

## 11

# Otros cultivos sin suelo

### 11.1. Introducción

Otros muchos cultivos sin suelo han sido utilizados con muy buenos resultados. Algunos de los medios utilizados han sido la turba, vermiculita, perlita, pumita y espuma plástica (styrofoam). A veces se utilizan sus mezclas en varias proporciones, siendo las pruebas con éstas las que determinarán las cantidades más convenientes a mezclar según las diversas plantas. Por ejemplo, plantas de flor en maceta, como crísanemos, poinsetias y lilas, así como las plantas subtropicales con hojas decorativas, crecen bien con una mezcla de turba-arena-pumita en proporción 2:1:2.

### 11.2. El medio de cultivo

#### 11.2.1. Turba

La turba consiste en vegetación acuática, pantanosa o de ciénaga parcialmente descompuesta. La composición de los diferentes depósitos de turba varía ampliamente, dependiendo de la vegetación original, estado de descomposición, contenido mineral y grado de acidificación (Lucas y otros, 1971; Patek, 1965).

De los tres tipos de turba; turba de musgo, de cañaveral y de humus, la primera es la menos descompuesta, y proviene de *Sphagnum*, *Eriophorum* y otros musgos, teniendo una alta capacidad de retención de humedad (diez veces su peso en seco), con acidez elevada (pH de 3,8 a 4,5) y conteniendo una pequeña cantidad de N (cerca de un 1 por 100), aunque con poco o nada de fósforo y potasio. La turba que proviene de otras clases de musgos se deshace con facilidad, comparada con la originada por el *Sphagnum*, siendo, pues, ésta preferible. Las turbas de cañaveral y otras plantas acuáticas también se descomponen rápidamente.

La turba de *Sphagnum* está formada por la deshidratación de residuos recientes o incluso partes vivas de plantas ácidas de pantanos del género *Sphagnum*, tales como

*S. papillosum*, *S. capillacium* y *S. palustre*. Es relativamente estéril, ligera en peso y tiene una elevada capacidad de retención de agua, siendo generalmente picada antes de utilizarla como medio de cultivo.

#### 11.2.2. Vermiculita

Es un mineral con la estructura de la mica, y se prepara expandido por calor en hornos a temperaturas cercanas a los 2.000 °F (1.093°C). El agua se convierte en vapor, separándose los estratos y formando trozos pequeños y porosos como esponjas, con la forma de una semilla. El calentamiento a tales temperaturas da lugar a una esterilización perfecta. Químicamente, la mica es un silicato hidratado de aluminio, magnesio y hierro. Al expandirse toma un peso muy ligero [6 a 10 libras por pie cúbico (96 a 160 kilos por metro cúbico)] con reacción neutra y buenas propiedades tampón, siendo insoluble en agua, si bien es capaz de absorber grandes cantidades de ésta (3 a 4 galones por pie cúbico [0,4 a 0,5 milímetros por centímetro cúbico]). Tiene una capacidad de intercambio de cationes relativamente alta y, por tanto, puede retener nutrientes en reserva e irlos cediendo posteriormente. Sus contenidos en magnesio y potasio, aunque bajos, son fácilmente disponibles por las plantas.

La vermiculita para horticultura se clasifica en cuatro tamaños: n.º 1, con partículas de 5 a 8 mm de diámetro; n.º 2, el tamaño más regular, de 2 a 3 mm; n.º 3, de 1 a 2 mm, y n.º 4, el más útil como medio de germinación, de 0,75 a 1 mm. La vermiculita expandida no debe someterse a presiones ni compactarse cuando está húmeda, puesto que se destruiría su estructura porosa.

#### 11.2.3. Perlita

La perlita es un material silíceo de origen volcánico extraído de los ríos de lava. El mineral recién sacado se muele y cierne, calentándose a continuación en hornos a unos 1.400° F (760°C), temperatura a la cual se evapora el poco de agua contenida en las partículas, expandiéndose éstas a otras más pequeñas con aspecto de semillas esponjosas muy ligeras, con peso de 5 a 8 libras por pie cúbico (80 a 128 kilos por metro cúbico). Las altas temperaturas del proceso nos dan un material estéril. En las aplicaciones hortícolas el tamaño de partículas más utilizado es el de 1/16 a 1/18 de pulgada (1,6 a 3,1 milímetros). La perlita absorbe de tres a cuatro veces su peso en agua, siendo esencialmente neutra con un pH de 6,0 a 8,0, aunque sin capacidad tampón; a diferencia de la vermiculita, no tiene capacidad de intercambio iónico y no contiene nutrientes minerales. Es más útil para incrementar la aireación de las mezclas, ya que tiene una estructura muy rígida que, mientras dura, da lugar a que el tamaño de las partículas vaya disminuyendo conforme éstas se parten con el uso. El tamaño más fino es útil como medio de terminación, mientras que las partículas mayores u hortícolas son las más apropiadas para mezclarlas con turba a partes iguales para bancadas de enraizamiento o a partes iguales con arena y turba para cultivo.

#### 11.2.4. Pumita

La pumita, al igual que la perlita, es un material silíceo de origen volcánico, pudiendo utilizarse después de molido y cernido sin necesidad de calentarse. Esencialmente, tiene las mismas propiedades de la perlita, aunque es más pesado y no absorbe tanta agua, puesto que no ha sido deshidratado. Se utiliza en mezclas de turba y arena para el cultivo de plantas en maceta.

