CAPITULO 1

Introducción

• 1.1 CUESTIONES PREVIAS.

El Diccionario Enciclopédico define la palabra agricultura como vocablo perteneciente al género femenino con dos acepciones: «Cultivo de la tierra» y «Arte de cultivar la tierra».

Según estas definiciones, al hecho de cultivar una planta «sin la colaboración de la tierra o el suelo», no se le podría considerar como una actividad agraria. Lo cierto es que actualmente se tienen los conocimientos suficientes como para asegurar que la tierra, o el suelo, es un almacén de agua, oxígeno y sales minerales que la planta necesita para completar su ciclo biológico.

También puede asegurarse que el suelo, como almacén, es generoso en sus aportaciones o contribuciones pero muy complejo en cuanto al entendimiento de los mecanismos de almacenamiento y liberación de sus contenidos.

Hace ya más de un siglo que estos razonamientos se hicieron y los investigadores trataron de encontrar sustitutos al suelo. La idea global es encontrar un material, medio o sistema que sea capaz de almacenar el agua, el oxígeno y los nutrientes que la planta necesita y la vez los tenga fácilmente disponibles para ella, en el tiempo y la forma que el cultivador de la planta lo desee.

Es aconsejable recordar los principios básicos de agronomía, puesto que ocurre con cierta frecuencia que cuando se manejan tecnologías relativamente novedosas o sofisticadas hay una tendencia a pensar que con dichas tecnologías pueden suplirse necesidades biológicas de las plantas. Es sabido que la capacidad productiva de una planta es función de distintos factores. A saber:

- Genéticos.
- Medioambientales.
- Clima.
- Disponibilidades del agua.
- Disponibilidades de nutrientes.
- Tecnológicos (incluidas técnicas culturales).

La correcta gestión de estos factores de la producción dará el resultado final de la productividad de la planta, entendiendo como productividad el máximo de rendimiento al menor coste posible teniendo en cuenta los aspectos cualitativos y cuantitativos de la producción.

Liebig ya enunció, en el siglo pasado, su ley del Mínimo, o de los factores limitantes del crecimiento. Los términos en que fueron declarados dichos principios han sido flexibilizados y A. Gros ha sintetizado, muy acertadamente, la Ley del Mínimo en la siguiente expresión: «Cada factor del crecimiento actúa tanto mejor cuanto más cerca de su óptimo se hallan los restantes factores».

Nótese que con el cultivo sin suelo sólo actuamos sobre dos de los factores de la producción, la disponibilidad de agua y la nutrición, y sería ilusorio pensar que con ello se tienen solucionados todos los problemas de la producción.

Cualquier técnica de cultivo, y el cultivo sin suelo no es ni más ni menos que esto, tiene como fin obtener una mayor rentabilidad. Esto se puede lograr reduciendo costes, solucionando algún problema determinado o bien, aumentando la calidad y/o la cantidad.

La técnica del cultivo sin suelo intenta conseguir una mayor rentabilidad en base a tres ventajas fundamentales:

Inicio del primer cultivo de tomates en el sistema N.F.T. realizado en la provincia de Almería.

- Óptima relación aire/agua.
- Ausencia de enfermedades.
- Control perfecto de la nutrición.

La práctica ha demostrado que estas afirmaciones, ni se pueden tomar al pie de la letra, ni mucho menos generalizarlas a todos los sustratos. Así, la relación aire/agua, dependerá, no solamente de las propiedades físicas del sustrato que se utilice, sino también del volumen empleado y del diseño en que se presente.

En cuanto a la ausencia de enfermedades, no significa que no se puedan presentar durante el cultivo. Siendo más precisos, hay que decir que los sustratos se presentan libres de patógenos, y esto es cierto para aquellos sustratos que incluyen en su fabricación algún proceso de calor o que son sometidos a una desinfección. No se puede ser tajante en este asunto con aquellos sustratos que se utilizan tal y como se encuentran de manera natural.

La tercera ventaja, que se refiere al control perfecto de la nutrición, solo se dará en aquellos sustratos que son químicamente inertes y aún así, las respuestas estarán muy influenciadas por factores climáticos como son la humedad, la temperatura, etc.

