

## 9

# Cultivo en serrín

### 9.1. Introducción

El cultivo en serrín es especialmente popular en las zonas que poseen una gran industria forestal, tales como la costa oeste de Canadá y de los Estados Unidos. En el Canadá, en la Columbia Británica, la Estación de Investigaciones Agrarias de Saanich-ton, del Departamento de Agricultura, ha llevado a cabo desde hace muchos años numerosas investigaciones para el desarrollo de un sistema de cultivo en invernadero con un medio de serrín (Maas y Adamson, 1971). La necesidad de un cultivo sin suelo se hace evidente por las infecciones que éstos sufren con nematodos y algunas enfermedades que van unidas a la pobre estructura de aquellos suelos, cosa que está haciendo marginal el beneficio de los cultivos a cubierto.

Hoy día, en la Columbia Británica, cerca del 80 por 100 de todos los invernaderos utilizan alguna de las formas del cultivo sin suelo, tanto para hortalizas como para flores. Los cultivadores de hortalizas generalmente utilizan el cultivo en serrín, mientras que los productores de flores prefieren una mezcla de arena, turba y piedra pómez.

### 9.2. El medio de cultivo

El serrín fue adoptado en la región costera de la Columbia Británica como medio de cultivo, a causa de su bajo coste, ligereza y disponibilidad. Un serrín moderadamente fino, o mezclado con una buena proporción de virutas planas, suele ser el más adecuado, a causa de que la humedad se difunde lateralmente mejor con éstos que con el serrín grueso.

El serrín del abeto Douglas [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] y del tsuga [*Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg.] han dado los mejores resultados (Maas y Adamson, 1971). La tuya roja (*Thuja plicata* D.) es tóxica y no deberá utilizarse.

Aunque otros medios tales como la turba de *sphagnum*, corteza de abeto o mezclas de serrín con arena y/o turba han sido probados con éxito, son más caros que el serrín y, por tanto, deberán utilizarse solamente cuando éste sea difícil de conseguir.

Una precaución que deberá tomarse siempre con el serrín es determinar su contenido en cloruro sódico. Las maderas son transportadas en barcas por el océano y a menudo permanecen en el agua algunos meses antes de ir al aserradero. Durante este tiempo absorben agua de mar, y de esta forma adquieren la sal (cloruro sódico), en niveles tóxicos para las plantas. Así pues, tan pronto como se reciba el serrín, deberán tomarse muestras de él y analizar su contenido en cloruro sódico. En caso de encontrar alguna cantidad significativa de éste (mayor de 10 pmm), el serrín deberá de ser completamente lavado con agua pura, una vez que se coloque en las bancadas y antes de efectuarse la plantación.

Este proceso de lavado puede necesitar hasta una semana para poder reducir el contenido en cloruro sódico hasta un nivel aceptable.

### 9.3. Sistema de bancadas

Las bancadas de cultivo se construyen normalmente con tabloncillos de tuya forrados con polietileno negro o vinilo, de forma semejante a los diseños ya explicados para el cultivo en arena (fig. 9.1). Las tablas de tuya de 1 × 8 pulgadas (2,5 × 20 cm) se utilizarán para los laterales, pudiendo tener el fondo forma redonda o de «V» (fig. 9.1). La profundidad de las bancadas estará entre las 10 y 12 pulgadas (25 y 30,5 cm), debiendo colocarse en el fondo una tubería de drenaje de 2 pulgadas (5 cm). Las bancadas suelen tener normalmente 24 pulgadas (61 cm) de ancho; no obstante, las de 20 pulgadas (51 cm) (dimensión interior) son también aceptables con pasillos de separación de 32 pulgadas (81 cm) (fig. 9.2). Los estudios de Maas y Adamson (1971) han demostrado que incluso con bancadas más bajas y estrechas puede obtenerse un cultivo satisfactorio siempre que las plantas dispongan por lo menos de un volumen de 1/3 de pie cúbico (0,009 metros cúbicos) de medio para cada una de ellas. Si se utilizan bancadas más estrechas, los pasillos deberán ampliarse para suministrar la misma cantidad total de espacio de invernadero a cada una de las plantas, puesto que las necesidades de iluminación de éstas son constantes, independientemente del volumen del medio, que será el que las provea de una nutrición adecuada.

Un diseño alternativo para estas bancadas estándar es el que utiliza un fondo inclinado (fig. 9.1); de esta manera, las bancadas se construyen de madera con 1 × 8 pulgadas (2,5 × 20 cm), por un lado, y 1 × 12 pulgadas (2,5 × 30,5 cm), por el otro. El tablón de 1 × 12 pulgadas (2,5 × 30,5 cm) se forra con plástico por el interior, así como por los bordes superior e inferior, mientras que el de 1 × 8 pulgadas se forra por su parte inferior continuando el plástico sobre la superficie del fondo y dejando un pequeño espacio de 1/4 pulgadas (0,6 cm) al final de la pendiente que permitirá el drenaje del exceso de solución hasta una tubería de drenaje colocada algunos pies por debajo de la bancada (fig. 9.1).

Las tuberías de drenaje deberán instalarse en el terreno cuando está siendo nivelado, con anterioridad a la construcción del invernadero, utilizándose tuberías de drenaje estándar de plástico perforado. La colocación suele efectuarse en zanjas hechas a máquina y, en caso de que el suelo sea muy arcilloso, deberá colocarse debajo y alrededor de ésta un material de filtrado que evite la obturación de las perforaciones de la tubería (fig. 9.3). El mejor material para esto es una mezcla de arena gruesa y fina y gravilla. Este material deberá colocarse de forma que rodee la tubería en su totalidad de 6 a 8 pulgadas (15 a 20 cm).



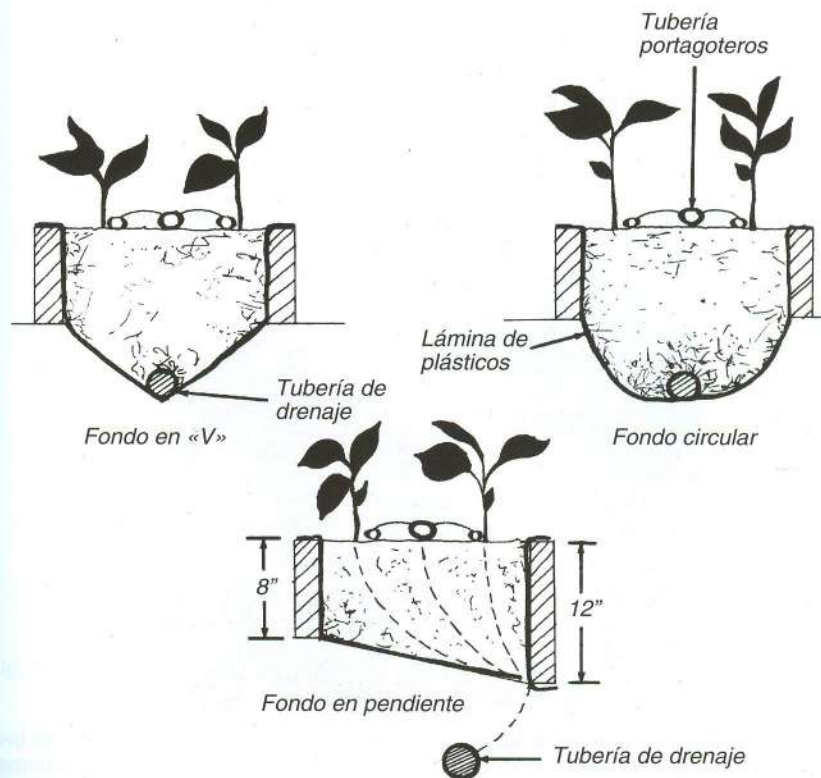


Fig. 9.1. Secciones de bancadas de cultivo en serrín.

#### 9.4. Sistema en sacos

Una alternativa para las bancadas es el uso de sacos de polietileno llenos de serrín (fig. 9.4), pudiéndose emplear bolsas normales de basura de 20 por 26 pulgadas (51 × 56 cm), y 1,25 milésimas de pulgada de espesor, siendo preciso pinchar repetidamente el fondo de los sacos para obtener un buen drenaje. Los sacos suelen colocarse, a menudo, sobre una lámina de polietileno para evitar que las raíces salgan del saco por los boquetes del drenaje y alcancen el suelo del invernadero. Según el tamaño de los sacos se pueden plantar hasta tres plantas en cada uno de ellos, colocándolas en fila, si bien durante el cultivo, al entutorarse verticalmente (p. ej., tomates), se formarán dos hileras.

Para el cultivo del pepino holandés se colocan los sacos en una fila, plantándose alternativamente un pepino por saco (fig. 9.5.), el cual se conducirá en espaldera. Una vez que la primera cosecha esté a punto de completarse, se efectuará un nuevo trasplante en los sacos vacíos que están colocados de forma alterna, y repitiendo este proceso después de reemplazar o esterilizar el medio de las plantas ya cosechadas se pueden conseguir anualmente hasta seis cosechas.



**Fig. 9.2.** Cultivo de tomate en bancadas con serrín. Obsérvese la colocación de las tuberías de calefacción y de las del riego por goteo. (Cortesía de Seaport Greenhouses Ltd., Vancouver, Canadá).

Una modificación del sistema en sacos es la utilización de recipientes de plástico de 5 galones (20 litros), en lugar de las bolsas de basura, lo cual elimina el gasto anual de reemplazamiento de las bolsas. Serrín, arena, grava o una mezcla de turba-arena-serrín pueden utilizarse en ellos como medio de cultivo, aportándose riego y fertilizantes con un sistema de riego por goteo. Si se utiliza el serrín es importante extender media pulgada (1 cm) de arena sobre la superficie para ayudar de esta forma al movimiento lateral de la solución al aplicarla con el goteo, evitando también esto la percolación en forma de cono a través de las raíces.

