

tiempo. Los invernade-  
l.

NY, 1987.  
tomatoes». *Can. Dept. Agric.*  
system for greenhouse crops».

## 10

### Cultivo en lana de roca

#### 10.1. Introducción

Durante los últimos veinte años el cultivo en lana de roca se ha convertido en una de las técnicas principales para la producción de cultivos entutorados, especialmente tomates y pepinos. La lana de roca es ampliamente usada en el cultivo de invernaderos de pepinos en América del Norte y Europa. De acuerdo con un estudio realizado en 1986 por C. J. Graves del Glasshouse Crops Research Institute de Littlehampton, de Inglaterra, el área total (hectáreas) de la producción de tomates en Gran Bretaña en lana de roca en 1978 fue menor de una hectárea (2 acres). Esta aumentó a 77,5 ha (197 acres), 126 ha (320 acres) y 148 ha (376 acres) desde 1984 a 1986, respectivamente. De la misma forma, la superficie de pepinos sobre lana de roca se incrementó desde menos de una hectárea (2 acres) hasta 68 hectáreas (173 acres) durante el mismo período de 1978 a 1986. En 1991, Desmon Day indica que, en el Reino Unido, la superficie estimada de cultivo en lana de roca para pepinos es de 230 hectáreas (575 acres), y para tomates 160 hectáreas (400 acres).

En la actualidad, el cultivo sobre lana de roca es el cultivo hidropónico más extensamente usado en el mundo, con más de 2.000 hectáreas (5.000 acres) de invernaderos cultivados mediante este sistema en los Países Bajos. La tecnología se inició en Dinamarca en 1969 con el cultivo de tomates y pepinos.

Durante la rápida expansión de los invernaderos en los últimos 5 años, el cultivo más extendido ha sido el cultivo en lana de roca. Sin embargo en la actualidad, especialmente en Europa, existe cierta preocupación por la disposición de lana de roca. Por esta razón, el cultivo en perlita ha aumentado como una alternativa.

#### 10.2. Cultivo de hortalizas en invernaderos en América del Norte

Las siguientes estadísticas indican el tremendo crecimiento del cultivo de hortalizas en invernaderos en América del Norte durante los últimos cinco años. Es cierto que

en Europa ha tenido lugar un crecimiento similar, pero creo que es importante concentrarnos en América del Norte con quien el lector puede estar estrechamente relacionado. La mayor parte de esta expansión ha sido con el cultivo en lana de roca.

Las estimaciones para 1997 indicaban que había aproximadamente 1.200 acres (485 hectáreas) de cultivos de hortalizas en invernaderos en los Estados Unidos y en Canadá. Esto parece que es una subestimación. En 1998 se informó que estos cultivos ocupaban 1.140 acres (456 hectáreas) en British Columbia y Ontario, Canadá. El consejo de dirección del mercado de Ontario ha afirmado que en 1999 había más de 800 acres (320 hectáreas) de hortalizas en invernaderos, comparados con los 600 acres (240 hectáreas) del año anterior. Se espera que la superficie supere los 1.000 acres (390 hectáreas) en el año 2000.

En 1997, B.C. Hothouse Foods, Inc., una cooperativa para la comercialización, representó a 52 invernaderos con más de 230 acres (93 hectáreas) en British Columbia. En 1997, la compañía esperaba envasar 1,8 millones de cajas de tomates beefsteak, 1,6 millones de cajas de pimentón dulce y 800.000 cajas de tomates entutorados (TOV) y pepinos europeos. Su presidente pronosticó en 1999 que sus cultivadores se expandirían hasta llegar a los 340 acres (136 hectáreas) en 1999 y a unos 500 acres (200 hectáreas) en 2000.

En cuanto a la producción de tomate, sólo en los Estados Unidos algunos de los principales productores son Colorado Greenhouses, con 131 acres (52 hectáreas) en Colorado y New Mexico; ADP, Inc., (sector Village Farms), que tiene 30 acres (12 hectáreas) en New York, 20 acres (8 hectáreas) en Pennsylvania, 42 acres (17 hectáreas) en Virginia y 82 acres (33 hectáreas) en Texas; Bonita Nurseries, que tiene 60 acres (24 hectáreas) cerca de Wilcox, Arizona, con una expansión prevista a 80 acres (32 hectáreas) dentro de un año. Suntastic, Inc., con 20 acres (8 hectáreas) cerca de Snowflake, Arizona, con planes para expansionarse a 80 acres (32 hectáreas) en varios años; y Houweling Nurseries Oxnard Inc., con 86 acres (34 hectáreas), que tiene previsto ampliar sus instalaciones a 125 y 150 acres (50-60 hectáreas) durante los próximos años.

Estas cinco compañías producen actualmente más del 50% del tomate total de invernadero en los Estados Unidos en sus 471 acres (188 hectáreas). En enero de 1999, Rick Snyder declaró en la revista *American Vegetable Grower* que los Estados Unidos tenían aproximadamente 700 acres (280 hectáreas) de invernaderos para tomates. Con estas estadísticas, los invernaderos actuales para hortalizas en América del Norte deben sobrepasar los 2.000 acres (800 hectáreas).

### 10.3. Composición de la lana de roca

La lana de roca es un material fibroso inerte obtenido por la mezcla de roca volcánica, caliza y cok fundidos de 1.500° a 2.000° C. Esto se estira en finas hebras y se prensa ligeramente tejiendo capas. Aunque la composición de la lana de roca varía ligeramente de unos fabricantes a otros, básicamente consta de dióxido de silicio (45 por 100), óxido de aluminio (15 por 100), óxido de calcio (15 por 100), óxido de magnesio (10 por 100), óxido de hierro (10 por 100) y otros óxidos (5 por 100). La lana de roca es ligeramente alcalina, pero inerte y biológicamente no degradable. Tiene una buena capacidad de retención de agua con un 95 por 100 del espacio poroso. Todos los fertilizantes se deben añadir con el agua de riego. La lana de roca tiene una capacidad de

retención d  
que no tien  
para tomate

El culti  
mente; los  
por goteo.  
cada riego  
de sales.

### 10.4. C

Los ton  
1 1/2 pulga  
jas de styro  
roca o direc  
semilla en  
ayuda a ma  
ción de la c  
mucho tiem  
ción, luego  
primeras ho  
mayores (fi  
2,5 pulgada



Fig. 10.1.  
(200 cu



que es importante concen-  
estrechamente relacionado.  
ana de roca.

aproximadamente 1.200 acres  
en los Estados Unidos y en  
informó que estos cultivos  
y Ontario, Canadá. El con-  
en 1999 había más de 800  
ados con los 600 acres (240  
e los 1.000 acres (390 hec-

para la comercialización,  
reas) en British Columbia.  
s de tomates beefsteak, 1,6  
ates entutorados (TOV) y  
s cultivadores se expandi-  
nos 500 acres (200 hectá-

os Unidos algunos de los  
1 acres (52 hectáreas) en  
que tiene 30 acres (12 hec-  
42 acres (17 hectáreas) en  
que tiene 60 acres (24 hec-  
a 80 acres (32 hectáreas)  
cerca de Snowflake, Ari-  
en varios años; y Houwe-  
tiene previsto ampliar sus  
r próximos años.

50% del tomate total de  
áreas). En enero de 1999,  
r que los Estados Unidos  
aderos para tomates. Con  
América del Norte deben

la mezcla de roca volcá-  
ira en finas hebras y se  
a lana de roca varía lige-  
óxido de silicio (45 por  
100), óxido de magnesio  
100). La lana de roca es  
dable. Tiene una buena  
poroso. Todos los fertili-  
tiene una capacidad de

retención de agua de aproximadamente un 80 por 100. Su pH oscila entre 7 y 8,5. Aunque no tiene capacidad reguladora, el pH se puede reducir fácilmente a niveles óptimos para tomates y pepinos, de 6,0 a 6,5 usando una solución nutritiva ligeramente ácida.

El cultivo en lana de roca es un sistema hidropónico abierto, no reciclable generalmente; los nutrientes se les suministran a cada planta con un emisor e hileras de riego por goteo. Aproximadamente un 15% a 20% de exceso de la solución se aplica durante cada riego para lavar los minerales de las planchas de lana de roca y evitar la formación de sales.

#### 10.4. Cubos y bloques de lana de roca

Los tomates y pimientos se siembran en cubos de lana de roca de  $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$  pulgadas ( $3,75 \times 3,75 \times 3,75$  cm) (fig. 10.1) o en lana de roca granular en bandejas de styrofoam de 240 celdas. Los pepinos se pueden sembrar en cubos de lana de roca o directamente en bloque de lana de roca (figs. 10.2 y 10.3). Después de sembrar la semilla en cubos o bloques, se puede cubrir la semilla con vermiculita gruesa. Esto ayuda a mantener la humedad durante la germinación y facilita a la planta la eliminación de la cubierta de la semilla. Sin embargo ésta no es una práctica habitual pues lleva mucho tiempo. Las bandejas se riegan sólo con agua hasta que tiene lugar la germinación, luego con una solución nutritiva diluida hasta que se comienzan a desplegar las primeras hojas verdaderas. Entonces estos tacos se trasplantan a bloques de lana de roca mayores (figs. 10.4-10.6) disponibles en distintos tamaños,  $7,5 \times 7,5 \times 6,5$  cm ( $3 \times 3 \times 2,5$  pulgadas);  $7,5 \times 7,5 \times 10$  cm ( $3 \times 3 \times 4$  pulgadas);  $10 \times 10 \times 6,5$  cm ( $4 \times 4 \times 2,5$  pul-

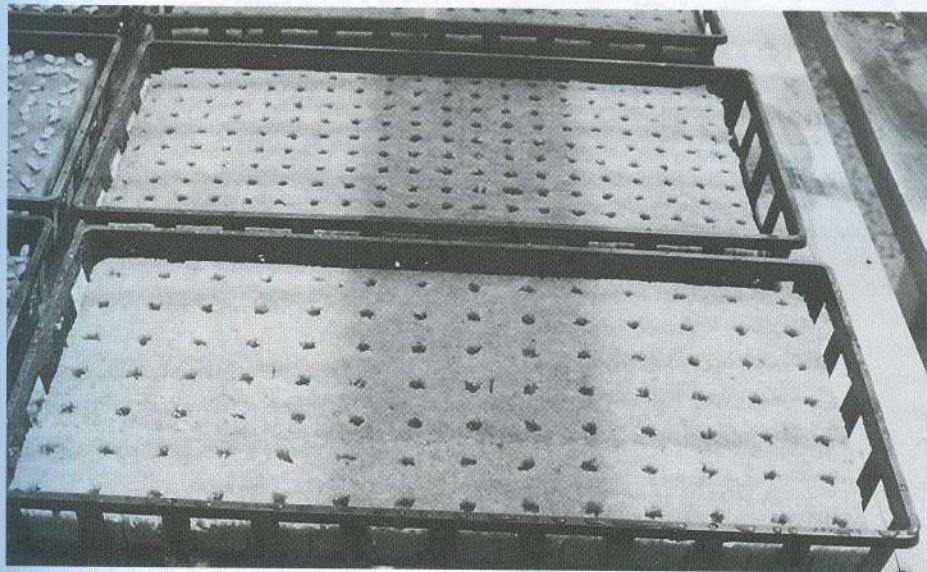


Fig. 10.1. Cubos de lana de roca – primer plano:  $1 \times 1 \times 1\frac{1}{2}$  pulgadas de profundidad (200 cubos por bandeja); al fondo:  $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$  pulgadas de profundidad (98 cubos por bandeja).



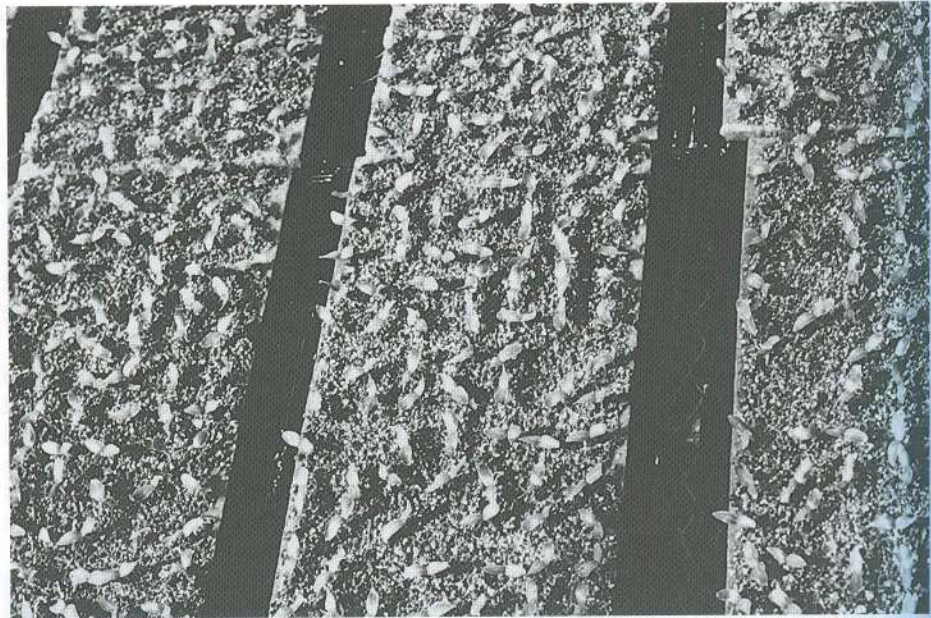


Fig. 10.2. Pepinos sembrados en cubos de lana de roca. Obsérvese que los cubos están cubiertos con vermiculita para conservar la humedad mientras germinan las semillas. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



Fig. 10.3. Pepinos sembrados en bloques de lana de roca. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).





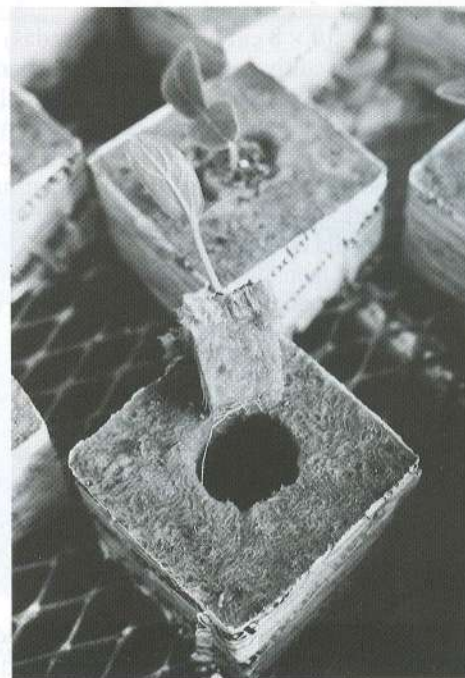
e que los cubos están  
terminan las semillas.  
ida).



ía de Environmental



**Fig. 10.4.** Plantas de tomate trasplantadas a bloques de lana de roca después de haber desarrollado las primeras hojas verdaderas.



**Fig. 10.5.** La plántula de pepino en cubo de lana de roca se trasplanta a un bloque de lana de roca con un hueco grande. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).





Fig. 10.6. El autor trasplantando plántulas de pepino en cubos de lana de roca a bloques de lana de roca. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

gadas);  $10 \times 10 \times 8$  cm ( $4 \times 4 \times 3$  pulgadas) (longitud  $\times$  anchura  $\times$  altura). La elección del bloque de cultivo estará determinada por la planta que se cultiva y en qué estado el agricultor desea realizar el trasplante a las planchas de lana de roca definitivas. Cuanto más tiempo se desee mantener las plantas en el semillero, mayores deberán ser los bloques empleados (figs. 10.3 a 10.8). Los bloques menores son buenos para tomates y pimientos, mientras que los mayores son más convenientes para pepinos que crecen rápidamente. Colocando los bloques en tablillas de madera (fig. 10.7) o sobre un banco de malla de alambre (figs. 10.8 y 10.9), las raíces que salen de la base se pueden repicar. Esto mantiene todas las raíces dentro del bloque y alivia la crisis del trasplante. Los bloques de cultivo se fabrican en tiras, cada bloque rodeado individualmente de una envoltura de plástico.