Ahora bien, una vez hechas estas matizaciones, debe quedar claro que con respecto a las ventajas mencionadas, los cultivos sin suelo, y en particular determinados sustratos, presentan una notable mejora si los comparamos con el suelo.

Respecto a los inconvenientes que suelen verterse sobre esta técnica de cultivo, a saber:

a) Que es una técnica novedosa.
b) Que es difícil de manejar,
c) Que tiene unos costes elevados.

Se deben de hacer las siguientes puntualizaciones:

a) Es una técnica que lleva funcionando décadas en varias partes del mundo y en nuestro país existen explotaciones funcionando desde el año 85. Si lo que se quiere decir con esa afirmación es que falta experimentación e investigación acerca de numerosos apartados del cultivo sin suelo, hay que reconocer que es cierto, pero no es menos cierto que estamos igual que en los cultivos tradicionales, ya que la investigación agraria en nuestro país, como es sabido, no es una de las cosas de las que podamos estar orgullosos.

No obstante, y a pesar de la falta de investigación, existe la suficiente experiencia práctica como para realizar cultivos sin suelo con total garantía.

b) En lo referente al tema del manejo, se puede decir que al contrario de lo que opinan algunas personas que nunca han realizado un cultivo sin suelo, general mente, tanto los técnicos como los agricultores que han vivido la experiencia, afirman que resulta una técnica sencilla. Los métodos que se aplican para su control simplifican bastante el manejo y puede afirmarse que resulta más fácil que un cultivo tradicional. Sí, es cierto que hay que ser más constantes en el trabajo prestándole más atención e incluso más cuidados, de lo contrario los riesgos que se corren son mayores que en suelo.

También se necesita una cierta práctica y rodaje, tanto por parte de los agricultores como de los técnicos que vayan a iniciarse en este mundo. En este sentido, los cursos y prácticas de formación bien organizados, por parte de quien corresponda, podrían ser de gran ayuda.

c) Por último, en lo que se refiere a los altos costes, hay que tener en cuenta el sustrato de que se trate, pues además del coste del mismo, habrá que considerar los distintos costes de cultivo que originan diferentes sustratos. Una vez clarificado este punto se puede demostrar que la diferencia de gastos entre el cultivo sin suelo y el cultivo tradicional no resulta tan grande y en algunos casos hasta puede resultar más barato.

A lo largo de esta obra se emplearán distintas acepciones para la identificación de la tecnología sobre la que trata este libro. Es frecuente utilizar dichas denominaciones de forma indiscriminada y en algunos casos incluso de forma incorrecta. «Cultivos hidropónicos», «Cultivos en sustrato» y «Cultivos sin suelo», aparentemente identifican una misma técnica o forma de cultivar y así es aceptado comúnmente. No obstante, y dado que existen diferencias entre estas técnicas, conviene recordar que el «Cultivo hidropónico» es aquel en el que la planta desarrolla su sistema radicu-

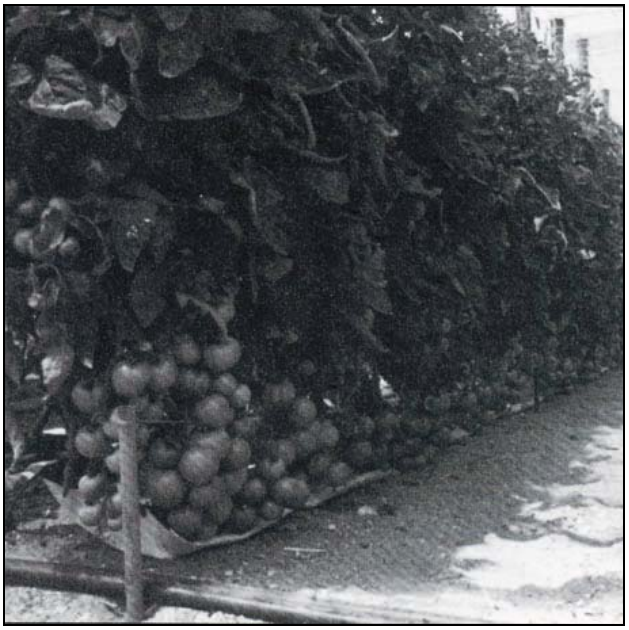
lar en agua libre que lleva disueltos los elementos nutritivos que la planta necesita. En el «Cultivo en sustrato» la planta se desarrolla en un medio (inerte o no), y confinado en un espacio limitado y aislado del suelo. Con la denominación de «Cultivo sin suelo» se trata de agrupar en un solo nombre a las dos técnicas anteriores.