Los recipientes tienen algunas ventajas sobre las bolsas. Los recipientes de plástico utilizados normalmente en la industria de contenedores para viveros pueden utilizarse durante tres o cuatro años. Si se utiliza serrín se puede vaciar en una pila y esterilizar ésta fácilmente con vapor o productos químicos entre cada dos cosechas; incluso si éstas se desechan anualmente, compensa su utilización por la facilidad con que pueden llenarse y manejarse, utilizando la misma maquinaria que se emplea en los viveros. Con dicho equipo, seis personas pueden llenar y plantar 5.000 recipientes diarios. El llenado de las bolsas de plástico es mucho más lento y difícil y, a diferencia de los recipientes, no es fácil su transporte con los medios de que se dispone. Los recipientes



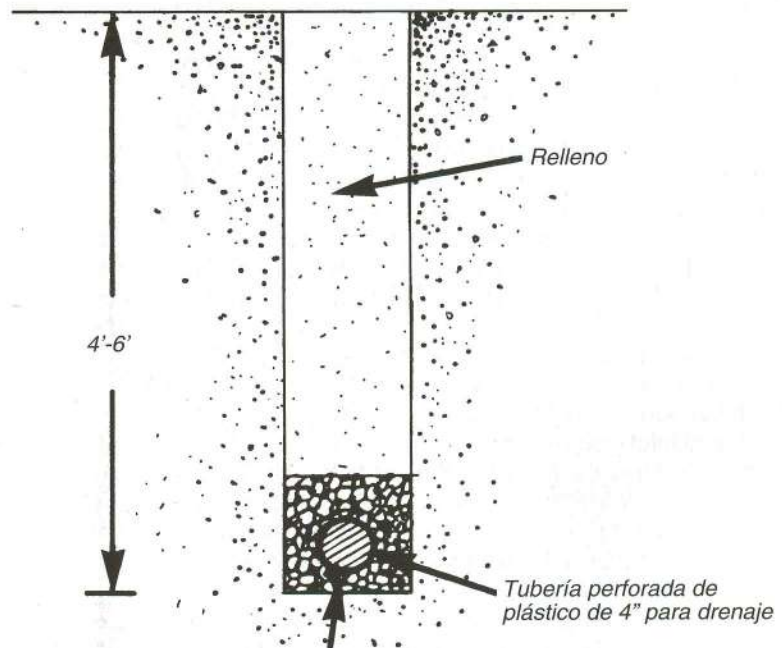


Fig. 9.3. Sección de una zanja de drenaje con una tubería perforada de 4 pulgadas.

obsérvese la colocación de las  
tesía de Seaport Greenhouses

ción de recipientes de plástico  
lo cual elimina el gasto anual  
o una mezcla de turba-arena-  
aportándose riego y fertilizan-  
serrín es importante extender  
ayudar de esta forma al movi-  
itando también esto la percola-

olsas. Los recipientes de plás-  
ores para viveros pueden utili-  
uede vaciar en una pila y este-  
cos entre cada dos cosechas;  
utilización por la facilidad con  
aquinaria que se emplea en los  
y plantar 5.000 recipientes dia-  
ento y difícil y, a diferencia de  
de que se dispone. Los recipien-



Fig. 9.4. Sistema de cultivo en bolsas con serrín (tomates).

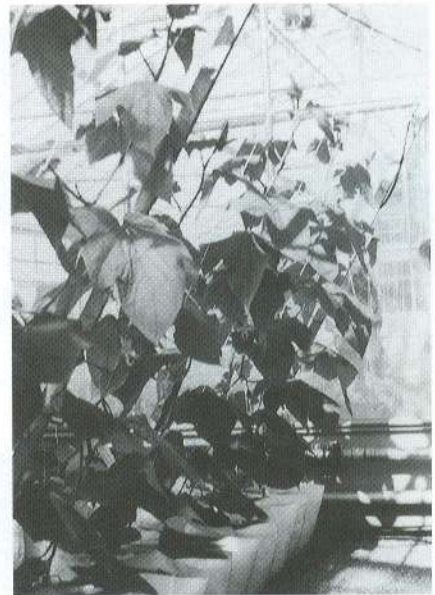


Fig. 9.5. Pepinos tipo europeo cultivados en un sistema de bolsas con serrín.



tes de plástico de 5 galones a igualdad de volumen de cultivo que las bolsas de plástico producen plantas igualmente sanas.

Como estos recipientes tienen boquetes de drenaje, es importante ajustar la cantidad de solución de nutrientes a aportar, para estar seguro de que no se pierde más de un 15% a 20% de ésta. Los recipientes, al igual que los sacos, deberán colocarse sobre láminas de plástico, de forma que se impida a las raíces crecer en el suelo.

Ahora es corriente hacer los sacos de serrín similares a las planchas de serrín. El plástico de polietileno blanco, de seis milésimas de pulgada de espesor y sellado al calor en un extremo, se rellena con el medio de cultivo antes de sellar al calor el otro extremo. Los sacos se rellenan mediante una tolva y una rampa que se ajustan a la parte superior de los sacos. Después del llenado, los sacos se cierran con una máquina de sellado al calor. El proceso puede ser mecanizado para reducir la mano de obra. Los sacos finalizados miden aproximadamente 8-10 pulgadas (20-25 cm) de ancho por 3 pies (90 cm) de longitud y 3-4 pulgadas (9-10 cm) de alto, como se muestra en la figura 9.6. En un saco se pueden cultivar hasta seis plantas de tomate.

Las plántulas se colocan en cubos de lana de roca y se trasplantan a bloques de lana de roca, los cuales se colocan sobre las bolsas de serrín igual que en el cultivo en lana de roca. Para un cultivo temprano (cultivos sembrados a mediados de diciembre) los bloques se colocan sobre las bolsas de serrín, pero sin permitir salir a la raíz hasta que un racimo de flores produzca frutos. Entonces se perfora la bolsa bajo los bloques y se colocan éstos en los agujeros.

En la Columbia Británica, donde la luz es limitada durante los meses de invierno, cuando las plántulas de tomate están empezando a salir es aconsejable el empleo de bombillas de 400 W de vapor de sodio de descarga de alta densidad (HID) para dar una intensidad de 5.500 lux a la superficie de la planta con un fotoperíodo de 20 horas, las



Fig. 9.6. Planchas de serrín con 6 plantas. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).



vo que las bolsas de plástico

importante ajustar la canti-  
e que no se pierda más de un  
os, deberán colocarse sobre  
cer en el suelo.

a las planchas de serrín. El  
ada de espesor y sellado al  
ites de sellar al calor el otro  
mpa que se ajustan a la parte  
cierran con una máquina de  
ducir la mano de obra. Los  
(20-25 cm) de ancho por 3  
como se muestra en la figura  
nate.

trasplantan a bloques de lana  
ual que en el cultivo en lana  
mediados de diciembre) los  
mitir salir a la raíz hasta que  
a bolsa bajo los bloques y se

rante los meses de invierno,  
es aconsejable el empleo de  
densidad (HID) para dar una  
fotoperíodo de 20 horas, las



Houweling Nurseries Oxnard,

plántulas deberían crecer bajo esta sección de propagación del invernadero hasta que estén listas para el trasplante en los sacos. En general, las plántulas se siembran a mediados de diciembre y se trasplantan a mediados de enero.

El suelo de los invernaderos está cubierto de polietileno blanco para prevenir el contacto de las raíces que crecen desde los sacos con el suelo subyacente. El polietileno blanco también sirve para reflejar la luz (muy necesaria durante los meses de invierno) e impide que algunos insectos y organismos patógenos aparezcan en el suelo subyacente. Igual que en el cultivo en lana de roca, se crea una pendiente en el suelo para formar una depresión entre cada conjunto de dos líneas de sacos para drenar el exceso de la solución fuera del invernadero. En los pasillos, entre las filas dobles de sacos, se colocan las tuberías de calefacción que llevan el agua caliente desde una caldera central (fig. 9.7). Las tuberías de calefacción se emplean también como un carril por donde circula una plataforma móvil de recolección (fig. 9.8).

Cada planta se nutre individualmente utilizando una línea de alimentación de microtubos colocada sobre el bloque de lana de roca en el saco de serrín. La tubería de riego se extiende a lo largo de las hileras entre cada grupo de dos líneas de sacos (fig. 9.9). La solución nutritiva se bombea desde un sistema inyector central utilizando los tanques de reserva de la solución. El enriquecimiento de dióxido de carbono también se le distribuye a las plantas mediante unas pequeñas tuberías de conducción de polietileno que recorren toda la longitud de las camas entre cada grupo de dos líneas de



Fig. 9.7. Cultivo en serrín con tuberías de calefacción de agua caliente en el centro de los pasillos y tubería para el dióxido de carbono en la parte derecha de la fila de plantas. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).



Fig. 9.8. Los carros para la recogida o para el trabajo corren sobre las tuberías de calefacción. (Cortesía de Gipaanda Greenhouses Ltd., Surrey, B.C. Canadá).

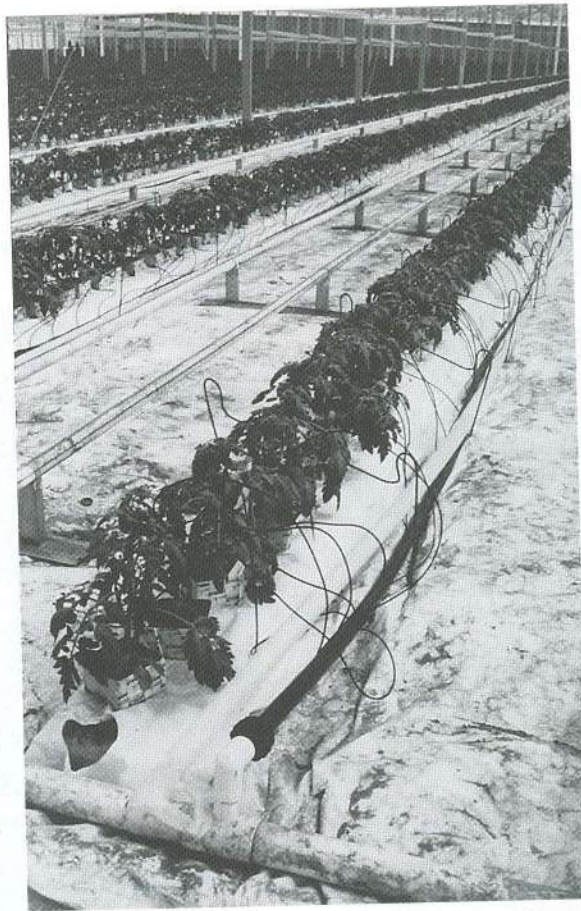


## CULTIVOS HIDROPONICOS

plantas (fig. 9.7 y 9.9). El dióxido de carbono se genera como un subproducto de la combustión de gas natural de las calderas centrales y se lleva a cada invernadero a través de tuberías (fig. 9.10).

