

## CAPITULO 6

# Técnicas culturales

► Las labores culturales que se aplican a los cultivos desarrollados en sistemas hidropónicos son básicamente iguales a las técnicas culturales tradicionales. No obstante existen algunas particularidades que conviene mencionar en el presente capítulo.

### 6.1 SEMILLEROS.

Aunque se utilizan cepellones de turba para plantaciones en sistemas de arena y perlita, hoy por hoy, el cepellón por excelencia para utilizar en hidroponía es el taco de lana de roca. (Figura 6.1), El cultivo de plántulas en cepellones de turba requiere la aplicación de unas técnicas de cultivo relativamente sencillas y existen gran número de semilleros comerciales que pueden proporcionar plantas de hortalizas de muy buena calidad en cepellones de turba. La obtención de plántulas en tacos de lana de roca, debido a las características del material, requiere que en los semilleros se deban de cumplir, con más meticulosidad, una serie de condiciones:

#### 6.1.1 Sanidad.

Es muy importante tomar medidas preventivas tales como:

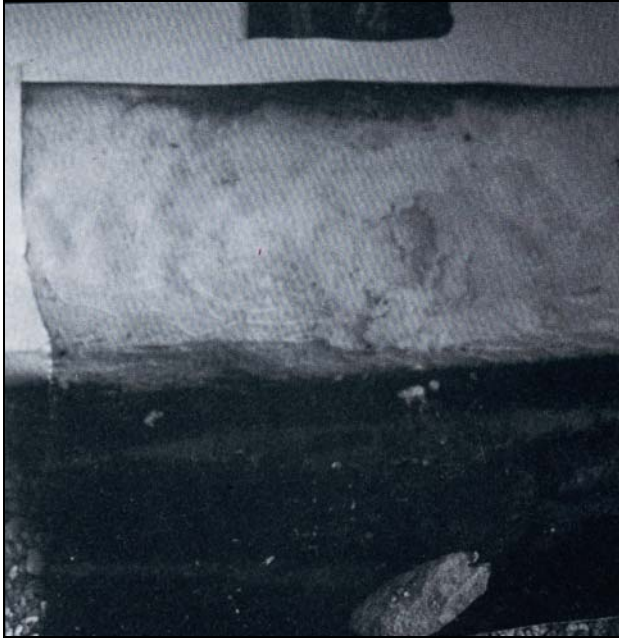
- La ubicación de los semilleros lejos o aislados de los lugares de producción hortícola.
- Evitar la acumulación de restos vegetales en las cercanías de los semilleros.
- Informar al personal de que debe de guardar las precauciones necesarias para evitar contaminaciones, etc.

#### 6.1.2 Riego.

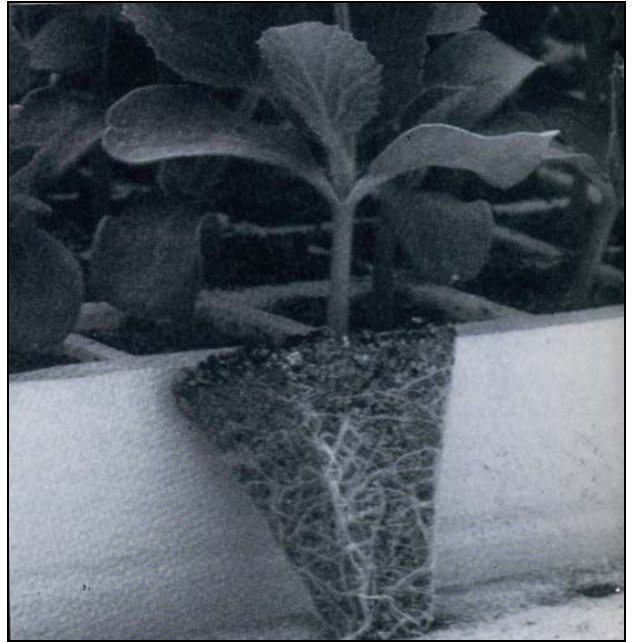
Es necesario disponer de las instalaciones de riego que permitan el manejo de soluciones nutritivas y el control de los parámetros que las caracterizan. El riego de los tacos de lana de roca se puede hacer por sub-irrigación o por aspersión.

Las instalaciones para la sub-irrigación son más costosas, pero la homogeneidad conseguida es mayor que con la aspersión. Las parcelas de propagación han de tener un fondo impermeable y bien nivelado para permitir la inundación hasta una altura de unos 2 cm. Una vez humedecidos los tacos de propagación se desaguan las parcelas, para evitar la permanencia de agua estancada que, además de propiciar la proliferación de algas, si se calienta, disminuye la concentración de oxígeno en la misma. El método de sub-irrigación es el más empleado en Holanda y, como ya se ha comentado anteriormente, se consigue una gran uniformidad en el desarrollo de las plantas.