1.2 HISTORIA.

Hace algunos siglos que se obtuvieron experiencias de plantas desarrolladas fuera de su medio edafológico natural sin que se supiera con certeza los procesos que contribuían al desarrollo de dichas plantas. A principios del siglo XIX De Saussure estableció la teoría de que, las plantas están compuestas de elementos químicos que son tomados del agua, del aire y del suelo. Puede considerarse que los padres de la hidroponía fueron los científicos alemanes Sachs y Knop, que a mediados del siglo XIX, lograron cultivar plantas en un medio acuoso que contenía elementos minerales identificados y cuantificados, A partir del primer cuarto del presente siglo comenzó una tímida aplicación práctica y comercial de los conocimientos que se tenían de la producción de plantas en medio hidropónico.

En la década de los años 70, en Japón y algunos países de Europa, es cuando se produce el despegue definitivo de la producción comercial, de hortalizas y flores, en cultivos sin suelo. En la actualidad es Holanda, con unas 3.500 Ha, el país que destaca sobre los demás en la superficie dedicada a la aplicación de esta tecnología. Los sustratos utilizados, están muy claramente identificados con los países en los que se produce un determinado sustrato o donde se ha investigado sobre una técnica concreta o si existe una red comercial que posibilita la implantación de una tecnología determinada. Así, por ejemplo, en Holanda y Dinamarca el sustrato predominante es la lana de roca, en Inglaterra existen superficies importantes de cultivos en N.F.T. (técnica en lámina nutritiva -Nutrient Film Technic-), en Escocia se ha estudiado bastante sobre el sustrato de perlita y en otros países se utilizan los sustratos orgánicos o diversos materiales minerales.

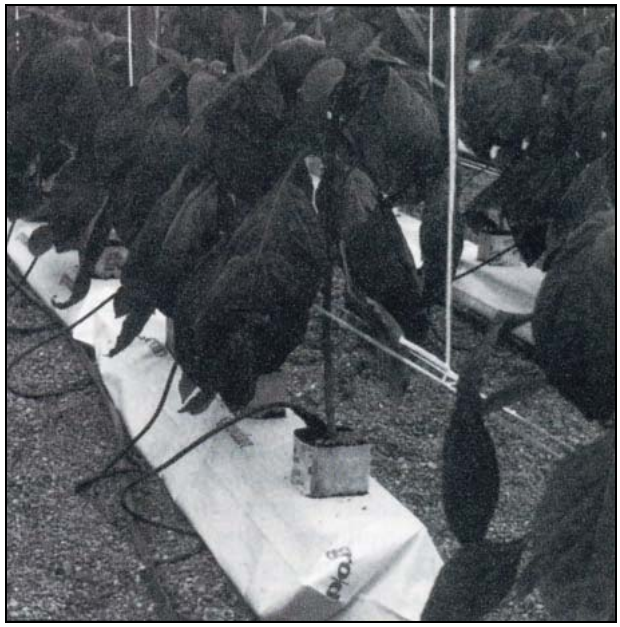
En España existen algunas referencias anteriores al año 1980, a nivel de investigación, como son los trabajos de Pérez Melian sobre cultivo de hortalizas en «picón» (tierra volcánica). Sin embargo fue en dicho año cuando la empresa Ariel instala en Almería una finca de experimentación, con fines de expansión comercial, del sistema N.F.T. (cultivo en agua recircuiada). Dicha finca fue dirigida técnicamente por Steven A. Cox y después de 2 años de experiencias se concluye con que, aunque los resultados obtenidos fueron bastante buenos, va a ser difícil llevar esta técnica de cultivo a un nivel comercial en la zona, por diferentes



Cultivo de tomates en sistema N.F.T.