### 10.5. Planchas de lana de roca

Las planchas están disponibles enfundadas o no en una lámina de polietileno blanco. Pueden tener los tamaños siguientes:  $90 \times 30 \times 5$  cm ( $35,5 \times 12 \times 2$  pulgadas),  $90 \times 15 \times 7,5$  cm ( $35,5 \times 6 \times 3$  pulgadas),  $90 \times 20 \times 7,5$  cm ( $35,5 \times 8 \times 3$  pulgadas),  $90 \times 30 \times 7,5$  cm ( $35,5 \times 12 \times 3$  pulgadas) y  $90 \times 45 \times 7,5$  cm ( $35,5 \times 18 \times 3$  pulgadas) (longitud  $\times$  anchura  $\times$  espesor).

Las planchas de 15 a 20 cm (6 a 8 pulgadas) están recomendadas normalmente para tomates, las de 20 a 30 cm (8 a 12 pulgadas) para pepinos y las de 30 cm (12 pulgadas) de





s de lana de roca a bloques  
Dundee, Florida).

ura x altura). La elección  
cultiva y en qué estado el  
e roca definitivas. Cuanto  
vores deberán ser los blo-  
on buenos para tomates y  
para pepinos que crecen  
ra (fig. 10.7) o sobre un  
salen de la base se pueden  
y alivia la crisis del tras-  
que rodeado individual-

na lámina de polietileno  
(35,5 x 12 x 2 pulgadas),  
n (35,5 x 8 x 3 pulgadas),  
n (35,5 x 18 x 3 pulgadas)

endadas normalmente para  
de 30 cm (12 pulgadas) de

### 10.6. Diseño de la lana de roca

El cultivo en lana de roca se realiza en bloques y en su cultivo se debe proporcionar una recirculación constante de agua de forma que se mantenga la humedad y la temperatura adecuada. Los bloques de lana de roca se utilizan por poco y se cambian con frecuencia, que depende del tipo de cultivo y de la cantidad de la planta de lana de roca.

Los bloques de lana de roca se utilizan en la figura 10.7, donde se muestra el cultivo de tomate en bloques de lana de roca. Se debe tener en cuenta que el cultivo de tomate en bloques de lana de roca se realiza en un invernadero, donde se proporciona una recirculación constante de agua de forma que se mantenga la humedad y la temperatura adecuada. Los bloques de lana de roca se utilizan por poco y se cambian con frecuencia, que depende del tipo de cultivo y de la cantidad de la planta de lana de roca.



**Fig. 10.7.** Plántulas de tomate creciendo en bloques de lana de roca bajo iluminación artificial suplementaria en la zona del semillero del invernadero. (Cortesía de Gipaanda Greenhouses, Surrey, BC Canadá).



**Fig. 10.8.** Plántulas de pepino creciendo en bandejas de malla de alambre que permiten un buen repicado de las raíces. Las plántulas se riegan a mano con una solución de nutrientes. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).





**Fig. 10.9.** La base del bloque de lana de roca muestra un buen repicado de las raíces de la planta de pepino. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

anchura para melones. Las planchas más anchas para tomates pueden permitir un exceso de crecimiento vegetativo, si sólo se cultivan dos o tres plantas en cada una de ellas. La tendencia ahora es usar planchas anchas y cultivar 4 a 5 plantas en ellas. Las planchas están también disponibles en varias densidades. Las planchas de altas densidades mantendrán su estructura cuando se usen para varias cosechas durante un período de dos a tres años, y especialmente cuando se use la esterilización al vapor después de cada cosecha. Las planchas envueltas ya se emplean para cultivos anuales de tomates, pepinos y melones. Las han diseñado horticultores tratando de encontrar un medio de cultivo nuevo cada año para asegurar una proporción ideal aire/agua y un medio estéril. Sin embargo, debido a su coste, es más rentable utilizar las mismas planchas durante dos ó tres años (cosechas), esterilizando al vapor después de cada cosecha o cambiando la cosecha. Por ejemplo, si una instalación de invernadero cultiva tomates, pepinos y pimientos, los tomates se pueden cultivar en nuevas planchas, que se usan después para pepinos y pimientos. Habrá algunas averías estructurales que se traducirán en una pérdida del 10 al 15 por 100, pero esto se puede reducir usando planchas de mayor densidad.

Para esterilizar las planchas, éstas tienen que estar apiladas en paletas, después de quitar la envoltura de plástico. Se deben apilar de forma que cada capa esté en dirección contraria a la anterior, con algunos espacios de aire entre ellas, de modo que el vapor penetre en toda la pila. Se cubren con lonas y el vapor es introducido en las pilas debajo de la cubierta. Las planchas centrales tienen que alcanzar la temperatura de 60° a 80°C (140°-180°F) durante 30 minutos, para estar seguros de una total esterilización. Las planchas son envueltas de nuevo después de la esterilización.



### 10.6. Diseño de la lana de roca

El cultivo en lana de roca fue diseñado primeramente como un sistema hidropónico abierto y no reciclable. Más recientemente, se ha puesto el acento en el uso de sistemas reciclables con cultivo en lana de roca, pues cada vez es más importante el respeto del medio ambiente y la conservación del agua. Estos sistemas reciclables se discutirán más adelante. Los nutrientes se aportan a la base de cada planta con una línea de riego por goteo y un emisor. Se suministra aproximadamente un 15-20 por 100 de exceso de solución durante cada riego, para permitir contrarrestar la lixiviación de los minerales de la plancha de lana de roca.

Una disposición típica para un cultivo en lana de roca de sistema abierto se muestra en la figura 10.10. En primer lugar colocando fuera las planchas de crecimiento, el suelo del invernadero se debe desinfectar con una solución de formaldehído al 2 por 100. Se debe nivelar la superficie del suelo. Las camas están constituidas por dos planchas fijas de lana de roca separadas 60-75 cm (2-2,5 pies) para pepinos. Con tomates y pimientos, las planchas pueden estar más juntas, generalmente 40-45 cm (16-18 pulgadas), dependiendo del específico espaciamiento de línea requerido por la planta. Grava o arena constituyen los mejores suelos ya que fácilmente se pueden adoptar para obtener un buen drenaje. Una ligera pendiente hacia el centro de las dos planchas proporcionará el drenaje adecuado para las mismas (fig. 10.11). Todo el suelo del invernadero se cubre con polietileno blanco de 6 milésimas de pulgada de espesor para favorecer la reflexión de la luz y una buena higiene (fig. 10.12).

Si las condiciones de drenaje en el invernadero no son buenas es necesario tender una tubería de drenaje por en medio de la cama. La tubería de drenaje se deberá cubrir con grava gruesa y/o arena gruesa y la lámina blanca de cobertura se colocará sobre ella. Si se emplea este método, la lámina de cobertura deberá contener pequeños agujeros.

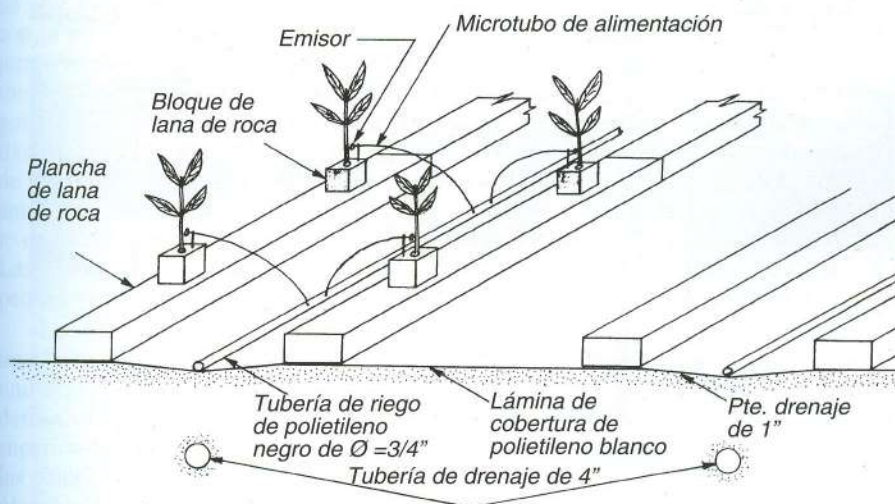


Fig. 10.10. Esquema de un sistema abierto de cultivo en lana de roca.





Fig. 10.11. Inclínación del suelo para proporcionar el drenaje entre cada dos líneas de planchas.



Fig. 10.12. Colocación de la lámina de cobertura de polietileno blanco.

ros para pe  
Por otra pa  
conducir la  
del invern  
estancada e

Si el si  
con percol  
sobre él sin  
narse fuera  
hierbas en

En lati  
provechos  
(2,5 cm) de

Mucho  
sidad, colo  
se ponen d  
suficiente e

## 10.7. SI

Un sist  
en la figura  
de 0,5 gal  
microtubo  
tro (mínimo  
va a regar e  
tribuyen la  
de 3/4 de p  
con la tube  
junto a cad  
menos obtu  
goteros tip  
tiva cerca d  
de las línea  
amplia de l  
te cantidad  
Las líneas  
pequeño po

Las pla  
trasplante (1  
uniformeme  
definitiva c  
superior de  
las planchas  
planchas ha  
padas. Norm



ros para permitir la percolación a la tubería de drenaje del exceso de solución nutritiva. Por otra parte, la lámina de polietileno sin perforar actuaría como canal de drenaje para conducir la solución excedente a la tubería de drenaje situada en el extremo más alejado del invernadero. Pero podrían aparecer problemas con algas si el agua permaneciese estancada en el canal.

Si el suelo subyacente del invernadero está relleno con una base de arena o grava con percolación elevada, las planchas de lana de roca se podrán colocar directamente sobre él sin la lámina de cobertura de polietileno. Los nutrientes en exceso deberán drenarse fuera rápidamente; sin embargo, se podría incrementar el crecimiento de malas hierbas en estas zonas adyacentes a las planchas de cultivo.

En latitudes más septentrionales, donde la temperatura del suelo es fría, puede ser provechoso colocar las planchas encima de una lámina de styrofoam de 1 pulgada (2,5 cm) de espesor.

Muchos cultivadores de tomate utilizan ahora planchas de lana de roca de alta densidad, colocadas en una hilera única, y el cordón en V guía las plantas. En cada plancha se ponen de cinco a seis plantas. Esto reduce el coste de las planchas y proporciona suficiente espacio para el crecimiento de las raíces de las plantas.

## 10.7. Sistema de riego

Un sistema de riego por goteo con un inyector del fertilizante, como se muestra en la figura 10.13, suministra los nutrientes a cada planta individualmente. Un emisor de 0,5 galones (2 litros) por hora aporta el fertilizante a cada planta por medio de un microtubo (fig. 10.14). La tubería principal de PVC tiene que ser de suficiente diámetro (mínimo de 3 pulgadas) para alimentar el área de la sección del invernadero que se va a regar en un tiempo dado. Desde la tubería principal, las tuberías secundarias distribuyen la solución a las subsecciones. Los elevadores (normalmente de un diámetro de 3/4 de pulgada) unen el lateral de polietileno negro de 1/2 pulgada de cada línea con la tubería secundaria. Si los emisores se perforan directamente en la línea lateral junto a cada planta, en lugar de ponerlos al final de la línea de riego por goteo, habrá menos obturaciones, pues no se secan después de cada riego. Se pueden también usar goteros tipo aspersor, que proporcionan una pequeña pulverización de solución nutritiva cerca de la base de la planta, pero tendrían que estar empalmados en los extremos de las líneas de goteo. El aspersor tiene la ventaja de proporcionar una aplicación más amplia de la solución y eliminar así las partes secas, pero se podrían aplicar fácilmente cantidades excesivas y la humedad en la base del tallo ocasionaría enfermedades. Las líneas de goteo se sostienen en los bloques o planchas de lana de roca con un pequeño poste (fig. 10.15).

Las planchas de lana de roca deben estar empapadas de solución nutritiva antes del trasplante (fig. 10.14) durante 24 a 28 horas. Esto permitirá ajustar el pH y humedecer uniformemente las planchas. Para hacer esto, se colocarán las planchas en su posición definitiva con tres líneas de goteo que entran en una pequeña hendidura en la parte superior de cada plancha a igual distancia. Hacer entrar la solución nutritiva hasta que las planchas estén llenas de solución. No se deben cortar los agujeros de drenaje en las planchas hasta que no estén empapadas. Comprobar que todas las planchas están empapadas. Normalmente, se encuentran algunas planchas que tienen agujeros en sus envol-

inclinación del suelo para  
el drenaje entre cada dos  
chapas.



polietileno blanco.



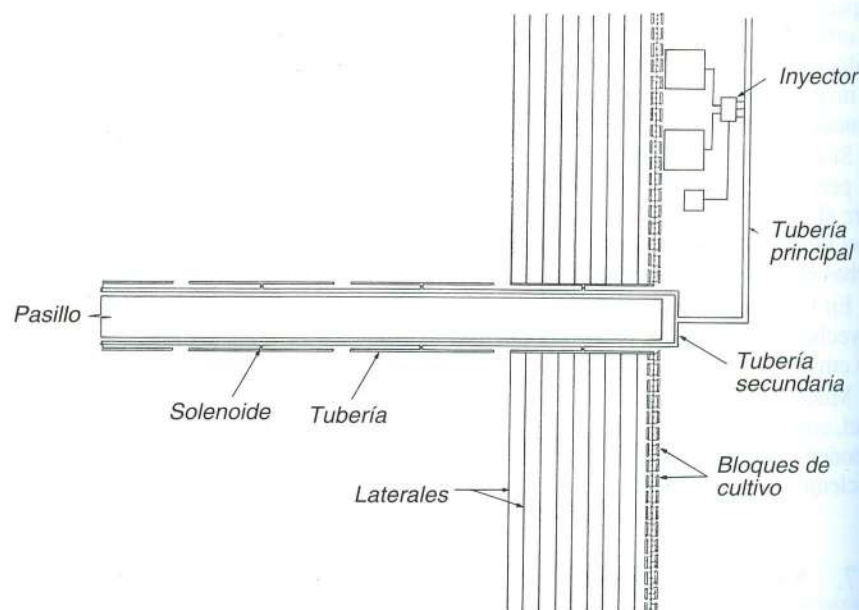


Fig. 10.13. Esquema de un sistema de riego de lana de roca.

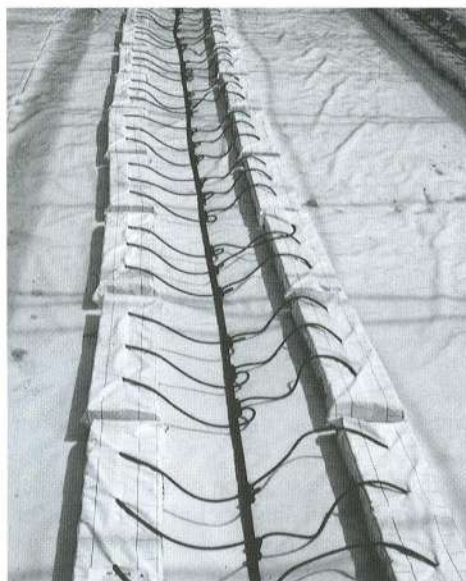


Fig. 10.14. Empapado de las planchas antes del trasplante.