El riego de los tacos de lana de roca por aspersión es el más empleado en España. Los costos son mucho menores. Los tacos se colocan en bancadas elevadas del suelo para evitar contaminaciones. La homogeneidad en el crecimiento de las plantas está directamente relacionada con la regularidad en la pluviometría aplicada, por lo que las instalaciones de riego han de ser de una gran calidad de diseño. No obstante, existe un mayor riesgo de enfermedades, tanto aéreas como de las que afectan al cuello de la planta, y si se usa agua de riego de conductividad elevada se puede producir algún tipo de deshidratación en las hojas,

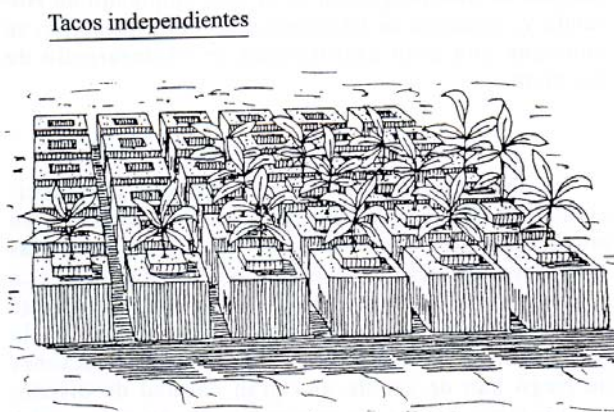
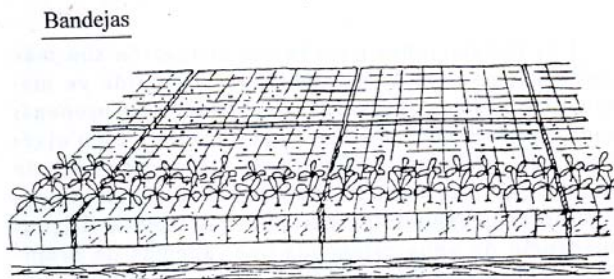


*La calidad del plástico es importante para evitar la aparición de algas.*



*Cepellón de perlita y vermiculita.*

**Figura 6.1:**  
**Semilleros.**



### 6.1.3 Propagación.

En el taco de lana de roca se puede hacer la siembra directamente o puede realizarse un repicado. En Holanda generalmente se realiza la siembra en unos diminutos tacos de lana de roca que luego son trasplantados al taco definitivo. Puede también hacerse una siembra en bandejas de arena, perlita o vermiculita y repicar al taco de lana una vez que las plántulas están en el estadio de cotiledones, sin expandir totalmente. La fase de repicado es muy delicada y se ha de asegurar un buen contacto de las raicillas con la lana, pero evitando dañarlas. Al poder ir seleccionando el tamaño de las plántulas que se repican este sistema permite una gran homogeneidad en las plantas obtenidas en la fase de semillero. La operación de repicado resulta costosa, y dado que todavía no hay mucha experiencia ni necesidad en la homogeneidad de las plantas, en España se utiliza muy poco.

El repicado tiene sentido en el norte de Europa pues, para evitar mayores gastos de calefacción, se trasplanta con gran tamaño y se requiere una gran uniformidad para tener igualdad de condiciones en toda la superficie de cultivo, lo que favorece el manejo y posibilita mantener la homogeneidad durante todo el ciclo de cultivo.

Cuando se hace la siembra directa sobre el taco de lana se abaratan los costes pero se pierde homogeneidad. Nunca debe utilizarse turba para tapar las semillas. La turba es más higroscópica que la lana y absorbe el agua de los tacos creándose un microclima pernicioso de atmósfera saturada de humedad a nivel de las raíces y cuello de las plántulas

que favorece el desarrollo de enfermedades (Pythium).

Al principio del establecimiento del semillero se debe de procurar evitar pérdidas por evaporación en los tacos con el objeto de regar lo menos posible. Para ello pueden utilizarse mallas que, permitiendo el intercambio gaseoso eviten las pérdidas de agua de los tacos de lana de roca. Casi todas las hortalizas responden muy bien a conductividades comprendidas entre valores de 2 y 3 mS/cm y pH entre 5,5 y 6,5. La conductividad en el taco debe estar en los niveles inferiores al principio e ir aumentando paulatinamente conforme se acerca la época de trasplante. Tomate y berenjena responden bien a conductividades uno o dos puntos superiores a las mencionadas.

Para lograr una buena calidad agronómica y un estado sanitario satisfactorio se deben de ir separando los tacos de lana de roca antes de que las hojas de las plantas se toquen, consiguiendo de esta forma una mejora en la aireación y en la captación de luz y por lo tanto, evitando que las plántulas se ahilen.

