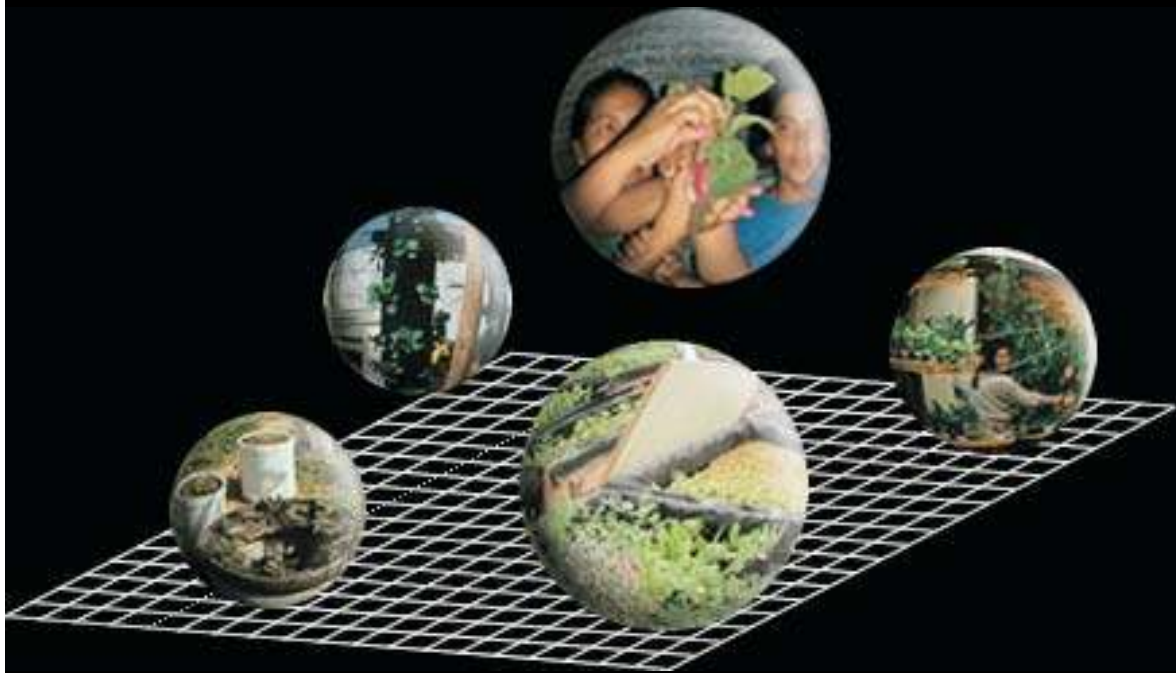


# La Huerta Hidropónica Popular

*Curso Audiovisual*



- 2003 -

**ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION**

**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO**

**MANUAL TECNICO**

# **LA HUERTA HIDROPONICA POPULAR**

Curso Audiovisual

César Marulanda  
Consultor FAO

Juan Izquierdo  
Oficial Regional de Producción Vegetal, FAO

**OFICINA REGIONAL DE LA FAO  
PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

3ª. Edición ampliada y revisada  
Santiago, Chile

2003

- 1ª. Edición, 1994  
2ª. Edición revisada, 1997  
3ª. Edición ampliada y revisada, 2003

---

La información, denominaciones y puntos de vista que aparecen en este libro no constituyen la expresión de ningún tipo de opinión de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ni del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con respecto a la situación legal de cualquier país, territorio, ciudad o área, o de sus autoridades, o en lo concerniente a la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de empresas específicas, marcas de productos o ciertas compañías manufactureras, no implica que ellas estén siendo recomendadas por la FAO, por sobre otras de la misma naturaleza y características, que no aparezcan indicadas en el texto.

La Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe autoriza la reproducción fiel del contenido total o parcial de este libro, siempre que se haga sin fines comerciales y se mencione la fuente del documento. Se agradecerá enviar a esta Oficina Regional un ejemplar del material reproducido.

Se agradece la colaboración de la Dra. Gilda Carrasco y de estudiantes de la Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Chile, en la conducción de experimentación en nutrición vegetal en hidroponía popular. Ello ha permitido la validación y modificación de la solución nutritiva HHP recomendada en la primera edición de 1993. La fórmula (HHP1) está indicada en la sección 6 de este manual. La constante colaboración del Dr. Sc. Juan Figueroa en apoyo del desarrollo de la hidroponía popular en Chile es reconocida.