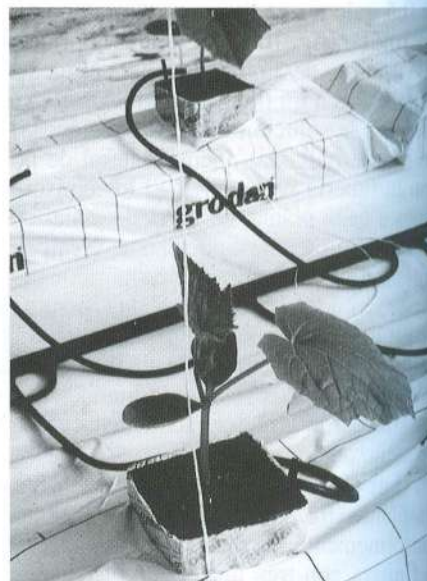


Fig. 10.15. Línea de goteo con el emisor colocado con un poste sobre el bloque durante los 3 ó 4 días que siguen al trasplante. Luego se llevan a la próxima plancha para continuar la alimentación.





lana de roca.



línea de goteo con el emisor  
un poste sobre el bloque  
3 ó 4 días que siguen al  
seguir se llevan a la próxima  
continuar la alimentación.

turas y no se empapan adecuadamente. Si esto ocurre, el crecimiento de las plantas en esta plancha seca se verá grandemente restringido. Inmediatamente después del primer riego, después del trasplante, se deben examinar las planchas por las partes secas que quedan entre los emisores, puesto que las planchas deben estar totalmente saturadas para asegurar la reserva de solución nutritiva para la planta durante el período inicial postrasplante. Los agujeros de drenaje se deben cortar a ambos lados del borde inferior de la plancha (fig. 10.16). Deben tener la forma de una «T» invertida, o de ángulo recto cortado a 4 ó 5 cm (2 pulgadas) de altura. En la parte inferior de cada plancha deben hacerse dos o tres agujeros. Hacer los cortes entre las posiciones de las plantas, no directamente debajo de éstas, pues si no la solución saldrá inmediatamente de los agujeros y no será forzada a fluir lateralmente.

Se dispone de una herramienta especial para cortar los agujeros en la parte superior de las planchas (fig. 10.17). En el trasplante, poner simplemente los bloques de lana de roca, donde crecen las plántulas, en la parte superior de las planchas a través de los agujeros cortados en la cubierta plástica (figs. 10.15, 10.18 y 10.19). Colocar la línea de goteo en el borde del bloque con la estaca. Con pepinos es muy importante que la solución no caiga sobre la corona de las plantas, pues esto será origen de enfermedades. Las plantas presentan una pequeña crisis de trasplante. Las raíces se desarrollarán desde los bloques hacia las planchas en varios días. Una vez que las plantas hayan enraizado en las planchas (normalmente en una semana), colocar de nuevo la línea de goteo en la plancha próxima a la base del bloque de lana de roca. Inclinando la estaca hacia el bloque, la solución regará el extremo en vez de irse hacia atrás (fig. 10.18). Se dispone de estacas estriadas especiales que se insertan en las líneas de goteo y dirigen la solución hacia abajo. Hay que tener cuidado de que el extremo de la línea de goteo esté por encima del agujero en la plancha.

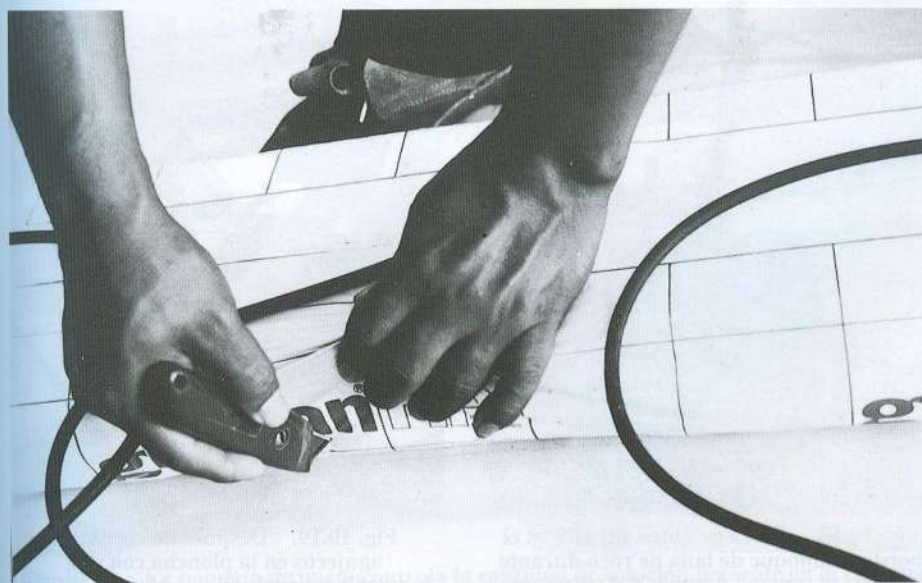


Fig. 10.16. Corte de los agujeros de drenaje en la parte inferior de las planchas.  
(Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).





Fig. 10.17. Uso de una herramienta especial para cortar los agujeros para las plantas en la parte superior de las planchas. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



Fig. 10.18. Línea de goteo situada en el borde del bloque de lana de roca durante la primera semana después del trasplante.

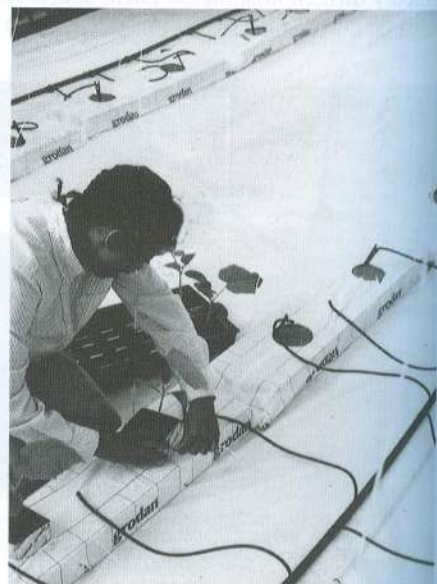


Fig. 10.19. Después de cortar los agujeros en la plancha con una herramienta especial, las plantas se fijan sobre las planchas. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

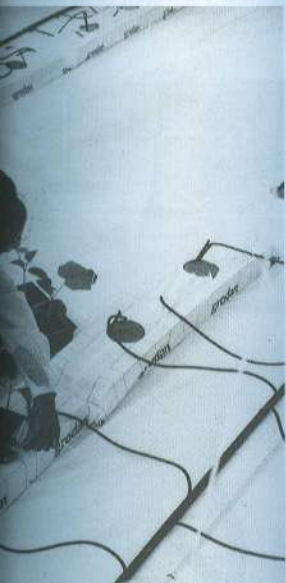


Antes del trasplante, se deben fijar las cuerdas de soporte a los alambres superiores. Cuando se haga el trasplante, hay que colocar el extremo final de la cuerda de soporte por debajo del bloque de lana de roca de la plántula (fig. 10.19). Esto asegurará el extremo de la cuerda.

Inmediatamente después del trasplante y hasta que las plantas hayan arraigado, se necesita una mayor frecuencia de riego. Después, bastará con unas frecuencias de 5 a 10 veces por día, con cantidades que variarán según el estado de crecimiento de la planta y las condiciones medioambientales. En cultivos estivales, se pueden necesitar hasta 20 riegos diarios.

Las grandes instalaciones de invernadero utilizan un sistema informatizado para controlar las condiciones medioambientales y la nutrición. En este caso, se selecciona una plancha representativa de todas las planchas de cultivo y se coloca en una «bandeja de inicio» (fig. 10.20). La bandeja de inicio controla la cantidad de solución presente en una plancha donde se desarrollan plantas sanas. Se quita la base de la envoltura de la plancha colocada en la bandeja de inicio, de forma que el exceso de solución drene fácilmente. Una ranura en forma de «V», en la base de la bandeja de acero inoxidable, conduce la solución a un extremo, donde está situado un electrodo. Mientras esté presente la solución adecuada, ésta está en contacto con el electrodo y el circuito completo. Entonces la señal evita que se inicie un ciclo de riego. Tan pronto como se interrumpe el circuito, cuando la solución desciende al secarse la plancha por la absorción de las plantas, comienza un ciclo de riego y continúa duran-

10.17. Uso de una herramienta especial para hacer los agujeros para las plantas en la parte superior de las planchas. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



10.18. Después de cortar los bordes de la plancha con una herramienta especial, las plantas se fijan a las planchas. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

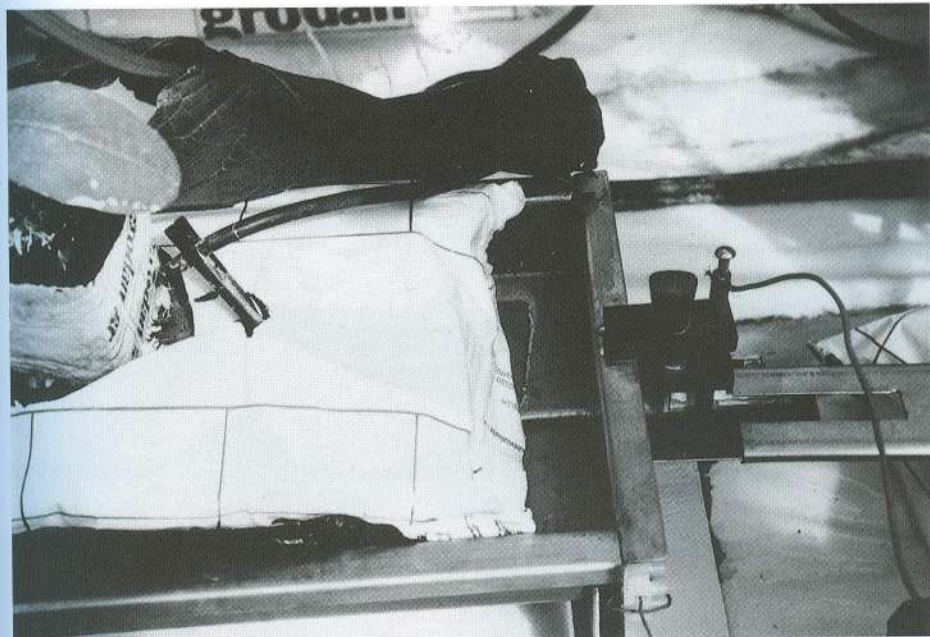


Fig. 10.20. La bandeja de inicio controla la cantidad de solución presente en la plancha. Obsérvese la sonda a la derecha y la posición de la línea de goteo en la plancha próxima a la base del bloque de lana de roca. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



te el intervalo de tiempo programado en el controlador u ordenador de riego. Smith (1987) afirma que el riego se debe hacer antes de que las planchas pierdan el 5-10 por 100 de su capacidad de retención de agua. El nivel de humedad en las planchas se puede subir o bajar, elevando o bajando la sonda en la bandeja de inicio. Es decir, si hay que mantener un nivel mayor de humedad entre los ciclos de riego, la sonda se puede elevar y, como resultado, los ciclos de riego tendrán lugar con más frecuencia.

La duración de un ciclo de riego debe ser lo suficientemente larga para obtener un exceso de líquido del 15 al 20 por 100 en las planchas. El drenaje de las planchas se puede determinar colocando una bandeja especial de recogida debajo de una de las planchas que tienen plantas sanas (fig. 10.21). Una salida del tubo en el extremo inferior de la bandeja de recogida lleva la solución sobrante a un depósito inferior, enterrado en el suelo. Un segundo depósito recoge la solución de un emisor. Este proporciona la cantidad de agua que realmente salía de cada emisor, suponiendo que son todos iguales. Si se usan emisores que compensan la presión, el flujo por cada uno de ellos debe ser el mismo. Para obtener el volumen de solución que entra en la plancha, hay que multiplicar el volumen recogido de un emisor por el número de emisores de cada plancha. Dividir el volumen sobrante de la bandeja de recogida por este volumen de entrada de los emisores. Es más fácil usar mililitros como medida de volumen. Un cilindro graduado bastará para medir los líquidos.

El control de los niveles de sal en las planchas de lana de roca se debe realizar por lo menos una vez cada dos días. Los invernaderos que tienen ordenadores pue-

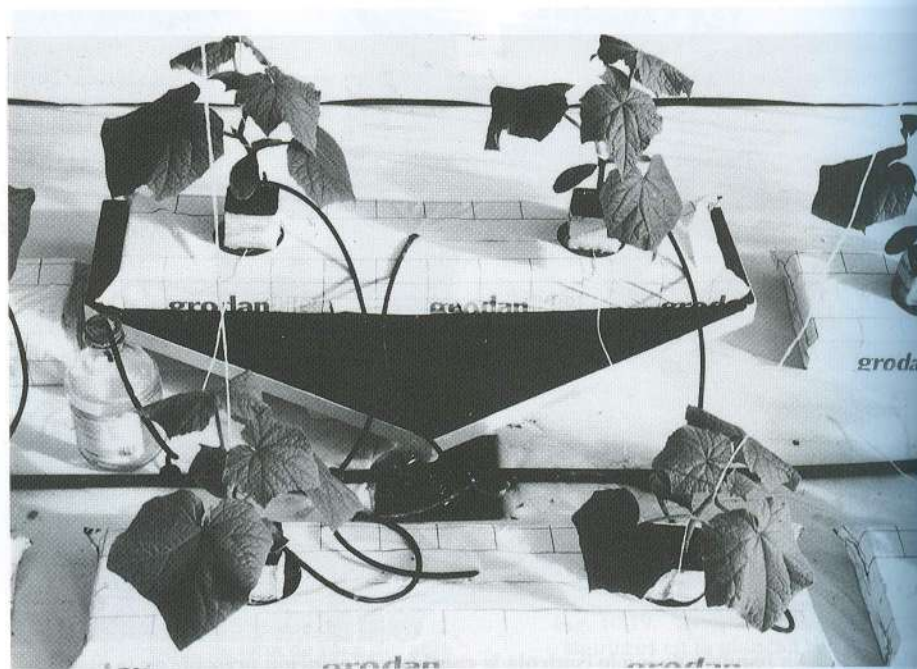


Fig. 10.21. Bandeja de recogida para controlar la cantidad de exceso de solución en la plancha. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



ordenador de riego. Smith  
as planchas pierdan el 5-10  
de humedad en las planchas  
en la bandeja de inicio. Es  
entre los ciclos de riego, la  
riego tendrán lugar con más

temente larga para obtener  
El drenaje de las planchas  
recogida debajo de una de  
lida del tubo en el extremo  
ante a un depósito inferior,  
olución de un emisor. Este  
ada emisor, suponiendo que  
a presión, el flujo por cada  
de solución que entra en la  
n emisor por el número de  
la bandeja de recogida por  
sar mililitros como medida  
líquidos.

na de roca se debe realizar  
ue tienen ordenadores pue-



de exceso de solución en la  
ndee, Florida).

den tener un cierto número de sensores de conductividad eléctrica (EC) y de pH en planchas situadas en varios sitios, que proporcionan un control continuo. Por lo demás, hay que tomar una muestra de la plancha con una pequeña jeringuilla (fig. 10.22) para comprobar su pH y EC (fig. 10.23). Los valores deben estar cercanos a los de la solución nutritiva que se le suministra a las plantas. Si se detectan niveles significativamente altos de conductividad o pH no óptimos, las planchas se deberán regar más a menudo, hasta que la concentración de su solución se acerque a la de la solución input. El agua no se debe emplear si contiene a menudo sodio, calcio y magnesio. Estos iones se acumularán en las planchas y otros nutrientes tales como potasio, nitratos y fosfatos precipitarían, causando un desequilibrio en la nutrición de la plancha.

