



AGRÍCOLA
Área de Invernaderos
Pamplona, Julio de 2003

Artículo para Navarra Agraria Septiembre-Octubre 2003

ASPECTOS A CONSIDERAR EN UNA INSTALACIÓN DE CULTIVO HIDROPÓNICO

La técnica de hidroponía, o cultivo sin suelo, requiere una serie de dotaciones técnicas imprescindibles para poder sacar el máximo provecho de ella. Muchas veces se piensa que la clave del éxito radica en “complejas” soluciones nutritivas aplicadas a misteriosos sustratos donde se plantan los cultivos. Pues bien, esto no es así, ya que la realización de las soluciones nutritivas tiene una importancia bastante menor que otra serie de aspectos, claves en la técnica de invernaderos en sí misma.

Este documento no pretende ser una guía de cómo realizar los cultivos hidropónicos, sino de resaltar los requisitos exigibles a una instalación de invernaderos que quiera dedicarse a esta modalidad de cultivo, con plenas garantías de éxito.

Sí diremos que la hidroponía presenta una serie de características que la diferencian, y en algunos aspectos la “aventajan”, sobre el cultivo en suelo:

- Se elimina la realización del laboreo, ya que se prescinde del suelo. De la misma manera, permite cultivar en invernaderos con problemas de suelo: nemátodos, salinos, encharcadizos, pedregosos...
- Incremento en producción, de hasta un 15-20%, frente a un mismo cultivo en suelo. Esto es así ya que las plantas se encuentran en unas condiciones de nutrición ideales, de forma que apenas hay gastos de energía por parte de la planta en la absorción radicular. No existen problemas de bloqueos y antagonismos entre los elementos nutritivos, optimizando todo el potencial productivo de los cultivos.

Hay que indicar, que para que verdaderamente esto se produzca, el resto de factores productivos (Temperatura, Humedad relativa del aire, luz, frecuencia de aporte de agua, nivel carbónico y estado sanitario) deben estar en unos valores adecuados. Imaginemos qué ocurriría si un cultivo recibe una óptima solución nutritiva y sin embargo se encuentra con una temperatura de 40°C, una Humedad ambiente del 15% y con exceso de insolación durante muchas horas. La respuesta es sencilla: el cultivo detendría su crecimiento debido a un cierre estomático (se defendería para evitar una fuerte deshidratación), aparte de las pérdidas por caídas de flores, malos cuajados, etc. O si el cultivo sufre un

fuerte ataque de una plaga: su potencial productivo se verá afectado, independientemente de la idoneidad de la solución nutritiva.

- Precocidad de entrada en producción, de hasta 10 días frente a un mismo cultivo en suelo y en las mismas condiciones climáticas, ya que la facilidad de absorción de la solución nutritiva y la escasa energía dedicada a ello potencian también este aspecto.
- Se eliminan los vertidos de lixiviados al suelo, ya que deben ser recogidos para ser aprovechados de nuevo, bien en la misma explotación (recirculación), o bien en explotaciones ajenas (reutilización).

Este aspecto no es superfluo, ya que el volumen total de lixiviados recogidos en nuestras condiciones de cultivo lo podemos situar entre 450 y 500 l/m² y año, para dos cultivos de tomate. Además, la composición cualitativa de estos lixiviados arrojan un alto contenido en nutrientes, nitratos entre ellos, que de no ser recogidos serían una pérdida importante de abonos y un factor grave de contaminación y salinización de acuíferos.

A modo orientativo, diremos que los lixiviados pueden tener una conductividad eléctrica de entre 2,5 y 4 mS/cm, situándose su contenido en nitratos entre 0,8 y 1g/l. Esto supone generar entre 360 y 500 g de nitratos por m² de invernadero, que de otra manera irían a parar al suelo y a los acuíferos subterráneos.

- De esta forma, puede haber un ahorro en fertilizantes y agua, al ser aprovechados de nuevo en la misma explotación. Por lo tanto se eliminan los problemas ya comentados de salinización de suelos y contaminación de acuíferos.
- Al prescindir del suelo y cultivar en sustratos esterilizados, por su propio proceso de fabricación, se garantiza la sanidad del sistema radicular.

Ahora vamos a ver aspectos que para algunos pudieran ser ciertos “inconvenientes”, pero entendemos que algunos no deberían ser tales, sino aspectos a alcanzar en cualquier explotación profesional:

- Mayor nivel técnico del invernaderista. Se manejan aspectos de pH y conductividad. Además el invernaderista debe realizar su propia solución nutritiva, tras un período lógico de aprendizaje, y saber cuándo y cómo modificarla en función del cultivo, de su desarrollo y de los factores ambientales.