### 11.2.5. Mezclas para cultivos sin suelo

La mayoría de las mezclas contienen alguna combinación de arena, turba, perlita, pumita y vermiculita. Las proporciones de utilización de cada una dependen del desarrollo de las plantas; algunas de las más útiles son:

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| 1. Turba: perlita: arena | 2:2:1 para plantas en maceta  |
| 2. Turba: perlita        | 1:1 para multiplicación de esquejes   |
| 3. Turba: arena          | 1:1 para multiplicación de esquejes y plantas en maceta   |
| 4. Turba: arena          | 1:3 para plantas en bancada y cultivos en contenedores en vivero  |
| 5. Turba: vermiculita    | 1:1 para propagación de esquejes  |
| 6. Turba: arena          | 3:1 peso ligero, excelente aireación, para macetas y cultivo en bancadas, propia para azaleas, gardenias y camelias que piden medio ácido |
| 7. Vermiculita: perlita  | 1:1 ligera, buena para propagación de esquejes  |
| 8. Turba: pumita: arena  | 2:2:1 para plantas en maceta  |

En general, la pumita puede sustituir a la perlita en la mayoría de las mezclas. Las mezclas más utilizadas son las UC de turba y arena fina y las «Cornell Peat-Lite». Las mezclas UC provienen de la California Agricultural Experiment Station, de Berkeley. Las UC varían desde solamente arena fina hasta sólo turba, aunque las más frecuentemente utilizadas contienen de un 25 a un 75 por 100 de arena fina, y de un 75 a un 25 por 100 de turba. Estas mezclas suelen utilizarse para plantas en maceta y cultivos en contenedores en vivero.

Las mezclas Peat-Lite las desarrollaron en la Universidad de Cornell, New York; con partes iguales de turba y vermiculita, habiéndose utilizado principalmente para germinación de semillas, trasplantes y cultivo en contenedores de plantas sembradas en primavera y anuales; algunos agricultores las han utilizado para el cultivo de tomates en bancadas en lugar de serrín.

Todos los minerales precisos deben añadirse a estas mezclas, algunos de ellos en el momento de efectuarlas. Las mezclas Peat-Lite son considerablemente más ligeras que las UC, puesto que la perlita y vermiculita son una décima parte menos pesadas que la arena fina. Las mezclas Peat-Lite están hechas con partes iguales de turba de *Sphagnum* y perlita hortícola o vermiculita n.º 2.

**Mezcla UC.** Los fertilizantes básicos que se recomiendan añadir para una mezcla UC de 50 por 100 de arena fina y 50 por 100 de turba son los siguientes (Matkin y Chandler, 1957).

Para cada yarda cúbica (0,7645 metros cúbicos) de la mezcla se añadirá:

- 2 1/2 libras (1,136 kg) de cuernos y cascos molidos (13 por 100 de nitrógeno),
- 4 onzas (113,4 g) de nitrato potásico,
- 4 onzas (113,4 g) de sulfato potásico,
- 2 1/2 libras (1,136 kg) de superfosfato simple,
- 7 1/2 libras (3,41 kg) de dolomita cálcica,
- 2 1/2 libras (1,136 kg) de carbonato cálcico.

## CULTIVOS HIDROPONICOS

La arena fina, turba y fertilizantes deberán mezclarse a la vez con cuidado, humedeciendo la turba antes de mezclarla. Conforme crecen los cultivos se les deberán dar nuevos aportes de nitrógeno y potasio.

*Mezclas Peat-Lite de Cornell.* A continuación se dan las instrucciones para tres mezclas Peat-Lite (Boodley y Sheldrake, 1964; Sheldrake y Boodley, 1965):

1. Mezcla de A de Peat-Lite [para 1 yarda cónica (0,7645 metros cúbicos)]:

11 bu (88 galones USA) (333 litros) turba de *Sphagnum*,  
11 bu (88 galones USA) (333 litros) vermiculita hortícola n.º 2,  
5 libras (2,27 kg) de piedra caliza,  
1 libra (0,4545 kg) de superfosfato (20 por 100),  
2 a 12 libras (0,909 a 5,4545 kg) de un abono 5-10-5.

2. Mezcla B de Peat-Lite:

Igual que la A, con excepción de que la perlita hortícola se sustituye por vermiculita.

3. Mezcla de C de Peat-Lite 4 para semilleros:

1 bu (8 galones USA) (30,3 litros) turba de *Sphagnum*,  
1 bu (8 galones USA) (30,3 litros) vermiculita hortícola n.º 4,  
1 1/2 onzas (42,5 g) nitrato amónico,  
1 1/2 onzas (42,5 g) superfosfato (20 por 100),  
7 1/2 onzas (212,6 g) dolomita cálcica.

Los materiales deberán mezclarse con cuidado, prestando especial atención al humedecimiento de la turba durante la mezcla. El añadir un agente humectante no iónico, como el Aqua-Gro [1 onza por cada 6 galones USA (28,35 gramos por 22,7 litros) de agua], al comienzo de la mezcla, ayudará a un humedecimiento uniforme de la turba.

*Fertilizante para la mezcla de turba de Sphagnum y vermiculita.* La Vineland Research Station de Ontario, Canadá (Sangster, 1974), utiliza una ligera modificación en los ingredientes para fertilizar a una mezcla de volúmenes iguales de turba de *Sphagnum* y vermiculita (50:50, turba:vermiculita) para una yarda cónica (0,7645 metros cúbicos):

|  |  |
|--|--|
| 1 3/4 6 - pies cúbicos (0,17 metros cúbicos)   | Turba de <i>Sphagnum</i>                 |
| de bala prensada.....                          | Vermiculita hortícola (n.º 2)            |
| 2 6 - pies cúbicos (0,17 metros cúbicos) ..... | Dolomita cálcica                         |
| 12 libras (5,45 kg).....                       | Sulfato cálcico (yeso)                   |
| 5 libras (2,273 kg).....                       | Nitrato cálcico                          |
| 1,5 libras (0,682 kg).....                     | Superfosfato (20 por 100)                |
| 2,5 libras (1,136 kg).....                     | Osmocote 18-6-12 (9 meses)               |
| 8-10 libras (3,64-4,54 kg) .....               | Elementos traza de fibra de vidrio (FTE) |
| 6 onzas (170 g).....                           | Hierro (Quelato, como NaFe, 138 ó 330)   |
| 1 onza (28,35 g) .....                         | Sulfato de magnesio                      |
| 0,5 libras (227 g) .....                       |  |

## OTROS CULTIVOS SIN SUELO

la vez con cuidado, humectantes cultivos se les deberán dar las instrucciones para tres (Boodley, 1965): [45 metros cúbicos]: *Sphagnum*, hortaliza n.º 2,

-5.

se sustituye por vermiculita, especial atención al humectante no iónico, como por 22,7 litros) de agua], al de la turba. La Vineland da una ligera modificación iguales de turba de *Sphagnum* cónica (0,7645 metros *Sphagnum* lita hortícola (n.º 2) cálcica álcico (yeso) álcico fato (20 por 100) te 18-6-12 (9 meses) os traza de fibra de vidrio Quelato, como NaFe, 138 de magnesio

El Osmocote 18-6-12 suministra una fuente continua de nitrógeno, fósforo y potasio durante el período de cultivo. El FTE 503 aporta lentamente hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y molibdeno.