### 10.8. Pepinos en lana de roca

Los pepinos son cultivados en Environmental Farms, Dundee, Florida. Un invernadero de 1 1/2 acres (0,6 hectáreas), que había sido antes un vivero de cítricos, se convirtió en un cultivo de pepinos en lana de roca. Se cubrió el suelo con 6 pulgadas (15 cm) de arena y después se instalaron losas de drenaje. El suelo fue preparado para poner planchas de lana de roca y se colocó una lámina de polietileno blanco sobre él (figs. 10.11 y 10.12). Se instaló un sistema de riego por goteo y se sembraron los pepinos en cubos de lana de roca, que fueron luego trasplantados a bloques (figs. 10.14,

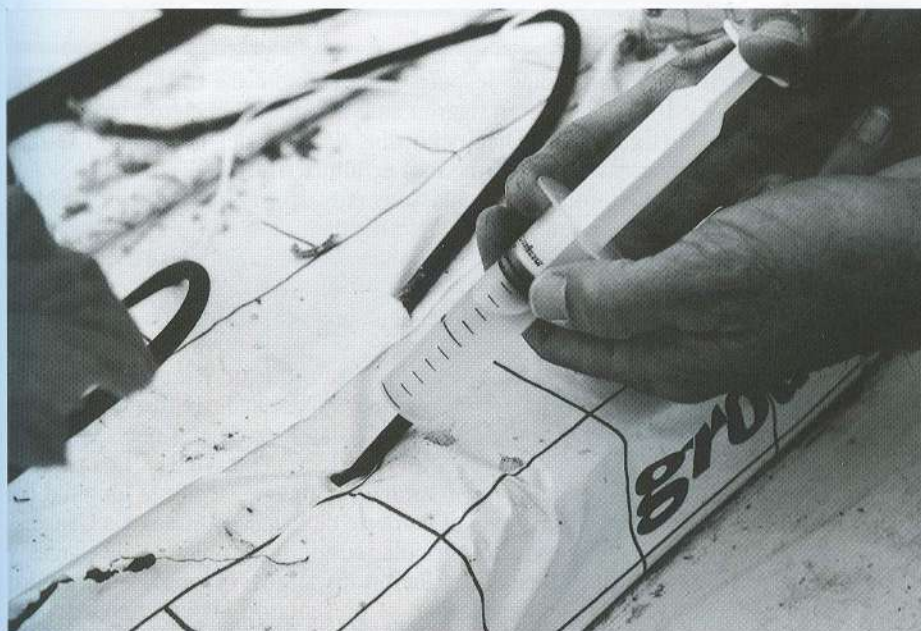
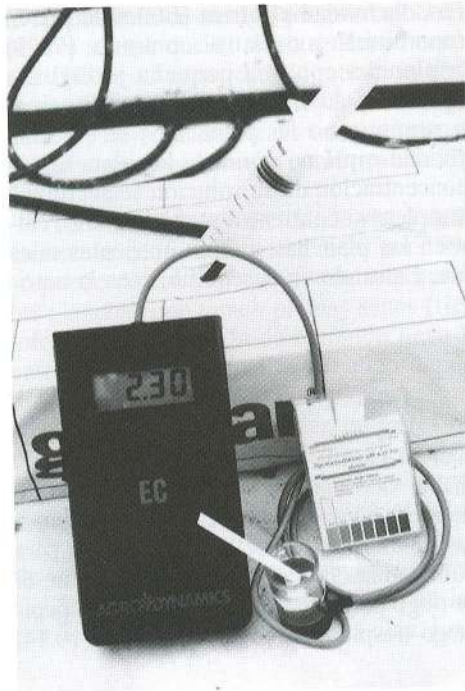


Fig. 10.22. Uso de jeringuilla para comprobar la EC y el pH de la solución en la plancha. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).





**Fig. 10.23.** Comprobación de la EC y del pH de la solución con un conductímetro y un papel para medir el pH. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

10.2, 10.3, 10.5 y 10.6). Catorce días después de la siembra, se trasplantaron a las planchas (figs. 10.19 y 10.24), donde arraigaron en 2 a 3 días y crecieron hasta 6 pulgadas (15 cm) por día (fig. 10.25). Dieciocho días después del trasplante (32 días desde la siembra), alcanzaron 5 pies (1,5 metros) de altura (fig. 10.26). Muchos de los pequeños frutos del tallo tuvieron que ser quitados (fig. 10.27), dejando solamente 5 frutos en el tallo, una vez que éste llegó a los alambres de soporte a 6 1/2 pies (2 metros). También hubo que extraer los zarcillos, pues se enmarañaban alrededor de las hojas y del fruto causando deformaciones. A los 40 días de la siembra comenzó la recogida (fig. 10.28). El fruto se recogió al final de la mañana, después de que las plantas se hubieran secado. Se utilizaron grandes cajones de plástico para recoger los frutos, que fueron transportados al área de envasado con un tractor y un remolque (fig. 10.29). Los pepinos fueron envasados en plástico con un sellador L-bar y un horno (10.30), a razón de 12 frutos por caja; las cajas se colocaron en paletas que se introdujeron en una cámara de refrigeración a 50-55°F (10 a 13°C) (fig. 10.31). Los pepinos fueron clasificados en tres categorías, regular, grande y gigante, según la longitud del fruto. La mayor parte del producto se envió al nordeste de Estados Unidos y a Canadá.

Al igual que con cualquier producto agrícola, surgieron problemas de plagas y enfermedades. Las plagas más problemáticas fueron los áfidos, la mosca blanca y los trips. Con las húmedas condiciones de Florida, se presentaron las enfermedades del mildiu y el chancro del tallo. El mildiu pulverulento fue superado usando una variedad resistente, Marillo. El chancro del tallo fue prevenido aplicando un fungicida en la



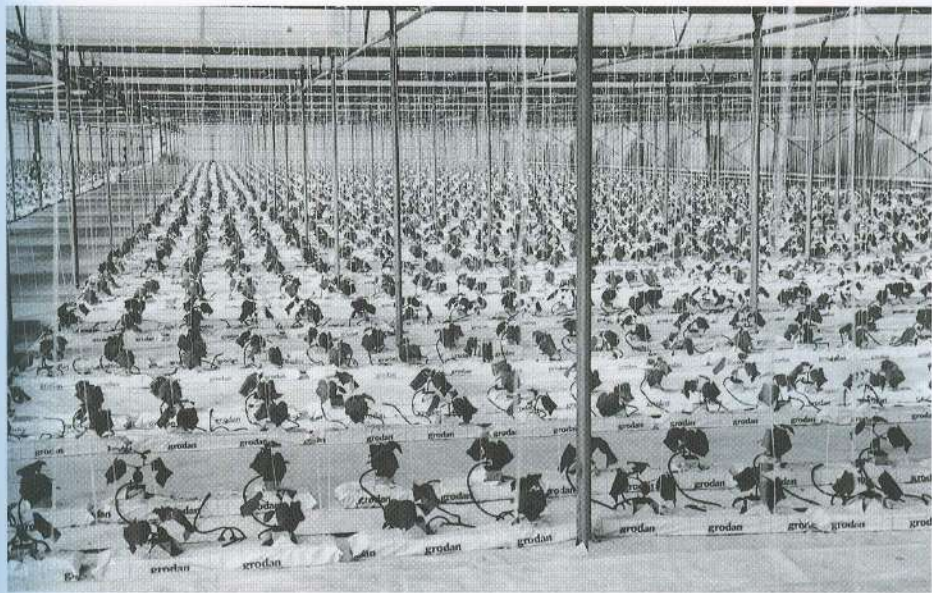


Fig. 10.24. Catorce días después de la siembra, los pepinos han sido trasplantados a las planchas. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



Fig. 10.25. Los pepinos de 28 días después de la siembra (15 días después del trasplante) tienen casi 3 pies de alto y crecen aproximadamente 6 pulgadas por día. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

Comprobación de la EC y  
solución con un  
metro y un papel para medir  
esía de Environmental  
de, Florida).

mbra, se trasplantaron a las  
días y crecieron hasta 6 pul-  
ués del trasplante (32 días  
fig. 10.26). Muchos de los  
0.27), dejando solamente 5  
de soporte a 6 1/2 pies (2  
marañaban alrededor de las  
de la siembra comenzó la  
na, después de que las plan-  
ástico para recoger los fru-  
tractor y un remolque (fig.  
sellador L-bar y un horno  
n en paletas que se introdu-  
) (fig. 10.31). Los pepinos  
ante, según la longitud del  
stados Unidos y a Canadá.  
on problemas de plagas y  
dos, la mosca blanca y los  
aron las enfermedades del  
erado usando una variedad  
icando un fungicida en la





Fig. 10.26. Los pepinos de 31 días después de la siembra (18 días después del trasplante) tienen casi 5 pies de alto.



Fig. 10.27. Pequeño fruto sobre el tallo, muchos de los cuales son extraídos. Obsérvese el entutorado de la planta. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



Fig. 10.28. Comienzo de la recogida, a los 40 días de la siembra. El fruto es recto y largo, aproximadamente 15 pulgadas o 38 cm de longitud. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



Fig. 10.29. El fruto es recogido en grandes cajones de plástico y transportado al área de envasado con un tractor y un carro. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



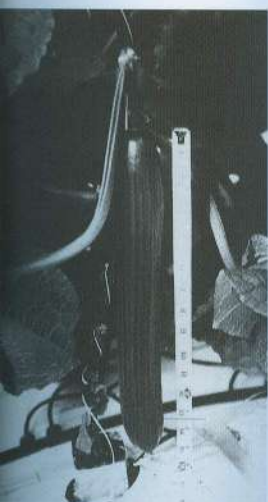


Fig. 10.28. Comienzo de la recogida, a los 40 días de la siembra. El fruto es recto y largo, aproximadamente 15 pulgadas o 38 cm de longitud. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



o y transportado al área de al Farms, Dundee, Florida).

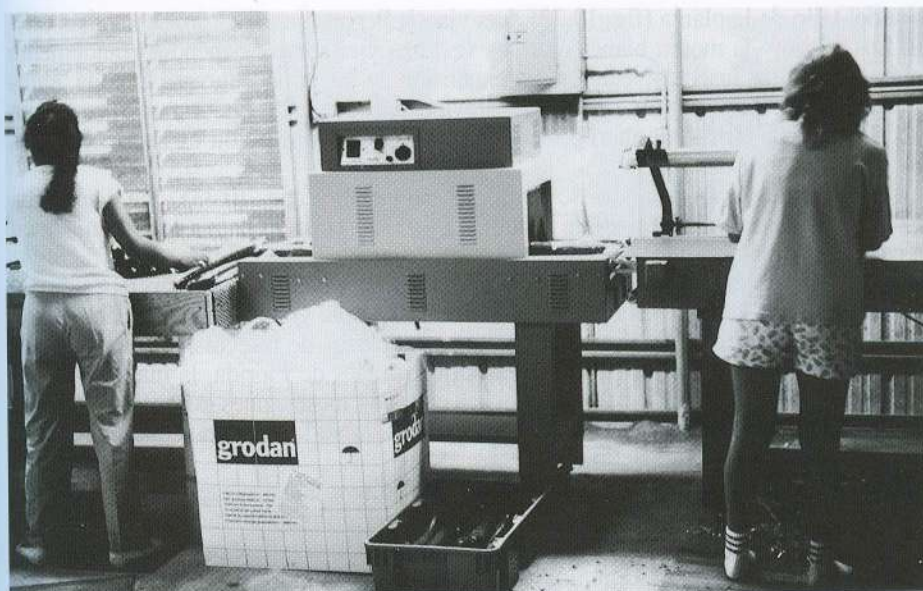


Fig. 10.30. Los pepinos pueden ser envasados en plástico con un sellador L-bar (derecha) y un horno (centro). Este equipo es adecuado para pequeñas instalaciones de aproximadamente un acre de tamaño. Las cosechas mayores de pepino requieren un equipo capaz de mayores volúmenes, tales como el mostrado antes en la figura 9.32. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

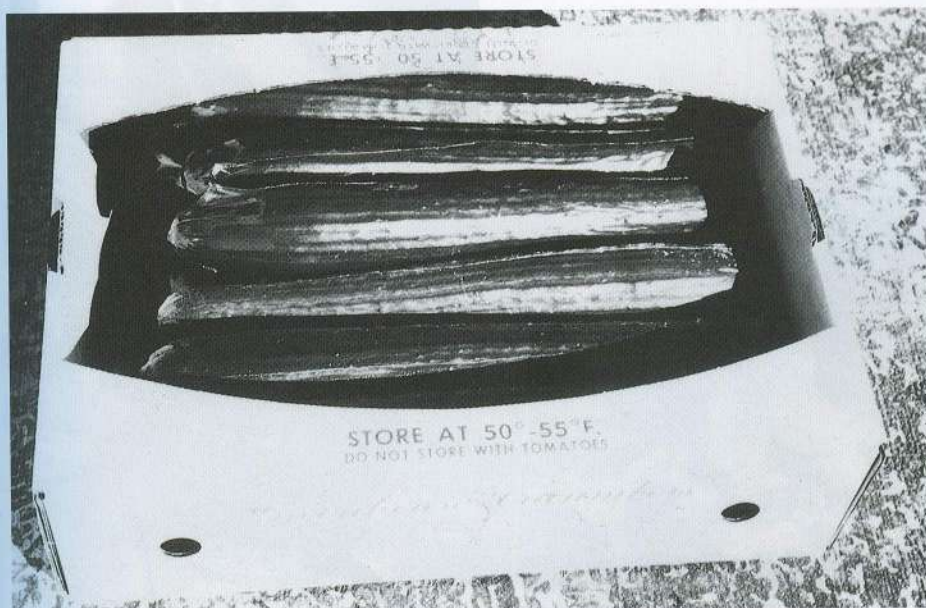


Fig. 10.31. Pepinos envasados a razón de 12 por caja. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

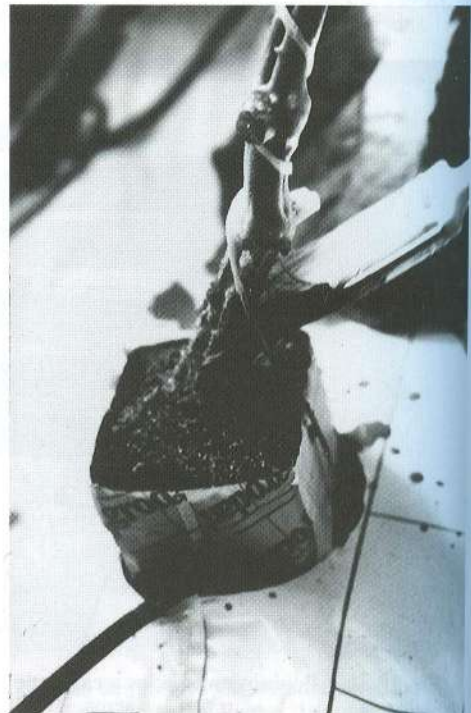


base del tallo de la planta (fig. 10.32). Las virosis llegaron a ser el problema más difícil. Los áfidos y la mosca blanca eran los vectores y el control dependía grandemente del control de los insectos vectores. La expansión de las virosis durante la poda, entutorado y recolección por los obreros se previno introduciendo las herramientas en un baño desinfectante transportado por los obreros. Esta desinfección es necesaria antes de tocar las plantas.

Para aplicar los insecticidas se utilizó un nebulizador (fig. 10.33), que dispersaba una nube en suspensión a través de la cubierta de la cosecha, mientras era empujado en un carro por debajo de cada fila (fig. 10.34).

Se adoptó un entutorado modificado, con una sola guía que se desarrollara sobre el alambre, pues los pepinos en Florida son extremadamente vigorosos con la cantidad de luz solar presente. Con la existencia de altas poblaciones de insectos y de inóculos de enfermedades, debidos a las condiciones semitropicales de Florida, la mayoría de los cultivadores de pepino cambian sus cosechas cada 3-4 meses, pues las enfermedades y los insectos infectan eventualmente la cosecha con la suficiente gravedad como para reducir sustancialmente el rendimiento.

Houweling Nurseries Ltd., de Delta. B. C., cultiva anualmente dos cosechas de pepinos europeos. La primera cosecha se siembra el primero de diciembre y se trasplanta a finales de diciembre, teniendo lugar la primera recogida a primeros de febrero. La producción continúa hasta junio. En este mes, se siembra una segunda cosecha en un campo separado para plántulas. Cuando las plantas tienen tres semanas, se trasplantan y comienza la producción, que se prolonga hasta mediados de noviembre.