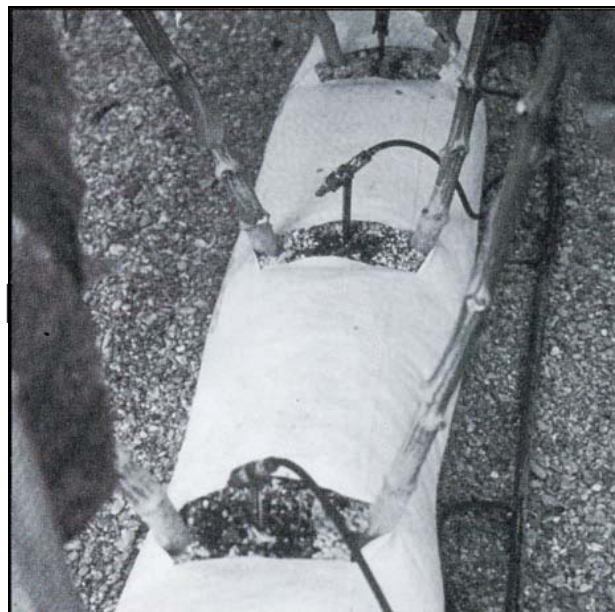
En el curso de la campaña 92/93 se introduce con notable éxito un cepellón de perlita y vermiculita. Consiste en una mezcla a partes iguales, de perlita de granulometría 0-1,5 mm y densidad 0,065 y vermiculita del n° 2 ó 3 de granulometría comprendida entre 0,5 y 4 mm. Este sustrato se maneja en los semilleros como el tradicional sustrato orgánico para bandejas de alvéolos pero con notables ventajas tales como: mayor facilidad de manejo, plantas de mejor porte por disponer de un mejor sistema radicular, sustrato libre de patógenos y costes económicos similares al sustrato orgánico.

Debe de mencionarse en este apartado que la técnica de la siembra directa en aquellas especies en que tradicionalmente así se realiza (melón, pepino, judía, etc.), es también posible en hidroponía, aunque sólo en aquellos sustratos que por sus condiciones físicas lo permiten. Este es el caso de la perlita en el que la técnica de la siembra directa está muy extendida y ello supone importantes ahorros en los costes de cultivo.

## 6.2 PLANTACIÓN.

### 6.2.1 Riego de saturación.

Antes de proceder a la plantación del cultivo se debe de conseguir un humedecimiento completo y homogéneo del sustrato. Antes de abrir los orificios de drenaje se darán varios riegos. La lana de roca, la perlita, y en mayor medida la arena, tienen pH alcalino por lo que se debe de regar desde el principio con agua acidulada para bajar el pH a los valores de cultivo.



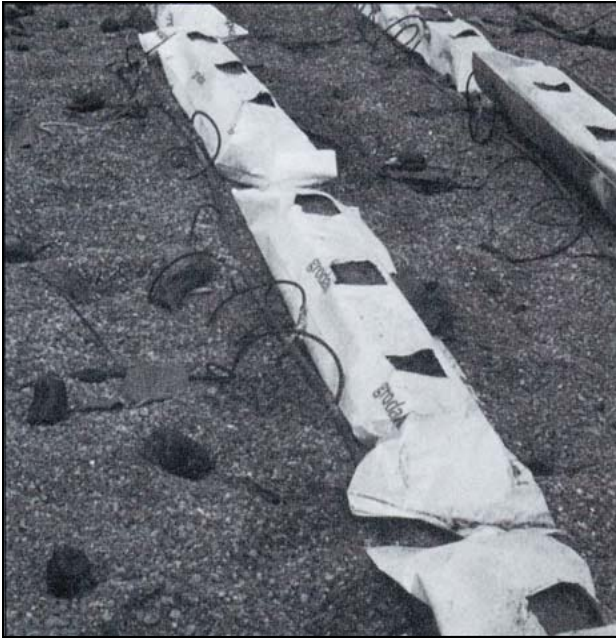
*Diferentes posiciones de los goteros en los sacos de perlita.*

En los últimos riegos conviene incorporar solución nutritiva con una baja conductividad para conseguir un buen enraizamiento.

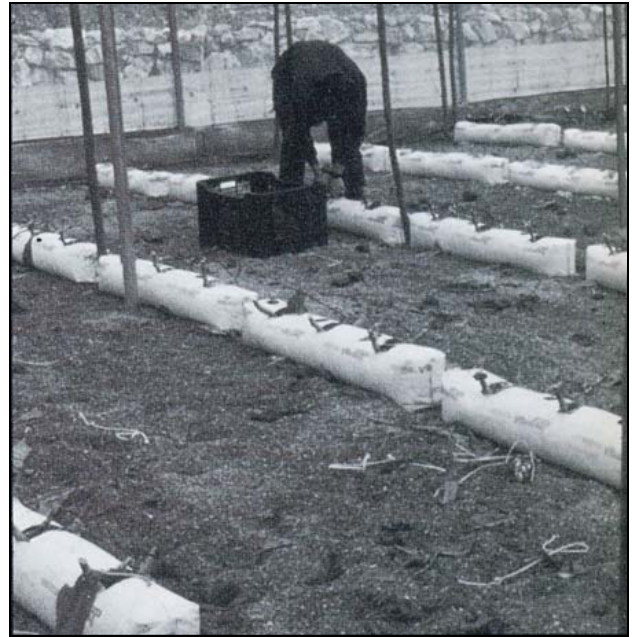
### 6.2.2 Drenaje del saco de cultivo.