Hay que decir, que el mismo criterio “lógico” que debe guiar las actuaciones del invernaderista en el buen hacer de cualquier explotación, es aplicable a los cultivos sin suelo, si bien aquí con un mayor nivel de exigencia, en lo referente a aportes de humedad, agrupamiento de riegos a lo largo del día y en función de las condiciones climatológicas, cambios en la solución nutritiva, etc.

- Instalaciones adecuadas. Es aquí donde haremos hincapié posteriormente, ya que sin un adecuado manejo y control de las variables climáticas no se alcanzan las ventajas del sistema.
- Agua de riego de cierta calidad. Hablaremos de esto posteriormente.
- Mayor coste inicial de instalación y de producción, pero una vez más, recordar que es el invernadero quien hace rentable la explotación (más producción y/o más calidad en función del manejo, acompañado de una adecuada comercialización).

Pasaremos a hablar de cuáles son los requisitos que debe cumplir la instalación para garantizar el máximo aprovechamiento de la técnica.

Valoramos que sin estos requisitos no debería iniciar un invernadero esta modalidad de cultivo, o si la empieza, asumiendo hasta dónde puede llegar. Será cada cual quien valore si su instalación cumple o no estas premisas o lo que puede suponer el dotarlas.

Entendemos que un invernadero que cultive en hidroponía debe conseguir producciones mayores en calidad y en cantidad respecto a las producciones tradicionales. Si no es así, conviene cultivar en suelo, si no existen impedimentos graves en él.

En cultivo de tomate, el objetivo debe ser alcanzar al menos una producción comercial de 30 – 35 kg/m²/año, buscando un mercado donde prime la calidad. Y es posible hacerlo.

En cultivos de flor cortada, producir con una calidad superior a la producción de suelo, que pueda ser adecuadamente comercializada. Y en Navarra las condiciones de cultivo son aptas para producir calidad.

ASPECTOS A CONSIDERAR:

1.- Tipo de invernadero y dotaciones

- ✓ Serán necesarios invernaderos multicapilla con una altura mínima al canalón de 3,5 metros. Buscamos un gran volumen de aire encerrado con el fin de facilitar el manejo climático y tener un adecuado efecto “colchón” para los fenómenos de enfriamiento-calentamiento.
- ✓ Estas estructuras estarán dotadas obligatoriamente de una adecuada ventilación cenital, en cada nave del invernadero, que asegure una superficie de ventilación mínima de un 15-20% de la superficie total cubierta, así como una adecuada tasa de renovación de aire, independientemente de los factores externos que en mayor o en menor medida le afectan (dirección del viento dominante, velocidad del mismo, orientación del invernadero...).

Será conveniente una ventilación perimetral en aquellos casos en que por la ubicación del invernadero y condiciones particulares de persistencia de períodos de humedad prolongados, lo exigiese. De igual forma que para un cultivo en suelo, se evitará el impacto directo del viento de manera sistemática sobre el cultivo mediante el empleo de mallas.

- ✓ Recomendamos una vez más una orientación adecuada de las líneas de cultivo en el eje Norte-Sur para permitir una correcta insolación de los cultivos. De esta forma se evitarán sombreos de unas filas de cultivo sobre otras. Sí esto es importante y manifiesto en cultivos bajos, la importancia en cultivos altos es capital, ya que se ven afectados aspectos tales como la maduración de frutos, precocidad de producción, estado sanitario, etc.
- ✓ El invernadero deberá estar dotado de corriente eléctrica, para poder garantizar un adecuado control y manejo de:

- Ventilaciones
- Riegos
- Fertirriego
- Control climático.

En este sentido, cabe indicar el obligado montaje de calefacciones, capaces de asegurar una temperatura de conducción de cultivo adecuada, tanto a nivel aéreo como radicular. Hablamos de poder mantener en el invernadero temperaturas de 15-18°C.

Por la experiencia en nuestra zona, nos decantamos por la calefacción de aire caliente para mantener una adecuada temperatura de conducción del cultivo a nivel aéreo, apoyada por la de agua caliente a pequeña escala y como medio de calentamiento de sustratos (nivel radicular).

En este sentido, la calefacción de aire permite además bajar la humedad relativa en momentos en que predominan altos niveles. Por otro lado, mantener una temperatura en sustrato de 16-18°C es perfectamente factible con la calefacción de agua, sin costosas instalaciones, poniéndose de esta forma de manifiesto la característica de precocidad en estos cultivos.