**Fig. 10.32.** La aplicación de un fungicida en la base del tallo previene el chancro del tallo. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

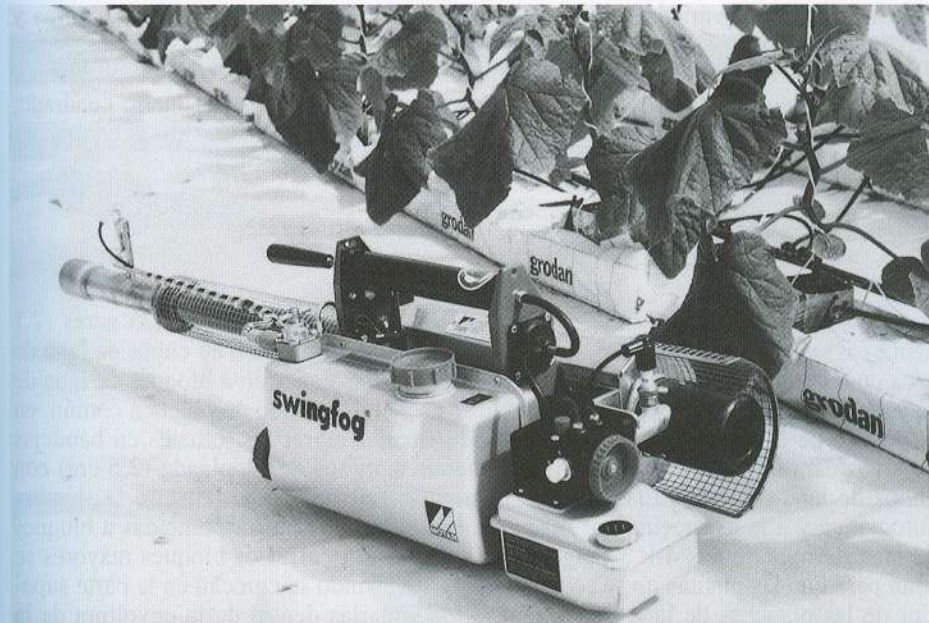


ser el problema más difícil. El control dependía grandemente de la poda, entusiasmo y de las herramientas en un momento en que la poda es necesaria antes

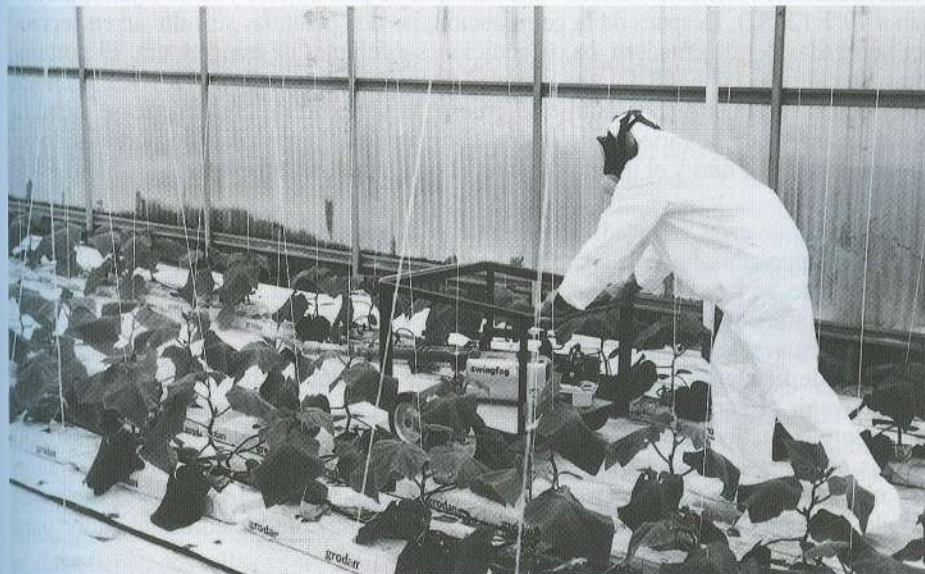
Fig. 10.33), que dispersaba el insecticida mientras era empujado en

se desarrollara sobre el cultivo. Los problemas con la cantidad de insectos y de inóculos de enfermedades, la mayoría de los problemas son las enfermedades y la gravedad como para

Al menos dos cosechas de tomate de diciembre y se traslada a primeros de febrero. Una segunda cosecha en tres semanas, se trasplanta de noviembre.



**Fig. 10.33.** Un nebulizador puede aplicar los insecticidas en cosechas de gran densidad. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



**Fig. 10.34.** Es importante usar una ropa protectora cuando se aplican los insecticidas. Obsérvese que el nebulizador es empujado hacia las filas sobre un carro, para hacer más fácil la tarea al aplicador. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).



Se cultivan las variedades de pepino «Mustang», «Bronco», «1289», «Ventura» y «Exacta». Los pepinos se plantan a una densidad de 1,2-1,4 plantas por metro cuadrado (10,76 pies cuadrados), lo que representa 5.000 plantas por acre (12.500 plantas por hectárea). Mientras la producción media anual es de 110 cukes por metro cuadrado, esta instalación ha producido más de 140 cukes por metro cuadrado. Esto es equivalente a 10 a 13 cukes por pie cuadrado, o sea de 73 a 93 frutos por planta.

### 10.9. Tomates en lana de roca

Gipaanda Greenhouses Ltd., de Surrey, B. C., cultivó en 1993 5,25 acres (2,1 hectáreas) de tomates en lana de roca. Los tomates se sembraron en cubos de lana de roca de una pulgada, y después de 12 a 14 días se trasplantaron a bloques de lana de roca de 3 pulgadas (7,5 cm). Actualmente se está convirtiendo en práctica común, en el cultivo de invernaderos de Columbia Británica, sembrar los tomates en bandejas de styrofoam de 2 pulgadas (5 cm), que tienen agujeros de 1 pulgada (2,5 cm) con cubos de lana de roca ya colocados en su sitio. La bandeja se presta a la siembra automática y a la extracción por máquina. Las plántulas son trasplantadas a bloques de lana de roca de 4 x 4 x 3 pulgadas (10 x 10 x 7,5 cm). Los bloques mayores se usan para que las plantas no se sequen tan pronto cuando se colocan en la parte superior de las planchas de lana de roca, antes de situarlas dentro de la envoltura de la plancha.

Para dominar las enfermedades de la podredumbre de la raíz y de la corona, debidas a *Fusarium*, se usa una variedad de portainjerto resistente, a falta de una variedad comercialmente resistente. Ambas variedades, la de portainjerto y la de injerto, germinan a 79°F (26°C). Después de la germinación, las dos plántulas se cultivan en secciones separadas del invernadero, bajo condiciones diferentes de temperatura. El portainjerto se cultiva a 64°F (18°C) y la variedad de injerto (Belmondo) a 72°F (22°C). Para obtener un portainjerto con tallo más grueso, la variedad de portainjerto se siembra dos días antes que la variedad de injerto (Belmondo). La variedad de portainjerto se cultiva durante 14 días y el injerto durante 12 días, antes del trasplante a los bloques de lana de roca.

Un cubo de cada variedad es trasplantado al mismo agujero del cubo de lana de roca. La temperatura ha sido cambiada lentamente a 72°F (22°C). Diez días después del trasplante, se injertan las plantas. Se hace una incisión en ambas plantas y se acoplan una a otra, envolviéndolas con una cinta de plástico. Este es un injerto de aproximación. Después de 7 días se corta la parte superior del portainjerto y la base del injerto. Se puede fijar una cinta de plástico a la parte superior del bloque de lana de roca, para prevenir el enraizamiento del tallo del injerto en el bloque, cuando las plantas maduren y sus tallos descendan (fig. 10.35). Como sólo se pueden injertar 150 a 200 plantas por hora, esta operación puede ser costosa en un invernadero de este tamaño que requiere 40.000 plantas. La enfermedad debida a *Fusarium* se ha reducido en el pasado interplantando lechugas. Las raíces de la lechuga producían un inhibidor para la enfermedad, pero la lechuga introducía los áfidos.

Después de injertar y de podar el injerto y el portainjerto (última semana de noviembre), se ponen las plantas en la parte superior de las planchas de lana de roca en el invernadero, pero no se colocan dentro. Esto espacia a las plantas de forma que pue-





**Fig. 10.35.** Una cinta de plástico se fija a la parte superior del bloque de lana para prevenir que el injerto de tomate enraíce en el bloque cuando el tallo se ponga en contacto con él. (Cortesía de Otsuki Greenhouses Ltd., Surrey, B. C., Canadá).

dan continuar creciendo sin restricción de luz, permitiendo un crecimiento más lento y más grueso del tallo, así como un mayor desarrollo de las raíces. Cada planta es alimentada con una línea de riego por goteo. Después de un mes, se trasplantan a las planchas. La primera recogida tiene lugar a mediados de febrero y la última a mediados de noviembre, lo que permite iniciar el ciclo 10 días después. Con la introducción de nuevas variedades, como «Trust», ya no se requiere el procedimiento de injerto.

Para ahorrar en el número de planchas requeridas, se adoptó un sistema de entutorado especial. En lugar de las tres plantas convencionales, se pusieron sólo dos en cada plancha. Las planchas y las plantas estaban distanciadas de forma que hubiera una separación entre centros de 75 cm (30 pulgadas) dentro de las filas, y 45-50 cm (18-20 pulgadas) entre las filas. Esto es equivalente a 0,6 metros cuadrados (6 pies cuadrados) por planta, que se reduce al normal espaciamiento final de tomates de 0,3 metros cuadrados (3 pies cuadrados) por planta a mediados de abril, cuando hay más iluminación. La densidad de las plantas se incrementa dejando que cada planta forme dos brotes. A finales de febrero, se deja que una sexta parte de las plantas formen un segundo brote, permitiendo que se desarrolle un chupón sano (fig. 10.36). Este procedimiento se continúa durante un período de dos meses, de forma que para finales de abril todas las plantas tienen dos tallos y, por tanto, se dobla la densidad de las plantas.

Las plantas son sostenidas con cordel de polietileno de unos 20 pies (6 metros) de largo para cada planta. La cuerda se ata alrededor de unas bobinas que tienen dos gan- chos que cuelgan del soporte superior metálico. Las plantas entutoradas alcanzan 25 a





**Fig. 10.36.** Una planta de tomate con dos brotes. (Cortesía de Gipaanda Greenhouses Ltd., Surrey, B. C., Canadá).

30 pies (7,6 a 9 metros) a final de la estación. Las plantas se bajan desatando la cuerda de la bobina. Los tallos se enroscan alrededor de los extremos de cada bancada utilizando un tubo de plástico de 3 pulgadas de diámetro para prevenir roturas (fig. 10.37). Los tallos se extienden a lo largo de la parte superior de las planchas. Unos aros metálicos de 3/16 pulgadas de diámetro, colocados en las planchas, sostienen los tallos de las plantas (fig. 10.38).

Algunos cultivadores colocan postes en la parte superior de las planchas para sostener los tallos (fig. 10.39). Esto proporciona una mejor aireación de los tallos y reduce las enfermedades (fig. 10.40). También mantiene a los injertos por encima de los bloques de lana de roca, de forma que no enraícen en los bloques. Se coloca una cinta de plástico encima de los bloques, como se ha descrito antes, para prevenir el enraizamiento del injerto (fig. 10.37).

Gipaanda Greenhouses Ltd. ha comprobado que es importante la gestión del riego en la oxigenación de la plancha de lana de roca (Ryall, 1993). El último riego se hace 2 1/2 a 3 horas antes de la puesta del sol, para reducir la retención de la solución en las





**Fig. 10.37.** Los tallos de las plantas se doblan alrededor de un tubo de plástico de 3 pulgadas de diámetro en los extremos de las filas cuando las plantas se bajan.



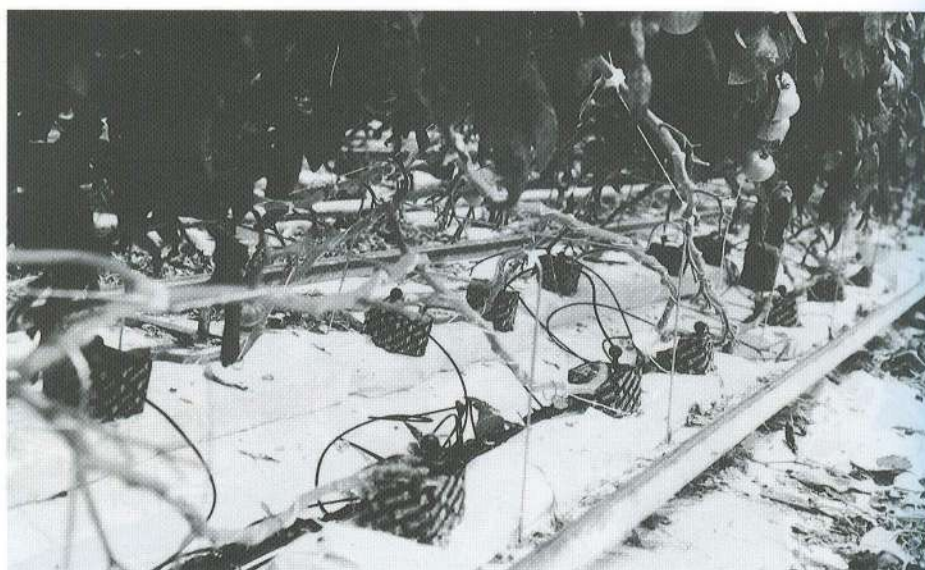
**Fig. 10.38.** Unos aros metálicos, colocados en las planchas de lana de roca, permiten que los tallos de la planta suban para mejorar la ventilación y reducir así las enfermedades fúngicas.

(Cortesía de Gipaanda Greenhouses Ltd., Surrey, B. C., Canadá).



**Fig. 10.39.** Se pueden colocar postes a lo largo de las planchas de lana de roca para elevar los tallos por encima del suelo. (Cortesía de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).





**Fig. 10.40.** Los aros metálicos elevan los tallos muy por encima del suelo, creando un buen intercambio de aire en la base de la planta. (Cortesía de Gipaanda Greenhouses Ltd., Surrey, B. C., Canadá).

planchas al 65 por 100 de su capacidad. Este secado de las planchas para crear un déficit de agua durante la noche permite una mejor oxigenación de las raíces. El crecimiento activo de las raíces se estimula por el déficit de agua durante la noche en las planchas. El primer riego se da unas 2 horas antes de la salida del sol. Los siguientes riegos son puestos en marcha por el ordenador, de acuerdo con la acumulación de luz. En un luminoso día de sol, se puede regar hasta 20 veces. En general, las planchas se riegan de forma que se filtre un 40 por 100 durante los ciclos de riego. Cuando la demanda de agua es fuerte, a mediodía, el exceso de drenaje se puede aumentar hasta el 60 por 100.

Los tomates se recogen en grandes cajones y se transportan a los pasillos en carros con ruedas que corren sobre las tuberías de calefacción (fig. 10.41). Todo el producto es clasificado, envasado y comercializado a través de B. C. Greenhouses Vegetables Growers Cooperative (B. C. Hothouse Foods, Inc.).

Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., tiene en cultivo 30 acres (12 hectáreas) de invernaderos, donde se cultivan tomates, pepinos y pimientos separadamente en tres secciones. Este invernadero es único en su uso de serrín como combustible para hacer funcionar las calderas que generan calor (fig. 10.42). Primeramente se usa un horno auxiliar de gas natural para generar dióxido de carbono, con el fin de enriquecer la atmósfera del invernadero. La refrigeración se hace por ventilación natural, a través de unos conductos de ventilación asistidos por unos aspersores aéreos que enfrían la superficie de cristal. El agua utilizada para rociar el techo se recoge en un depósito y se recicla después.