Los tomates se recogen en recipientes de plástico de 11 kg (25 libras) (fig. 9.11) empleando las plataformas móviles que se desplazan sobre las tuberías de calefacción. La polinización, la poda y el entutorado, etc., se realizan fácilmente utilizando una plataforma elevada mecánicamente que se mueve sobre las tuberías de calefacción. Los tomates recogidos en recipientes de carga se desplazan mediante una plataforma (fig. 9.12), una carretilla elevadora o remolques arrastrados por un tractor.

En la Columbia Británica la variedad de tomates más comúnmente cultivada es «Trust». Con el sistema de cultivo en serrín, normalmente un cultivo de tomates está produciendo durante un año. Sembrando a mediados de diciembre comienza la producción a finales de marzo y continúa hasta noviembre.



**Fig. 9.9.** Cultivo en serrín con línea de riego por goteo y tuberías de calefacción de agua caliente. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).



como un subproducto de la  
a cada invernadero a tra-

kg (25 libras) (fig. 9.11)  
as tuberías de calefacción  
mente utilizando una pla-  
terías de calefacción. Los  
ante una plataforma (fig.  
tractor.  
comúnmente cultivada es  
un cultivo de tomates está  
mbre comienza la produc-

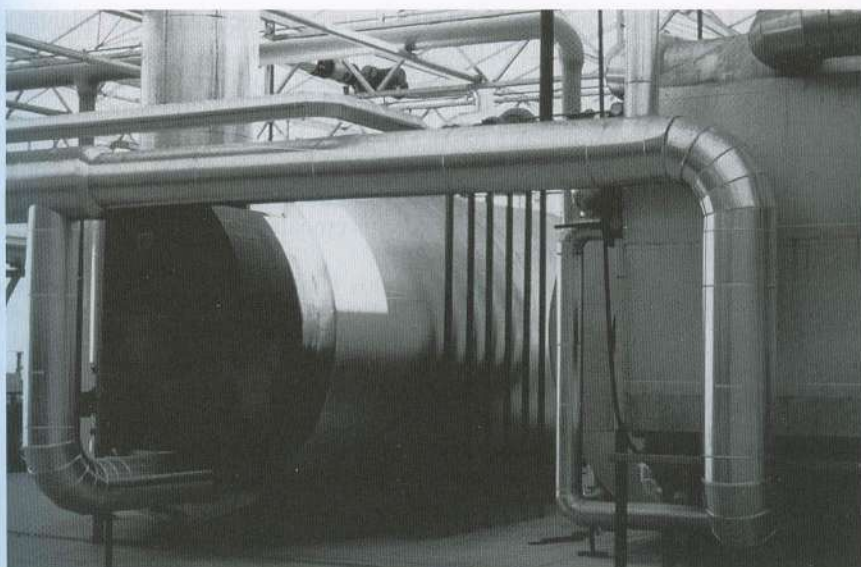


Fig. 9.10. Unidad de recuperación de dióxido de carbono acoplada a la caldera central.



Fig. 9.11. Los tomates se recogen en recipientes plásticos de carga. (Cortesía de Gipaanda Greenhouses Ltd., Surrey, Canadá).



Fig. 9.12. Plataforma empleada en el transporte de recipientes de carga «paletizados» en la zona de envasado del invernadero. (Cortesía de Gipaanda Greenhouses Ltd., Surrey, Canadá).

is de calefacción de agua  
Camarillo, CA).



## CULTIVOS HIDROPONICOS

La densidad de plantación de unas 20.000 plantas por hectárea (8.000 plantas por acre) produce una media de 255-300 toneladas por hectárea (110-130 toneladas por acre). Esta densidad de plantación supone 5,45 pies cuadrados de superficie de invernadero por planta, produciendo de 5 a 6 libras por pie cuadrado (25-30 kg/m<sup>2</sup>).

Los mejores agricultores obtienen hasta 370 toneladas por hectárea (160 toneladas por acre) o 37 kg/m<sup>2</sup>. Esto equivale a 19 kg (42 libras) por planta y año. En la Columbia Británica los tomates y los pepinos se comercializan a través de cooperativas de horticultores de invernaderos. La cooperativa vende los embalajes a los agricultores, clasifica, envasa y comercializa el producto (fig. 9.13).

Muchos cultivadores del Norte de los Estados Unidos y canadienses han creado ahora empresas subsidiarias en el sudoeste de los Estados Unidos. Houweling Nurseries Oxnard, Inc., ubicada en Camarillo, California, construyó 20 acres (8 hectáreas) en 1997 y ha continuado expandiéndose hasta un total de 86 acres (34 hectáreas) en 1999 (fig. 9.14). El primer año cultivaron tomates, principalmente Trust, en un sustrato de espuma preparado igual que los cultivos en lana de roca y serrín, utilizando un sistema de riego por goteo. Ciertos problemas con la distribución uniforme de la humedad en las planchas de espuma les obligó a volver a su cultivo tradicional en serrín. Al expandirse, volvieron a cultivar un gran porcentaje de tomates entutorados (TOV) empleando la variedad Tradiro.

Esta ubicación en el sur posibilita que la compañía de invernaderos se centre en la producción de invierno, cuando los precios son los más altos y su empresa canadiense tiene menos o ninguna producción. Los tomates se siembran en julio y se trasplantan en agosto para empezar la producción en octubre. La recolección se realiza hasta junio.

Las planchas (sacos) llenas de serrín, similares en dimensiones a las planchas de lana de roca, son transportadas desde Canadá (fig. 9.15). Antes de instalar las planchas, el suelo se cubre con una lámina de polietileno blanco sobre negro de 6 milésimas de pulgada para evitar el contacto de las raíces de las plantas con el sustrato subyacente (fig. 9.16). Las planchas miden 8 pulgadas (20 cm) de ancho por 3 pulgadas (7,5 cm) de grueso y 39 pulgadas (1 m) de largo. La semilla se siembra en cubos de lana de roca,



Fig. 9.13. Tomates de invernadero embalados por B.C. Hothouse Foods, Inc.

que después d  
ques dobles) c  
× altura). Se t  
sus plántulas  
cionado antes



Fig. 9.14. Inprim



Fig. 9.15. PL



rea (8.000 plantas por  
10-130 toneladas por  
superficie de invernadero  
30 kg/m<sup>2</sup>).

ectárea (160 toneladas  
y año. En la Columbia  
cooperativas de horti-  
los agricultores, clasi-

nadienses han creado  
Houweling Nurseries  
res (8 hectáreas) en  
34 hectáreas) en 1999  
st, en un sustrato de  
utilizando un sistema  
me de la humedad en  
l en serrín. Al expan-  
orados (TOV) emple-

aderos se centre en la  
u empresa canadiense  
lio y se trasplantan en  
realiza hasta junio.

nes a las planchas de  
instalar las planchas,  
ro de 6 milésimas de  
sustrato subyacente  
pulgadas (7,5 cm) de  
ubos de lana de roca,



ouse Foods, Inc.

que después de varias semanas se trasplantan a grandes bloques de lana de roca (bloques dobles) que miden  $6 \times 3 \times 2 \frac{1}{2}$  pulgadas ( $15 \times 7,5 \times 6,5$  cm) (longitud  $\times$  ancho  $\times$  altura). Se trasplantan dos plántulas por bloque doble. Muchos cultivadores compran sus plántulas a un cultivador especializado en trasplantes, como Bevo Farms ya mencionado antes en el capítulo 6. Los trasplantes se instalan en las planchas cuando tienen

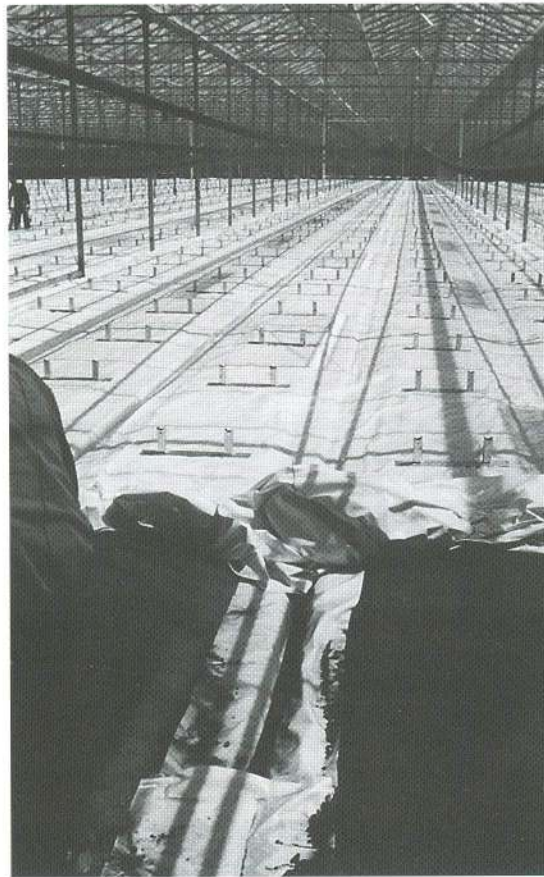


Fig. 9.14. Invernadero de 86 acres de Houweling Nurseries Oxnard, Inc. Este campo en primer plano tiene 20 acres. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).



Fig. 9.15. Planchas de serrín enviadas desde Canadá. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).





**Fig. 9.16.** Cubierta del suelo con polietileno blanco sobre negro. Obsérvese en primer plano que hay una tubería de drenaje bajo la cubierta de polietileno.

Asimismo, las tuberías de la calefacción son temporalmente colgadas antes de colocarlas sobre los soportes de las tuberías encima de la cubierta.

(Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).

