i>(A C P H) Asociación de citricultores de la provincia de Huelva</i>	
IV. 8.- La Denominación de Origen Protegida Jamón de Huelva en el período 2008/2010.....	255
<i>Joé Antonio Pavón Domínguez</i>	
IV. 9.- Las cooperativas onubenses y el mundo que nos rodea	261
<i>Natalia Aguilera Sobrino.</i>	

Capítulo V.- Anexo: Mapas, tablas y gráficos

I.- Condicionantes ambientales del espacio agrario	269
II.- Estructuras y desarrollo agrario	307
III.- Sistemas y paisajes agrarios	405

Presentación

Por tercera vez ve la luz este “Informe agrario de la provincia de Huelva”, fruto de la iniciativa de tres instituciones onubenses, la Cámara de Comercio, Industria y Navegación, la Universidad de Huelva y la Fundación Caja Rural del Sur, a la que se han sumado los conocimientos y la experiencia de un extraordinario grupo de profesionales y expertos en temas agrarios. Además de la línea de continuidad en su aspecto externo, a lo largo de estas tres ediciones podemos observar que las estadísticas, que mantienen un peso importante en el conjunto del estudio, se van trasladando en buena medida hacia la presentación informática, mientras que la presentación impresa es ocupada de forma creciente por los estudios y análisis del sector realizados por los correspondientes especialistas.

En esta tercera edición, a los estudios habituales de los aprovechamientos agrícolas y ganaderos se unen otros nuevos, entre los que podemos citar el correspondiente al sector cinegético, que genera una cadena de valor muy estimable, y el que se refiere al cultivo del arándano, un producto en alza que se incorpora a la fresa y la frambuesa, contribuyendo a reforzar aún más, si cabe, la hegemonía de los pequeños frutos en el conjunto del sector agrario provincial. Así mismo, me complace señalar el enriquecimiento que para el Informe supone la incorporación al equipo de colaboradores de la Agencia Andaluza de Promoción Exterior, EXTENDA, con un completo estudio sobre el comercio exterior de nuestras producciones hortofrutícolas.

Como precisamente, a nivel nacional, las exportaciones están propiciando los primeros síntomas de reactivación de la economía española, frente a la persistente atonía del consumo interior, queda de manifiesto la extraordinaria importancia que tiene para nuestra provincia el elevado porcentaje de sus frutos que tienen como destino los mercados exteriores. De igual forma, cobra especial relieve el constante esfuerzo que el sector realiza para preservar e incrementar la calidad de la producción, que se traduce en su alto prestigio ante los consumidores europeos.

Para terminar, permítanme dedicar una reflexión a la relación con el sector agrario de Caja Rural del Sur. En estos tiempos, críticos para muchas entidades financieras que están viendo peligrar su existencia y su esencia, Caja Rural del Sur, una cooperativa de crédito con un centenar de miles de socios, está considerada entre las más sólidas del panorama financiero español. Uno de los factores determinantes para estar en tan privilegiada posición es, sin lugar a dudas, su estrecha vinculación con el sector agrario, al que se ha mantenido fiel a lo largo de toda su historia, huyendo de los cantos de sirena que, en forma de inversiones especulativas, sedujeron a muchos empresarios y financieros. Nos felicitamos por este hecho, que nos anima a continuar trabajando codo con codo con nuestros socios y clientes, para superar juntos las numerosas dificultades que todavía quedan en el camino hacia la estabilidad y la prosperidad.

José Luis García Palacios

Presidente de Fundación Caja Rural del Sur

La provincia de Huelva presenta una singularidad que la diferencia del resto de la andaluza y nacional. Ha preservado gran parte de su territorio en espacios naturales en los que no se ha buscado la inminente rentabilidad agrícola. Ello ha supuesto contar con menos cantidad de hectáreas cultivables y curiosamente ese ha sido nuestro gran acierto. Hemos podido conservar nuestros recursos naturales y hemos tenido que concentrarnos en una actividad agrícola intensiva, con cultivos de primor que hacen que nuestro sector agrícola tenga un mejor impacto en el empleo y en la renta de los onubenses, consiguiendo uno de los valores añadidos brutos más alto por empleado en el contexto del Estado.

Conocer nuestro sector agrario es necesario para poder seguir mejorando en la fertilidad socioeconómica de nuestros campos, por lo que La Fundación Caja Rural del Sur, la Cámara de Comercio y la Universidad de Huelva nos unimos en 2006 para realizar estudios sobre el sector agrario.

Tras los estudios anteriores hemos podido constatar que destaca un hecho que comparten casi todos los sectores económicos de nuestra provincia, desde el agrícola al industrial y de servicios, que viene dado por nuestra importancia estratégica en el contexto de la economía regional, nacional e internacional, ya que gran parte de nuestra producción en todos los sectores se destina a la exportación, ya sea en productos agrícolas, energéticos, químicos o turísticos.

Aunque la tendencia general en la agricultura es la reducción del trabajo, la de vanguardia de la provincia de Huelva, se ofreció como un enorme yacimiento de empleo, con una fuerte presencia de mano de obra extranjera. Tras la crisis general que se inició a finales de 2008, muchos son los que han dirigido su mirada a la nueva agricultura, como elemento de estabilización social y económica que ha resistido relativamente bien la tendencia de reducción de empleo, frente a la construcción e industria que destruyeron puestos de trabajo.

En la provincia de Huelva, atendiendo sólo a las cifras oficiales, la nueva agricultura constituye una verdadera cuenca de empleo. Así, en periodo de campaña los ocupados en la agricultura representan porcentualmente 4 veces más que los ocupados en España y más de dos veces de los de Andalucía y, de forma absoluta, superan, por una gran diferencia, a los ocupados en la industria y en la construcción de la provincia.

Efectivamente, la agricultura constituye uno de los principales yacimientos de empleo y riqueza de la provincia de Huelva, al mismo tiempo que una puerta abierta para españoles y extranjeros, con un tejido empresarial caracterizado por el dominio de pymes.

Sin embargo, aunque con éxito, los sistemas productivos ligados a la agricultura no tienen asegurado su continuidad. En un mundo cada vez más global, donde desaparecen los mercados cautivos, ser competitivo, no sólo en precios, sino en calidad, en equidad y especialmente en el respeto al medio natural es una exigencia para la supervivencia.

Por ello, más allá de la propia investigación, esta publicación tiene que ver con el desarrollo y puede ayudar a prospectar escenarios futuros que mejoren el eslabonamiento productivo, las políticas migratorias y el paisaje provincial. Las tareas por hacer no son pocas y el equipo de trabajo tiene el reto de continuar esta labor, cuando la superación de la visión sectorial de lo agrario se convierte en una necesidad para comprender la realidad productiva de la provincia.