Asimismo, se deberá dotar de elementos de aporte de humedad ambiente, bien sea mediante nebulizadores tipo fog, fogger o un riego de microaspersión, para este fin. No es el objeto de este artículo en profundizar en estos métodos de control de humedad. Simplemente resaltamos la importancia y obligatoriedad de dotarlos en la instalación y pensar sobre lo ya expuesto al principio: la técnica de la hidroponía falla si uno de sus pilares falla. Y el control climático es uno de los principales.

Para un buen resultado de todos estos sistemas, sería de desear un adecuado controlador climático, que mediante un conjunto de sondas registre constantemente estas variables climáticas y actúe en consecuencia, de manera automática.

Caso de no poder hacer llegar la línea de energía eléctrica al invernadero, cabe la posibilidad de complementar la utilización de generadores con energías

alternativas de apoyo, como la solar, que gracias a acumuladores permitan la utilización de ciertos sistemas, como las ventilaciones. Esto es ya una realidad en algún invernadero de Navarra, si bien el tema es aún incipiente.

El invernadero deberá estar dotado de medios de ahorro energético, tales como pantallas térmicas o al menos dobles cámaras en los momentos del año que así lo requieran, y ser manejadas correctamente.

En este mismo sentido, es importantante la elección del material de cubierta. Recomendamos la utilización de placas rígidas de policarbonato o metacrilato, al menos en los laterales del invernadero. Estos materiales poseen mejores propiedades térmicas, así como una mayor durabilidad en el tiempo (vida útil de 14 años, frente a los 4 de un film plástico).

2.- Material vegetal de partida

Se deberá partir de planta con unas características determinadas de calidad. Si se trata de cultivos de flor cortada, los bulbos, cormos o esquejes serán de calidad y en perfecto estado sanitario.

Si se trata de una hortícola como el tomate, entendemos que una buena planta es aquella que en el momento de la plantación esté sana (exenta de plagas y enfermedades), bien proporcionada y con el primer ramillete de flor abierto o incluso cuajado.

La precocidad y el desarrollo de estas plantas una vez instaladas en sistema hidropónico no tienen comparación respecto a otro tipo de plantas.

Evidentemente, plantas de estas características tendrán un precio más elevado toda vez que el manejo y tiempo de ocupación en semillero nada tienen que ver con la producción de planta tradicional.

Esta es una de las premisas que consideramos clave para alcanzar altas producciones en cantidad y en calidad. Garantizaremos de esta forma un elevado porcentaje del éxito en los fines buscados.

3.- Cabezal de fertirriego

En hidroponía, el abonado deberá aportarse en cada riego. Y es una técnica donde se dan muchos riegos al día, aunque de corta duración (hasta 25 riegos de 3-4 minutos, en las condiciones más desfavorables de pleno verano y cultivo desarrollado). De ahí la necesidad de dotar convenientemente la instalación.

Como mínimo la instalación deberá estar compuesta de:

- .- Programador de riego.
- .- Dos inyectores de abono (los inyectores proporcionales cumplen perfectamente).
- .- Dos cubos de soluciones madre para no mezclar los abonos incompatibles.

.- Sistema adecuado de filtros. Al menos un filtro de anillas a la entrada del cabezal y otro a la salida del mismo, así como filtros de anillas o malla a la salida de cada cubo de solución madre.

Sin duda alguna es preferible, y por aquí nos decantamos, poseer un cabezal automático de fertirrigación con sondas de control de pH y conductividad para garantizar un perfecto aporte de la solución nutritiva, una mayor comodidad de manejo y una mayor tranquilidad del invernadero en este sentido. Se elimina de esta forma cualquier posible error en la preparación de la solución nutritiva, ya que quedan fijados automáticamente los valores de pH y conductividad y es el cabezal quien se encarga de mantenerlos.

En este tipo de cabezales, es preferible elegir aquellos que no posean depósito de mezcla, de cara a poder realizar distintas soluciones nutritivas caso de poseer dos o más cultivos con necesidades nutritivas distintas.