---

# INDICE

	Página
PROLOGO	6
1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	8
2. MANUAL TECNICO DEL CURSO AUDIOVISUAL: "LA HUERTA HIDROPONICA POPULAR (HHP)"	17
CLASE 1: Localización e instalación de una huerta hidropónica	17
CLASE 2: Recipientes y contenedores	27
CLASE 3: Sustratos o medios de cultivo	46
CLASE 4: Preparación, siembra y manejo de almácigos	51
CLASE 5: Métodos para hacer hidroponía popular	59
CLASE 6: Nutrición de las plantas	74
CLASE 7: Manejo y control de plagas	95
CLASE 8: Costos y rentabilidad de la Huerta Hidropónica Popular	105

**ANEXOS**

ANEXO I.	Productividad en Cultivos Hidropónicos	112
ANEXO II.	Capacidad de Retención de Agua	113
ANEXO III.	Densidad de Diferentes Sustratos	114
ANEXO IV.	Características, Ventajas y Propiedades Físico-químicas de la Cascarilla de Arroz	115
ANEXO V.	Especies de Siembra Directa en Huertas Hidropónicas Populares (HHP): Períodos de tiempo transcurridos entre fases y profundidad de siembra	117
ANEXO VI.	Especies que se Siembran por el Sistema de Trasplante en HHP: Número de semillas por gramo, distancias y profundidad de siembra en el germinador	119
ANEXO VII.	Especies que se Siembran por el Sistema de Trasplante en HHP: Períodos de tiempo transcurridos entre fases	121
ANEXO VIII.	Especies de Siembra Directa en HHP: Distancias de siembra recomendadas	123
ANEXO IX.	Especies que se siembran por el Sistema de Trasplante en HHP: Distancias de trasplante	125
ANEXO X.	Especies de Siembra Directa en HHP: Calendario de épocas de siembra para Chile	127

ANEXO XI.	Especies que se Siembran por el Sistema de Trasplante en HHP: Calendario de épocas de siembra para Chile	129
ANEXO XII.	Plantas Aromáticas y Medicinales que se Pueden Producir Mediante el Sistema de Hidroponía Popular	130

## PROLOGO

La tendencia a la mega-urbanización de las ciudades de América Latina y el Caribe, asociada a los problemas de pobreza y marginalización socioeconómica de sus suburbios, está vinculada a las graves limitantes que afectan el desarrollo rural de los países de la Región. El poblador rural o el suburbano con escasos recursos, bajos ingresos, incertidumbre laboral y un cada vez más limitado acceso a las fuentes de alimentos, requiere un esfuerzo muy especial de los gobiernos, instituciones y agencias, y de toda la Región en forma global.

El desarrollo y la apropiación de tecnologías es parte de uno de los mandatos recibidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. A través de este proceso, que incluye capacitación y transferencia de tecnologías aptas para las condiciones socioeconómicas de los países, se intenta promover el desarrollo de herramientas que permitan mejorar las condiciones de vida, e incrementar el ingreso y la alimentación de sus pobladores.

En este sentido, la hidroponía popular está comenzando a consolidarse en la Región como una opción imaginativa en la lucha contra la pobreza. En muchos países constituye parte de la base de programas nacionales; en otros se encuentra todavía en proceso de desarrollo. Representa, sin lugar a dudas, una opción en la mejora del ingreso y de la calidad de vida, que maximiza los componentes de la información, a la vez que reduce a un mínimo el de inversión, ofreciendo una alternativa sostenible de desarrollo.

La hidroponía popular fue probada a través del Proyecto Regional para la Superación de la Pobreza en América Latina y el Caribe (RLA/86/004), desarrollado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en distintos países de la Región. La Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe ha tomado la iniciativa, conjuntamente con la Oficina del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en Santiago de Chile, de unir esfuerzos e iniciar una actividad integrada con la finalidad de difundir esta tecnología.

Para tal efecto se preparó una unidad audiovisual pedagógica y un

manual técnico complementario para ser puestos a disposición de los programas nacionales, instituciones no gubernamentales, organizaciones religiosas, organizaciones de beneficencia y otras instituciones que quieran promover, aplicar, y fundamentalmente transformar y potenciar, el desarrollo de microempresas de producción de hortalizas frescas, sanas y abundantes.

El presente manual da seguimiento a una publicación de la FAO preparada por la División de Producción y Protección Vegetal de la Sede en Roma, publicada en 1990, sobre cultivo sin tierra para la producción hortícola. Dicho documento, de elevado nivel técnico, conjuntamente con otros producidos por el Proyecto del PNUD antes mencionado sirvieron de base para la preparación del video y del manual.