Quiero agradecer al profesor Juan Antonio Márquez Domínguez su magistral dirección y a todos los autores, especialmente a los de la Universidad de Huelva, a los profesores Diego Luis Orihuela, José Manuel Jurado Almonte, Juan José García del Hoyo, Mercedes Gordo Márquez, José Díaz Diego, José López Medina y a Francisco Pazos García, por dedicar sus investigaciones a un sector tan importante para nuestra tierra.

Francisco José Martínez López
Rector de la Universidad de Huelva

La Cámara de Comercio de Huelva, en su permanente compromiso por difundir el movimiento económico provincial, y en colaboración con la Fundación Caja Rural del Sur y la Universidad de Huelva, hacemos un nuevo esfuerzo divulgativo con la edición de esta publicación, realizada con la profesionalidad y el rigor que requieren este tipo de trabajos.

Ofrecemos, pues, un completo estudio que muestra la evolución del sector agrario en nuestra provincia que tiene en estos momentos planteados, como en el resto de España, una serie de retos de los que depende en gran medida la supervivencia de muchas explotaciones y que pueden resumirse en tres cuestiones esenciales: los bajos precios de venta sus productos, los altos costes productivos y la falta de liquidez.

Aunque no es competencia de este informe incidir en tales aspectos, mi responsabilidad como representante empresarial me obliga a poner de manifiesto las circunstancias por las que atraviesan nuestros agricultores coincidiendo con el período en el que se publica este informe. Y en el marco de esa misma competencia que me corresponde, abogo por trabajar, conjuntamente con nuestras Administraciones, a fin de buscar medidas que den respuesta a los problemas.

Porque el futuro de nuestra agricultura merece el esfuerzo de todos, para que el sector siga configurándose en nuestra economía como pilar básico de la misma y seguir ganando en competitividad, productividad y rentabilidad que no es más que garantizar el bienestar también de todos.

Antonio Ponce Fernández
Presidente
Cámara Oficial de Comercio,
Industria y Navegación de Huelva

III.- Sistemas y paisajes agrarios

- **El sector cinegético en la provincia de Huelva**
- **El sector del corcho**
- **El castañar de Huelva y de Andalucía**
- **La jara del ládano**
- **El arándano en la provincia de Huelva**
- **Biodiversidad tradicional cultivada: Los cuidadores de las semillas**
- **Tecnología de vanguardia en el cultivo de la fresa: Plasticultura y cultivo sin suelo**

Tecnología de vanguardia en el cultivo de la fresa de Huelva: plasticultura y cultivo sin suelo.

José López Medina.
Dpto. Ciencias Agroforestales.
E.P.S. "La Rábida".
Universidad de Huelva.

1.- Plasticultura

La superficie dedicada al cultivo de la fresa, a nivel mundial, se ha incrementado en un 30% en los últimos veinte años; sin embargo, la producción aumentó el doble (63%) como consecuencia, entre otros factores, de la mejora de las técnicas de producción, donde los plásticos, profusamente utilizados en todas las fases del cultivo, han desempeñado un papel extraordinario.

España, con un 10% de la producción mundial, es el segundo productor de fresa del mundo por detrás de Estados Unidos. La producción nacional se concentra en la provincia de Huelva, donde se produce una alta especialización del cultivo, representa el 86 % de la superficie nacional, el 91 % de la producción nacional y el 94 % de las exportaciones nacionales.

El sector de la fresa en Huelva ha apostado decididamente por la acreditación de la calidad de su sistema de producción, estando más del 60 % de la producción bajo la certificación oficial de Producción Integrada de la Junta de Andalucía y en número creciente la presencia de otras certificaciones como EUREP-GAP, UNE 155001-13, etc.

El cultivo se realiza en cultivo protegido en macrotúneles (90 % de la superficie cultivada) o en microtúneles o tunelillos (10 %) con una presencia cada vez más reducida. Es remarcable el interés creciente por los cultivos sin suelo, que ya alcanzan una superficie de 200 ha (López-Medina et al., 2005).

1.1.- Acolchado.

El acolchado tiene como finalidad defender los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos adversos, que pueden producir desecación, enfriamiento del suelo, erosión del mismo, lixiviado de nutrientes, y además controla malas hierbas, evita el deterioro de la calidad del fruto, etc. (Ham et al, 1993).

En la actualidad, y como consecuencia de la búsqueda de alternativas al bromuro de metilo, el alomado, desinfección del suelo y aplicación de la cinta de riego se realiza de forma simultánea en una única operación. El cultivo de fresa se realiza en lomos acolchados de 35 a 40 cm de altura, con una anchura de 45–50 cm en la parte superior y de 55 a 60 cm en la base, adoptando una forma trapezoidal; la separación entre lomos oscila entre 1,10–1,20 m, con pasillos entre ellos de 60–55 cm.

El material plástico utilizado es polietileno de baja densidad (PE) lineal opaco con un grosor de 140 galgas (35 μm) o 120 galgas (30 μm) en función de si se desinfecta el suelo o no respectivamente. La anchura de la lámina de plástico varía entre 1,3 y 1,5 m, siendo la más utilizada la de 1,40 m. El consumo por hectárea es de 460 kg (considerando el plástico más utilizado, 140 galgas de grosor y 1,4 m de anchura).

Ensayos realizados en la zona, en cultivo bajo microtúnel, utilizando diferentes tipos de laminas plásticas para acolchado: PE transparente de 120 (30 μm), PE transparente de 200 galgas (50 μm), Copolímero EVA transparente de 200 galgas (50 μm) y PE negro de 100 galgas (25 μm), han mostrado que no existen diferencias significativas entre ellos, si bien, el PE transparente de 200 galgas (50 μm) proporciona los mejores resultados, el control de malas hierbas resultó problemático (RAEA, 1990).

1.2.- Fertirrigación.

La aplicación de agua y fertilizantes es localizada, utilizando una única cinta de riego que va colocada en la parte superior del lomo e inmediatamente debajo de la lámina plástica del acolchado.

Las cintas de riego suelen ser de PE con un diámetro usual de 20 mm y emisores cada 20–30 cm; el espesor de pared es variable según modelo. Estas cintas llevan dos conductos longitudinales situados en planos paralelos: El principal es la tubería de transporte y el secundario, conectado al anterior por uno o varios orificios, es la tubería de distribución (Valiente, 2000).

En algunos casos se usan cintas de exudación, realizadas con microfibras de PE o de otro material textil entrecruzadas, pero debido a que son muy sensibles a obturaciones, su uso no está extendido. Por hectárea, se consumen entre 8.700 (microtúnel) y 9.100 (macro-túnel) metros lineales de cinta.