La mezcla de los ingredientes con la turba puede efectuarse de diversas maneras. Se pueden mezclar pequeños volúmenes con una pala en un suelo de hormigón, en cuyo caso se deberá desinfectar primero el suelo con una mezcla de cinco partes de agua y una de Javex (5,25 por 100 de hipoclorito sódico). Para la mezcla se echarán los fertilizantes sobre el medio y se revolverá éste de un montón a otro varias veces con una pala. Un cubo grande de basura es también útil para la mezcla, introduciendo ésta en él, volcándolo en el suelo y volviendo a llenarlo varias veces.

Una mezcladora de hormigón será lo más indicado para grandes cantidades. A menudo, los horticultores a gran escala adquieren una unidad ya usada de un camión de transporte de cemento y, acoplándole un motor, una vez fijado, se obtiene una buena mezcladora, a la que desde diversas cintas transportadoras se le aportan los fertilizantes, apilando la mezcla final en la zona de invernaderos.

Si se utilizan bancadas forradas de plástico, la mezcla puede hacerse directamente en ellas, si bien ha de cuidarse de los utensilios a utilizar para no romper éste. En las empresas con gran superficie de invernaderos se recomienda el uso de hormigoneras para preparar la mezcla y luego con cinta transportadora la llevan de ésta directamente a las bancadas.

La turba seca suele ser difícil de humedecer; por tanto, se recomienda añadirle un mojante no iónico, del tipo del Aqua-Gro, a razón de 2 onzas (56,7 g) en 10 galones (37,85 litros) de agua para una yarda cúbica (0,7645 metros cúbicos) de mezcla. Los micronutrientes se disolverán en agua y ésta se esparce a continuación en la mezcla, o bien se añaden directamente a la mezcladora cuando se está preparando. Para 2 bushel (16 galones USA) (60,6 litros) de carga, los nutrientes pueden disolverse en un galón (3,785 litros) de agua caliente y añadírsela al medio antes de la mezcla.

### 11.2.6. Espumas sintéticas (Plastoponia)

En diversas partes del mundo se está estudiando en los últimos años el desarrollo de un medio completamente sintético en el cual la turba se reemplace total o parcialmente por una espuma sintética compuesta por urea-formaldehído, poliuretano o poliestireno.

Esta espuma puede producirse con proporciones variables de células vacías. El espesor de las paredes de las células y el tamaño de los poros puede ser variable, y afectarán la densidad de la espuma y su capacidad de retención de agua. Son excelentes en la aireación de los suelos y pueden almacenar gran cantidad de agua por unidad de volumen. Por ejemplo, 1 libra (454 gramos) de espuma de urea-formaldehído puede tomar 12 galones (45 litros) de agua. Las espumas son muy ligeras y cuando se utilizan como medio para plantas en maceta deben mezclarse con partículas inertes muy densas, como la arena.

Diversas mezclas de arenas y espuma han sido probadas con éxito en el cultivo de orquídeas, claveles, bulbos, numerosas plantas de adorno y tomates (Cook, 1971) habiendo sido utilizadas también con buenos resultados en las cajoneras para la propagación de esquejes.

### 11.2.7. Fibra de coco

Un substrato que se está haciendo cada vez más popular es la fibra de coco. Son cáscaras de coco trituradas con un molino de martillo hasta que tengan el tamaño de un grano de café. A los cocos no se le quitan las fibras, de forma que éstas aumentan su porosidad y proporcionan mejor aireación que la turba.

En los trópicos, los cocos se pueden comprar muy baratos y transportar en camiones en grandes cantidades. Sin embargo, ciertas compañías de América del Norte los comprimen hasta formar un ladrillo duro expandible. Añadiendo 5 quarters (5 litros) de agua a cada ladrillo de 20 onzas (567 gramos), éste se expandirá hasta aproximadamente 9 quarters (9 litros) en 15 minutos, consiguiéndose una textura esponjosa con un pH de 5-7-6,3. La mayor parte de la fibra de coco procede de Indonesia, pero en el futuro se podrían traer de América del Sur y México. La única precaución que hay que tener es comprobar su contenido en sal (cloruro sódico), especialmente si se compra fibra de coco en grandes cantidades de áreas costeras próximas al océano.

La fibra de coco se puede mezclar con perlita o vermiculitta en proporciones similares a las discutidas antes para la turba en mezclas Peat-Lite.

## 11.3. Hierbas hidropónicas

La demanda de hierbas frescas está aumentando en el mercado. Muchas de ellas se envasan ahora en bolsas de plástico tipo cierre de cremallera para conservarlas frescas. Algunas de las hierbas culinarias más corriente son: anís, albahaca, perifollo, cebollino, cilantro, eneldo, hinojo, fenogreco, orégano, menta, perejil, romero, salvia, ajedrea, estragón y tomillo. Muchas se cultivan en el campo a gran escala; sin embargo, algunas son particularmente adecuadas para el cultivo hidropónico en invernadero. Éstas incluyen: albahaca (italiana dulce, albahaca Thai, albahaca canela, albahaca limón, y albahaca púrpura/ópalos), perifollo, cebollino, eneldo baby, hinojo, orégano dulce, menta verde, salvia, ajedrea, estragón y tomillo.