Conseguido el humedecimiento total y homogéneo del sustrato, se ha de proceder a la realización de los orificios para el drenaje. El orificio para el drenaje se puede hacer en la misma base del saco o a una determinada altura de la base.

Si se opta por la solución de practicar el orificio de



*Tablas 100x10x10 de lana de roca.  
Final de cultivo en lana de roca.*



*Tareas de limpieza al final de un cultivo  
en perlita.*

drenaje a una determinada altura de la base del saco, se cuenta con la ventaja de que una reserva extra de solución nutritiva está disponible para el cultivo para subsanar posibles deficiencias, tanto del funcionamiento de los equipos como del manejo del riego. A pesar de ello, esta forma de realizar el drenaje no es muy recomendable por los problemas añadidos que suele acarrear. De esta manera el volumen de sustrato determinado por la altura del drenaje reúne unas condiciones físicas muy alejadas de las descritas como ideales para el óptimo desarrollo del sistema radicular puesto que está saturado de agua y hay una falta de aireación evidente, por lo que puede considerarse que dicho volumen es una pérdida real de sustrato útil. De la misma forma, y desde el punto de vista sanitario, el mantenimiento de una lámina de agua libre puede facilitar la propagación de patógenos, como las Pitáceas, que afectan al sistema radicular de los cultivos y utilizan el agua como medio de diseminación.

Es recomendable realizar el drenaje en la base del saco de cultivo. De esta forma las condiciones físicas del medio sólo dependerán de las características intrínsecas del sustrato y no se verán afectadas por factores externos como en el caso anterior y el volumen de sustrato disponible será el realmente instalado. En el caso de instalaciones en terreno plano o con ligeras pendientes se deben de realizar varios orificios de drenaje. Si la pendiente es acusada puede ser suficiente el practicar un único orificio de drenaje en el punto más bajo del saco de cultivo.

### **6.2.3 Colocación de los tacos.**

El cepellón procedente del semillero se puede colocar sobre el sustrato o introducido en él. El que sea de una u otra forma depende del tipo de sustrato en el que se cultive y del modelo de taco.

En el caso de plantaciones en tablas de lana de roca, y por la propia naturaleza del material, los tacos del semillero se colocan sobre las tablas de lana. Previamente se habrá recortado la parte sobrante del plástico que envuelve a la tabla de lana de roca para permitir el contacto entre ambas partes. La piqueta que soporta el gotero se coloca sobre el taco que se trasplanta pero una vez logrado el enraizamiento de la planta conviene bajar el gotero a la tabla para conseguir una mejor aireación y sanidad del cuello de la planta y una mejor distribución del sistema radicular en todo el sustrato.

En la perlita o la arena se opera de distintas formas dependiendo del modelo de taco utilizado. En el caso de que el taco venga protegido lateralmente por una funda de plástico se pone el taco sobre la arena o la perlita, operando del mismo modo que se ha descrito para el caso de la lana de roca. Si se utiliza un taco de lana sin funda de plástico lateral o un cepellón de sustrato orgánico, entonces deben de enterrarse en la arena o la perlita para conseguir una mayor superficie de contacto y por lo tanto un mejor y más seguro enraizamiento. En este caso el gotero se coloca junto al taco recién trasplantado.

Una vez realizada la plantación conviene dar al-



*Tacos de lana de roca 6,5x6,5x7,5 cm.  
Muy utilizadas para semilleros en cultivos  
en lana de roca.*



*Tacos de lana de roca 5x5x4 cm utilizados  
en semilleros para cultivos en sacos de perlita  
y lana de roca.*

gún riego que asegure el íntimo contacto del taco con el sustrato y a partir de este momento, y hasta conseguir un buen enraizamiento, se ha de manejar el riego con sumo cuidado, evitando los excesos de agua que disminuyan la disponibilidad de aire y por lo tanto la oxigenación del sistema radicular, tan necesaria para estimular la emisión de nuevas raíces.