1.3.- Microtúnel.

El sistema de protección del cultivo mediante microtúnel, tunelillo o túnel bajo ha sido el sistema tradicional utilizado en la zona (Verdier, 1987); sin embargo, en la actualidad ha sido sustituido progresivamente por el macro-túnel.

La instalación se inicia con la colocación de los arquillos, formado por varillas de hierro galvanizado de 2 m de largo y 8 mm de diámetro, que presentan un bucle a 20-25 cm en sus extremos, que sirve como tope a la hora de ser fijados en el suelo y como anclaje de las cintas de rafia que da consistencia a la estructura fijando plástico y arquillo.

Los arquillos se sitúan a una distancia de 2,5 m de separación entre ellos y se disponen de manera alterna entre en lomos colindantes. Cada arquillo muestra una base de 60 cm en la horizontal del plano superior del lomo y una altura de 40 cm de separación entre dicho plano y el punto de mayor altura.

Como material de cubierta, se utiliza Copolímero EVA transparente al 6 % de 300 galgas (75 μm) de espesor, con una anchura de entre 1,25 y 1,50 m (en función de la altura del microtúnel sobre el lomo y de la disposición del agricultor a ventilar todos los días o mantener el plástico en una posición algo elevada sobre el lomo que permita la aireación sin actuar sobre el mismo). Esta lámina puede ser completa (lo más habitual) o macro-perforada, en este caso, muestra dos hileras paralelas de perforaciones circulares de 8 cm de largo, situadas a 35 cm de los bordes y separados entre sí 40 cm y dispuestos al tresbolillo. La superficie perforada supone un 1,67 % del total. La lámina plástica se coloca manualmente y es fijada en los extremos mediante estacas de eucalipto o perfiles metálicos tubulares galvanizados de 5 cm de diámetro y 50 cm de longitud. En ningún caso, se utiliza plástico micro-perforado con perforaciones de 1 cm de diámetro.

El Copolímero EVA se reutiliza durante dos campañas; el consumo por hectárea, considerando el ancho de la lámina de plástico más frecuente (1,40 m), es de 850 kg, que permite inferir el consumo de este tipo de material plástico en la zona de Huelva, siendo su consumo promedio de 1.140 tm por campaña.

1.4.- Macrotúnel.

El macrotúnel o túnel alto es el sistema de protección más utilizado en la actualidad, debido a un mejor efecto invernadero, como resultado de confinar un volumen mayor de aire por m² de superficie y de utilizar una cubierta plástica mejor, que se traduce en una mayor precocidad, presenta menos problemas de deformación del fruto, etc. Además, es una estructura visitable que permite operar en su interior en situaciones climáticas adversas.

Para la confección del macrotúnel se utilizan perfiles metálicos tubulares galvanizados de 5 cm de diámetro y 8 m de longitud que, previamente curvados, se anclan al terreno con perfiles en Y griega de 1,5 m de altura y se enroscan en el terreno 50 cm de profundidad, situándose cada 2,5 m. El macrotúnel presenta una anchura de 6,60 m, una altura cenital de 4,5 m y una longitud que varía entre 50-80 m; cada uno de ellos abarca 6 lomos separados entre sí 1,10 m.

El material de cubierta que se usa más frecuentemente es el PE térmico transparente de 600 galgas (150- μ m) de espesor, 8,20 m de anchura y una vida útil de dos años; la lámina es enterrada al suelo en los extremos y se refuerza la estructura mediante cuerdas cruzadas.

El PE térmico se utiliza durante dos campañas y el consumo por hectárea es de 1.928 kg. En general, se obtiene una precocidad mayor y un menor porcentaje de segunda en las variedades cultivadas bajo macrotúnel.

1.5.- Invernaderos

En los últimos años, debido al interés creciente del cultivo sin suelo (200 ha), se está llevando a cabo la construcción de invernaderos tipo multi-túnel, aunque no son imprescindibles ya que se realiza mayoritariamente en macro-túneles. La construcción de tales invernaderos supone la culminación en la utilización de sistemas de protección. Se utiliza como material de cubierta PE térmico transparente de 720 a 800 galgas (180 a 200 μ m).

En el cultivo sin suelo se utilizan sustratos envasados en sacos de PE opaco o bicolor de 300 galgas (75 μ m) de espesor, o bien, líneas continuas de polipropileno, PE o plásticos tricapa, de 300 a 600 galgas (75 – 150 μ m) de espesor que posteriormente han de ser rellenadas. Los sustratos más utilizados son fibra de coco, perlita o mezclas (López-Medina et al., 2004)

2.- Cultivo sin suelo

La producción mundial de fresa se ha incrementado desde unos niveles próximos a las 800.000 t. a principios de los sesenta, hasta más de 3.000.000 t. actualmente. Los principales países productores a nivel mundial son: Estados Unidos (760.000 t.), España (330.000 t.), Polonia (238.000 t.), Japón (200.000 t.) y Corea (175.000 t.). Entre los países competidores directos de España cabe citar: Italia (180.000 t.), Alemania (100.000 t), Marruecos (90.000 t.) y Francia (63.000 t.) (www.fao.org).

La producción en España ha sufrido un notable desarrollo desde 1965, con un fuerte incremento de superficie cultivada y de producción, como consecuencia de la incorporación de nuevas tecnologías: a) Nuevas variedades californianas, b) Viveros de altura, c) Desinfección del suelo con Bromuro de Metilo, d) Acolchado, e) Riego por goteo, etc.

La fresa se cultiva en todas las regiones españolas aunque con desigual reparto; así, en Andalucía y concretamente en una única provincia: Huelva, se produce una alta concentración y especialización del cultivo. La superficie cultivada de fresa en Huelva representa el 86 % de la superficie nacional, el 91% de la producción nacional y el 94 % de las exportaciones nacionales (www.marm.es). La evolución del cultivo de fresa en Huelva ha determinado que se convierta en el mayor núcleo productor y exportador a nivel mundial.

Debido a que el cultivo de fresa se repite año tras año (sin rotaciones) y teniendo en cuenta que las variedades son extremadamente sensibles a *Phytophthora* spp, *Verticillium* spp, etc. se hace indispensable

la desinfección del suelo para controlar la acción negativa de los fitopatógenos edáficos, siendo el Bromuro de Metilo (BrMet) el producto más ampliamente utilizado (López-Aranda, 1999). Sin embargo, la asociación establecida entre el BrMet y su capacidad para degradar la capa de ozono, ha determinado su urgente eliminación (Rodríguez-Kabana, 1998; Batchelor, 2002).