Las hierbas se pueden cultivar en un cierto número de substratos sin suelo, como arena, mezclas Peat-Lite, cáscaras de arroz, fibra de coco, perlita, espuma, lana de roca y NFT. Pero muchas son sensibles a los niveles de humedad en su zona de raíces. A la albahaca, por ejemplo, no le conviene mucha humedad en su corona, el estragón requiere condiciones relativamente secas y la menta prefiere una cantidad de agua similar al berro.

### 11.3.1. Cultivo de hierbas en una mezcla «Peat-Lite»

California Watercress, Inc., de Fillmore, California, cultivó un cierto número de hierbas en un medio de cultivo de turba, que contenía el 60 por 100 de turba, el 15 por 100 de arena, el 15 por cien de corteza de abeto y el 10 por cien de perlita. Para estabilizar el pH entre 6,0 y 6,5, se añadió dolomita cálcica. Al medio se incorporó un agente humectante y una formulación para 9 meses de un fertilizante de liberación lenta. En este medio de cultivo se cultivaron con éxito menta, cebollino, tomillo, albahaca y orégano.

Se construyó aproximadamente un acre (0,4 hectáreas) de invernadero para cultivar estas hierbas hidropónicamente todo el año, pero se puso énfasis en la producción de

## OTROS CULTIVOS SIN SUELO

lar es la fibra de coco. Son que tengan el tamaño de un forma que éstas aumentan su atos y transportar en camiones de América del Norte losiendo 5 quarters (5 litros) de xpandirán hasta aproximadamen textura esponjosa con un de Indonesia, pero en el uica precaución que hay que especialmente si se compra mas al océano. ulitta en proporciones simi- mercado. Muchas de ellas se para conservarlas frescas. bahaca, perifollo, cebollino, ajil, romero, salvia, ajedrea, escala; sin embargo, algunas en invernadero. Estas incluyen la, albahaca limón, y alba- nojo, orégano dulce, menta substratos sin suelo, como perlita, espuma, lana de roca d en su zona de raíces. A la en su corona, el estragón e una cantidad de agua simi- cultivó un cierto número de por 100 de turba, el 15 por cien de perlita. Para esta- Al medio se incorporó un fertilizante de liberación lata, cebollino, tomillo, alba- de invernadero para cultivar énfasis en la producción de

invierno en los invernaderos. Las bancadas, de  $8 \times 155$  pies ( $2,4 \times 47$  m), se construyeron de bloques de cemento de  $8 \times 8 \times 16$  pulgadas ( $20 \times 20 \times 40,5$  cm) y paletas de  $4 \times 4$  pies ( $1,2 \times 1,2$  m) (fig. 11.1). Los laterales se formaron utilizando tableros de madera de  $1 \times 8$  pulgadas ( $2,5 \times 20$  cm) clavados a los bordes de las paletas. Esto proporcionó una profundidad de bancada de 5 pulgadas (13 cm). Las bancadas estaban forradas con tela metálica para gallinero y polietileno negro de 6 milésimas de pulgada (fig 11.2). Esta tela metálica impedia que el polietileno negro se combara entre los espacios de las partes superiores de la paleta. Se hicieron pequeñas hendiduras en la base de la cubierta de polietileno en centros de 16-18 pulgadas (40-46 cm), para permitir el adecuado drenaje. Esta cubierta se grapó a lo largo de los bordes superiores, laterales y base de las bancadas (fig. 11.3). Para asegurar los laterales de las bancadas, se clavaron unas abrazaderas cada 20 pies (6 metros) a todo lo largo de la bancada, antes de poner el medio de cultivo (fig. 11.4). El medio se humedeció antes de colocarlo en las bancadas.

El sistema de riego estaba compuesto por un inyector central, tuberías principales de PVC de 2 pulgadas de diámetro y tuberías secundarias de PVC de 1 pulgada, que suministraban los nutrientes a través de mangueras de goteo «T-tape» con una separación de 12 pulgadas (30,5 cm) (figs. 11.5 y 11.6). Dos tuberías, una enfrente de las bancadas y la otra en el centro, estaban conectadas con las líneas de goteo, de forma que cada conjunto cubría sólo la mitad de las bancadas (unos 75 pies) (23 m) (fig. 11.6). La manguera de goteo fue previamente perforada cada 12 pulgadas (30,5 cm) en toda su longitud. El sistema de riego se ponía en funcionamiento mediante dos programadores horarios. Los ciclos de riego fueron generalmente de uno cada 2-3 días durante 1 a 1 1/2 horas, dependiendo del estado de desarrollo de la planta y de las condiciones climáticas. La duración de cada ciclo fue lo suficientemente larga como para producir el lavado suficiente para eliminar cualquier formación de sal.

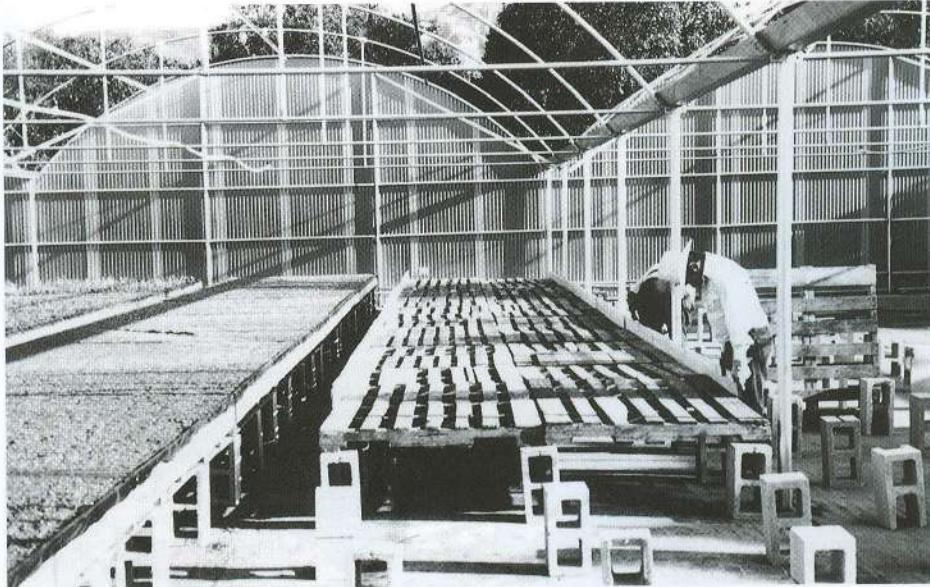


Fig. 11.1. Bancadas construidas con bloques de cemento y paletas. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).