4 a 5 semanas, aproximadamente con una altura de 6 pulgadas (15 cm) (fig. 9.17). Cada plancha contiene seis plantas que son guiadas alternativamente con cuerdas en forma de cordón en V hasta los alambres superiores de soporte (fig. 9.18).

Cada planta se riega con una línea de goteo asegurada por una pequeña estaca. En la envoltura de polietileno de cada plancha se hacen varios cortes para permitir un buen drenaje, que fluye hasta las tuberías subterráneas de drenaje a través de las hendiduras en la cubierta del suelo.

En California no existe ninguna cooperativa para la comercialización, de forma que cada cultivador necesita su propio equipo de clasificación y envasado. Houweling Nurseries Oxnard, Inc. emplea un sistema único para transportar los tomates recolectados hasta las naves de envasado. Los recipientes especiales de plástico se mueven desde las hileras de las plantas hasta el pasillo central en carros que corren sobre las tuberías de calefacción. Un gran canal corre paralelamente al pasillo y fuera de él a lo largo del lateral del invernadero hasta la nave de envasado (fig. 9.19). El canal está construido con tubería de PVC de 30 pulgadas (76 cm) de diámetro. Los tomates son descargados



Fig. 9.16. Cubierta del suelo con polietileno blanco sobre negro. Obsérvese en primer plano que hay una tubería de drenaje bajo la cubierta de polietileno. Asimismo, las tuberías de la defecación son temporalmente ligadas antes de colocarlas sobre los soportes de las tuberías encima de la cubierta. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).

gradadas (15 cm) (fig. 9.17). Cada una está sostenida por cuerdas en forma de V (fig. 9.18).

Para la comercialización, de forma que los tomates recolectados y envasados. Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA. Los tomates son descargados

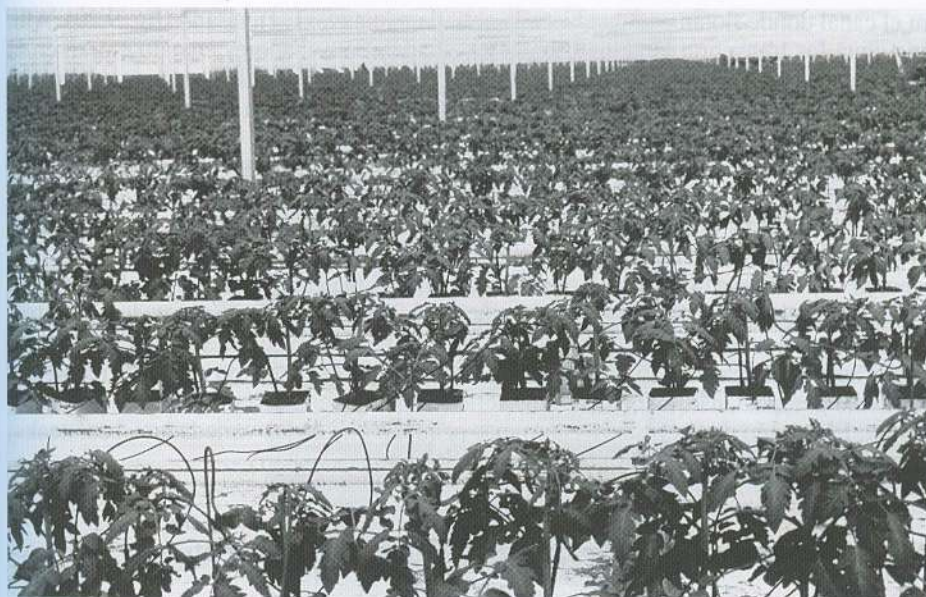


Fig. 9.17. Los trasplantes de cinco semanas se instalan en las planchas de serrín. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).

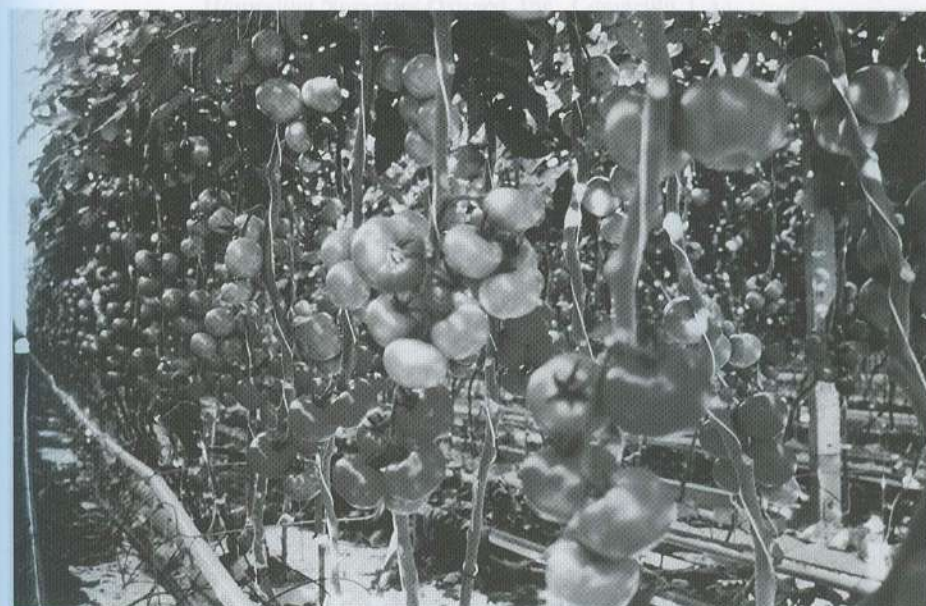


Fig. 9.18. Sistema de guía en forma de cordón en V de tomates entutorados (TOV). (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).



en el canal donde flotan en agua hasta la entrada a la nave de envasado (fig. 9.20). Allí, una cinta los transporta bajo un sistema de lavado con rociadores cuando entran en la cinta de envasado. El agua del canal se filtra y después se recircula mediante un sistema de bombeo. Los tomates son clasificados por tamaño y color con varias máquinas antes de ser colocados en cajas listas para su envío (fig. 9.21).

El incentivo para producir tomates entutorados (TOV) es el alto precio. En el supermercado, los tomates «beefsteak» se venden durante los meses de invierno desde 2,49 a 2,99 dólares por libra, mientras que los tomates TOV se venden a 3,99 dólares. Muchos de ellos se envuelven ahora en un saco de malla para evitar que se caigan o se separen del racimo (fig. 9.22). Normalmente, en los mercados son aceptables de 3 a 5 frutos por racimo. Ciertas variedades específicas TOV, como Tradiro, maduran uniformemente en el racimo, a diferencia de los tomates beefsteak que se vuelven rojos uno a uno. Tienen que madurar todos juntos de forma que todo el racimo se pueda recolectar al mismo tiempo. Cualquier fruto verde será extraído y vendido como «producto secundario». El tamaño de los frutos es algo más pequeño que en las variedades «beefsteak», pero tienen un sabor muy distinto parecido a los tomates «cherry».

### 9.5. Sistema de distribución de la solución de nutrientes

Tanto en el sistema de cultivo en saco como en el de bancadas, con un medio de serrín, será precisa la utilización del riego por goteo para el suministro de agua y



Fig. 9.19. Un canal transporta los tomates a la nave de envasado. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard., Inc., Camarillo, CA).



de envasado (fig. 9.20). Allí, los trabajadores cuando entran en la línea de envasado circulan mediante un sistema de cintas transportadoras con varias máquinas antes

de llegar al punto de envasado. El precio de los tomates en los meses de invierno desde octubre hasta febrero se venden a 3,99 dólares. Para evitar que se caigan o se dañen, los tomates son aceptables de 3 a 5 pulgadas de diámetro. Los tomates Tradiro, maduran uniformemente y se vuelven rojos uno a uno. Los tomates racimo se pueden recolectar como «producto secundario» como las variedades «beefsteak», «cherry».

### Nutrientes

Se suministran a las plantas con un medio de cultivo y el suministro de agua y

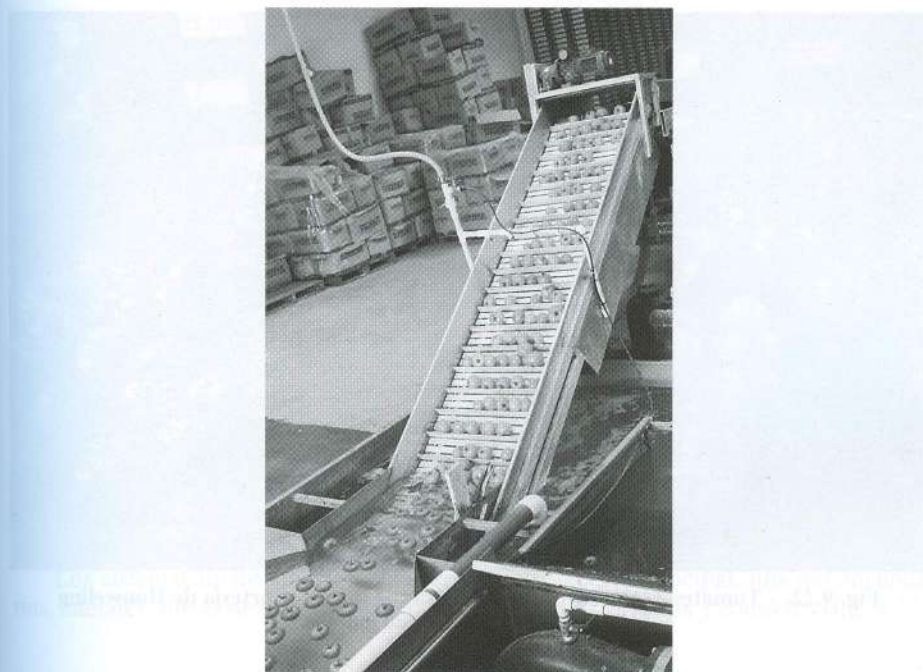


Fig. 9.20. Los tomates flotan en el canal hasta la nave de envasado. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).



Fig. 9.21. Clasificación y envasado de tomates. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).



Fig. 9.21. Clasificación y envasado de tomates. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).