## 6.3 OTRAS CONSIDERACIONES.

### 6.3.1 Marcos de plantación.

Los marcos de plantación, por razones de economía, se ven muy modificados en los sistemas de cultivo sin suelo que se están implantando en el Sureste Peninsular. Comparando con los marcos tradicionales de cultivo en suelo, lo que se hace es concentrar, lo que serían dos filas de plantas, sobre una fila de sacos de cultivo. Al entutorar las plantas, y con el objeto de optimizar el volumen disponible en el invernadero, captar más radiación y obtener una mejor ventilación, se abren las plantas en «U». Por ejemplo, para tomate se suelen poner las filas de cultivo a 2 m de distancia y dos plantas de tomate cada 50 cm, que posteriormente se entutorarán en «U». La densidad de plantación máxima resultante es de 2 plantas de cada m<sup>2</sup> de superficie cultivada.

### 6.3.2 Sacos de cultivo.

Los tres sistemas de cultivo sin suelo, a los que se está haciendo referencia, se instalan en dos tipos de sacos de cultivo ateniéndose a la de longitud del mismo.

El prototipo de saco largo es el utilizado para la arena. La longitud del saco suele ser de unos 25 m y hay disponibles unos 15 a 20 litros de sustrato por planta. Como desventajas de este sistema puede mencionarse la laboriosidad de su construcción y su inamovilidad; el reparto poco homogéneo de la solución nutritiva y el agravamiento de este efecto en el caso de que el terreno no está nivelado; la facilidad en la propagación de las enfermedades y la dificultad de estandarizar el manejo debido a la heterogeneidad de las arenas. Como ventajas tenemos la capacidad del sistema para subsanar deficiencias en la uniformidad de riego debido al gran número de goteros por unidad de saco del cultivo; poder tener menos puntos de drenaje y por lo tanto menos humedad ambiental; al disponer cada planta de un gran volumen de sustrato la capacidad amortiguadora de deficiencias del sistema (nutrición, agua, etc.) es considerable y mencionar por último la inercia térmica.

La lana de roca y la perlita se instalan en sacos que no suelen sobrepasar los 2 m de longitud. A este tipo de sacos, y por las propias características de los sustratos que se suelen utilizar, las ventajas que se le pueden adjudicar coinciden con los inconvenientes de los sacos largos y viceversa. Se citan como desventajas la necesidad de disponer de una instalación de riego muy bien diseñada; el peligro potencial que supone la obturación de goteros; la sensibilidad del sistema a

las adversidades y el aumento de humedad relativa en el invernadero por el gran número de drenajes. Como ventajas se citan la facilidad de la instalación por la ligereza y movilidad; el minimizar los efectos de desnivel del terreno; la estandarización del manejo y las pocas plantas afectadas en caso de infección puntual de un saco de cultivo.

El plástico debe de asegurar su durabilidad durante el tiempo de vida útil del sustrato que contenga. Normalmente se utiliza polietileno de 800 galgas de espesor y doble capa, siendo la capa exterior de color blanco y la interior de color negro. Se debe de utilizar el color negro en la capa interior para que impida el paso de la luz. En el caso de que fuera traslúcido se formaría una capa de ova alrededor del sustrato y dificultaría la oxigenación de las raíces. El color blanco de la parte exterior ayuda a mantener una mayor luminosidad en el invierno y que no se sobrecaliente el sustrato durante el verano.

### 6.3.3 Contenedores rígidos.

En vez de los sacos de plástico pueden utilizarse contenedores rígidos para confinar sustratos. Esta alternativa presenta algunos interrogantes de no fácil resolución.

Dado el mayor coste de los contenedores, se exige una alta inversión que solamente es rentable cuando dicho contenedor se utiliza durante varios años. Esto plantea por otro lado la necesidad de cambiar el sustrato una o varias veces durante la vida útil del contenedor y por lo tanto la desinfección del mismo y la elección del método de desinfección más adecuado. La valoración económica de estas operaciones aumenta considerablemente los costes iniciales.

También debe considerarse la evolución constante del sector y hasta qué punto resulta interesante hipotecarse por varios años en un sistema determinado (duración de la amortización).

La evolución hacia contenedores rígidos puede venir dada por la introducción de materiales que aporten determinadas ventajas, como por ejemplo en termicidad. Es pues necesario investigar más sobre materiales, costos y desinfecciones.