CULTIVOS HIDROPONICOS

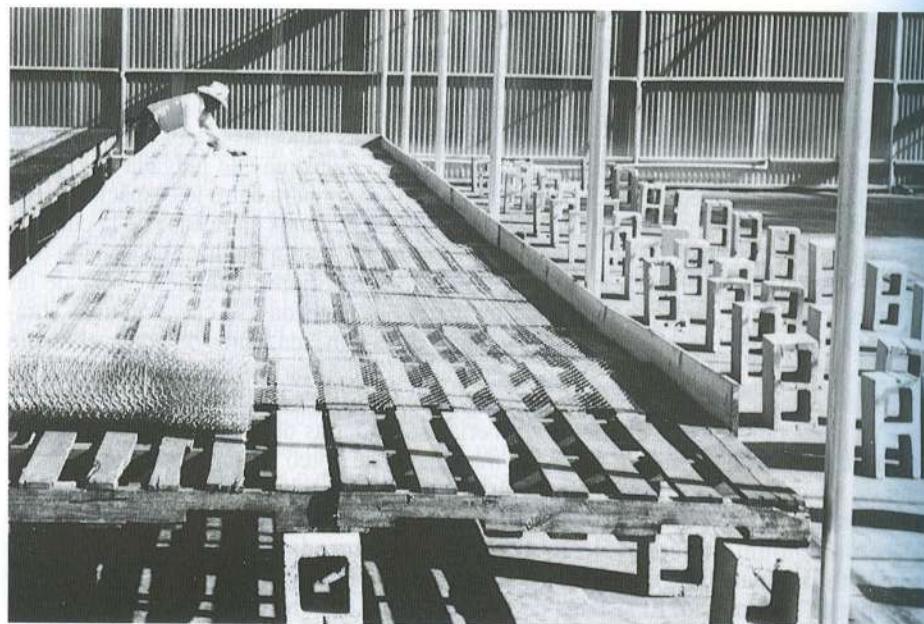


Fig. 11.2. Las bancadas se forran con tela metálica para gallinero, para sostener la cubierta de polietileno. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).



Fig. 11.3. La cubierta de polietileno negro se grapa a la bancada. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).

OTROS CULTIVOS SIN SUELO



Fig. 11.4. Colocación de un medio de cultivo «Peat-Lite» en la bancada finalizada. Obsérvense las bancadas en construcción a la izquierda. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).

ero, para sostener la  
Fillmore, California).



(Cortesía de California

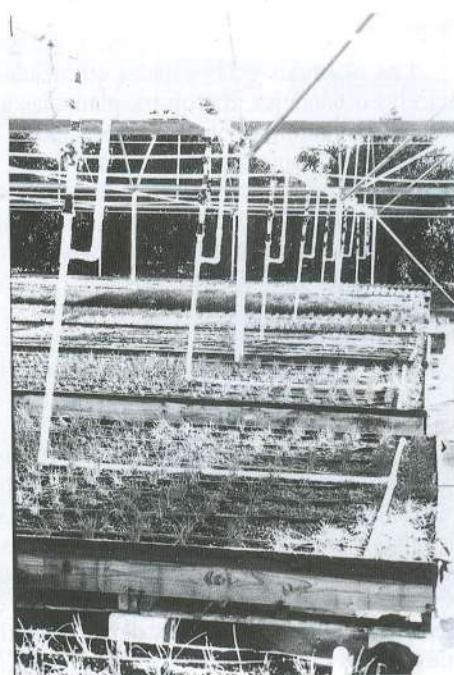


Fig. 11.5. Sistema de riego mostrando una tubería principal aérea de 2 pulgadas y tuberías secundarias de 1 pulgada en cada bancada, con ocho líneas de goteo «T-tape» que van a lo largo de todas las bancadas. Obsérvese la válvula solenoide en la línea de tuberías y la segunda línea, que es la tubería para la segunda mitad de cada bancada. (Cortesía de California Watercress Inc. Fillmore, California).



Fig. 11.6. Tubería de riego con líneas de goteo «T-tape», que van a lo largo de toda la bancada. En la bancada de en medio se plantaron cebollinos. (Cortesía de California Watercress Inc. Fillmore, California).

Las plántulas o las estacas enraizadas vegetativamente, cultivadas en pequeñas macetas o bandejas, fueron trasplantadas a las bancadas (fig. 11.7). En algunos casos, como para cebollino y menta, se separaron las plantas de campo y se lavaron las raíces antes del trasplante a las bancadas.

Se espera que, puesto que estas hierbas son perennes, las plantas puedan permanecer en las bancadas durante varios años, bajo cultivo continuo (figs. 11.8-11.11). Cuando necesiten ser colocadas de nuevo, se debe esterilizar el medio de cultivo al vapor, añadir algo de nuevo medio de cultivo y rastrillar las bancadas.

El mayor problema con este medio de cultivo es la acumulación de raíces. Después de más de dos años de cultivar las mismas plantas, se formó un sistema radicular compacto por todo el medio. Esto reducía la oxigenación, provocando la podredumbre de la raíz. Para prevenir esta podredumbre de raíz, se debe cambiar el cultivo cada año y esterilizar el medio.