La hidroponía popular ha demostrado ser una opción casi única en su enfoque, a través del cual se puede hacer productivo el tiempo disponible de las amas de casa y de los niños de los sectores populares, que muchas veces permanecen la mayor parte del tiempo en su vivienda. La capacidad de cultivar productos hortícolas casi perfectos, que demuestran ser competitivos y sanos en los mercados más exclusivos, no solamente mejora la autoestima de los hidrocultores, sino que les permite acceder a formas de organización y de gestión (microempresas) que generan procesos culturales de promoción personal y de superación de la pobreza. Este enfoque ha sido desde siempre una preocupación fundamental de nuestra Organización.

Rafael Moreno R.  
Subdirector General  
Representante Regional para América  
Latina y el Caribe



## 1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

La Hidroponía Popular o "Cultivo Sin Tierra" permite, con reducido consumo de agua y pequeños trabajos físicos pero con mucha dedicación y constancia, producir hortalizas frescas, sanas y abundantes en pequeños espacios de las viviendas, aprovechando en muchas ocasiones elementos desechados, que de no ser utilizados causarían contaminación. La Hidroponía Popular puede ser denominada una tecnología de desecho y de lo pequeño.

Con esta tecnología de agricultura urbana se aprovecha productivamente parte del tiempo libre del que siempre disponen algunos miembros de la familia y que, por lo general, es desaprovechado en actividades que poco contribuyen al desarrollo y la proyección del núcleo familiar. Las productividades potenciales de los cultivos hidropónicos, cuando son realizados en condiciones tecnológicas óptimas, son superiores a las obtenidas mediante el sistema tradicional de cultivo hortícola (Anexo I).

Los objetivos más importantes de la Huerta Hidropónica Popular (HHP) son los siguientes:

1. Mejorar la cantidad y la calidad de la alimentación familiar, sin aumentar los costos.
2. Fortalecer la economía familiar, generando ingresos y disminuyendo los costos de la canasta básica de alimentos.
3. Crear fuentes de trabajo en las ciudades o en sectores donde no hay fácil acceso a un empleo estable.
4. Generar y promover actitudes positivas hacia la autogestión comunitaria.
5. Fomentar la microempresa, iniciándola por medio del aprovechamiento del tiempo libre de algunos miembros de la familia.
6. Dar a personas de avanzada edad o con limitaciones físicas y mentales, la posibilidad de sentirse útiles y valiosas para su familia, para la comunidad y para sí mismas.
7. Inducir en los niños un interés precoz por las actividades productivas a nivel familiar y por el trabajo conjunto en el lugar mismo donde se desarrollan.

El objetivo del Curso Audiovisual es poner a disposición de los usuarios, capacitadores y destinatarios finales, la tecnología apropiada de la hidroponía popular, conducente a la promoción y formación de microempresas hortícolas en zonas suburbanas y rurales con características sociales y económicas de pobreza y marginalización.

El **Manual Técnico** "La Huerta Hidropónica Popular" complementa dicha información y es parte del paquete tecnológico provisto a través del Curso Audiovisual de auto instrucción (video): "Huertas Hidropónicas Populares", preparado por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (FAO/RLAC) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Juan Izquierdo  
Oficial Principal de Producción Vegetal  
Oficina Regional de la FAO para  
América Latina y Caribe



1.a



1.b



1.c



1.d

### FOTO 1

a - cultivo hidropónico en caña de bambú; b - albahaca en canal profundo, gravilla; c - recinto penitenciario, Taltal; d - grupo de monitores y madres

Las huertas hidropónicas populares (HHP) permiten utilizar cualquier espacio y material, por pequeños e inútiles que parezcan. Lo más importante es la voluntad, la dedicación y el deseo de participar constantemente en el propio desarrollo, en el progreso familiar y/o social.



2.a



2.b



2.c

## FOTO 2

a - productos cosechados; b - berros producidos en el sistema de raíz flotante; c – lechuga, raíz flotante, baja densidad

La diversidad, calidad y alta productividad son las características sobresalientes de los productos obtenidos en las HHP (foto 2a) desarrolladas hasta el momento en los sectores suburbanos y rurales de varios países de América Latina y el Caribe a través de distintas tecnologías (fotos 2 b y 2 c).



3.a



3.b



3.c



3.d

### FOTO 3

a - venta de hortalizas en la calle; b - realidad de las ventas callejeras de alimentos; c y d - venta de alimentos en la calle

El producto obtenido por HHP disminuye los riesgos para la salud humana de consumir hortalizas producidas en condiciones de cultivo y de manejo poscosecha con deficiencias de higiene.