Fig. 9.22. Tomates TOV envasados en bolsas de malla. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Camarillo, CA).

nutrientes a las plantas. Como ya se explicó en el capítulo 8, es preciso un cálculo adecuado de válvulas y tuberías para que el flujo de solución sea el indicado. Las tuberías portagoteros son normalmente de plástico de 3/4 de pulgada, lo que permite la inserción de 200 microtubos (0,045 pulgadas de diámetro interno). Tuberías de 1/2 ó 1 pulgada podrán llevar 100 ó 300 microtubos, respectivamente.

En el sistema de bancadas se pueden utilizar tubos de material poroso o tuberías de goteo con emisores con una velocidad de flujo de 0,5 gal/hora (2 litros/hora), pero en el sistema de bolsas (planchas) hay que usar tuberías de goteo con emisores.

El suministro de la solución de nutrientes a las plantas podrá hacerse, al igual que ya vimos en el cultivo de arena (ver apartado 8.4), bien directamente desde un depósito de almacenamiento de solución diluida, o bien con un sistema de dosificación. El sistema de solución diluida necesita un depósito de almacenamiento, una bomba y un sistema de distribución.

La capacidad del depósito se determina a partir del número de plantas a fertilizar en una sola vez. El depósito deberá ser capaz de aportar al menos 1 litro de solución por planta, cada vez que se rieguen y durante el período de una semana.

El volumen total utilizado dependerá del número de ciclos de riegos que sean precisos de dar, lo cual a su vez dependerá de las condiciones climáticas, del desarrollo de las plantas y de la naturaleza de éstas. Algunos cultivadores instalan más de un depósito, de forma que puedan preparar la solución por lo menos con un día de anticipación sobre el momento de vaciado del tanque en uso, para que la solución pueda calentarse, sumergiendo un calentador en el depósito al menos durante doce horas, y así poder llevarla hasta un nivel óptimo (65° a 70° F) (18° a 21° C) antes del riego.

L  
forrar  
dable,  
tapa  
L  
que se  
explor  
perfor  
con v  
siemp  
la sol  
T  
En el  
tan es  
mezcl  
de un  
entra  
dad. E  
ras y  
L  
rias, l





Cortesía de Houweling

preciso un cálculo adecuado. Las tuberías que permite la inserción de 1/2 ó 1 pulgada

de plástico o tuberías de (litros/hora), pero en el emisor.

rá hacerse, al igual que viene desde un depósito de dosificación. El sistema, una bomba y un sistema

de plantas a fertilizar en 1 litro de solución por planta.

de riegos que sean precisas, del desarrollo de talan más de un depósito un día de anticipación pueda calentarse, horas, y así poder llevar a cabo el riego.

Los depósitos pueden construirse también con contrachapado de 3/4 de pulgada y forrarse con vinilo o polietileno de 6 milésimas de pulgada. El vinilo es más recomendable, pues no se pincha con facilidad, y si ocurriera esto se puede reparar con un kit de tapar boquetes de piscina o de dicho material.

Los depósitos de almacenamiento de fuel o gas pueden ser también utilizados, aunque se deberán tomar precauciones, no vayan a quedar restos de gas y se produzca una explosión. Estos depósitos deberán tener un orificio principal de entrada y además las perforaciones precisas para las conexiones de las tuberías. El interior deberá pintarse con varias capas de pintura asfáltica o de epoxy-resina, así como una en el exterior, siempre que sean metálicos, para evitar la corrosión y/o el enmohecimiento a causa de la solución nutritiva.

También pueden utilizarse depósitos de hormigón cubiertos con pintura asfáltica. En el comercio pueden encontrarse grandes depósitos de fibra de vidrio que no presentan estos problemas de corrosión. El uso de un agitador dentro del depósito facilita la mezcla de los fertilizantes y su disolución en el agua. El depósito deberá estar provisto de un filtro de malla de 50 espacios por pulgada lineal en el extremo de la tubería de entrada a la bomba y disponer de un sistema que le permita limpiar y drenar con facilidad. Estos depósitos deberán estar situados en unidades cerradas próximas a las calderas y depósitos de agua.

Los sistemas de distribución consisten en una tubería principal, tuberías secundarias, laterales, líneas de riego por goteo con emisores, accesorios y controles (fig. 9.23).

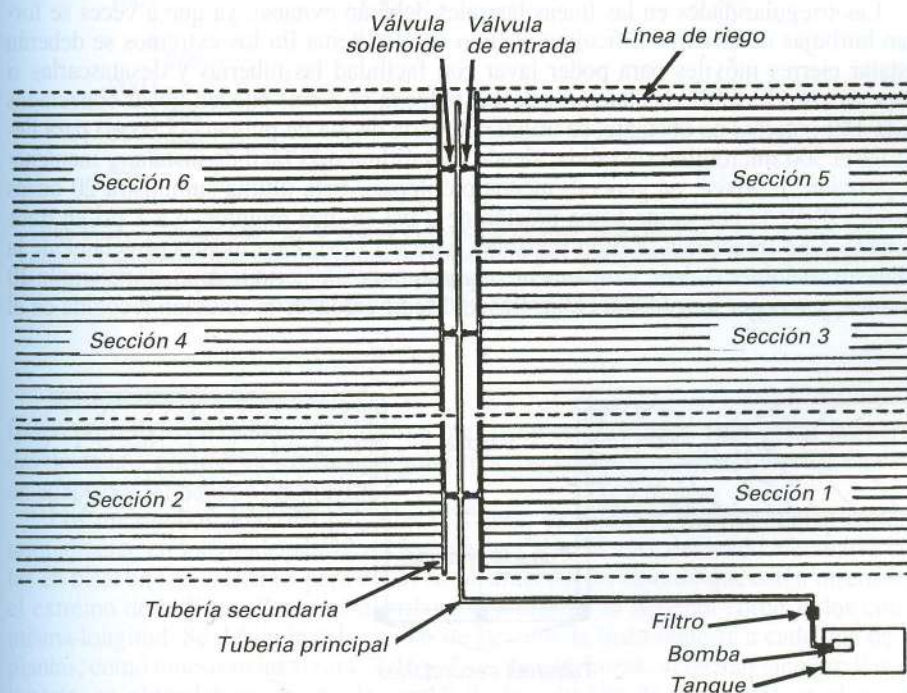


Fig. 9.23. Típico sistema de riego por goteo para secciones de invernadero, que pueden ser regadas automáticamente de forma independiente.



Las válvulas de entrada y solenoides deberán instalarse en las tuberías principales, de forma que se pueda controlar la fertilización opcional de cada sección de invernadero. De esta forma, se puede controlar el volumen del flujo de entrada de cada sección según las diferentes necesidades que presentan las diferentes cosechas.

La tubería secundaria va enterrada y está conectada a la principal. Es mejor colocar la tubería principal de forma que no obstruya el paso (fig. 9.24).

Los cálculos de las tuberías principales deberán efectuarse cuidadosamente y es importante contar con futuras ampliaciones. Para un cálculo eficiente con bombas de medio volumen y baja presión, nunca deberán exceder las pérdidas totales por fricción de 25 psi (172,5 kPa); por ejemplo, las pérdidas por fricción en 100 pies (31 m) de tubería de 2 pulgadas (5 cm) de diámetro, con un caudal de 60 galones imperiales (273 litros)/minuto, serán 3,8 psi (26,2 kPa), mientras que la misma longitud con tubería de 1 1/2 pulgada (3,8 cm) para el mismo caudal serán 13 psi (89,7 kPa), lo cual es muy elevado, ya que en 200 pies (61 metros) las pérdidas totales por fricción serán de 25 psi y no se podrán compensar.

Para determinar el tamaño de las tuberías pueden utilizarse ábacos como el de la figura 9.25, disponibles por la mayoría de los suministradores de tuberías. Para calcular las pérdidas totales por rozamiento, se tomarán tanto la de las tuberías primarias y secundarias como las originadas por los acoples y racores, y añadiendo a éstas la presión necesaria en los goteros (normalmente, de 5 a 10 psi) y tomando las necesidades totales de caudal en galones por minuto podrán determinarse los diámetros para las tuberías a partir de dichos cuadros.

Las irregularidades en las líneas laterales deberán evitarse, ya que a veces se forman burbujas de aire que dificultan el flujo en el sistema. En los extremos se deberán instalar cierres móviles para poder lavar con facilidad las tuberías y desatascarlas si fuera preciso. Las tuberías laterales de 1/2 pulgada (1,3 cm) pueden llevar conectados hasta 150 goteros; no obstante, se utilizará tubería de 3/4 de pulgada (1,9 cm) para llevar hasta 300 microtubos de salida, siendo esta última más fácil de instalar y mantener en posición, y ofrece, en general, menos problemas. Esta última suministra 20 onzas líquidas (0,59 l) por salida a una presión de 2 psi en diez minutos, o a 1 psi en trece minutos. Con frecuencia se usan presiones a 10 a 15 psi. Para medir correctamente la salida en cualquier emisor, simplemente regar durante un cierto tiempo, por ejemplo 10 minutos, y recoger la solución en un frasco. Medir entonces la solución recogida en el

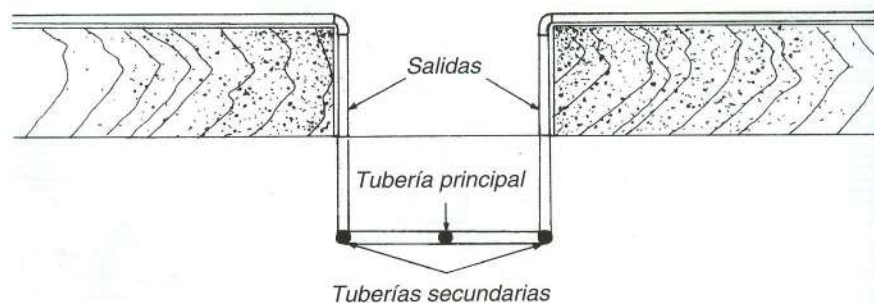


Fig. 9.24. Tubería principal con dos secundarias, colocadas bajo tierra, con salidas superficiales laterales a lo largo de la bancada.



las tuberías principales, de sección de invernadero. De cada sección según las

principal. Es mejor colocar

4).  
arse cuidadosamente y es eficiente con bombas de pérdidas totales por fricción en 100 pies (31 m) de tubería galones imperiales (273 a longitud con tubería de kPa), lo cual es muy ele-fricción serán de 25 psi y

arse ábacos como el de la de tuberías. Para calcular las tuberías primarias y añadiendo a éstas la pre-tomando las necesidades e los diámetros para las

e, ya que a veces se for-los extremos se deberán berías y desatascarlas si pueden llevar conectados pulgada (1,9 cm) para lle-til de instalar y mantener ima suministra 20 onzas nutos, o a 1 psi en trece medir correctamente la o tiempo, por ejemplo 10 solución recogida en el



ajo tierra, con salidas da.