Un sistema abierto de cultivo en lana de roca, igual a los descritos anteriormente, se utiliza para cultivar tomates, pepinos y pimientos. La alimentación se hace mediante un sistema de riego por goteo, con un emisor en cada planta. Los niveles de conducti-

F  
y transp  
pasillo c  
un car  
cale  
Nurs



**Fig. 10.**  
combu





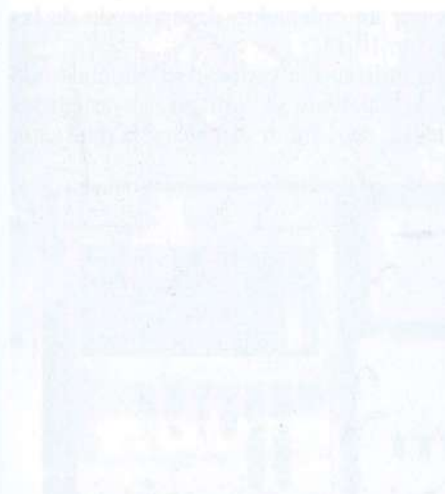
del suelo, creando un  
paanda Greenhouses

has para crear un défi-  
e las raíces. El creci-  
urante la noche en las  
del sol. Los siguientes  
la acumulación de luz.  
eneral, las planchas se  
s de riego. Cuando la  
puede aumentar hasta

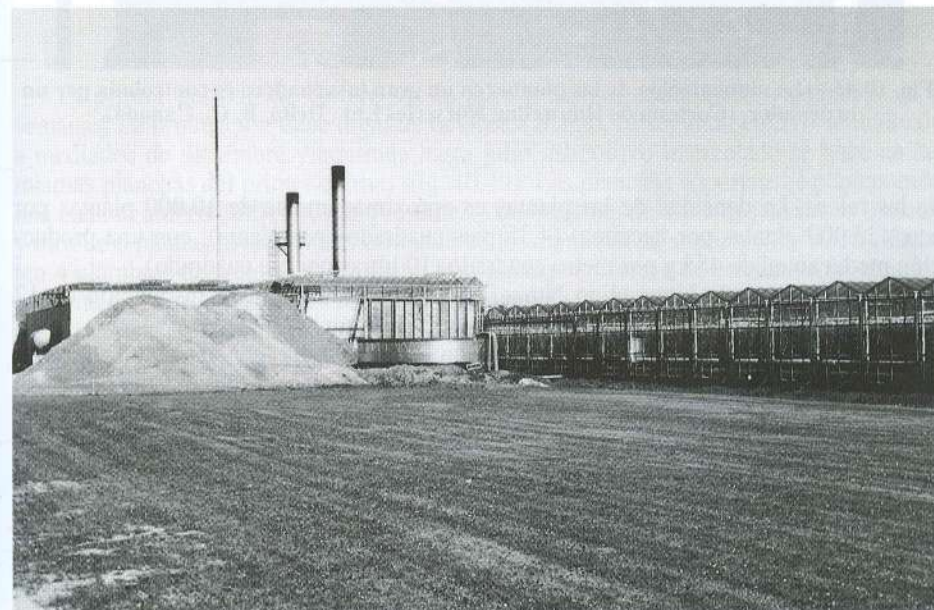
a los pasillos en carros  
(41). Todo el producto  
reenhouses Vegetables

acres (12 hectáreas) de  
aradamente en tres sec-  
ustible para hacer fun-  
e usa un horno auxiliar  
quecer la atmósfera del  
vés de unos conductos  
superficie de cristal. El  
cicla después.

escritos anteriormente,  
ación se hace mediante  
os niveles de conducti-



**Fig. 10.41.** Recogida de tomates  
y transporte a lo largo de la fila, hasta el  
pasillo central, en grandes cajones sobre  
un carro que corre por las tuberías de  
calefacción. (Cortesía de Houweling  
Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).



**Fig. 10.42.** Houweling Nurseries Ltd., un invernadero de 30 acres, utiliza serrín como  
combustible para sus calderas de agua caliente para calefacción. (Cortesía de Houweling  
Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).



vidad eléctrica (EC) y de pH son controlados por un ordenador, dependiendo de las diferentes condiciones de luz, calor y humedad (fig. 10.43).

Igual que Gipaanda Greenhouses Ltd., se ha utilizado la variedad «Belmondo» de tomate injertada en un portainjertos resistente. Actualmente se cultivan las variedades «Apollo» y «Trust», que no necesitan ser injertadas, pues son resistentes a la pudrición

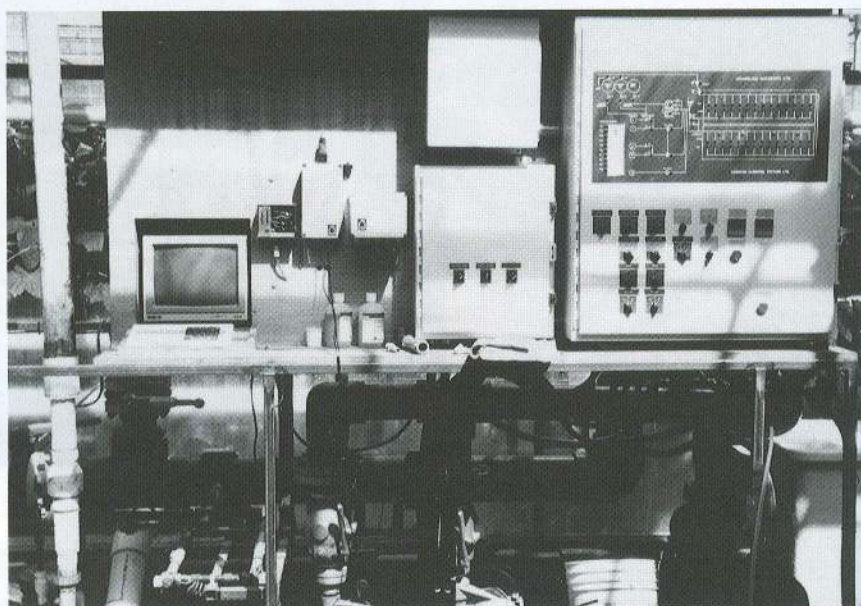


Fig. 10.43. La alimentación de las plantas en un gran invernadero es controlada por un ordenador. (Cortesía de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).

de las raíces. La densidad de las plantas es aproximadamente de 10.000 plantas por acre (25.000 plantas por hectárea) (4,35 pies cuadrados por planta), con una producción media anual de 48 kg por metro cuadrado (10 libras por pie cuadrado).

En 1994, cuando Houweling Nurseries construyó una nueva instalación de 12 acres (5 hectáreas), se cultivaron tomates en amplias planchas de lana de roca.

Estas están colocadas en un canal de aluminio, de forma que en el futuro la solución de nutrientes pueda ser reciclada (fig. 10.44). Se dispone de una máquina que forma el canal en longitudes continuas, iguales a los canalones caseros de aluminio (fig. 10.45). El canal drena en una tubería central de recogida de PVC, de 6 pulgadas de diámetro (15 cm) (fig. 10.46). En cada plancha se cultivan cinco plantas en agujeros alternos. Las plantas se guían en un sistema de cordón en «V», con una de cada dos plantas inclinándose en la misma dirección hacia el pasillo (fig. 10.47). Usando este método de entutorado y de cinco plantas por plancha, se puede reducir el coste de las planchas.

Bonita Nurseries, ubicada cerca de Wilcox, Arizona, tiene 40 acres (15 hectáreas) separadas en bloques de 10 acres (4 hectáreas) (fig. 10.48). Estos 40 acres albergan 420.000 plantas. Sus prácticas culturales y sus períodos de cultivo son algo diferentes de los de British Columbia y otras localidades del norte.



Fig. 10.44. que la solu

El pri  
semanas. L  
a mediado  
mismas pla  
una cuando  
y otro de 6  
ten 4 alam  
se forman  
mina la pu  
la base de  
tengan luz.

El seg  
a la cuarta  
junio. Los  
cuando est  
do, pues l  
momento.

Este c  
como Ariz  
Colorado,



...dor, dependiendo de las  
variedad «Belmondo» de  
e cultivan las variedades  
resistentes a la pudrición



...ero es controlada por un  
a, B. C., Canadá).

...te de 10.000 plantas por  
(planta), con una produc-  
...ie cuadrado).  
...nueva instalación de 12  
...de lana de roca.  
...que en el futuro la solu-  
...ne de una máquina que  
...caseros de aluminio (fig.  
.../C, de 6 pulgadas de diá-  
...plantas en agujeros alter-  
...n una de cada dos plantas  
...). Usando este método de  
...oste de las planchas.  
...e 40 acres (15 hectáreas)  
...Estos 40 acres albergan  
...cultivo son algo diferentes

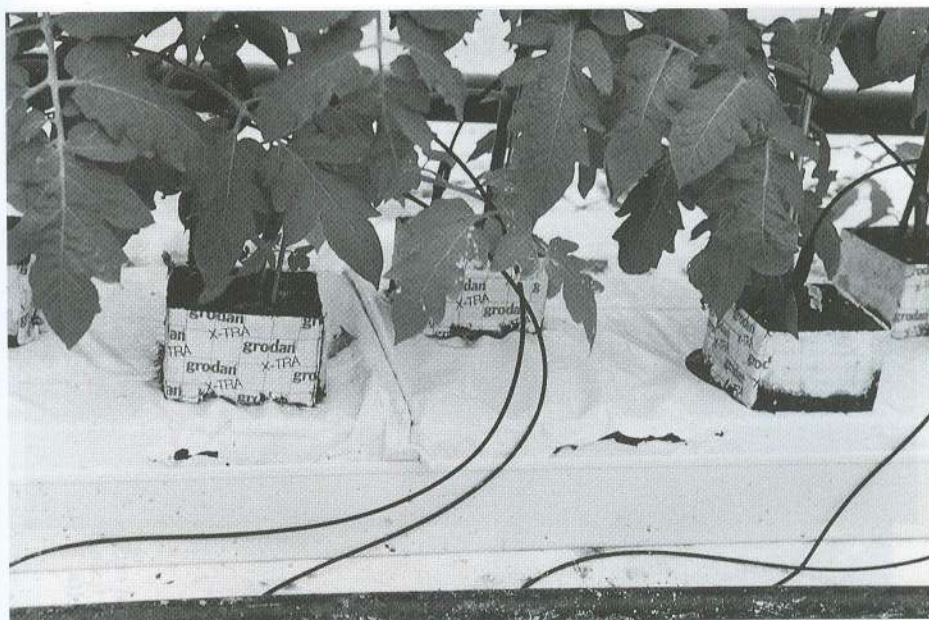


Fig. 10.44. Planchas con plantas de tomate colocadas en un canal de aluminio, de forma que la solución pueda ser reciclada. (Cortesía de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).

El primer período de cultivo va de julio a marzo, comprando trasplantes de 3 semanas. La producción tiene lugar de octubre a marzo. El segundo cultivo se intercala a mediados de diciembre y continúa hasta julio. El cultivo intercalado se hace en las mismas planchas del primer cultivo (fig. 10.49). Las planchas soportan 12 plantas cada una cuando ambos cultivos están presentes – un conjunto de 6 plantas viejas en un lado y otro de 6 plantas jóvenes en el otro lado de los alambres de soporte (fig. 10.50). Existen 4 alambres de soporte. Las plantas son guiadas en forma de cordón en V. Cuando se forman las primeras flores en el cultivo intercalado, el cultivo viejo se poda (se elimina la punta de crecimiento). Después de podar el cultivo viejo, se quitan las hojas en la base de la planta por encima del fruto en maduración para que las plantas jóvenes tengan luz. La variedad usada es Trust.

El segundo cultivo (cultivo intercalado) se poda aproximadamente desde la tercera a la cuarta semana de mayo, de forma que la producción continuará hasta finales de junio. Los invernaderos no tienen producción desde julio hasta finales de septiembre, cuando está madurando la nueva cosecha. El mercado es muy flojo durante ese período, pues hay mucha producción procedente de los invernaderos del norte en ese momento.

Este cultivo intercalado solamente es posible en áreas de luminosidad muy alta, como Arizona y Nuevo México. No se hace en los grandes invernaderos situados en Colorado, Nevada o California.



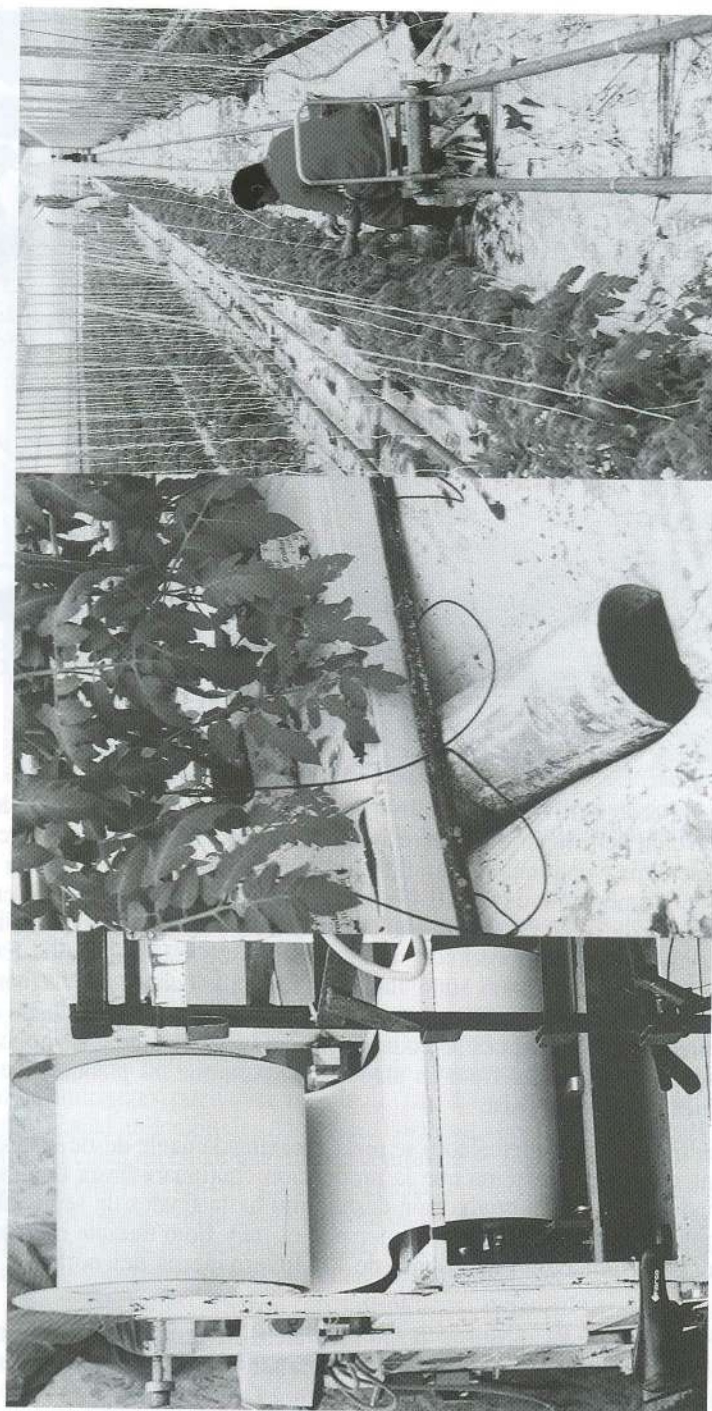


Fig. 10.45. Máquina que forma un canal continuo de aluminio. (Cortesía de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).

Fig.10.46. Una tubería central recoge la solución de los canales. (Cortesía de Houweling, Nurseries Ltd, Delta, B. C., Canadá).

Fig. 10.47. Entutorado en cordón en «V» de plantas de tomate. Obsérvese que se usan líneas individuales de planchas para formar líneas dobles de plantas. (Cortesía de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).