Aunque los sistemas de cultivo sin suelo (CSS) no pueden considerarse, en sentido estricto, una alternativa al BrMet, la necesidad de encontrar alternativas al mismo ha actuado como catalizador para su desarrollo. Barro y Edwards (1995) mostraron que la producción de fresa sin BrMet es posible utilizando el CSS, con turba como sustrato, y enfatiza las siguientes ventajas:

- a).- La desinfección del suelo no es necesaria, porque se evita el uso de BrMet u otro desinfectante.
- b).- El sistema de CSS es elevado/colgante, por lo que ni las plantas ni el fruto están en contacto con el suelo.
- c).- Las condiciones alrededor de la planta son más secas, por ello la presencia de Botrytis se controla mejor y la producción integrada es más efectiva.
- d).- La recolección es más cómoda.
- e).- Los residuos son mínimos: el sustrato puede reutilizarse o ser aplicado como enmienda orgánica y las bolsas de plástico pueden reciclarse.

Si bien, de acuerdo con Van Os (1999a), en los sistemas de CSS cerrados se reduce la contaminación del suelo y del agua, aún no se ha conseguido una eficiencia del 100% en el uso del agua y de los fertilizantes.

2.1.- Ventajas del Cultivo Sin Suelo.

- a) Se obtiene una óptima relación aire/agua en el sistema radicular de la planta, favoreciendo por tanto el desarrollo del cultivo.
- b) La nutrición está mucho más controlada que en los sistemas de cultivo en suelo, puesto que no existen interacciones. Se emplea una solución nutritiva directamente o aplicada a un sustrato totalmente inerte, sin actividad química, o sobre sustratos con una baja capacidad de intercambio catiónico.
- c) En sistemas cerrados, en donde el drenaje es reutilizado, se puede conseguir un ahorro de agua y fertilizantes. Por el hecho de tener controlados dichos drenajes se evita la contaminación de suelos y acuíferos.
- d) Se pueden emplear sustratos distintos a los comercialmente conocidos y procedentes de residuos, como la paja de cereales, la fibra de coco, ladrillo triturado, fibra de madera, residuo de la industria del corcho, etc., con muchas posibilidades y con posibles soluciones por explotar a nivel local.
- e) Al emplear en la mayor parte de los casos sustratos totalmente inertes, con ausencia de enfermedades típicas del suelo, convierten al sistema de cultivo sin suelo, como una buena alternativa al empleo de desinfectantes, entre los que cabe citar el bromuro de metilo, el cual se encuentra en fase de desaparición.
- f) Generalmente se obtiene en los cultivos una buena uniformidad que facilita las labores culturales, como podas, entutorados, etc.. Se suprimen los trabajos de incorporación de abonados de fondo, preparaciones de suelo y eliminación de malas hierbas, mejorando en general las condiciones de trabajo. En determinados cultivos como la fresa cultivada en invernadero, la posibilidad de montar el sistema en altura, puede facilitar la recolección.
- g) Se puede conseguir una mayor precocidad y mayor potencial productivo, debido a que la planta cuando toma la solución nutritiva, consume menos energía para su desarrollo que en los sistemas de cultivo en suelo.
- h) Generalmente se puede obtener una mejor calidad de cultivo y por lo tanto del producto.

2.2.- Inconvenientes del Cultivo Sin Suelo.

- a) En las instalaciones donde se trabaja a solución perdida, el sistema puede ser contaminante, cuando se evacuan los drenajes al suelo ó a una fosa.
- b) El vertido tanto de sustratos como de plásticos de forma incontrolada, es también contaminante.
- c) Pueden aparecer, y de hecho aparecen, enfermedades de raíz, por ausencia de mecanismos de defensa en los sustratos. Un ejemplo es el *Phytium* que actúa en sistemas de cultivo sin suelo sobre plantas adultas, produce enanismo acusado y llega a matar las plantas.
- d) El sistema requiere de una mayor precisión en el manejo del riego y la nutrición. En cultivos sin suelo generalmente se trabaja con bajos volúmenes de sustrato, con poca reserva de agua y un error puede traer consecuencias fatales.
- e) En sustrato se da una menor inercia térmica que en el suelo y los cultivos están más expuestos a los posibles cambios de temperatura ambiental.
- f) El establecimiento de un cultivo sin suelo, supone un mayor coste de instalación, tanto por los elementos de riego, por la conveniencia de adecuar el cabezal de riego, la adquisición de contenedores y sustratos.
- g) Por ser una técnica novedosa para el agricultor, requiere de un asesoramiento técnico, aunque en muchos casos pasa a ser una ventaja, puesto que dicho servicio termina siendo un asesoramiento integral del cultivo.

Podemos decir que el sistema es eficaz en la mayor parte de los cultivos hortícolas y en algunos florales, como rosas, gerbera, clavel, cultivados en invernadero. La tecnología se está imponiendo principalmente en sistemas de cultivos hortícolas avanzados y con limitaciones del suelo. La instalación, antes de dar el paso debe estar totalmente justificada, existen casos claros como el establecimiento de un invernadero en un suelo incultivable o de malas características agronómicas, en suelos que por la repetición de cultivo y tras realizar desinfecciones continuadas, resulta difícil obtener una buena productividad, o bien en aquellos cultivos de plantas, especies o variedades locales, especialmente sensibles a enfermedades y plagas del suelo. Tras los puntos expuestos dicho sistema, por ser alternativo al empleo de desinfectantes más o menos agresivos, siempre que se cumplan una serie de normas de higiene en cuanto a los lixiviados y los materiales de desecho, podría contemplarse como compatible a los reglamentos de producción integrada que se están diseñando para los cultivos hortícolas.

3.3.- Principales Sustratos

Se pueden clasificar los distintos sustratos utilizados en los sistemas de cultivo sin suelo en:

- a) Sustratos orgánicos, que al mismo tiempo se pueden subdividir en:
 - De origen natural, entre los que se encuentran las turbas.
 - Subproductos de la actividad agrícola: la fibra de coco, virutas de madera, paja de cereales, residuos de la industria del corcho, etc.
 - Productos de síntesis, entre los que encontramos: polímeros no biodegradables, como la espuma de poliuretano, el poliestireno expandido o el polipropileno.
- b) Sustratos inorgánicos, que podemos subdividir en:
 - De origen natural, que no requieren de un proceso de manufacturación, entre los que encontramos: la arena, las gravas y las tierras de origen volcánico.
 - Aquellos que pasan por un proceso de manufacturación, como son: la lana de roca, la fibra de vidrio, perlita, vermiculita, arcilla expandida, arlita, ladrillo troceado, etc.