Otro tipo de fertilización que es hora de tener en cuenta, si bien no tenemos experiencias propias, es la fertilización carbónica. En un invernadero con cultivo desarrollado, el nivel de CO₂ (Anhídrido carbónico) es menor que en el exterior. Este gas es necesario para los fenómenos de fotosíntesis. En una palabra, para los fenómenos de producción y crecimiento. De acuerdo a estudios y experiencias observadas, el introducir CO₂ lleva implícito un incremento significativo en la producción de los cultivos frente a los que no se aporta. No profundizaremos más en el tema, si bien lo reflejamos como aspecto a estudiar y contemplar.

4.- Calidad del agua de riego

Dado que en el agua de riego se van a incorporar distintas sales (abonos), es conveniente que esta agua no tenga muchas disueltas de partida para poder ajustar mejor la solución nutritiva. Por otro lado no conviene que tenga una conductividad alta, ya que con los abonos que incorporemos, ésta se incrementará. No debemos olvidar que trabajamos sin suelo, por lo que todas aquellas condiciones hostiles para la planta (y el exceso de conductividad del agua es una de ellas) se reflejarán inmediatamente e irán en detrimento de los objetivos buscados de calidad y cantidad.

Podemos fijar un valor límite en la conductividad del agua de riego de 1,5 mS/cm. Aguas con un nivel más alto no son en absoluto aconsejables en hidroponía. Si se alcanzan valores de 2mS/cm, dejan de ser válidas para algunos cultivos.

Es obligado realizar al menos dos análisis químicos al año para conocer si hay variaciones en la calidad del agua de riego y actuar en consecuencia a la hora del ajuste de la solución nutritiva.

5.- Suministro constante de agua

Volvemos a recordar que trabajamos sin suelo. El sistema radicular de los cultivos se encuentra instalados en los sustratos. Estos tienen cierta capacidad

de retención de agua, pero ocupan un volumen mucho menor que el suelo. Es necesario prever un volumen de agua de reserva en la instalación (balsa, depósito), caso de alguna interrupción en el suministro normal de agua. Los cultivos en hidroponía no pueden estar más allá de unas horas sin aporte de agua sin que se resienta el cultivo.

A modo indicativo, cifraremos un consumo de agua en las condiciones más desfavorables de verano, y cultivo en plena producción (tomate), de 5-6 l/m²/día. Nunca deberá estar el cultivo más de un día sin suministro de agua.

6.- Sustratos

Son los medios físicos, distintos al suelo natural, donde se van a desarrollar los cultivos. Deben ser inertes desde el punto de vista nutricional.

Los principales son:

.- Perlita: Material de procedencia volcánica, compuesto de sílice y óxidos de Al, Fe, Ca, Mg Y Na, que se expande mediante un proceso de calentamiento a 1200°C. La habitual es la que posee un tamaño de partícula de 1 a 5 mm de diámetro. Útil para cultivo en saco o en contenedor.

Es un material que tras su vida útil se puede incorporar al suelo sin problemas.

Vida útil: No conviene más de 3 cultivos, para evitar problemas de enfermedades a nivel radicular, por la descomposición de la materia orgánica (raíces).

.- Lana de roca: Se obtiene mediante un proceso industrial por fundición a 1600°C de una mezcla de rocas de origen basáltico y calcáreo principalmente. Se le añaden mojantes para conseguir una capacidad de retención de agua determinada. Útil para cultivo en saco. Es un producto no biodegradable, debe ser reciclado, aunque actualmente no existe esta posibilidad en Navarra, por lo que origina un problema de residuos importante en la explotación.

Vida útil: No más de 3 cultivos, para evitar problemas de enfermedades a nivel radicular, por la descomposición de la materia orgánica (raíces).

.-Fibra de coco: Material proveniente de productos derivados del coco, de su cáscara y de su fibra. Suele venir con algo de conductividad, por lo que debe lavarse convenientemente con agua antes de utilizarse. Útil para cultivo en contenedor, no para cultivo en saco.

Es un material que tras su vida útil se puede incorporar al suelo sin problemas.

Vida útil 4-5 cultivos, para evitar problemas de enfermedades a nivel radicular, por la descomposición de la materia orgánica (raíces).

.-Otros: Restos de origen vegetal (restos de poda, cortezas de pino, etc). Estimamos una vida útil de 2-3 cultivos. Es un material que tras su vida útil se puede incorporar al suelo sin problemas. Útil para cultivo en sacos.

El sustrato con más capacidad de retención de agua es la lana de roca, seguido de la fibra de coco y la perlita.

Mientras no se solucione el tema de los residuos de la lana de roca, nos decantamos por la utilización de la perlita y sustratos de origen vegetal en cultivo en saco y la fibra de coco en contenedor.