Fig. 10.47. Entutorado en cordón en «V» de plantas de tomate. Obsérvese que se usan líneas individuales de planchas para formar líneas dobles de plantas. (Cortésia de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).

Fig. 10.46. Una tubería central recoge la solución de los canales. (Cortésia de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).

Fig. 10.45. Máquina que forma un canal continuo de aluminio. (Cortésia de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).

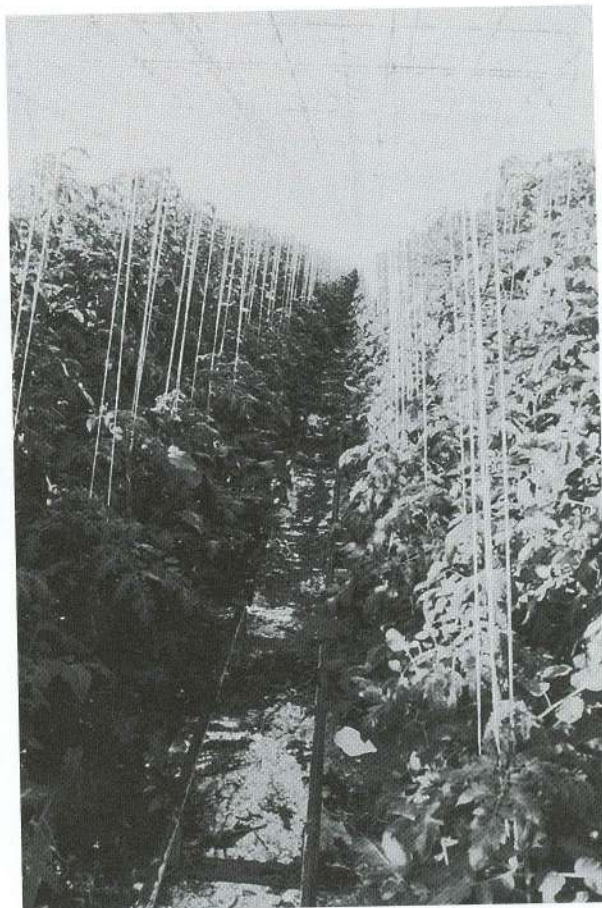


Fig. 10.48. Bonita Nurseries, Wilcox, Arizona, superficie de 40 acres.



Fig. 10.49. Cultivo intercalado de tomates.





**Fig. 10.50.** Soporte del cultivo intercalado de tomates.

Los racimos se podan para que tengan sólo 4 frutos por racimo. En 1997, su producción fue de 60 a 62 kg/m<sup>2</sup>. Con una densidad de 105.000 plantas por unidad de 10 acres de invernadero, esto es equivalente a 30 libras/planta por cosecha (dos cosechas/año).

Como la humedad relativa es muy baja en esta región de Arizona, no hay que ventilar los invernaderos demasiado rápidamente, lo que tendría por resultado una súbita bajada de la humedad relativa que perjudicaría a las plantas. Por esta razón, durante los meses de verano, desde abril a septiembre, los invernaderos de cristal se protegen contra el sol con cal, en vez de poner cortinas de sombra. Esta protección contra el sol se quita a finales de septiembre, cuando se ponen de nuevo las cortinas de sombra. La cal se aplica con una máquina especial que desprende chorros de agua mientras se mueve por los canales (fig. 10.51). También lava los techos del invernadero.

La razón por la que se dejan brotes chupones en las plantas es para conservar la humedad relativa en el invernadero. Wilcox Greenhouses, una instalación cercana de



7,5 acres (3 hectáreas) deja 2 hojas en los brotes chupones antes de cortar las puntas del cultivo. A algunas plantas les podan todos los chupones de esta forma, a otras les

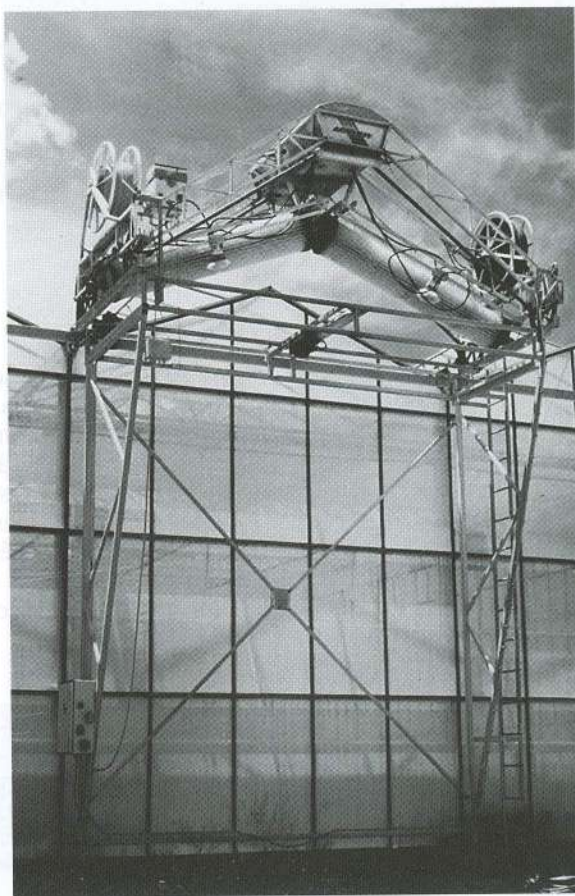


Fig. 10.51. Máquina para encalar y lavar los techos de los invernaderos.

dejan 2 a 3 chupones por planta guiados a dos hojas. El número que se deja de chupones depende de las características de crecimiento de la planta, estación y humedad relativa. Los brotes chupones retienen la humedad relativa en la cubierta del cultivo. La humedad relativa puede ser 75-80% dentro, mientras que solamente es el 8% fuera de los invernaderos. Se subraya que hay que tener sumo cuidado con la ventilación para evitar que se sequen las plantas. Cuando la planta desarrolla 3 hojas por semana, se quitan 3 hojas por planta y por semana. Durante el verano se dejan más hojas en la planta, y durante el invierno se quitan más hojas.

Tanto Bonita Nurseries como Wilcox Greenhouses utilizan un sistema hidropónico recirculante. Las planchas de lana de roca se colocan dentro de un canal semirrígido de



plástico que es más ancho que las planchas para proporcionar un buen drenaje. Las planchas se ponen encima de styrofoam de 1 pulgada de grosor, que produce aislamiento del suelo frío y eleva las planchas por encima del drenaje. La solución de retorno es esterilizada con radiación ultravioleta (UV).

Los invernaderos son de cristal y están fabricados en Holanda. Tienen 200 metros (unos 600 pies) de longitud (300 pies a cada lado del pasillo central) (fig. 10.52). La altura de los canales es de 4,5 metros, o sea unos 14 pies. Los invernaderos utilizan ventilación natural con respiraderos en cresta solamente (fig. 10.53). No se han utilizado respiraderos laterales, sistemas de refrigeración ni ventiladores de escape. Los altos canales ayudan a mantener el aire caliente por encima del cultivo y facilitan también el movimiento del aire por convección.

### 10.10. Pimientos en lana de roca

Los pimientos se propagan igual que los tomates. La semilla se siembra en cubos de lana de roca y las plántulas se trasplantan a bloques de lana de roca. Los pimientos requieren una temperatura de germinación más elevada que los tomates, variando generalmente entre 21° y 28°C (70° y 82°F). Como las temperaturas más altas son más costosas de conseguir, una temperatura adecuada para la mayoría de las condiciones es aproximadamente 24°C (75°F). La emergencia tiene lugar en 7 a 10 días.

El trasplante a los bloques de lana de roca se puede hacer después de 3 semanas (fig. 10.54), para arraigar en los bloques en 1 a 2 semanas (fig. 10.55). Las temperaturas de propagación pueden variar entre 18° y 23°C (65° y 73°F), llegando las temperatu-

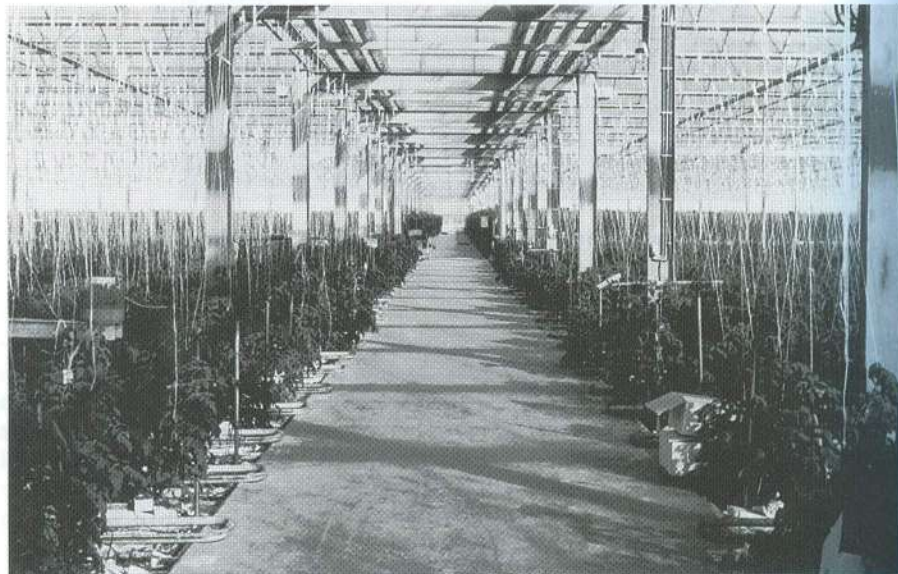


Fig. 10.52. Pasillo central del invernadero.



un buen drenaje. Las  
or, que produce aisla-  
e. La solución de retor-

da. Tienen 200 metros  
entral) (fig. 10.52). La  
invernaderos utilizan  
53). No se han utiliza-  
es de escape. Los altos  
o y facilitan también el

a se siembra en cubos  
de roca. Los pimientos  
los tomates, variando  
ras más altas son más  
a de las condiciones es  
10 días.  
después de 3 semanas  
10.55). Las temperatu-  
legando las temperatu-



**Fig. 10.53.** Los respiraderos en cresta proporcionan una ventilación natural.  
(Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).

ras diurnas hasta 25° C (77°F), según las condiciones de luz solar. Los pimientos son muy dependientes de la temperatura, requiriendo un régimen de temperaturas altas para producir un crecimiento vigoroso capaz de soportar una producción de gran peso. Como las temperaturas de las raíces son muy importantes, es mejor propagar las plantas en bancos de tablillas para proporcionar un buen movimiento del aire, especialmente en climas más septentrionales, donde las temperaturas ambientales son bajas durante la estación de propagación. Es ideal la calefacción por tuberías de agua caliente, por debajo de los bancos, permitiendo que el calor ascienda a través de las plantas.

La densidad de las plantas para la producción en invernadero se sitúa entre 8.000 y 10.000 plantas por acre (20.000 a 25.000 plantas por hectárea), que es igual que para los tomates. Se colocan tres plantas por plancha, con las planchas separadas dentro de las líneas, con una separación de 50 cm (19 pulgadas) para 8.000 plantas por acre, o de 36 cm (14 pulgadas) para 10.000 plantas por acre. Las líneas de planchas tienen una separa-



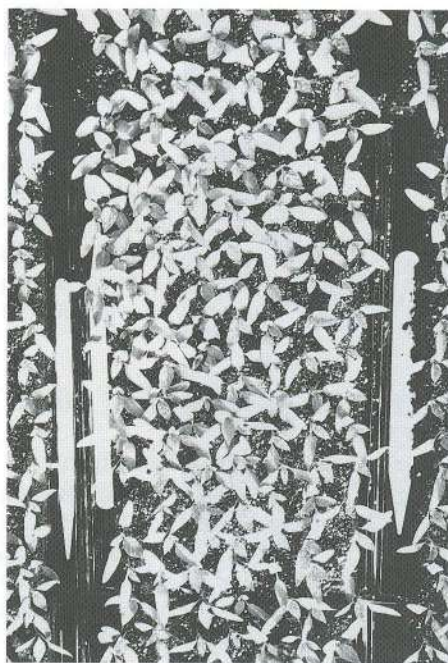


Fig. 10.54. Los pimientos se siembran en cubos de lana de roca y las plántulas se trasplantan a bloques de lana de roca después de 3 semanas. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

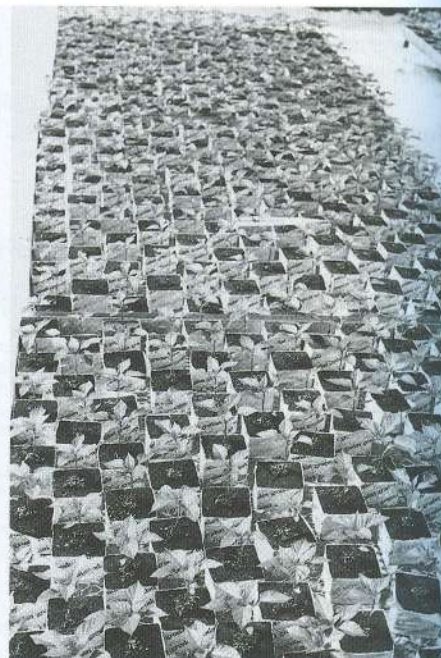


Fig. 10.55. Los pimientos trasplantados a bloques de lana de roca arraigan en varias semanas. Estas plantas tienen unas 5 semanas desde la siembra. (Cortesía de Environmental Farms, Dundee, Florida).

ción de 40-46 cm (16-18 pulgadas). Una vez que las plantas han enraizado bien en las planchas, y que el crecimiento de los brotes ha alcanzado 40 cm (16 pulgadas), se debe reducir el régimen de temperaturas a 18°-19°C (65°F) por la noche y 22°-23°C (72°F) por el día. Una cosecha vigorosa tolerará temperaturas diurnas de 30°C (86°F) con plena luz solar, pero las temperaturas de 35°C (95°F) o superiores son perjudiciales.

En la Columbia Británica, los agricultores siembran los pimientos el primero de octubre y los trasplantan a las planchas de lana de roca a primeros de diciembre, teniendo lugar la primera recogida a primeros de marzo (figs. 10.56 y 10.57). La recogida continúa hasta mediados de noviembre.

Se cultivan varias variedades de diversos colores (rojo, amarillo, naranja y púrpura). Houweling Nurseries Ltd. logra unos rendimientos anuales de 21 kg por metro cuadrado (4,3 libras por pie cuadrado), o unas 190.000 libras por acre.

Los pimientos se guían de forma que haya dos tallos por planta en una disposición de cordón en «V», soportado por cuerdas atadas a los alambres de la parte superior (figs. 10.58 y 10.59). Houweling Nurseries utiliza cuatro alambres a una altura de 10 pies (3 metros). Las plantas se cuidan mediante el uso de carros que se mueven sobre las tuberías de calefacción, como se ha descrito antes.





Los pimientos trasplantados a lana de roca arraigan en varias semanas. Estas plantas tienen unas 5 semanas de la siembra. (Cortesía de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).

Las plantas han enraizado bien en las plugs de lana de roca. A los 10 cm (4 pulgadas), se debe trasplantar a la noche y 22°-23°C (72°F) con días de 30°C (86°F) con noches inferiores son perjudiciales.

Los pimientos el primero de diciembre a primeros de diciembre, (Figs. 10.56 y 10.57). La reco-

lección, amarillo, naranja y púrpura. Los rendimientos anuales de 21 kg por metro cuadrado por acre.