Detalle del retorno de la solución nutritiva en un sistema N.F.T.

Inicio de cultivo de tomates en sacos de arena.



Plantas jóvenes de pimiento en L.R.

causas, entre ellas: la perfecta nivelación del terreno que se necesita para que el agua circule correctamente, la alta tecnología imprescindible para desarrollar estos cultivos y la mala calidad de las aguas de riego de la zona. En la campaña 1983/84 S. A. Cox, gerente de la empresa Hortitec, comienza el desarrollo de los cultivos en lana de roca. En las instalaciones experimentales que dicha empresa monta en Almería, se estudian las posibilidades de desarrollo comercial de dicho sustrato. Un año más tarde, se inician algunas pruebas con lana de roca en diferentes fincas productoras de hortalizas en las provincias de Almería y Murcia.

Entre las campañas 1985/86 y 1987/88 las pruebas con lana de roca van aumentando, tanto en el número de explotaciones como en la superficie de implantación. Paralelamente, las grandes empresas productoras de la zona comienzan a probar otros sustratos, entre ellos, arenas calizas y silíceas, turbas, hidrogel, corteza de pino, etc., llegándose, como en el caso de la arena, a superficies de cultivo muy significativas. La búsqueda de sustratos alternativos estaba motivada por los altos costes de la lana de roca.

En Almería el cultivo en sacos de arena se vio rápidamente frenado por presiones ecologistas, al ser extraído dicho material de las playas. No sucedió lo mismo en Murcia, donde las arenas procedían de ramblas.

Al quedar frenado en Almería el cultivo en sacos de arena, la empresa productora Quash desarrolla un sistema de cultivo sin suelo denominado S.H.Q. Dicho sistema se basa en contenedores rígidos de plástico con una gran reserva de agua en la parte inferior, donde se introducían unos ladrillos que servían de soporte a la lana de roca, evitando que esta estuviese totalmente sumergida en el agua. Este sistema, aunque llegó a ocupar 120 Ha, sólo fue utilizado por dicha empresa.

Durante las tres campañas siguientes el cultivo en arena siguió creciendo, en la provincia de Murcia, de una manera espectacular llegándose a alcanzar las 600 Ha, mientras que en la provincia de Almería no hubo prácticamente ningún desarrollo.

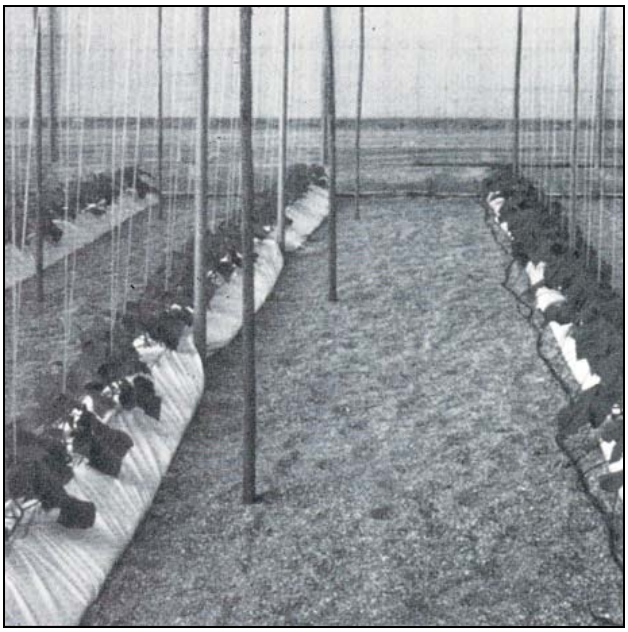
En las tres últimas campañas se han hecho pruebas con nuevos sustratos. Entre ellos ha tenido cierta relevancia el picón y sobre todo la perlita.

En la campaña 1991/92 se produjo un incremento importante de superficie de perlita y lana de roca en las provincias de Almería, Alicante y Granada. Incluso el crecimiento de arena se frenó bastante en Murcia, notándose un cierto cambio hacia el uso de la perlita. Estas tendencias se han mantenido durante la campaña 1992/93.