En función de los cultivos, convendrán unos medios de cultivo u otros:

Hortícolas de porte alto (tomate): saco de cultivo.

Hortícola de porte bajo (lechuga): contenedor.

Determinados cultivos de flor cortada (gerbera): saco de cultivo.

Mayoría de cultivos de flor cortada: contenedor.

7.- Soluciones Nutritivas

Deberán estar calculadas en función del cultivo al que van dirigidas y su estado de desarrollo. El invernadero debe ser capaz de calcularlas, ya que es él quien diariamente observa el rumbo del cultivo y percibe los momentos en que las plantas necesitan unos nutrientes u otros. Nadie nace sabido y esto es un proceso de aprendizaje, pero cualquier persona con un mínimo de formación puede hacerlo.

De todos los elementos nutritivos que las plantas necesitan, el invernadero actuará directamente sobre los macronutrientes. Calculará los aportes que debe realizar de:

nitratos, sulfatos, fosfatos, calcio, potasio y magnesio. Los micronutrientes se aportarán mediante preparados comerciales al efecto.

A modo orientativo, podemos fijar unos consumos en abonos comerciales, para el cultivo de tomate, en nuestras condiciones de cultivo de:

Ciclo	Kg/m ²					
	Nitrato Potásico	Nitrato Cálcico	Fosfato Monopotásico	Sulfato Magnésico	Ácido Nítrico	Oligoelementos
Primavera : Febrero-julio	0,5	0,4	0,4	0,43	0,12	0,01

Es obligado disponer en la instalación de medidores portátiles de conductividad y pH, con objeto de comprobar periódicamente a la salida de los goteros, estas características en la solución nutritiva que llega al cultivo. Estos datos deberán anotarse en un cuaderno, con todo el historial del cultivo (volumen de drenaje, ph y Ce de drenaje), con objeto de tener un seguimiento y control completo que evitará posibles alteraciones o accidentes en el cultivo.

Ni que decir tiene que en cabezales de fertirrigación que no dispongan de estas sondas incorporadas, esto es imprescindible ya que es la única forma de comprobar que todo se ajusta a lo calculado.

8.- Drenajes

Es el porcentaje de la solución nutritiva que tras pasar por el sistema radicular se recoge al final de los sacos de cultivo o contenedores. Al igual que en el caso de la solución nutritiva, es necesario un seguimiento diario de este volumen de lixiviado, e ir anotando las características del mismo en cuanto a cantidad (entre un 30 y 40% del volumen de cada riego según sean hortícolas o determinados cultivos de flor cortada), pH y conductividad. De esta manera se sabrá qué es lo que está pasando a nivel radicular: si el sustrato se va salinizando, si se produce una correcta absorción de nutrientes y de cuáles, etc.

Para una correcta recogida de drenajes, el suelo del invernadero deberá presentar una pendiente homogénea. Un 0,3% es suficiente. Si se cultiva en sacos, habrá que prever por cada fila de cultivo unas conducciones o banquetas comerciales, donde irán colocados los sacos, que actúen como canalones de recogida y conducción de los lixiviados. Estas banquetas cuentan con canal de recogida de drenajes, así como de conducciones para colocar tubos de calefacción por agua caliente.

Los lixiviados recogidos, deberán almacenarse en un depósito adyacente a la explotación, para:

- a) Ser acondicionados con agua y servir como nueva agua de riego sobre la que habrá que ajustar los abonados (recirculación).
- b) Ser acondicionados con agua y servir como solución nutritiva a otros cultivos de exterior (reutilización).

A modo orientativo, indicaremos que el volumen de drenaje obtenido en nuestras condiciones en la época más desfavorable (pleno verano y cultivo en plena producción) oscila entre 2 y 3 litros/m²/día.

9.- Frecuencias de aporte de la solución nutritiva

Este es otro de los aspectos más importantes. Mucho más que la realización de la propia solución nutritiva.

El objetivo debe ser el proporcionar al cultivo el agua y los nutrientes en los momentos en que los necesite. Volvemos a recordar que trabajamos sin suelo, que las reservas de agua y abono en sustrato son limitadas por lo que el aporte debe ser constante y periódico. En hidroponía se pueden llegar a alcanzar hasta 25 riegos al día, de entre 3 y 4 minutos de duración cada uno.

La pregunta que surge es: ¿con qué periodicidad deberemos dar los riegos?. ¿Cada hora, cada media hora, o cuándo?. La respuesta es sencilla: cuando el cultivo lo demande. No tendrá las mismas necesidades un día nublado, que un día despejado y caluroso. En este último caso los riegos deberán ser más seguidos que en el primero y mucho más concentrados en las horas centrales del día que por la mañana y la tarde.