Caudal en galones  
Imp. U.S./min.

Pérdidas por rozamiento/100 pies  
PSI

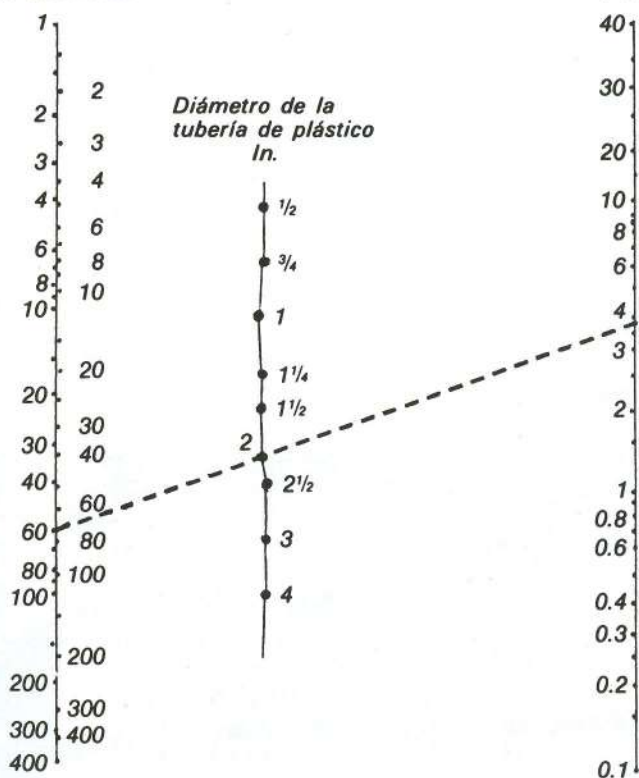


Fig. 9.25. Abaco para determinar el tamaño de una tubería. Para un caudal de 60 galones imperiales por minuto y una pérdida total por rozamiento de 3,8 psi/100 pies, el diámetro adecuado de tubería será de 2 pulgadas. (Tomado de Mason y Adamson, Trickle Watering and Liquid Feeding System).

frasco utilizando un cilindro graduado u otro recipiente medidor. Para evitar las pérdidas de agua y presión de los finales de las tuberías laterales se deberá instalar en éstas un adaptador y un tapón terminal.

Los microtubos de 0,045 pulgadas (1,1 mm) de diámetro interior suelen cortarse normalmente en longitudes de 12 a 15 pulgadas (31 a 38 cm), debiendo efectuarse cortes en bisel en sus extremos para evitar su obstrucción en caso de que estén insertos en el extremo de la línea. Para una distribución uniforme se deberán cortar todos con la misma longitud. Se deben instalar juntas de latón en la línea opuesta a cada una de las plantas, como muestran las figuras 7.16 y 7.17; de esta forma, al quedar siempre llena la tubería, se obtendrá un aporte de caudal de la solución de nutrientes en el mismo momento en que la bomba comience a funcionar.



Muchos agricultores utilizan ahora emisores con un volumen de 1/2 a 1 galón (2 a 4 litros) por hora, en lugar de los microtubos. Los emisores están insertados directamente en el lateral de polietileno negro de 1/2 ó 3/4 de pulgada con un punzón especial. Al otro lado del emisor se acopla una línea de goteo que se coloca en la base de cada planta con una estaca especial que dirige la solución en toda su longitud hasta su base, como muestra la figura 9.26. Los emisores producen un volumen uniforme de solución y se pueden utilizar como «compensadores de presión» en el caso de que existieran diferencias a nivel del suelo del invernadero. Estos emisores son más caros que los normales, pero su volumen es constante a pesar de las diferencias de altura.

Cuando se usen microtubos, se deberán comprobar sus extremos periódicamente para ver si se han formado sales o crecimientos de las raíces en ellos causando obturaciones. Si así fuera, se cortará un trozo suficiente de la punta para desatascar el interior del tubo, o se introducirá el microtubo en una solución de lejía al 10% durante varias horas para disolver las raíces. Al final de la estación, hacer funcionar todo el sistema con agua limpia. Si fuera difícil quitar los depósitos de sales, hacer funcionar el sistema con una solución de ácido para disolver los depósitos.

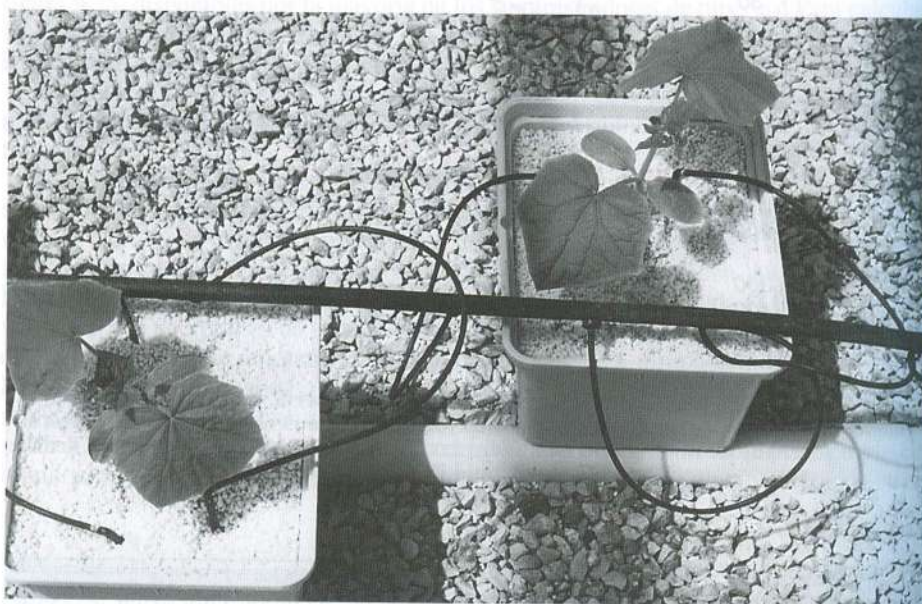


Fig. 9.26. Emisores, líneas de goteo y estacas. (Cortesía de CuisinArt Resort & Spa, Anguilla).

## 9.6. Sistemas de cultivo en serrín a pequeña escala

Se puede establecer un cultivo a pequeña escala mediante el uso de un sistema de riego por goteo y el sistema de cultivo en sacos de serrín (fig. 9.27). Esto se puede hacer de cualquier tamaño incrementando simplemente el número de sacos de cultivo. Incluso se podría usar al aire libre para el cultivo de hortalizas durante los meses de



men de 1/2 a 1 galón (2  
están insertados directa-  
la con un punzón espe-  
se coloca en la base de  
da su longitud hasta su  
volumen uniforme de  
ón» en el caso de que  
emisores son más caros  
diferencias de altura.  
extremos periódicamente  
ellos causando obtura-  
ra desatascar el interior  
al 10% durante varias  
ncionar todo el sistema  
er funcionar el sistema

verano en latitudes más nórdicas. En caso de no disponer de medios para la esteriliza-  
ción del serrín entre cosechas, bastará con tirar éste al estercolero y utilizar uno nuevo  
en la siguiente estación.

Se puede construir una sencilla unidad casera similar a las unidades caseras de cul-  
tivo en arena. Consistirá en una bandeja de cultivo, un depósito de nutrientes y un sistema  
de riego por goteo que funciona con una bomba y un programador horario (fig. 9.28).

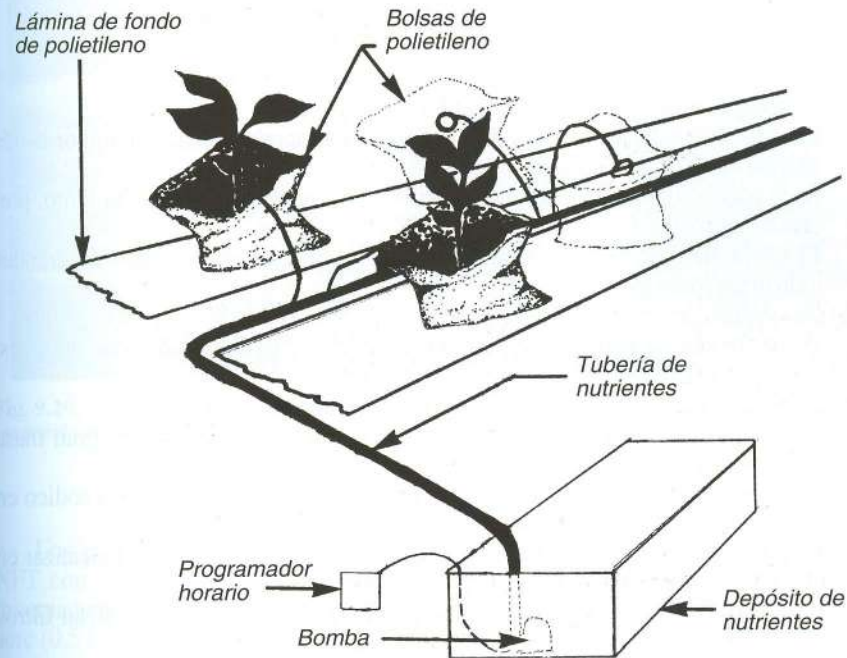


Fig. 9.27. Unidad casera de cultivo en sacos con serrín.