Debido a la dureza del agua, que contiene más de 150 ppm de Ca como carbonato cálcico y más de 50 ppm de Mg como carbonato magnésico, se formaron costras en el medio de cultivo, especialmente cuando se utilizó un riego por aspersión aéreo. Con un sistema de riego por goteo se formaron menos costras. Sin embargo, se hizo necesario rastrillar periódicamente la superficie del substrato para mullirlo.

Aunque las hierbas crecieron bien en el substrato durante casi un año, eventualmente la formación de sales, debido a la dureza del agua, redujo la producción. Después de dos años se quitó el medio Peat-Lite y se substituyó por cáscara de arroz que

## OTROS CULTIVOS SIN SUELO



se van a lo largo de toda la s. (Cortesía de California i).

e, cultivadas en pequeñas g. 11.7). En algunos casos, mpo y se lavaron las raíces

as plantas puedan permane- o (figs. 11.8-11.11). Cuau- medio de cultivo al vapor, as.

umulación de raíces. Des- formó un sistema radicular provocando la podredumbre cambiar el cultivo cada año

ppm de Ca como carbonato se formaron costras en el or aspersión aéreo. Con un embargo, se hizo necesario irlo.

ante casi un año, eventual- redujo la producción. Des- por cáscara de arroz que



Fig. 11.7. Trasplante de plántulas de hierbas a una bancada con un medio de cultivo «Peat-Lite». (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).



Fig. 11.8. Cebollinos a los 15 días de haberse cortado en la bancada de la izquierda, y 12 días después del corte de la bancada, a la derecha. (Cortesía de California Watercress, Inc., Fillmore, California).

CULTIVOS HIDROPONICOS



Fig. 11.9. Menta a los 35 días del trasplante, lista para la primera cosecha. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).

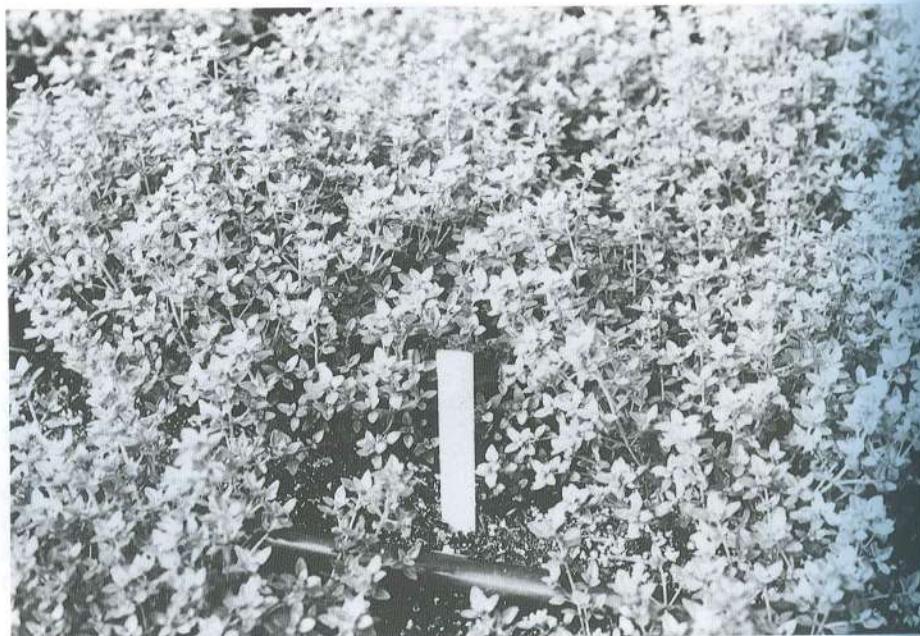


Fig. 11.10. Cultivo de tomillo inglés en un medio de «Peat-Lite». Obsérvese la línea de riego por goteo «T-tape». (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).

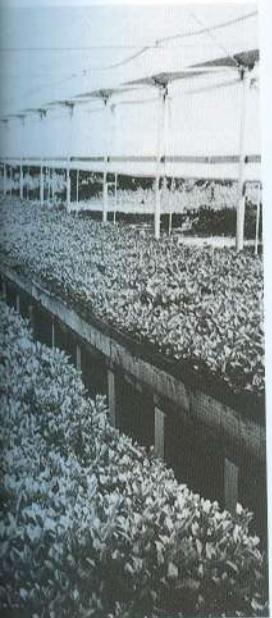


Figura 11.10. Primera cosecha. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).

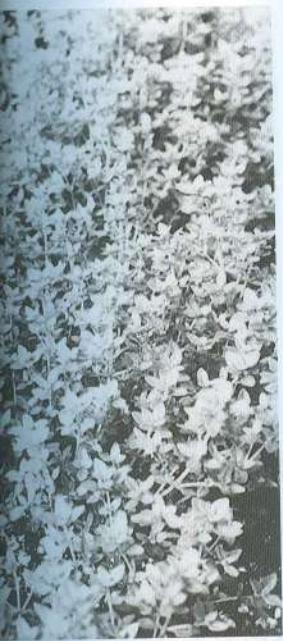


Figura 11.11. Obsérvese la línea de riego. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).

## OTROS CULTIVOS SIN SUELO



Fig. 11.11. Orégano listo para ser cosechado. El tubo en el centro de la bancada es la tubería que desde la línea aérea alimenta la mitad inferior de la bancada. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).

contenía aproximadamente un 15-20% de arena. Este medio se colocó encima del tejido capilar, lo cual facilitó la distribución lateral de la solución, pues las cáscaras de arroz tienen poca acción capilar.

### 11.3.2. Cultivo de hierbas en cáscaras de arroz

Como ya se ha dicho antes, el medio de cultivo Peat-Lite acumuló altos niveles de sales durante un período de dos años y, por tanto, tuvo que ser reemplazado. El medio Peat-Lite es relativamente caro en comparación con las cáscaras de arroz (30-35 dólares por yarda cúbica frente a 6 dólares por yarda cúbica).