4.a



4.b



4.c

#### FOTO 4

a - autoinstrucción con apoyo de monitores; b - mujeres festejando el “primer” rabanito; c – actividad de capacitación, proyecto FAO-INNFA, Ecuador

Aunque el curso “La Huerta Hidropónica Popular” es de auto-instrucción y aporta todos los elementos técnicos necesarios para una exitosa localización y conducción de una HHP, en las fases iniciales se necesita del apoyo de técnicos o personas capacitadas. Estas deben desarrollar con los destinatarios un profundo compromiso social y deben experimentar el deseo de contribuir a la mejora de las condiciones de vida de importantes sectores marginados del suburbio y del campo.



**FOTO 5**

Con el sistema HHP se obtiene uniformidad y alta calidad de los productos.





6.a



6.b



6.c

### FOTO 6

a - niñez en extrema pobreza; b - niños en la escuela; c - niños

La niñez es el sector más golpeado por las condiciones de extrema pobreza. La HHP puede contribuir a mejorar la calidad de su alimentación.



## 2. MANUAL TECNICO DEL CURSO AUDIOVISUAL "HUERTAS HIDROPONICAS POPULARES"

### CLASE 1

#### LOCALIZACION E INSTALACION DE UNA HUERTA HIDROPONICA

Una vez decididos a formar nuestra Huerta Hidropónica Popular (HHP), uno de los primeros pasos es definir el lugar donde la vamos a ubicar. Estas huertas pueden ser localizadas en distintos lugares de la vivienda (paredes, techos, patios, ventanas, terrazas).

Existen algunos criterios importantes que deben ser tomados en cuenta para obtener mayor eficiencia, mejores resultados y éxito en el producto final y en la empresa comercial que nos proponemos. El criterio más importante es ubicar nuestra huerta en un lugar donde reciba como mínimo **seis (6) horas de luz solar**. Para esto es recomendable utilizar espacios con buena iluminación, y cuyo eje longitudinal mayor esté orientado hacia el norte. Se deben evitar aquellos espacios sombreados por árboles, los lugares inmediatos a casas u otras construcciones y los sitios expuestos a vientos fuertes.

La mayoría de los Cultivos Hidropónicos se hacen a libre exposición, pero en aquellas zonas caracterizadas por excesivas lluvias se deberá prever la instalación de algún tipo de techo plástico transparente, de uso agrícola.

Es también muy importante la proximidad a una fuente de agua para los riegos, con el fin de evitar la incomodidad y el esfuerzo que significa transportar los volúmenes de agua necesarios.

Algunos elementos, como los recipientes plásticos para el almacenamiento del agua y los nutrientes, la regadera y un pulverizador, deberían estar cerca de los cultivos de nuestra huerta, ya que son elementos que se utilizarán muy frecuentemente. Es importante prevenir ataques de pájaros, que pueden producir daños importantes, especialmente cuando se utiliza un sustrato sólido, como cascarilla de arroz.

La idea de que los cultivos sin tierra sólo se pueden obtener en condiciones de invernaderos plásticos no es completamente cierta. Algunas

experiencias conducidas en distintos países de América Latina y el Caribe con cultivos de apio, acelgas, lechugas, nabos, pepinos, perejil, rabanitos, tomates y otras hortalizas, sin utilizar cobertura plástica, indican que es posible obtener buenos productos y plantas a la libre exposición, cuando ellas están adaptadas a las condiciones ambientales del lugar donde se cultivan.

La cubierta plástica (o de vidrio) sólo se necesita cuando se cultivan hortalizas o plantas fuera de las condiciones a las cuales están adaptadas y cuando se desea evitar los riesgos de infecciones y ataques de algunos de sus enemigos naturales. Cuando existen diferencias ambientales (heladas o temperaturas muy elevadas) es posible compensarlas con una mejor nutrición y cuidados a través del cultivo hidropónico.

Hay hortalizas que se adaptan a todas las condiciones de clima de la mayor parte de las regiones habitadas del mundo. Así, es posible cultivar repollos, arvejas, cebollas, frutillas o fresas, y plantas aromáticas y ornamentales, en épocas o climas fríos; también se puede cultivar habichuelas o porotos verdes, acelgas, tomates, cilantro, pepinos, remolacha y muchas otras plantas, en épocas o climas intermedios; y ají, albahaca, ahuyamas o zapallos, melones, pepinos, pimentones, sandías, tomates y otras, en épocas o climas calientes.