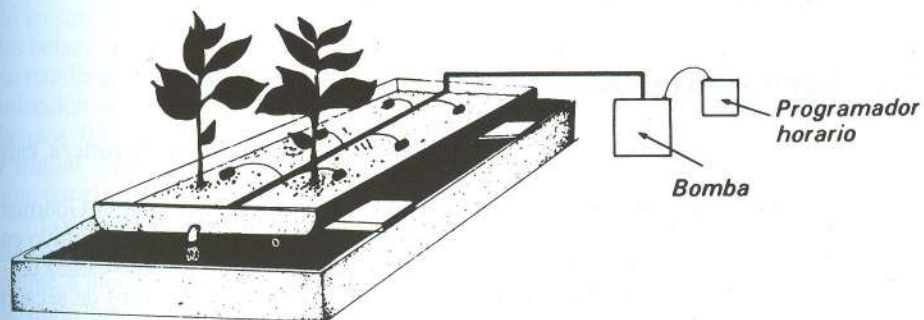


Fig. 9.28. Sistema sencillo de cultivo en serrín a escala reducida.



## 9.7. Ventajas e inconvenientes del cultivo en serrín

### *Las ventajas son:*

1. Puesto que al igual que el cultivo en arena es un sistema abierto, hay menos posibilidades de que se extiendan enfermedades como la *Fusariosis* o el *Verticillium*, especialmente en tomates.
2. No existen problemas de obstrucción de las tuberías de drenaje con las raíces.
3. El movimiento lateral de la solución entre las raíces es muy bueno.
4. Buena aireación de las raíces.
5. En cada ciclo de riego se añade una solución nueva de nutrientes.
6. El sistema es simple y fácil de mantener y reparar.
7. La alta retención de la humedad por parte del serrín evitará cualquier estrés hídrico en caso de avería de la bomba.
8. Se le puede adaptar un sistema de fertilización por inyectores y, por tanto, precisa un depósito de menor tamaño.
9. El serrín siempre ha sido barato y fácil de conseguir en las zonas de grandes industrias forestales.

### *Los inconvenientes son:*

1. Es solamente utilizable en zonas con grandes industrias madereras; así pues, no es posible su uso en países áridos y desérticos.
2. Debe esterilizarse con vapor o compuestos químicos.
3. La posibilidad de conseguir un buen serrín, incluso en áreas con gran masa forestal, es cada vez menor.
4. Al principio pueden presentarse problemas de toxicidad por cloruro sódico en las plantas, si el medio no es bien lavado antes de la plantación.
5. En los momentos de la cosecha, las acumulaciones salinas pueden alcanzar en el medio niveles tóxicos para las plantas.
6. Las obstrucciones de los goteros pueden ser frecuentes si no se utilizan filtros adecuados o se descuida la limpieza de éstos.
7. Si el serrín utilizado es muy basto, el agua puede percolar en forma de cono haciendo desarrollarse hacia abajo a las raíces en vez de lateralmente.
8. Como el serrín es de naturaleza orgánica se descompondrá con el tiempo. Entre cada dos cosechas deberá rastrillarse y se añadirá una parte nueva proporcional a la descompuesta o eliminada por fijación a las raíces, al retirarse las plantas al final del cultivo.

## 9.8. Cultivo en corteza

En algunas áreas donde no se dispone fácilmente de serrín, pero sí de corteza, ésta se puede usar como cultivo hidropónico de la misma forma que el serrín.

Una instalación de invernaderos de 5 acres (2 hectáreas) de la empresa Gourmet Garden Produce, de Sonora, California, ha cultivado pepinos europeos en un cultivo en corteza. Este proyecto ha sido un proyecto de cogeneración. El invernadero estaba ubicado en los terrenos de una gran serrería (fig. 9.29). El vapor de los hornos de secado de la serrería era dirigido al invernadero a través de unas grandes tuberías subterráneas, donde se convertía en calefacción de agua caliente.

Fig. 9.29  
serrería

Los  
NFT co  
invernac  
acre (0,5  
se plante  
ción con  
Ant  
con poli  
evitar el  
pequeño  
có en sa  
las bolsa  
se reutil  
infecció  
hongos  
*Pythium*  
son, por  
Los  
de riego  
mente 4  
se quitó  
bien arr  
usó un s



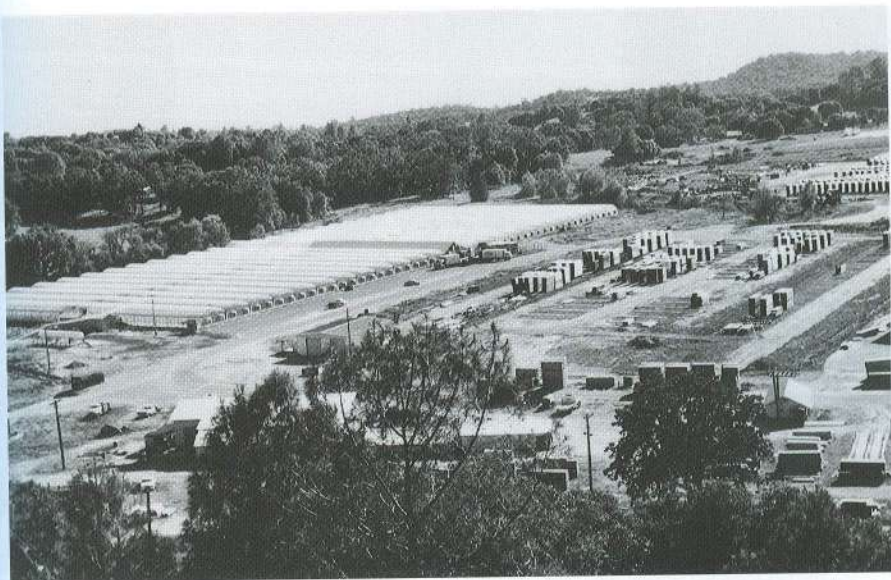


Fig. 9.29. Proyecto de cogeneración en un invernadero de 5 acres. Las instalaciones de la serrería están a la derecha. (Cortesía de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).

Los pepinos se sembraron en bloques de lana de roca colocados en un sistema NFT con canales de plástico (fig. 9.30), en una nave separada para plántulas. Los invernaderos se dividieron en cuatro secciones, cada una con una superficie de 1/4 de acre (0,5 hectáreas), para permitir una secuencia de fechas de plantación. Cada sección se plantó con una distancia de unos 2 meses, consiguiéndose de esta forma una producción continua. Las plántulas se trasplantaron 2 semanas después de la siembra.

Antes de la colocación de los sacos de corteza, se cubrió el suelo del invernadero con polietileno blanco sobre negro, o bien con una lámina contra las malas hierbas, para evitar el contacto con el suelo subyacente. La corteza del abeto de Douglas, con un pequeño porcentaje de serrín para mejorar el movimiento capilar de la solución, se colocó en sacos de plástico negro de 5 galones (20 litros), aproximadamente del tamaño de las bolsas de basura de cocina (fig. 9.31). Estos mismos sacos, con el medio de cultivo, se reutilizaron durante dos años y medio sin esterilización, sin que apareciera ninguna infección de hongos *Pythium*. El medio de cultivo de corteza tenía naturalmente los hongos *Trichoderma*, que se sabe que producen antibióticos tóxicos a patógenos como *Pythium*, *Fusarium* y *Helminthosporium* (que causan enfermedades de las raíces), o son, por el contrario, antagonistas de su crecimiento y actividad (Agrios 1978).

Los sacos se colocaron adyacentes unos a otros en una sola línea, con una tubería de riego por goteo en cada saco (fig. 9.32). Las líneas estaban separadas aproximadamente 4 pies (1,2 metros). Inicialmente, se plantó un pepino en cada saco, y más tarde se quitó un tercio de éstos. Una semana después del trasplante, los pepinos estaban bien arraigados y crecían vigorosamente (fig. 9.33). Obsérvese en la figura 9.25 que se usó un sistema de refrigeración por nebulización en el invernadero, para bajar la tem-





Fig. 9.30. Propagación de plántulas de pepino en bloques de lana de roca colocados en un sistema NFT de canales. El canal principal de entrada y los tubos de riego por goteo van por los canales. (Cortesía de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).

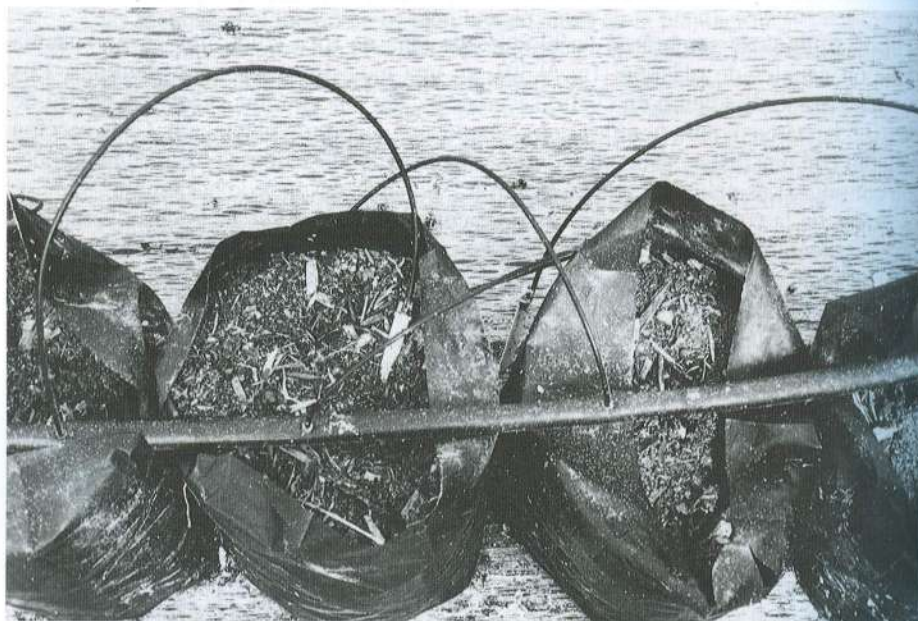


Fig. 9.31. La lámina contra las malas hierbas sobre el suelo evita éstas y las enfermedades del suelo. La corteza del abeto Douglas y el medio de cultivo de serrín se contiene en sacos de plástico de 5 galones. (Cortesía de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).





de lana de roca colocados en los tubos de riego por goteo (Cortésia de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).



evita éstas y las enfermedades de serrín se contiene en sacos (Cortésia de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).