A las bancadas se les dio una pendiente de 2 pulgadas (5 cm) en sentido transversal y después se forraron con polietileno negro de 10 milésimas de pulgada. Un tejido capilar, como se describe en el capítulo 6, se colocó sobre la lámina de polietileno negro para mover lateralmente el agua de riego, pues las cáscaras de arroz tienen poca acción capilar. El sistema se modificó para que fuera recirculante. En la parte inferior de las bancadas se instalaron canales de plástico o tuberías de PVC de 3 pulgadas para recoger la lixiviación (fig. 11.12). Para evitar que las cáscaras de arroz cayeran flotando al canal colector, se fijó una moldura lateral galvanizada y pintada en el borde inferior de la bancada próxima al canal (fig. 11.13). Las bancadas se llenaron con una mezcla de cáscara de arroz y arena (20% de arena) de 2 pulgadas (5 cm) de espesor (fig. 11.14).

Se modificó el existente sistema de riego por goteo utilizado con el medio Peat-Lite. En la parte alta de las bancadas se puso una tubería de polietileno negro de 3/4 de pulga-

CULTIVOS HIDROPONICOS



Fig. 11.12. Canales colectores de plástico en la parte inferior de las bancadas con menta recién trasplantada. (Cortesía de California Watercress, Inc., Fillmore, CA).

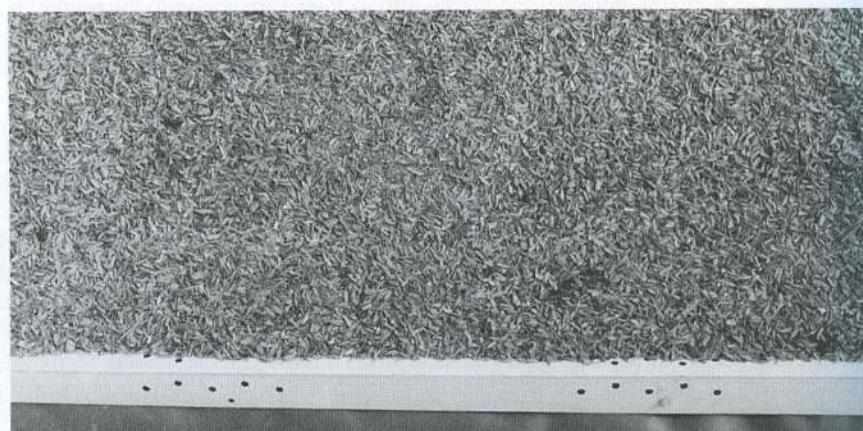


Fig. 11.13. Moldura próxima al canal. (Cortesía de California Watercress, Inc., Fillmore, CA).

## OTROS CULTIVOS SIN SUELO



Fig. 11.14. Substrato de cáscara de arroz y arena con canal colector en el centro.  
(Cortesía de California Watercress, Inc., Fillmore, CA).

da, con «Tes» de 1/4 de pulgada colocadas cada 2 pies (61 cm) a lo largo de toda su longitud (fig. 11.15). Esta tubería corría por los 25 pies (7,5 m) de ambos lados, desde una tubería de 1 pulgada con líneas verticales cada 50 pies (15 m) (fig. 11.16). Un controlador con una válvula solenoide en cada bancada programaba los ciclos de riego. La lixiviación recogida en el canal volvía a una cisterna de 2.500 galones (9.460 l) situada fuera del invernadero a través de una tubería de retorno de 3 pulgadas (fig. 11.17).

La mezcla de cáscara de arroz tiene que humedecerse bien antes de agregarla a las bancadas. Es útil un mezclador portátil de cemento, pero se puede mezclar bien a mano sobre una plancha de cemento o piezas de madera contrachapada. Si las cáscaras de arroz no se humedecen completamente antes de colocarlas en las bancadas, no retendrán uniformemente el agua, especialmente si las cáscaras de arroz son nuevas. Estas cáscaras contienen generalmente muchos embriones que germinarán en las bancadas cuando se aplique agua al substrato. Este desarrollo tipo hierba tiene que ser arrancado después a mano. Este problema puede reducirse mucho envejeciendo las cáscaras de arroz unos meses antes de usarlas. Hay que humedecer las cáscaras de arroz con aspersores aéreos durante varias semanas para que germinen las semillas. Después, hay que dejarlas que se sequen o aplicarles un herbicida (no persistente) para eliminar el crecimiento. Alternativamente, se pueden llenar las bancadas con el substrato de cáscara de arroz, regarlo hasta que germinen las semillas y después aplicar un herbicida no persistente, como «Roundup». Después de 7 a 10 días, se puede trasplantar.

La menta fue el principal cultivo. Es propagada vegetativamente mediante esquejes de brotes. Para ello se insertan los esquejes en bandejas de 200 celdas utilizando una hormona de enraizamiento y colocándolos en un medio grueso de Peat-Lite. Colocar las bandejas en una nave de propagación que tenga nebulización aérea.

CULTIVOS HIDROPONICOS



Fig. 11.15. Línea de goteo situada en la parte alta de la bancada. (Cortesía de California Watercress, Inc., Fillmore, CA).



Fig. 11.16. Tuberías de PVC y «Tes». Obsérvese el riego de la menta recién trasplantada. (Cortesía de California Watercress, Inc. Fillmore, CA).

## OTROS CULTIVOS SIN SUELO



a. (Cortesía de California Watercress, Inc., Fillmore, CA).



o de la menta recién cosechada. (Cortesía de California Watercress, Inc., Fillmore, CA).



Fig. 11.17. Cisterna de 2.500 galones con bomba a la derecha. (Cortesía de California Watercress, Inc., Fillmore, CA).

En 4 a 5 semanas los esquejes enraízan y están listos para el trasplante a las bancadas de cultivo (fig. 11.18), que se hace con un espaciamiento de  $3 \times 3$  pulgadas ( $7,5 \times 7,5$  cm), de forma que se establezca un cultivo completo en tres meses (fig. 11.19). La primera y segunda recolección (primero y segundo mes, respectivamente) producirán del 50 al 70% de las recolecciones totalmente maduras (fig. 11.20).