Las causas de estas variaciones en los dos últimos años, hacia el uso de sustratos inertes puede deberse a la reducción de los costes de dichos sistemas de cultivo, pero más probablemente sea debido al enorme trabajo que supone la instalación de los sacos de arena dentro de los invernaderos.

En todos estos años se sabe que se han realizado cultivos sin suelo en otras zonas de la geografía nacional como Cataluña, País Vasco, Baleares, Canarias, etc., pero nunca han llegado a ser significativos.

Cultivo de melón Galia en sacos de perlita sin entutorar.



Cultivo de pepinos en sacos de arena.

En el Cuadro 1.1 se ofrecen datos orientativos sobre la evolución de las superficies, en Ha., de los sustratos durante los últimos años en el sureste español.

1.3 CUESTIONES ECONÓMICAS.

Una de las primeras preguntas que realiza el profano cuando inicia su inquietud por la técnica del cultivo sin suelo es: «¿Es rentable?». Las respuestas posibles a esta pregunta, además de ser muy variadas, siempre irán acompañadas de un «depende».

Para realizar una valoración objetiva la variabilidad en la respuesta dependerá, en primer lugar, del grado de conocimiento que se tenga del entorno del solicitante, de sus limitaciones y necesidades, y en segundo lugar de la cantidad de información, respecto de los cultivos sin suelo, que posea el interlocutor.

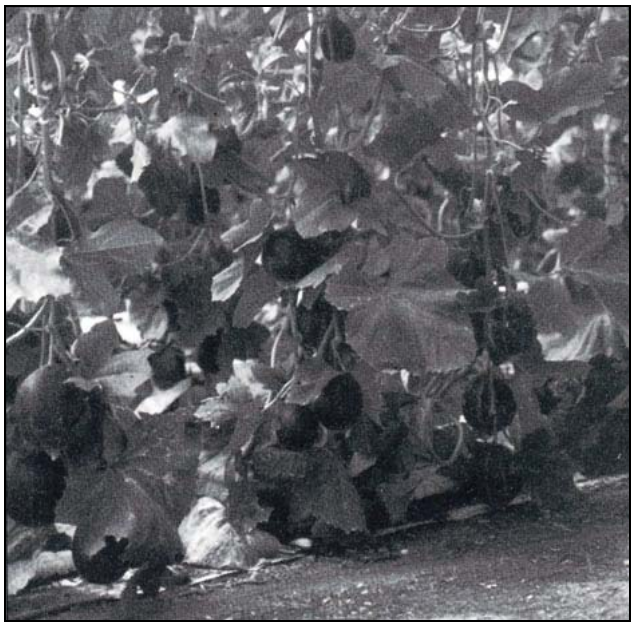
Hay un factor que tiende a cargar la subjetividad la respuesta a la pregunta sobre la rentabilidad del uso del cultivo sin suelo. Este factor se refiere al tipo y grado de compromiso o implicación que a nivel personal se tenga respecto de los elementos y medios que conforman la técnica del cultivo sin suelo. Esta subjetividad puede venir dada incluso por lo meramente afectivo. Existen personas que sistemáticamente, y sin argumentaciones científicas, rechazan esta técnica por considerarla antinatural, de la misma forma que otros la consideran como la solución a todos los males y problemas derivados de la nutrición.

¿Qué quiere decirse con todo esto? Que el cultivo de hortalizas en hidroponía, en sustratos o sin suelo, no puede considerarse por sí mismo como «rentable». Hay que implicar al entorno en el que se va a utilizar esta técnica, incluido el factor humano, para poder valorar adecuadamente la conveniencia de su uso.

Determinadas conquistas no se le pueden negar a la hidroponía en las regiones de Alicante, Murcia y Almería. Así, en un cultivo tan importante como el tomate, es innegable el incremento de calidad y la homogeneidad en los calibres de los frutos recolectados, y como consecuencia, el incremento en los rendimientos (beneficios) de los agricultores que utilizan esta innovación.