La elección de un determinado material va a depender por orden de prioridad: de la disponibilidad del mismo, de las condiciones climáticas, de la finalidad de la producción y especie cultivada, de sus propiedades,

del coste, de la experiencia de manejo, homogeneidad, de la dedicación al sistema y de las posibilidades de instalación.

3.4.- Estado actual.

El interés en los CSS no es exclusivo de nuestra zona, sino de todos los países de nuestro entorno donde cada vez están adquiriendo mayor relevancia, ya que en ellos se aprecia una disminución de la superficie del cultivo convencional y un incremento de la superficie de los CSS; países competidores como Bélgica (340 ha dedicadas al CSS de fresa), Italia (250 ha), Francia (212 ha), Holanda (200 ha), Inglaterra (155 ha), etc. que aspiran a ser autosuficientes en la producción de fresa y dejar de depender de las exportaciones españolas (no ha de olvidarse que España, gracias a Huelva, es el primer país exportador de fresa del mundo).

Muchos investigadores consideran al cultivo sin suelo como una alternativa viable al bromuro de metilo para la producción de fresa (Paranjpe et al. 2003a; Paranjpe et al. 2003b; Salles et al. 2001; Gullino, 2001) o para la producción de otros cultivos (Jovocich et al. (2003) y López et al. (2002) en pimiento; Al-Zubi (2002) en pepino y tomate; Marfá (2002) en flor cortada). Para Minuto et al. (2003) en un proyecto de alternativas químicas al Bromuro de Metilo en Italia concluyeron que, obviamente, la alternativas químicas no pueden considerarse, por sí solas, como una alternativa eficiente y deben buscarse otras opciones o estrategias que replacen la utilización de fumigantes químicos, como pueden ser los sistemas de cultivo sin suelo que ya apuntaron en Minuto et al (1998), entre otros. Hoy en día, se están haciendo realidad los sistemas de cultivo sin suelo como una alternativa al bromuro de metilo que ya nos indicaban tanto instituciones como investigadores de esta década pasada: Stratosferic ozone Protection (1997) o Liebman (1994).

Los sistemas de CSS a solución perdida o abiertos conllevan la eliminación al medio ambiente de importantes volúmenes de lixiviados con un elevado poder contaminante. En los CSS cerrados se produce una reducción casi total de la contaminación ambiental, y además su empleo permite obtener un ahorro de agua y fertilizantes (Magán, 1999). Se pueden conseguir ahorrar hasta un 30 % de agua y hasta un 40% de fertilizantes en sistemas de CSS cerrados frente a los sistemas de CSS abiertos (Van Os, 1999b).

La legislación vigente en ciertos países Centroeuropeos, o algunos más al norte como Suecia, obliga a la recirculación de los drenajes de riego o se está en vías de hacerlo. No es sorprendente que países de gran tradición en cultivos sin suelo como Los Países Bajos sean los primeros, allí se aplica una vigilancia a este respecto desde hace algunos años (Urrestarazu et al. 1998). En 1989 se creó en dichos países un cuerpo específico de policía (The National Environmental Policy Plan) que tiene como objetivo general velar por el desarrollo sostenible de su sector hortícola. Holanda se propuso que toda la superficie de CSS abiertos se reconvirtiera a CSS cerrados a partir del 2000 (Van Os, 1999b).

En España el cultivo en disolución recirculante se ha limitado a tentativas experimentales de investigación y basadas en NFT (técnica del film nutriente) (Noguera et al. 1986, 1988; Urrestarazu, 1996a, 1996b), si bien en la actualidad existen sistemas recirculantes en fase comercial en NFT -y más recientemente una variante de esta llamada NGS (New Growing System)-, las primeras tentativas de la viabilidad en sistemas cerrados usando sustratos en este caso perlita, fueron los experimentos de García et al. (1998), en ellos se llega a la conclusión de la posibilidad comercial de estas técnicas (Urrestarazu et al. 1998).

Implantar un sistema de recirculación en un CSS comporta un sobrecoste respecto del sistema abierto equivalente. Por tanto, la elección del equipo y del método más adecuado para llevar a cabo la recirculación, condiciona la viabilidad económica del cultivo. Puesto que en los CSS cerrados se trata de retornar al circuito de fertirrigación el volumen de solución lixiviada, es necesario instalar colectores que permitan recuperar los lixiviados al final de cada línea, bancada o franja de cultivo. Los lixiviados presentan dos características básicas (Marfá, 2000):

- Su composición iónica no es igual a la de la solución nutritiva (SN) originaria, aunque normalmente presenta alguna semejanza.
- Incorporan sólidos en suspensión, solutos exudados por las propias raíces y microorganismos que pueden ser patógenos y propagarse por toda la plantación.

Los microorganismos patógenos que se transmiten con mayor frecuencia en los CSS recirculantes son: *Phytium*, *Phytophthora*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Xanthomonas*, *Erwinia*, etc. virus y nemátodos (Monserrat, 2000; Marfá, 2000; Martínez y García, 1993). De aquí que los lixiviados deban: filtrarse, desinfectarse y restituirse al circuito cerrado, corrigiendo su composición, en la medida que sea técnicamente posible, y de forma automatizada.

Los principales métodos de desinfección de lixiviados son los siguientes:

- * Tratamiento con calor
- * Tratamiento con ozono
- * Tratamiento con peróxido de hidrógeno
- * Tratamiento con radiación ultravioleta
- * Filtración a través de membranas
- * Cloración
- * Yodación

Filtración lenta en lecho de arena.

De todos los sistemas de saneamiento de los lixiviados expuestos anteriormente, la filtración lenta en lecho de arena es el único método de desinfección biológico, dónde no se esteriliza la solución nutritiva y por tanto, tiene lugar el desarrollo de cierta microflora que puede desempeñar un importante papel en la supresión de enfermedades (Van Os, 1999b).

Varias han sido las experiencias citadas con el método de desinfección por filtración lenta en lecho de arena desde hace ya algunos años, obteniéndose una reducción del nivel de infestación para *Fusarium oxysporum*, *Thielaviopsis basicola*, *Cylindrocladium scoparium* y *Verticillium dahliae*, pero no su completa eliminación (Monserrat, 2000). Otra opción es la radiación ultravioleta. Runia, (1994), indica que el sistema de desinfección con radiación ultravioleta fue un sistema eficaz contra todos los patógenos testados, pudiéndose aplicar selectivamente contra hongos o nematodos. Cada especie patógena tiene unos requerimientos energéticos para su eliminación. No obstante, a nivel general se puede decir que en el caso de hongos y bacterias son necesarios 100 mJ/cm² (Runia, 1996).