Fig. 11.18. Trasplante de menta vegetativamente propagada a la bancada de cultivo. (Cortesía de California Watercress, Inc., Fillmore, CA).



Fig. 11.19. Primera recolección después de dos meses. La menta se corta a mano utilizando un cuchillo. (Cortesía de California Watercress, Inc. Fillmore, CA).



Fig. 11.20. Menta completamente madura lista para la recolección 38 días después del segundo corte. (Cortesía de California Watercress, Inc. Fillmore, CA).

El cultivo de la menta, junto con el substrato de cáscara de arroz, necesita ser cambiado cada año para conseguir unos rendimientos altos. Esto se hace durante los meses de verano, cuando los precios son bajos. La función clave de las cáscaras de arroz es

## OTROS CULTIVOS SIN SUELO

mantener seca la superficie del tejido capilar subyacente para evitar que los mosquitos sciáridos, las algas y los caracoles infesten el substrato. Con la experiencia se ha visto que las cáscaras de arroz solas, sin adicionar arena, fueron mejores porque la arena se situaba en la base de las cáscaras de arroz y obstruía el flujo de riego por la bancada. Una profundidad algo mayor de las cáscaras de arroz, hasta 3 a 4 pulgadas (8 a 10 cm), sobre la parte superior del tejido capilar mejoró la aireación y eliminó los problemas de plagas de mosquitos y caracoles.

Con las cáscaras de arroz, la producción inicial de menta varió de 250 a 300 docenas de manojos por bancada de 1.200 pies cuadrados (111 metros cuadrados). Esta producción subió hasta 450 a 500 docenas de manojos por bancada durante su crecimiento óptimo.

Las hierbas se venden normalmente en docenas de manojos, que es una medida variable. El tamaño de los manojos está en función de la persona que los recolecta y la demanda del mercado. Cuando el mercado es escaso en oferta y buena calidad, los cultivadores pueden recolectar manojos de tamaño más pequeño, lo que se traduce en mayor número de manojos recolectados por pie lineal de bancada. En general, en el caso del tomillo, orégano, albahaca y menta, 1 docena de manojos es equivalente a 1 libra durante el verano, mientras que en invierno 2 docenas corresponden a una libra.

Debido a la variabilidad del tamaño de los manojos y a las correspondientes diferencias en peso, el mercado prefiere ahora usar medidas de peso. La tendencia actual es comercializar hierbas de alta calidad en un envase atractivo para la venta en supermercados. Las ventas a granel a los restaurantes debe hacerse en cajas con una envoltura de plástico que contenga 1 a 2 libras (454-900 gramos) del producto.

### 11.4. Cultivo de hierbas en espuma

El autor ha ensayado un cierto número de tipos de espumas de polímero Hypol, desarrolladas por W. R. Grace & Co. Estas espumas hidropónicas, tratadas con diferentes compuestos y que tienen diferentes densidades, fueron ensayadas con albahaca y menta. Entre las 40 bancadas que usan el sistema NFT descrito en el capítulo 6, sección 6.12, se preparó una bancada de 6 pulgadas por 12 pies ( $1.8 \times 3.6$  metros) para el ensayo con polímero de espuma. Esto proporcionó información sobre el uso de la espuma como substrato en la producción comercial en invernadero.

Se trasplantó albahaca de cinco semanas, con una separación de 6 pulgadas (15 cm), a las bancadas de ensayo de la espuma y a las bancadas NFT de tejido capilar. Aunque la espuma tenía una alta acción capilar, su espesor de 2 pulgadas (5 cm) no permitía una adecuada humectación para llegar a algunos de los trasplantes situados a lo largo de los bordes de la bancada. Como resultado de ello, estas plantas periféricas se retrasaron en su enraizamiento (figs. 11.21 y 11.22). Al regarlas por encima una vez al día, se mejoró su enraizamiento en la espuma.

Una vez que las plantas arraigaron, produjeron rendimientos mayores que las plantas de control en el tejido capilar (fig. 11.23). La espuma protegía a las coronas de la albahaca de la humedad en el fondo de las bancadas, mientras que las plantas de control sufrieron podredumbres en sus coronas, debido a la presencia de la solución en las proximidades de sus bases (fig. 11.24). A la albahaca no le conviene una excesiva humedad en la base de la planta, y por tanto, a plazo más largo, la espuma produjo plantas más sanas que el tejido capilar.



La hierba se corta a mano  
(en Fillmore, CA).



En 38 días después del  
(en Fillmore, CA).

El arroz, necesita ser cam-  
biado durante los meses  
as cáscaras de arroz es

CULTIVOS HIDROPONICOS



Fig. 11.21. Cultivo de albahaca en un medio de espuma de un sistema NFT, 25 días después del trasplante. Obsérvese el retraso de las plantas a la izquierda, debido a la falta de movimiento lateral de la solución en la espuma. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).



Fig. 11.22. Cultivo de albahaca en un sistema NFT de tejido capilar, 25 días después del trasplante. Compárese esta foto con la anterior, y obsérvese que inicialmente la albahaca en el tejido capilar creció más deprisa y más uniformemente que en la espuma. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).

OTROS CULTIVOS SIN SUELO



en un sistema NFT, 25 días  
después de la cosecha.  
En la izquierda, debido a la falta  
de California Watercress



capilar, 25 días después del  
que inicialmente la albahaca  
crece en la espuma. (Cortesía  
de California Watercress).



Fig. 11.23. Albahaca en un sistema NFT de espuma, 19 días después de la primera cosecha. Las plantas son ahora más uniformes en crecimiento que antes. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).



Fig. 11.24. Albahaca en un sistema NFT de tejido capilar, 19 días después de la primera cosecha. Obsérvese la presencia de podredumbre de la corona. (Cortesía de California Watercress Inc., Fillmore, California).