Para que los riegos se ajusten a esta demanda del cultivo, el sistema que debe regir la frecuencia de riego debe ser un sistema automático, que en función de cómo transcurra el día y los consumos de la planta, ajuste los momentos de riego.

El sistema a adoptar deberá ser el regido automáticamente mediante sensor de radiación, o en su caso cubeta de demanda (Navarra Agraria 136, enero-febrero 2003), conectados cualquiera de ellos al programador de riego.

Estos sistemas permiten dar los riegos cuando los cultivos tienen demanda de ellos.

En el caso del valor de radiación necesaria y acumulada para que los cultivos “pidan” un riego, ha quedado perfectamente fijado tras las experiencias de estos años anteriores en nuestras condiciones de cultivo.

Caso de utilizar bandeja de demanda, su regulación deberá ser realizada en cada explotación.

La duración de los riegos deberá ser determinada por el invernadero hasta ajustarlos al porcentaje de drenaje deseado, en función de las características físicas de cada sustrato (retención de agua y aireación principalmente).

Complementando a estos riegos, es necesario fijar 3 ó 4 riegos por horario, durante las horas de oscuridad, para favorecer la hidratación del sustrato de cara al comienzo de los riegos del día siguiente. Además son necesarios para facilitar la translocación de los fotoasimilados, realizados durante las horas de luz, a las zonas de crecimiento. Por lo tanto es necesario también la utilización del programador de riego por horario.

10.- Manejo del invernadero

Una vez más recalcamos que es el invernadero el que hace rentable la actividad. De su formación y profesionalidad dependerán las actuaciones y decisiones que afectan al desarrollo de los cultivos. Los criterios de manejo deben ser exquisitos para permitir a los cultivos que en todo momento estén en óptimas condiciones de desarrollo que permitan un correcto aprovechamiento de la solución nutritiva.

¿Qué sentido tiene el proporcionar a un cultivo en hidroponía una solución nutritiva perfecta, si está a 40 °C y con un 15% de humedad relativa? El cultivo no la tomará, toda vez que se producirá un cierre estomático y la planta no podrá tomar ni el agua ni los nutrientes.

El manejo del invernadero debe ser tal que no se produzcan momentos de estrés para los cultivos. Y para ello hay que conocer las necesidades de los cultivos y poseer una instalación capaz de proporcionarlas, en la medida de lo posible.

11.- Técnicas de Lucha Integrada

Este es un aspecto que creemos que debe ser considerado, dado el interés de la aplicación de esta técnica de cara a ofertar productos de calidad, exentos de residuos, con medidas de cultivo respetuosas con el medio ambiente. Además permite alcanzar la época de producción sin necesidad de recurrir a

tratamientos fitosanitarios, con el consabido problema de la espera de los plazos de seguridad.

Con la técnica desarrollada para nuestras condiciones, es perfectamente factible no tener ningún problema con plagas tan agresivas como la mosca blanca (*Trialeurodes vaporarum*) en tomate, hasta el punto de permanecer todo el ciclo de recolección sin necesidad de realizar tratamientos fitosanitarios contra ella.

Es necesaria una formación previa del invernadero, que abarque técnicas de manejo, conocimiento de plagas y enfermedades, así como de la fauna auxiliar.

CONCLUSIÓN

A modo de resumen de los requisitos necesarios para el éxito del cultivo en sistemas hidropónicos, citaremos:

- ✓ **Invernaderos multicapilla, dotados de energía eléctrica y control climático.**
- ✓ **Partir de material vegetal adecuado, con unas características determinadas.**
- ✓ **Cabezal de fertirrigación mínimamente dotado.**
- ✓ **Agua de riego de buena calidad.**
- ✓ **Previsión de almacenaje de agua de riego.**
- ✓ **Elección adecuada del sustrato así como de su disposición (saco o contenedor).**
- ✓ **Realización de la solución nutritiva adecuada al cultivo y estado de desarrollo.**
- ✓ **Control diario de la solución de drenaje.**
- ✓ **Previsión de almacenaje de lixiviados para su reutilización o recirculación.**
- ✓ **Automatización del fertirriego en función de las necesidades del cultivo.**
- ✓ **Manejo adecuado del invernadero.**
- ✓ **Dar entrada a nuevas técnicas, como la Lucha Integrada.**