La eliminación de los sustratos utilizados en un CSS al final de su vida útil representa, en algunos casos, un problema. Así, por ejemplo, la lana de roca no es biodegradable y sus residuos pueden ser nocivos, no ocurre lo mismo con los restos de sustratos orgánicos (turberas) que sí son biodegradables y pueden ser incorporados al suelo como enmienda orgánica (Marfá, 2000).

Sin embargo, la turba es un recurso no renovable por lo que se deben buscar sustratos alternativos, procedentes de recursos renovables, que contribuyan a una mayor sostenibilidad del CSS. Por ello, se ha emprendido una búsqueda de materiales locales que las puedan sustituir en numerosas partes del mundo, con la ventaja añadida de reducir los costes de producción. No en vano, ya existen limitaciones en las extracciones de las turberas, dentro de las políticas de protección del medio ambiente de los países productores, tanto por el impacto ambiental de la extracción en sí, como por ser las turberas importantes sumideros de anhídrido carbónico (Abad, 1991).

En este contexto, han adquirido especial importancia los residuos agroindustriales (Raviv et al., 1986). Una característica a destacar de los sustratos a base de compost es su capacidad supresora frente a las principales enfermedades fúngicas de origen edáfico de las plantas (Hoitink et al., 1996). Esta propiedad, si bien está ampliamente documentada en la bibliografía, no está explotada en la práctica en nuestro país debido a que no está analizada en nuestros composts y para nuestros patosistemas. Dentro de los residuos de fácil disponibilidad en nuestro país podemos citar los compost de corcho, orujo de vid y corteza de pino, por sus buenas características como sustratos hortícolas y la supresividad que ha mostrado en ciertos patosistemas participados por hongos fitopatógenos de suelo (Aviles y Tello, 2001).

Según Van Os (1999b) en un sistema de cultivo sin suelo sostenible los materiales y sustratos deben ser de bajo coste, tener una duración de vida de 3-4 años, poseer propiedades físicas constantes durante su uso, ser seguros y ser reciclados por el proveedor.

En los sistemas protegidos algunas plagas como la araña roja, pulgones y thrips pueden causar importantes pérdidas de rendimiento, sin embargo, los métodos de control biológico pueden ser utilizados muy eficazmente para el control de estas plagas bajo los sistemas protegidos, lo cual puede habilitar a los productores de fresa hacia un mercado de productos “libre de pesticidas” (Paranjpe et al. 2003a). Contra estas plagas ha sido generalizado, hasta hace unas pocas décadas atrás, la utilización de fitosanitarios de amplio espectro, recientemente se han ido reduciendo su utilización significativamente, hecho que ayudó a la implantación y desarrollo de métodos más racionales y ecológicos, incluidos dentro de un contexto del Manejo Integrado del Cultivo.

Así, el control biológico (principalmente utilizando parásitos y depredadores de plagas y enfermedades de interés agrícola) se está confirmando, en la actualidad, como una opción totalmente válida y satisfactoria para la reducción de plagas y enfermedades sobre cultivos desarrollados en sistemas protegidos, de forma que incidimos sobre la protección de nuestro ambiente y limitamos los residuos de fitosanitarios en los cultivos producidos (Rapisarda, et al. 2003). Rondon et al. (2003) realizaron una serie de experimentos para demostrar que la producción de fresa en cultivo sin suelo se podía realizar con el uso mínimo de insecticidas a través de un control biológico y encontraron que *Coleomegilla maculata* era el agente mas efectivo en controlar tanto áfidos como araña roja. Por otro lado, Paranjpe et al. (2003b) realizando sueltas preventivas mensualmente de *Neoseiulus californicus* lograron controlar satisfactoriamente a la araña roja. De igual forma, Grondona et al. (2002) investigan la utilización de aislados del género *Trichoderma* como micoparásito contra *Colletotrichum*, *Phytophthora* y *Botrytis*, de forma que la aplicación de funguicidas sea mínima en el sistema de producción de fresa, y consideran esta opción como un alternativa a la utilización del bromuro de metilo, por otro lado, también Bello et al. (2001) consideran al control biológico de las enfermedades (como *Verticillium dahliae*) como una alternativa válida a la utilización del bromuro de metilo en España.

Se ha podido demostrar cómo muchos de los aislados del género *Trichoderma* (los cuales han sido generalmente clasificados como *T. harzianum* Rifai) se han comportado como micoparásitos de los más importantes, económicamente hablando, patógenos tanto aéreos como de suelo (Chet, 1987). Recientemente, Hermosa et al. (2000) describieron la presencia de al menos cuatro diferentes especies dentro de los aislados identificados como “*T. harzianum*”, y aconsejan combinar estas especies en la misma formulación para aumentar la efectividad en la colonización del suelo. D’Ercole et al. (2000) también concluyeron que *Trichoderma* spp. fue eficaz en controlar *Verticillium dahliae* tanto en ensayos in vitro como in vivo.

El mercado actual demanda, por un lado, conseguir una producción de fresa precoz mayor y fuera de temporada, que únicamente puede conseguirse mediante el CSS (se puede anticipar el inicio de recolección hasta dos meses y además se incrementa el rendimiento por m²); y por otro, la obtención de fresa sin la utilización del Bromuro de Metilo (BrMet); único desinfectante utilizado en el pasado reciente en el cultivo de fresa y que ya no se puede utilizar, por tanto el CSS se muestra como una alternativa viable al BrMet.

Adicionalmente, en Huelva, mediante los CSS se inicia la recolección en fechas mas tempranas (octubre/noviembre) que en el sistema convencional (diciembre/enero), de hecho, todo lo que se produce con los sistemas de CSS se considera producción precoz (la producción obtenida por m² al 30 de marzo en CSS es la misma que la obtenida al 30 de mayo en convencional) y además se incrementa el rendimiento final por m²). El interés del sector es cada vez mayor como lo demuestran las 30 ha de la campaña 2002/2003 frente a las actuales 200 ha. y con un gran potencial de crecimiento ya que se consigue una producción competitiva frente a países como Marruecos, Egipto, Israel, Turquía, etc. y frente a países como Francia e Italia, que nos estrechan cada vez más nuestra ventana de producción; recuérdese que Huelva es la zona de “mayor concentración” de superficie cultivada de fresa del mundo y no existe un cultivo hortícola alternativo a la fresa.