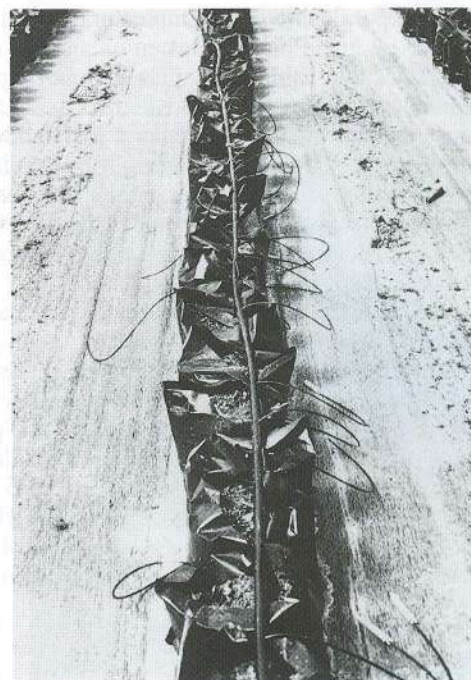


Fig. 9.32. Se requiere un amplio espaciamento de las filas de pepinos. (Cortésia de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).



Fig. 9.33. Una semana después del trasplante de las plántulas de pepino a los sacos, las plantas crecen vigorosamente. Obsérvese el uso de un sistema de refrigeración por nebulización. (Cortésia de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).



peratura por debajo de la temperatura ambiente durante los días calurosos. Las plantas alternas se guían por cuerdas en un sistema de cordón en «V»; sin embargo, el tercio de plantas que había que quitar se guiaron por cuerdas hacia el interior, junto con la segunda planta de cada grupo de tres (figs. 9.34 y 9.35). Se forma así una cubierta muy densa cuando las plantas llegan a los alambres que sirven de soporte (fig. 9.36). La parte superior de las plantas que hay que quitar (una de cada tres) se corta, permitiendo que el fruto madure en el tallo principal antes de su extracción (figs. 9.37 y 9.38). Este aclareo de la cosecha reduce su densidad a 8.000 plantas por 1,25 acres (0,5 hectáreas). Dicha densidad es relativamente alta, correspondiendo 6,8 pies cuadrados (0,63 metros cuadrados) por planta.

Mediante el riego por goteo y el sistema inyector, se aportan individualmente los nutrientes a las plantas (figs. 9.34, 9.37, 9.38 y 9.39).

Los pepinos fueron envasados en bolsas de plástico selladas con una máquina y enviadas al mercado a razón de 16 pepinos por caja (fig. 9.40). Los pequeños pepinos curvados se envasaron en manojos en bolsas de plástico (fig. 9.41) y se vendieron al peso. Estos pepinos curvados tienen que ser extraídos de las plantas y normalmente son desechados. Los precios en el pasado fueron de 25 a 30 dólares por caja durante los meses de invierno para pepino de alta calidad. Los curvados se vendieron a 1,50 dólares por libra.

Aunque la operación parece que tuvo financieramente éxito, la dirección de la serrería cambió recientemente y se abandonó el proyecto de invernadero, como conse-



Fig. 9.34. Método del cordón en «V», para guiar por cuerdas los pepinos. (Cortesía de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).



Fig. 9.35. Entutorado alterno. Un tercio de las plantas serán extraídas posteriormente. (Cortesía de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).



las calurosos. Las plantas  
V»; sin embargo, el tercio  
a el interior, junto con la  
forma así una cubierta muy  
de soporte (fig. 9.36). La  
tres) se corta, permitiendo  
n (figs. 9.37 y 9.38). Este  
1,25 acres (0,5 hectáreas).  
es cuadrados (0,63 metros

ortan individualmente los

ladas con una máquina y  
Los pequeños pepinos cur-  
1) y se vendieron al peso.  
y normalmente son dese-  
caja durante los meses de  
1,50 dólares por libra.

éxito, la dirección de la  
nvernadero, como conse-



rado alterno. Un tercio de  
extraídas posteriormente.  
rmet Garden Produce,  
, California).

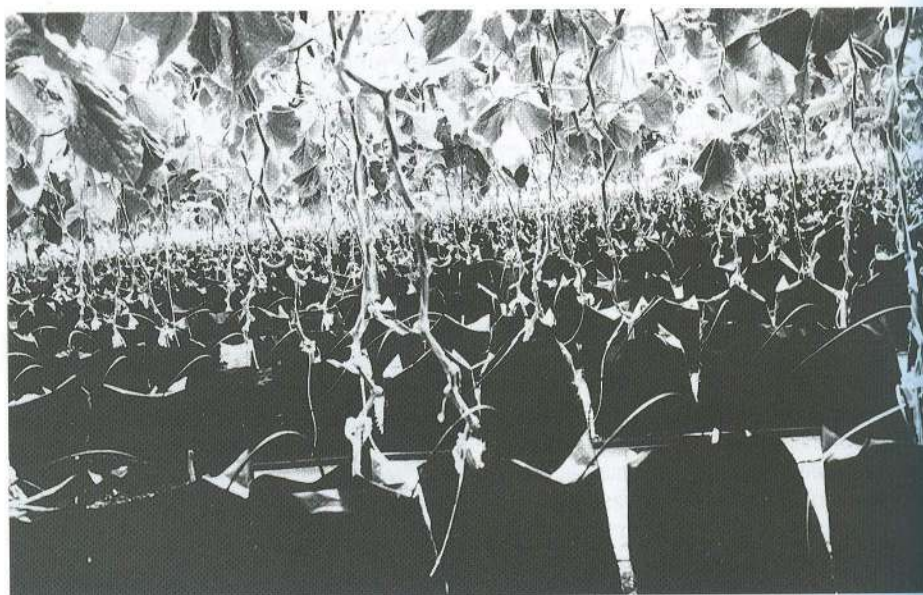


**Fig. 9.36.** Densa cubierta de plantas cuando alcanzan el alambre que sirve de soporte. Se corta la parte superior de un tercio de las plantas. (Cortesía de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).

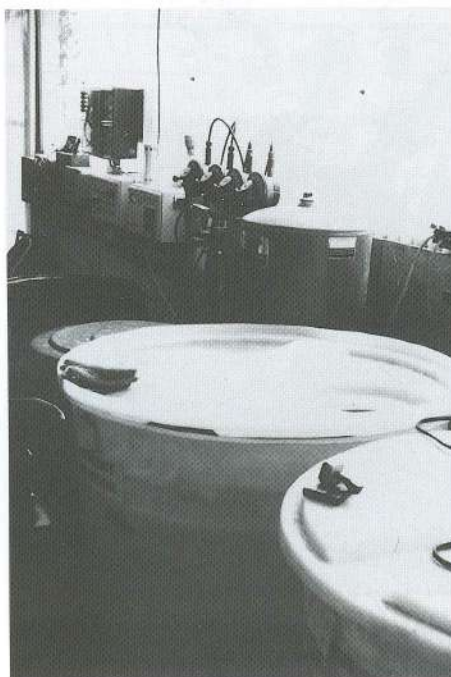


**Fig. 9.37.** Un tercera parte de las plantas ha sido extraída y es evidente entonces la guía por cuerdas alternas del método del cordón en V. (Cortesía de Gourmet, Garden Produce, Sonora, California).





**Fig. 9.38.** La extracción de un tercio de las plantas y de todas las hojas muertas de la base de las plantas existentes mejora la ventilación y la luminosidad de la cosecha. Obsérvense las líneas de goteo en los sacos. (Cortesía de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).



**Fig. 9.39.** Inyector Anderson al fondo y tanques de solución en primer plano. (Cortesía de Gourmet Garden Produce, Sonora, California).

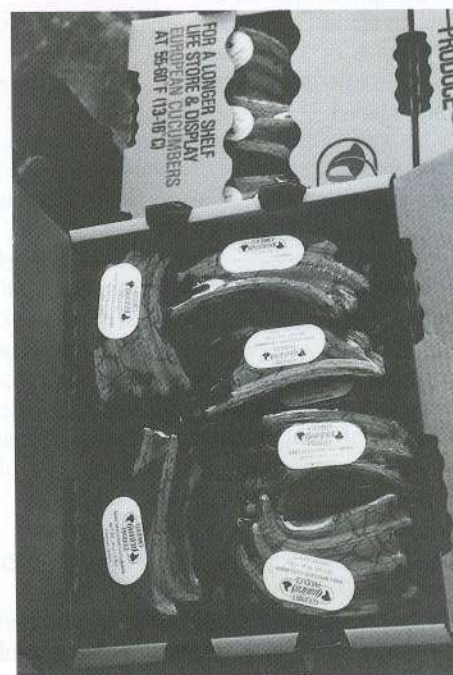




... las hojas muertas de la  
... inosidad de la cosecha.  
... rmet Garden Produce,



**Fig. 9.40.** Envasado de pepinos con una máquina selladora. (Cortesía de Gourment Garden Produce, Sonora, California).



**Fig. 9.41.** El fruto torcido se envasa en  
manojos con una lámina de plástico.  
(Cortesía de Gourmet Garden Produce,  
Sonora, California).

... vector Anderson al fondo  
... olución en primer plano.  
... Gourmet Garden Produce,  
... rnia).



cuencia de una decisión empresarial de no continuarlo por más tiempo. Los invernaderos se vendieron en 1992 y se instalaron en un lugar de Arizona.

### Referencias

- AGRIOS, GEORGE, N.: *Plant pathology*. 2nd Ed., Academic Press, New York, NY. 1987.  
MAAS, E. F., y ADAMSON, R. M.: «Soilless culture of commercial greenhouse tomatoes». *Can. Dept. Agric. Publ.* **1460**, 1971.  
MASON, E. B. B., y ADAMSON, R. M.: «Trickle watering and liquid feeding system for greenhouse crops», *Can. Dept. Agric. Pub.* **1510**, 1973.