## 6.4 FITOPATOLOGÍA.

### 6.4.1 Enfermedades de la parte aérea.

Parece evidente que los problemas patológicos que afectan a la parte aérea de los cultivos maneja-



*Plantas de pepino afectadas por Pythium aphanidermatum.*



*Podredumbre del cuello y de las raíces del pepino causadas por Pythium aphanidermatum.*

dos en sistemas hidropónicos no muestren diferencias significativas respecto a los problemas patológicos que afectan a los cultivos manejados por métodos tradicionales. No obstante conviene resaltar que determinadas enfermedades ligadas íntimamente a condiciones medioambientales muy específicas o a ciertas carencias minerales, pueden manifestarse en



*Síntomas en hoja de melón causados por  
Fusarium oxysporum f. sp. melonis.*



*Planta de melón afectada por  
Fusariosis vascular.*



*Plantas de tomate afectadas por  
Fusarium oxysporum f. sp. radiés lycopersici.*

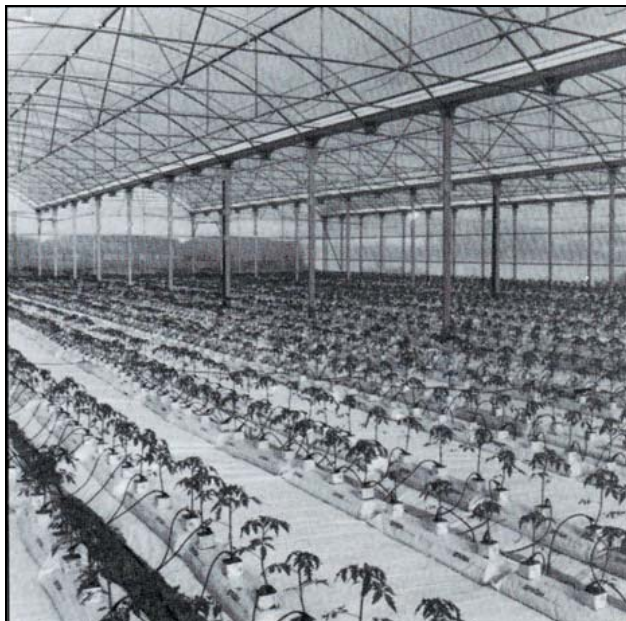


*Necrosis vascular en la parte baja del tallo  
acusada por Fusarium oxysporum f. sp.  
radiés lycopersici, en plantas de tomate.*

distinto grado según se cultive sin suelo o en el suelo. Por ejemplo, si se optara por la solución, poco frecuente en cualquier caso, de recoger el agua de drenaje de los sacos de cultivo y evacuarla fuera del invernadero, entonces la humedad ambiental descendería y aquellas enfermedades que ven favorecido su ciclo vital por las elevadas humedades relativas de

los invernaderos, encontrarían más dificultades para propagarse y perjudicar a los cultivos.

El cultivo sin suelo, al permitir un mejor control del aporte de agua y nutrientes, puede evitar la aparición de algunas enfermedades no parasitarias o fisiopatías producidas por desequilibrios nutriciona-



*Los marcos de plantación, la distribución del riego, el posible acolchado (con plásticos reflectantes o mallas anti-raíces) e incluso pavimentación, el diseño y automatización de varios modelos mediterráneos de invernadero, etc. permiten afirmar que las técnicas de cultivo «sin suelo» acercan a la agricultura hacia planteamientos acordes como los de la industria más moderna.*

Foto: Ininsa.



*Cabezal montado con bombas inyectoras porcentuales de funcionamiento hidráulico. La porcentualidad de inyección es siempre en relación al caudal circulante, ya que la bomba se autoregula ante cualquier variación de caudal o presión.*

les. Éstas, a su vez, pueden favorecer el desarrollo de ciertos parásitos. Por ejemplo, la carencia de calcio, según bibliografía, favorece el desarrollo de *Botrytis cinérea*.

### **6.4.2 Enfermedades que atacan al sistema radicular.**

Tradicionalmente se las conoce con el nombre de enfermedades del suelo y podría pensarse que en un cultivo sin suelo, al no estar éste presente, estas enfermedades tampoco deberían de manifestarse. La aparición de este tipo de enfermedades en un cultivo hidropónico estará motivada normalmente por la introducción del patógeno en el sustrato, bien a través del agua de riego o por trasplantar plantas infectadas o por otras causas más imprevisibles. Una vez que un sustrato ha sido contaminado por un patógeno la colonización y diseminación del mismo podría producirse con mucha rapidez debido a que los sustratos son normalmente estériles y hay una falta de competencia microbiana cuando son nuevos. La facilidad con que un sustrato puede ser colonizado depende de:

- 1) La forma de diseminación del patógeno.
- 2) El sistema hidropónico empleado.
- 3) Las condiciones del medio.

Por ejemplo, imagínese que puntualmente, y por una salpicadura, se produce la contaminación de una enfermedad concreta que logra introducirse en el sustrato. Los previsibles efectos sobre el cultivo serían sensiblemente distintos si:

- a) Es un sistema de cultivo sin suelo de solución nutritiva recuperada. Si no se desinfecta la solución nutritiva todo el cultivo pudiera verse afectado.
- b) Es un sistema de cultivo sin suelo en sacos largos (tipo arena). En este caso la colonización podría afectar a todas las plantas que se encuentren en el saco.
- c) Es un sistema de cultivo en sacos cortos o tablas (tipo perlita o lana de roca). En este otro caso sólo unas pocas plantas correrían el peligro de verse afectadas a partir de la contaminación primaria.