3.- Bibliografía

- ABAD M., 1991. Los sustratos hortícolas y las técnicas de cultivo sin suelo. En: Rallo L., Nuez F. (Ed.). La horticultura española en la C.E.E. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, Córdoba. pp. 271-280.
- ALARCÓN, A.L., Madrid, R., Egea, C. 1998. Modelo de Cultivo Sin Suelo con recirculado integral de lixiviados. *Actas de Horticultura* 21: 209-216.
- AL-ZUBI. 2002. Non-Chemical alternatives to methyl bromide use in Jordan. Proc. of international conference on alternatives to methyl bromide. Sevilla. 5-8 Marzo. 2002. Eds: T.A. Batchelor y J.M. Bolivar.
- AUTIO, W.R. y BRAMLAGE, W.J. 1986. Chilling sensitivity of tomato fruit in relation to ripening and senescence. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 111, 201:204.
- AVILÉS, M. y TELLO, J.C. 2001. El compostado de los residuos orgánicos. Su relación con las enfermedades de las plantas. En *Agroecología y Desarrollo*. Eds.: Labrador, J. y Altieri, M.A. Ediciones Mundi-Prensa.
- BARRO, P.J. DE y EDWARDS, B. 1995. Strawberry production in the Netherlands without methyl bromide. En: *Agricultural production without methyl bromide. Four cases studies*. Ed. H.J. Banks, CSIRO, Australia. pg. 29-44.
- BATCHELOR, T.A. 2002. International and European community controls on methyl bromide & The status of methyl bromide use and alternatives in the European community. En: *International conference on alternatives to methyl bromide. The remaining challenges*. pg. 28-32. Sevilla, Marzo, 2002.
- BELLO, A. LÓPEZ-PÉREZ, J.A. DÍAZ-VIRULICHE y TELLO J. 2001. Alternatives to methyl bromide for soil fumigation in Spain. En: *Global report on validated alternatives to the use of methyl bromide for soil fumigation*. Eds. R. Labrada y L. Fornasari. FAO plant production and protection paper. 166.
- CHET, I. 1987. Trichoderma – application, mode of action, and potential as biocontrol agent of soilborne plant pathogenic fungi. In: I. Chet ed. *Innovative approaches to Plant Disease Control*. John Wiley, New York, Pp 137-160.
- D'ANTUONO, L.F.; FIORI, R., BARUZZI, G., AVITABILE, A., y FAEDI, W. 2002. Fruti quality in three different production systems. COST836.
- D'ERCOLE, N., NIPOTI, P., DI PILLO, L. y GAVINA, F. 2000. In vitro and in vivo tests of Trichoderma spp. as a biocontrol agent of *Verticillium dahliae* Kleb. in eggplants. En: *Advances in Verticillium. Research and Disease management*. Pp. 237-239. Eds. E.C. Tjamos, R.C. Rowe, J.B. Heale y D.R. Fravel.. APS PRESS.
- GARCÍA, M., URRESTARAZU, M., SALAS, M.C. y ESCOBAR, I. 1998. Evolución de la composición del drenaje en un sistema recirculante. *Actas de Horticultura* 421: 231-239.
- GRONDONA, I; LLOBELL, A., CANNON, P.F., LORITO, M., ELAD, Y, FREEMAN, S., KATAN, J., REY, M. y MONTE, E. 2002. Case study: Trichoderma as an alternative to methyl bromide in strawberries. Proc. of international conference on alternatives to methyl bromide. Sevilla. 5-8 Marzo. 2002. Eds: T.A. Batchelor y J.M. Bolivar.
- GULLINO, M.L. 2001. Available alternatives for Italy. En: *Global report on validated alternatives to the use of methyl bromide for soil fumigation*. Eds. R. Labrada y L. Fornasari. FAO plant production and protection paper. 166.
- HANSON, L.E. (2000). Reduction of verticillium wilt symptoms in cotton following seed treatment with *Trichoderma virens*. *The J. of Cotton Sci.* 4: 224-231.
- HAM, J.M.; KLUITENBERG, G.J. y LAMOT W. J., 1993. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. *J. Amer. Soc. Hprt. Sci.* 118(2): 188-193.

- HERMOSA, M.R., GRONDONA, I. ITURRIAGA, E.A., DÍAZ-MIGUEL, J.M., CASTRO, C. MONTE, E. y GARCIA-ACHA, I. 2000. molecular characterization and identification of biocontrol isolates of *Trichoderma* spp. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 1890-1898.
- HOITINK H.A.J., MADDEN L.V., BOEHM M.J. , 1996. Relationships among organic matter decomposition level, microbial species diversity and soilborne disease severity. En: Hall R. (Ed.). *Principles and practice of managing soilborne plant pathogens*. A.P.S. Press, St. Paul, Minnesota. pp. 237-249.
- JIANG, Y, SHIINA, T., NAKAMURA, N. y NAKAHARA, A. 2001. Electrical conductivity evaluation of postharvest strawberry damage. *J. of Food Sci.* 66, 1392:1395.
- JOVICICH, E., CANTLIFFE, D.J., SHAW, N., SMITHER-KOPPERL, M. y STANSLY, A. 2003. Economic benefit of greenhouse production of peppers in soilless culture. Annual International Research Conference on methyl bromide alternatives and emissions reductions. San Diego. 3-6 Noviembre 2003. California.
- LIEBMAN, J. 1994. Alternatives to methyl bromide in California strawberry production. *The IPM practitioner*. Vol. XVI, (7). Julio. 1994.
- LÓPEZ, A. LACASA, A. GUIRAO, P. y HERNÁNDEZ, F. 2002. Non-chemical alternatives to methyl bromide in greenhouse-grown sweet pepper in Spain. Proc. of international conference on alternatives to methyl bromide. Sevilla. 5-8 Marzo. 2002. Eds: T.A. Batchelor y J.M. Bolivar.
- LÓPEZ-ARANDA, J.M. 1999. The Spanish National Project on alternatives to MB: The case of strawberry. En: 1999 Annual International Research Conference on Methyl Bromide alternatives and Emissions reductions. November 1-4, San Diego (California): 8-1 a 8-4.
- LÓPEZ-MEDINA, J.; PERALBO, A.; FLORES, F., 2004. El cultivo sin suelo del fresón en Huelva. *Horticultura* 178: 20-24.
- LÓPEZ-MEDINA, J.; MEDINA, J.J. y PALENCIA, P. 2005. Usos de plásticos agrícolas en el cultivo de la fresa en Huelva. Use of agricultural plastics in strawberry cultivations in Huelva (Spain). Utilisation de matières plastiques dans la culture de la fraise à Huelva (Espagne). *Plasticulture*, 124. Trilingüe (Español, Inglés, Francés).
- MAGÁN, J.J. 1999. Sistemas de Cultivo en sustrato: A solución perdida y con recirculación del lixiviado. En: *Cultivo Sin Suelo II. Curso superior de Especialización*. 173-205.
- MARFÁ, O. 2000. La recirculación en los Cultivos Sin Suelo. Elementos básicos. En: *Recirculación en Cultivos Sin Suelo. Compendios de Horticultura* 14. pp 21-27.
- MARFÁ, O. 2002. Closed soilless techniques for cut-flower production as an alternative to methyl bromide in Mediterranean conditions. Proc. of international conference on alternatives to methyl bromide. Sevilla. 5-8 Marzo. 2002. Eds: T.A. Batchelor y J.M. Bolivar.
- MARTÍNEZ, E., GARCÍA, M. 1993. *Cultivos Sin suelo. Hortalizas en clima mediterráneo*. Ediciones de Horticultura, S.L.
- MINISTRY OF ENVIRONMENT AND ENERGY, Denmark. 1997. *Environmental Review (Vol4); Production of flowers and vegetables in Danish Greenhouses: alternatives to methyl bromide*. Dan. *Envir. Protec. Agen*.
- MINUTO, A., GARIBALDI, A. y GULLINO, M.L. 2003. Chemical alternatives to methyl bromide in Italy: an update. Annual International Research Conference on methyl bromide alternatives and emissions reductions. San Diego. 3-6 Noviembre 2003. California.
- MINUTO, A., MINUTO, G., GARIBALDI, A. y GULLINO, M.L. 1998. Reducing the usage of methyl bromide for soil disinfestation in Italy: present situation and perspectives. Annual International Research Conference on methyl bromide alternatives and emissions reductions. Orlando. 7-9 Diciembre 1998. Florida.