Cuadro 1.1:

Campaña	*Lana de roca*	*Arena*	*S.H.Q.*	*Perlita*	*Total*
85/86	18	15	-	_	33
86/87	25	29	-	-	54
87/88	32	65	37	-	134
88/89	17	105	90	-	212
89/90	24	240	120	5	389
90/91	32	525	120	75	752
91/92	85	550	120	125	880
92/93	105	490	30	205	830



Cultivo de melón dalia entutorado en sacos de perlita.

A pesar de que los invernaderos de la zona no destacan precisamente por su nivel de equipamientos, que potenciaría los resultados obtenidos en los cultivos sin suelo, como puede fácilmente comprobarse en el norte de Europa, es de destacar que la hidroponía ha sido la solución para muchos productores con problemas de suelos. También resulta una alternativa eficaz para los invernaderos que se establecen nuevos pues las inversiones que hay que realizar para establecer un suelo enarenado son muy altas y los sustratos, en estos casos, son muy competitivos.

El tomate es el cultivo de mayor importancia hoy por hoy en la hidroponía que existe en la zona que se está considerando y ello es así sin duda por la superficie que suponen las zonas de Águilas y Mazarrón en la provincia de Murcia, pero otras especies se vienen cultivando con éxito en la zona de Almería, tales como, pepino, judía, melón y superficies menores de calabacín y berenjena. Un cultivo poco trabajado y de gran importancia en la zona es el pimiento. Pues bien, recientemente se han hecho ensayos con éxito y lo están cultivando algunos agricultores muy satisfactoriamente.

Resaltar por último la confianza que tienen los técnicos involucrados en el desarrollo de esta técnica de cultivo en las mejoras medioambientales que ya se están realizando en algunos invernaderos. A medida que en el agricultor cale la filosofía de «menor superficie pero mejor equipada», los sustratos para hidroponía tendrán un camino más fácil para desarrollarse.

1.4 FORMACIÓN.

La expansión y consolidación del cultivo hidropónico está ligada a aspectos de rentabilidad y en este sentido, el uso correcto de los nuevos medios y conceptos está estrechamente unido a la capacitación o formación de las personas implicadas. La experiencia demuestra muchas veces que la falta de preparación hace que los rendimientos de las primeras cosechas de hortalizas producidas en una nueva implantación de cultivo sin suelo no se correspondan con las expectativas creadas. Por el contrario, las primeras experiencias pueden ser muy positivas y ello hace creer al agricultor, o persona que maneje el sistema, que aquello es muy fácil y, no teniendo la preparación adecuada, introduce modificaciones con arreglo a sus propios criterios y pueden aparecer experiencias negativas en cosechas posteriores. Por lo tanto deberían establecerse programas específicos de formación e información dirigidos tanto a los agricultores como a los técnicos agrarios en las zonas geográficas en las que se vayan desarrollando los cultivos sin suelo.

1.5 NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN.

La experiencia e investigación existente, a nivel mundial, en cultivos sin suelo se ha generado fundamentalmente en países o zonas geográficas muy distintas a las regiones españolas en las que se está difundiendo y practicando esta tecnología. Las diferencias fundamentales están basadas en los siguientes factores:

- Climatología.
- Ciclos de cultivo.
- Microclima de los invernaderos.
- Calidad de las aguas de riego.

Estas diferencias hacen que el trasvase de tecnología no pueda realizarse miméticamente y sea necesaria la readaptación de las técnicas y prácticas culturales para su utilización en las condiciones locales. Esta readaptación se ha de hacer a través de proyectos de experimentación e investigación que, asumidos, ejecutados y difundidos por entidades públicas y/o privadas, pongan en manos del agricultor, adoptante de la técnica del cultivo sin suelo, un paquete tecnológico adecuado a sus condiciones. Es por lo tanto necesario investigar e indagar sobre:

- La profundización en el conocimiento de las propiedades y manejo de los sustratos.
- Criterios de uso para aguas salinas.
- Soluciones nutritivas.
- Riego y manejo del mismo.
- Algunos cultivos poco adaptados a la hidroponía.