Respecto a las condiciones del medio de cultivo, se cree que los sistemas que mantienen una cierta cantidad de agua como reserva favorecen la reproducción y diseminación de cierto patógenos (según Yvonne Couteaudier) ya que este agua no se renueva con facilidad y puede recibir la consideración de agua estancada.

Asimismo otras condiciones determinadas por la temperatura, la cantidad de oxígeno o el pH del medio podrían potenciar los efectos causados por un determinado patógeno.

Determinados desórdenes fisiológicos que se agrupan bajo la denominación «root death» (pérdida de raíz), pueden agravar también los efectos causados por los parásitos. La «pérdida de raíz» puede estar causada por:

- Falta de riego o conductividades muy altas.
- Temperaturas extremas.
- Problemas de asfixia radicular (falta de oxígeno).
- pH muy bajo.

Los momentos más críticos para la manifestación de las enfermedades que afectan al sistema radicular coinciden con las fases de plantación y entrada en producción.

### 6.4.3 Algunas enfermedades encontradas en cultivos hidropónicos.

Las enfermedades que pueden crear más problemas en los cultivos sin suelo son aquellas que ven favorecida su diseminación por la presencia de agua.

Como ejemplo se tienen los *Pythium*. Estos hongos necesitan agua para reproducirse y desarrollarse, y las esporas son capaces de nadar ciertas distancias para colonizar otras raíces. Los ataques producen necrosis en raíces y cuello de las plantas, causando daños muy variables según la edad de la planta atacada y las condiciones del medio, pudiendo llegar incluso a causar, en determinados cultivos, la muerte en plantas adultas. Los sistemas de cultivo con agua de reserva ofrecen un medio idóneo de propagación para este hongo. Los daños producidos por este patógeno pudieran verse potenciados por las causas descritas en el punto anterior referentes a la «pérdida de raíz».

El agua, siendo uno de los medios de propagación de enfermedades fúngicas, no es desgraciadamente el único. El suelo del propio invernadero puede ser una fuente de contaminación. El polvo del suelo puede contener esporas que, si pasan al sustrato, pueden atacar las raíces del cultivo. Un buen ejemplo son los *Fusarium oxysporum* de determinadas formas especializadas (ejemplo: *Melonis*). Estos hongos pueden mantenerse durante varios años activos, no sólo en el suelo, sino incluso en las estructuras de los invernaderos, en forma de esporas resistentes a las más adversas condiciones. *Fusarium oxysporum* sp. *radici lycopersici* es una enfermedad que apareció hace pocos años en la zona geográfica de la horticultura intensiva y ya han sido detectadas plantas enfermas en cultivos sin suelo. Los síntomas de esta enfermedad son, un marchitamiento general y una podredumbre negra en el cuello de la planta, acompañada de necrosis de raíces. En el interior del tallo produce un necrosamiento de los vasos que afecta a una altura de unos 25 cm por encima del cuello de la planta. La muerte de la planta parece depender de que coincida el ataque con determina-



*En general, los invernaderos de ciertas demarcaciones tienen una distribución poco racional. La idea de superaprovechamiento del espacio está anticuada y dificulta algo tan importante, y a menudo olvidado, como es la logística interna. Sin embargo, las nuevas técnicas como la del cultivo sin suelo y las del diseño de los invernaderos modernos permiten jugar con los marcos de plantación de tal forma que la mecanización, sea posible. Una buena logística en la gestión de las técnicas de cultivo permite ahorrar tiempo y rentabilizar las inversiones: ganar dinero.*

Foto: Ininsa.

das condiciones adversas, tales como, bajas temperaturas, entrada en producción, sustrato con falta de aireación, etc.

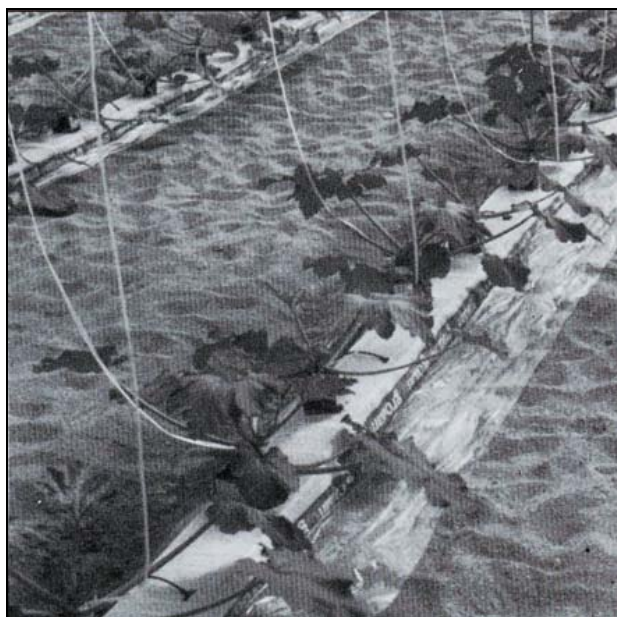
### 6.4.4 Prevención y terapéutica.