- MONTSERRAT, J. 2000. Desinfección de lixiviados por métodos físicos, químicos y biológicos. En: Recirculación de Cultivos Sin Suelo. Compendios de Horticultura 14. pp. 53-62.
- NOGUERA, U., ABAD, M., GARCÍA-CODOÑER, A.C., ARMENGOL, F. y SERRANO, A. 1986. Seasonal productivity of tomato grown in recirculating nutrient solution culture during winter and spring in the east mediterranean coast of Spain. *Acta Horticulturae* 191: 179-187.
- NOGUERA, V., ABAD, M., PASTOR, J.J., MORA, J., ARMENGOL, F., SERRANO, A. y GARCÍA-CODOÑER, A.C. 1988. Growth and development, water absorption and mineral composition of tomato plants grown with the nutrient film Technique in the east mediterranean coast region of Spain. *Acta Horticulturae* 221: 203-209.
- PARANJPE, A.V., CANTLIFFE, D.J.; LAMB, M.; STOFFELLA, J. y POWELL, C. 2003b. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* (En prensa)
- PARANJPE, A.V., CANTLIFFE, D.J.; RONDON, S.; CHANDLER, C.K.; BRECHT, J.K.; BRECHT, E.J. y CORDASCO, K. 2003a. Trends in fruit yield and quality, susceptibility to powdery mildew (*Sphaerotheca macularis*), and aphid (*Aphis gossypii*) infestation for seven strawberry cultivars grown without pesticides in a passively ventilated greenhouse using pinebark as soilless substrate. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* (En prensa)
- RAEA, 1990. Fresón campañas 1988-1990. Ed. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, 42 pp.
- RAPISARDA, C., GARZIA, G.T., LONGO, S. y BARBAGALLO, S. 2003. IPM applications on protected vegetable crops in Sicily. *Proc. VI international symposium on protected cultivation in mild winter climate: product and process innovation. Acta Horticulturae (ISHS) 614:767-774*
- RAVIV M., CHEN Y., INBAR Y. , 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plant. En: Chen Y., Avnimelech Y. (Ed.). *The role of organic matter in modern agriculture*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Netherlands. pp. 257-287.
- RODRÍGUEZ-KABANA, R. 1998. Alternatives to methyl bromide soil fumigation. En: *Alternatives to methyl bromide for the southern European countries*. Ed. A.Bello, J.A. González, M. Arias y R. Rodríguez-Kabana. pg. 17-33.
- RONDON, S. CANTLIFFE, D.J. y PRICE, J.F., 2003. Utilization of Biologicals to control pests of greenhouse grown strawberries. *Proc. Fla. Ent. Soc.* (En prensa).
- RUNIA W.T. 1994. Elimination of root-infecting pathogens in recirculation water from closed cultivation systems by ultra-violet radiation. *Acta Horticulturae (ISHS) 361, 361:371.*
- RUNIA, W.T. 1996. Disinfection of recirculation water from closed production systems. In: *Proceedings of the seminar on closed production systems*, E.A. van Os (ed.), IMAG-DLO report 96-01, p20-24.
- SALLES, L.A., SOSA, D.A. y VALEIRO, A. 2001. Alternatives for the replacement of methyl bromide in Argentina. En: *Global report on validated alternatives to the use of methyl bromide for soil fumigation*. Eds. R. Labrada y L. Fornasari. FAO plant production and protection paper. 166.
- STRATOSPHERIC OZONE PROTECTION. 1997. Alternatives to Methyl Bromide: Ten case studies-soil, commodity and structural use. Vol. 3. Septiembre, 1997. U.Stat. Envir. Protec. Agen.
- Talbot, M.T. y Chau, K.V. 1991. Precooling strawberries. *Florida Coop. Ext. Ser.-IFAS, Univ. Fla. Cir.* 942.
- URRESTARAZU, M. 1996a. Soluciones recirculantes. Curso Internacional de Hidroponía. Lima. Perú. FAO. 25-29. Marzo.
- URRESTARAZU, M. 1996b. Variación Diaria del Volumen, e Iones Inorgánicos en el exudado xilemático, de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) cultivados en NFT recirculante. Universidad de Almería. Servicio de Publicaciones.

URRESTARAZU, M., GUZMÁN, M., SÁNCHEZ, A., SALAS, M.C. y HERNÁNDEZ, I. 1998. Algunos aspectos en el manejo de la fertirrigación recirculante en Cultivo Sin Suelo en la producción en plantas de tomate. *Actas de Horticultura* 21: 217-224.

VALIENTE, M., 2000. Riego localizado (microirrigación): Instalaciones y diseño agronómico. En: *Tecnología para cultivos de alto rendimiento*. Ed. Novedades Agrícolas S.A., pp 27-52.

VERDIER, M., 1987. Cultivo del fresón en limas templados. Ed. Ediciones Agrarias S.A. y Caja Rural de Huelva, 374 pp.

VAN OS, E.A. 1999a. Closed soilles growing systems: a sustainable solution for Dutch greenhouse horticulture. *Water Science and Technology* 39 (5): 105-112.

VAN OS, E.A. 1999b. Recirculación de la solución nutritiva: Sistemas de Desinfección. En: *Cultivo Sin Suelo II*. Curso Superior de Especialización. pp. 383-398.