Por planta en una disposición de 1 m x 1 m. Los alambres de la parte superior están a una altura de 10 metros sobre los carros que se mueven sobre



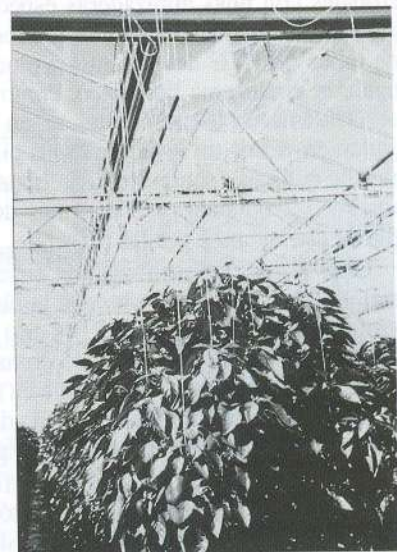
**Fig. 10.56.** Los cultivadores de pimiento de Columbia Británica empiezan la recogida a primeros de marzo. (Cortesía de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).



**Fig. 10.57.** Pimientos en lana de roca en la primera recogida. Obsérvese el entutorado de la planta en dos tallos. (Cortesía de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá)



**Fig. 10.58.** Los pimientos son guiados como dos tallos con un método de cordón en «V». (Cortesía de Gipaanda Greenhouses Ltd., Surrey, B. C., Canadá).



**Fig. 10.59.** Los pimientos son soportados por un cordel de plástico atado a cuatro alambres (dos soportan cada fila de plantas), colocados a unos 10 pies de altura. (Cortesía de Houweling Nurseries Ltd., Delta, B. C., Canadá).



Esta compañía envía toda su producción a Western Greenhouses Cooperative Association, que clasifica, envasa y comercializa el producto.

Después de cada cosecha no se esterilizan las planchas de lana de roca. En su lugar, la compañía las cambia para su uso en cosechas diferentes. Cada año se utilizan nuevas planchas en tomate. Las viejas planchas de las anteriores cosechas de tomate se usan para los pimientos, o bien las viejas planchas de los pepinos se usan para pimientos. De esta forma, se consiguen tres cosechas con las planchas durante tres años. En este período de tiempo, pueden existir algunos fallos estructurales en las planchas; por ejemplo, algunas de las planchas que han estado comprimidas se parten en dos.

### 10.11. Sistemas de recirculación en lana de roca

Con la creciente presión de la opinión pública sobre el medio ambiente y el agua como recurso natural, ha llegado a ser importante conservar el agua y minimizar cualquier evacuación de solución enriquecida con fertilizantes. En países como Holanda, con una alta densidad de población y una gran industria en invernaderos, que utiliza grandes cantidades de agua, es obligatoria la recirculación de las soluciones nutritivas en los sistemas hidropónicos. Una de las primeras formas de recirculación del cultivo en lana de roca es el uso de canales semirrígidos de plástico, en los que están contenidas las planchas de lana de roca. Existe un cierto número de fabricantes de estos canales. Algunos se pueden usar como sistemas NFT, así como con lana de roca. Estos canales vienen en rollos que cuando se despliegan forman un canal fijando los lados verticales con unas abrazaderas especiales. Los extremos se doblan y se grapan. Se ajusta un adaptador especial de la tubería de drenaje al extremo de retorno del canal. Los tubos de PVC devuelven la solución a la cisterna de nutrientes. Cada planta se riega con un sistema por goteo, como ya se ha descrito antes. La única diferencia es que la fuente de los nutrientes es un tanque de solución nutritiva de concentración regular, en vez de un inyector. Si las planchas no están cubiertas, habrá que empaparlas antes de cubrirlas con polietileno blanco. Es importante que el canal tenga aproximadamente 1/2 pulgada (1-2 cm) más de ancho que las planchas, para permitir que el agua de drenaje pase por las planchas.

Otro sistema de recirculación en cultivos de lana de roca (Ryall, 1993) utiliza un canal prefabricado más ancho que la plancha de lana de roca. Se coloca una plancha de styrofoam de 1-1,5 pulgadas (2,5-4 cm) de grueso bajo las planchas de lana de roca, para elevarlas por encima del agua de drenaje. Este método de recirculación del cultivo en lana de roca se utiliza especialmente en regiones áridas como Arizona. La mayoría de los invernaderos que utilizan este sistema de recirculación colocan styrofoam de 4 pulgadas de grosor entre la base del canal semirrígido y la plancha de lana de roca (fig. 10.60).

Esto elimina la necesidad de perfilar con exactitud el suelo situado por debajo, pues se forma un canal de drenaje próximo a las planchas (fig. 10.61). El styrofoam también aísla a las planchas de lana de roca de las fluctuaciones de temperatura. El polietileno negro forra el canal y cubre el styrofoam. Si se usa un canal prefabricado de plástico, solamente el styrofoam necesita ser envuelto con polietileno negro para protegerlo de la humedad. La parte superior de las planchas y el canal se cubren con polietileno blanco sobre negro. Una pendiente de 1/4 a 1/2 pulgadas (1-2 cm) es adecuada para el drenaje. Uno o dos agujeros en la envoltura de las plancha proporcionarán un



Greenhouses Cooperative

as de lana de roca. En su  
rentes. Cada año se utilizan  
iores cosechas de tomate se  
epinos se usan para pimien-  
nchas durante tres años. En  
turales en las planchas; por  
as se parten en dos.

ca

medio ambiente y el agua  
el agua y minimizar cual-  
En países como Holanda,  
n invernaderos, que utiliza  
de las soluciones nutritivas  
de recirculación del cultivo  
o, en los que están conteni-  
e fabricantes de estos cana-  
no con lana de roca. Estos  
un canal fijando los lados  
se doblan y se grapan. Se  
remo de retorno del canal.  
nutrientes. Cada planta se  
tes. La única diferencia es  
nutritiva de concentración  
ertas, habrá que empaparlas  
el canal tenga aproxima-  
chas, para permitir que el

ca (Ryall, 1993) utiliza un  
l. Se coloca una plancha de  
nchas de lana de roca, para  
recirculación del cultivo en  
Arizona. La mayoría de los  
un styrofoam de 4 pulgadas  
na de roca (fig. 10.60).

suelo situado por debajo,  
(fig. 10.61). El styrofoam  
ciones de temperatura. El  
a un canal prefabricado de  
polietileno negro para prote-  
anal se cubren con polieti-  
das (1-2 cm) es adecuada  
plancha proporcionarán un



Fig. 10.60. Colocación de styrofoam en un canal recirculante situado bajo las planchas. (Cortesía de Houweling Nurseries Oxnard, Inc., Camarillo, CA).

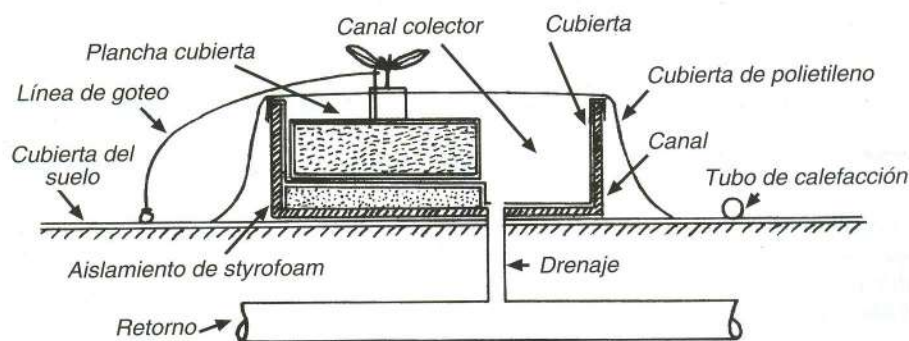


Fig. 10.61. Sistema propuesto de recirculación de un cultivo en lana de roca.

buen drenaje. El exceso de líquido de las planchas se drena verticalmente desde la base de las planchas hasta el canal de drenaje lateral. Esto permite una buena aireación de las planchas. La solución se recircula desde el canal de drenaje al tanque de nutrientes, a través de una tubería de drenaje de PVC, de 1 1/2 pulgadas, conectada a una tubería de recogida bajo el suelo de 4 pulgadas de diámetro. La solución se aporta a cada planta individualmente por medio de un sistema de riego por goteo.



Como Ryall predijo en 1993, los sistemas de lana de roca utilizan ahora una única línea de planchas, con 5 a 6 plantas por plancha, guiadas en forma de cordón en «V». Es una práctica corriente utilizar tres bloques dobles de lana de roca (una planta/bloque) en cada plancha, lo que hace un total de 6 plantas por plancha. Esto reduce enormemente los costes de las planchas de lana de roca, así como los costes de manejo durante la esterilización. Se puede colocar una envoltura de polietileno, de 2 milésimas de pulgada de grueso, alrededor de cada dos planchas, de forma que no pueda tener lugar la formación de mechas entre las planchas. Alternativamente, se puede solapar el polietileno blanco sobre negro en la parte superior de las planchas y sujetarlo con una cinta de empaquetar. Se levantan los pliegues entre las planchas para prevenir la formación de mechas de la solución (fig. 10.62). Aunque el volumen del medio de cultivo por planta se reduce, los anteriores métodos utilizados con sistema NFT, como se ha visto en el capítulo 6, indican que las raíces no requieren una plancha completa. Además, se pueden aplicar dos veces más góteros en cada plancha, aumentando la uniformidad de la humedad.

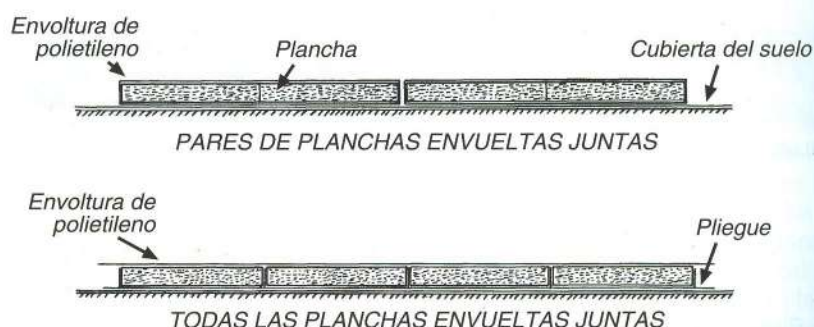


Fig. 10.62. La formación de mechas de solución entre las planchas de lana de roca se previene elevando los pliegues de la envoltura de polietileno entre las planchas.

La solución de retorno se recoge en una pequeña cisterna y se bombea después al tanque de nutrientes sobre el suelo. Las partículas grandes se quitan de la solución mediante un separador, seguido de un sistema de filtración (filtro de 100 espacios por pulgada lineal). La solución se esteriliza después, antes de que vuelva a entrar en el sistema de riego. La esterilización se puede hacer por varios métodos: tratamiento al calor, ozonización y radiación ultravioleta. Todos los sistemas de filtración, esterilización y bombeo se deben duplicar en caso de que haya fallos.

El volumen del tanque de nutrientes tiene que ser adecuado para un suministro a las plantas de al menos un día (aproximadamente 1 litro/pie cuadrado/día). El sistema de riego consistiría en un sistema inyector que funciona por un ordenador que controla el pH y la EC, la bomba, los filtros de arena y los emisores en las plantas. Un problema con los emisores es su obturación durante la estación de cultivo. Será de ayuda situar los emisores sobre los tubos laterales de polietileno, en lugar de en los extremos de las líneas de goteo. Alternativamente, se podrán usar microtubos sin emisores, como los utilizados en las macetas de plantas de interior. Algunos cultivadores limpian los emi-



utilizan ahora una única  
ma de cordón en «V».  
e roca (una planta/blo-  
cha. Esto reduce enor-  
los costes de manejo  
etileno, de 2 milésimas  
na que no pueda tener  
te, se puede solapar el  
tas y sujetarlo con una  
s para prevenir la for-  
n del medio de cultivo  
ema NFT, como se ha  
lancha completa. Ade-  
aumentando la unifor-

Cubierta del suelo



S

Pliegue



S

as de lana de roca se  
entre las planchas.

se bombea después al  
quitan de la solución  
o de 100 espacios por  
vuelva a entrar en el  
étodos: tratamiento al  
e filtración, esteriliza-

para un suministro a  
drado/día). El sistema  
ordenador que controla  
plantas. Un problema  
Será de ayuda situar  
en los extremos de las  
n emisores, como los  
ores limpian los emi-

sores obturados introduciendo aire a presión en ellos, eliminando los precipitados que haya dentro. Esto lleva su tiempo y las plantas pueden sufrir un estrés durante el período que transcurre hasta descubrir los emisores obstruidos.

Los análisis de nutrientes de las soluciones de alimentación y de drenaje proporcionan datos sobre los cuales se pueden basar los ajustes de la solución. Esto se puede hacer semanalmente. La solución de retorno tiene que ser diluida con agua para compensar la pérdida en volumen por la absorción de las plantas. Esto disminuye el nivel de EC y cambia el pH. El ordenador de control de pH y de EC añade soluciones stock y de ácido para llevar estos factores a un nivel programado. Sin embargo, como se vio en el capítulo 3, la conductividad eléctrica mide las sales totales disueltas, no los niveles de los iones individuales.

Es obligatorio el análisis de la solución nutritiva para posibilitar que los cultivadores introduzcan cambios en la composición de la solución nutritiva, con el fin de mantenerla dentro de los niveles óptimos.

## 10.12. Ventajas e inconvenientes del cultivo en lana de roca

### Ventajas

1. Al ser un sistema abierto hay menos posibilidades de que se difundan las enfermedades por todo el cultivo.
2. Aplicación uniforme de nutrientes a las plantas; cada planta se alimenta individualmente.
3. Al ser la lana de roca ligera de peso, se puede manipular fácilmente.
4. Es fácil proporcionar calor de fondo.
5. Se esteriliza fácilmente con vapor si el agricultor desea utilizarlo varias veces. Estructuralmente no se deshace hasta pasados tres o cuatro años.
6. Es posible la implantación rápida del siguiente cultivo con un coste mínimo de mano de obra.
7. Proporciona buena aireación radicular.
8. Hay menos riesgo de que se malogre el cultivo por rotura mecánica en el sistema que con el NFT.
9. Escasas crisis en el crecimiento tras el trasplante.
10. Con el empleo de bandejas de alvéolos, la siembra se puede mecanizar.
11. Requiere un menor coste de capital para equipos e instalaciones que la mayoría de los sistemas NFT.

### Inconvenientes

1. La lana de roca es relativamente cara en los países donde no se fabrica.
2. Se pueden producir acumulaciones de carbonatos y sodio en las planchas en regiones con alto contenido en sal en el agua de riego. En esas zonas será necesario un purificador de agua de ósmosis reversible.

En general, el cultivo en lana de roca ofrece muchos factores positivos en su uso rápidamente aceptado no sólo en el desarrollo de cultivos entutorados, sino también de flor cortada como rosas y plantas de interior. También se pueden utilizar como medio de propagación para hortalizas tales como lechugas, espinacas y otros cultivos de porte bajo.



## Referencias

- BIJL, JAAP.: Growing commercial vegetables in rockwool. *Proc. 11th Ann. Conf. on Hydroponics*, Hydroponic Society of America, Vancouver, B.C. Marzo 30 – Abril 1, 1990, pp. 18-24. 1990.
- HOCHMUTH, GEORGE J.: Production and economics of rockwool tomatoes in Florida. *Proc. 13th Ann. Conf. on Hydroponics*, Hydroponic Society of America, Orlando, Florida, Abril 9-12, 1992, pp. 40-46. 1992.
- MARLOW, D.H.: *Greenhouse crops in North America: A practical guide to stonewool culture*. Grodania A/S, Milton, Ont., Canadá, 121 p. 1993.
- RYALL, DAVID: Growing greenhouse vegetables in a recirculating rockwool system. *Proc. 14th Conf. on Hydroponics*, Hydroponic Society of America, Portland, Oregon, Abril 8-11, 1993, pp. 33-39. 1993.
- SMITH, DENNIS L.: *Peppers & Aubergines. Grower Guide No. 3*. 92 pp. London: Grower Books.
- . 1987. *Rokwool in Horticulture*. 153 pp. London: Grower Books. 1986.