Para el control de las enfermedades es muy importante la identificación de la fuente de contaminación. Recuérdese que estas fuentes pueden ser:

- Agua de riego (contaminación en las balsas y/o canalizaciones abiertas).
- Residuos vegetales contaminados en/o cerca del invernadero.



*Formación de algas con riesgo de pérdida de agua.*



*Inicio cultivo calabacín en lana de roca. Nótese el plástico debajo de las tablas para evitar que las raíces vayan al suelo y canalizar el agua de drenaje.*

- Por los trabajadores en la manipulación de las plantas.

- Viento o lluvia.

- Plantas contaminadas procedentes del semillero.

- El suelo del propio invernadero y su estructura.

Para prevenir las contaminaciones se recomienda:

- Desinfectar el suelo y las estructuras del invernadero.

- Cubrir el suelo con plástico.

- Desinfectar las herramientas de trabajo.

- No abandonar los residuos vegetales cerca del invernadero.

- Trasplantar plantas sanas.

- Durante el cultivo, eliminar aquellas plantas enfermas susceptibles de contaminar a las sanas.

- Utilizar agua de buena calidad sanitaria.

- Informar a los trabajadores para evitar en lo posible que ellos mismos sean los transmisores de las enfermedades.

Si el agua de riego procede de un pozo y la conducción hasta la balsa de almacenamiento está entubada, tapar el embalse es el mejor método para mantener un agua limpia.

Si se han tenido problemas fitosanitarios en un cultivo y se prevé que estos problemas puedan afectar seriamente a cosechas posteriores se recomienda desinfectar la superficie y las estructuras del invernadero con una solución de formol al 3%. Los mejores resultados se obtienen con temperaturas por encima de los 15°C y humedad relativa del 60/70%. Una vez aplicada la solución de formol se mantiene cerrado el invernadero durante 24 horas y se ventila otras 24 horas antes de instalar el nuevo cultivo. El formol es un producto muy tóxico que debe ser manejado por personal especializado. También debe tenerse precaución con los cultivos próximos que ya estén establecidos en el momento de la desinfección.

En el caso de tener que desinfectar un sustrato para su reutilización, el método más extendido, y parece que también el más eficaz, es la desinfección por vapor de agua. En los países del centro y norte de Europa se mantiene el sustrato a desinfectar durante 15 minutos a temperaturas entre 95° y 100°C.

La desinfección de los sustratos con vapor de agua se puede sustituir por la aplicación de productos químicos. Entre estos productos se encuentra el ya mencionado formol, el metan-sodio que puede ser aplicado a través del sistema de riego y el etridiazol que ha sido utilizado con cierto éxito en el tratamiento de algunos sustratos y para determinadas enfermedades.

Si no se tiene la certeza de la contaminación de un sustrato y de que la técnica de desinfección que se quiere aplicar resolverá el problema planteado, no es muy aconsejable desinfectar sistemáticamente los sustratos que se pretenden explotar hasta un lí-

mite razonable de reutilización. Téngase en cuenta que las raíces excretan numerosas sustancias que forman un medio de cultivo favorable para un buen número de microorganismos beneficiosos para la planta. Al desinfectar el sustrato se eliminan todos los microorganismos presentes en el mismo (patógenos y beneficiosos). Si por casualidad queda algún patógeno, al no tener microorganismos competidores y contar con un medio de cultivo favorable como pueden ser los restos de raíces del cultivo anterior, la colonización será mucho más rápida y virulenta para el nuevo cultivo. Este mismo fenómeno se daría en el caso de que, después de la desinfección, se produjera una contaminación exterior.

Si durante el desarrollo de un cultivo se produce un fuerte ataque de alguna de las enfermedades que se han mencionado es fácil caer en la tentación de

pretender aplicar algunos de los fungicidas que tradicionalmente se aplican a través del agua de riego para cultivos tradicionales en suelo. Sólo se quiere dejar reseñado que la información sobre la aplicación de estos productos en hidroponía es muy escasa y que resulta muy arriesgado trasladar las experiencias de su uso en cultivo tradicional a la hidroponía. Falta información sobre:

- El momento oportuno de aplicación.
- Las dosis de producto a utilizar por litro de solución nutritiva aplicada o por unidad de volumen de sustrato.
- Solubilidad de los productos.
- Frecuencias de aplicación.

En cualquier caso es deseable que ante cualquier duda se consulte a personal especializado.