Es muy importante y se recomienda decididamente que el lugar destinado a la huerta hidropónica popular esté cercado, para impedir la entrada de animales domésticos (aves de corral, conejos, gatos, perros) o personas irresponsables. Este es uno de los elementos limitantes para iniciar y hacer prosperar una HHP. Si no es posible aislar la huerta de este tipo de animales o personas, la recomendación es no invertir ningún esfuerzo, porque más tarde o más temprano éste será perdido, generándose una gran desmotivación.

Quienes, además de mejorar su alimentación, deseen obtener ingresos adicionales a través de una huerta hidropónica popular, deberán planear una mayor producción, para lo cual es necesario disponer de mayores espacios. En estos casos, sin embargo, los criterios de ubicación siguen siendo los mismos.

El espacio en sí mismo no es el factor más limitante para los cultivos hidropónicos. Es posible cultivar una HHP en menos de un metro cuadrado o en la mayor de las terrazas o patios caseros que se puedan tener en una vivienda urbana.

La mayoría de las HHP instaladas en diferentes países tienen un área

que varía entre 10-20 metros cuadrados, pero hay familias o grupos que cuentan con áreas de cultivo superiores a 200 metros cuadrados, lo que les permite comercializar su producción,.

Combinando las diferentes formas de HHP que existen (canales horizontales recostados en las paredes de las viviendas o muros; canales angostos y poco profundos; camas de cultivo hechas en madera; recipientes tubulares verticales en PVC o plástico; simples tiestos plásticos individuales, etc.) se puede tener una atractiva y provechosa huerta de hortalizas limpias y nutritivas.

## RESUMEN

Criterios para definir el lugar donde ubicar una huerta hidropónica popular:

- disponer de un mínimo de seis (6) horas de luz solar al día en el lugar elegido,
- próximo a la fuente de suministro de agua,
- no expuesto a vientos fuertes,
- próximo al lugar donde se preparan y guardan los nutrientes hidropónicos,
- no excesivamente sombreados por árboles o construcciones,
- ser protegido o cercado para evitar el acceso de animales domésticos,
- posible de proteger contra condiciones extremas del clima(heladas; granizo; alta radiación solar; vientos), y
- lejos de focos de contaminación con aguas servidas o desechos industriales.



7.a



7.b



7.c

### FOTO 7

a - aprovechamiento de los espacios; b - señora con contenedores tradicionales  
c - mesas simples para HHP

Todo espacio, por pequeño que sea, es útil para cultivar hortalizas en HHP. Lo importante es la voluntad, la dedicación y la constancia.



8.a



8.b

### FOTO 8

a – cultivos en patios pequeños; b - cultivos en una terraza

A través de las HHP, los patios pequeños pueden producir tres o cuatro veces más por unidad de superficie que el sistema tradicional. El esfuerzo físico es menor, pero la dedicación y constancia deben ser mayores.



**FOTO 9**

Las paredes o patios bien iluminados por lo menos durante seis horas, permiten aprovechar espacios muy pequeños para realizar HHP.



**FOTO 10**

Cuando los espacios son muy pequeños pero hay suficiente luz solar, se pueden utilizar bandejas en forma de pisos superpuestos para aumentar la superficie disponible para la HHP.





11.a



11.b



11.c



11.d

### FOTO 11

a - terrazas y techos mostrando contenedores hidropónicos; b - azotea; c - contenedor en patio de una casa; d - barrio popular

Quando las terrazas y techos de las viviendas no están expuestos a vientos fuertes, y la estructura de la vivienda es sólida, pueden aprovecharse para hacer una HHP mientras se reúnen los recursos para realizar un nuevo proyecto.



12.a



12.b



12.c

### FOTO 12

a - almacigueras; b - almácigo "speedlings"; c - almácigo en surcos

Los almácigos, y en general las HHP, deben ser protegidos del acceso no controlado de animales, niños muy pequeños o personas no responsables, para evitar daños a los almácigos o a las plantas que están en los contenedores.



13.a



13.b



13.c



13.d

### FOTO 13

a - berros, producción con sistema en “cascada” con gravilla, vista general; b - lechuga morada, producción con sistema de “balsa flotante”, raíces; c - lechuga, vista general; d – localización, condiciones mínimas

Localizar adecuadamente una HHP requiere de un mínimo de condiciones, tecnología y de mucha imaginación (13 a) para la ubicación en patios (13 b) y/o invernaderos (13 c y d).

## CLASE 2

### RECIPIENTES Y CONTENEDORES

Los tipos de recipientes y contenedores que se pueden usar o construir deben estar de acuerdo con el espacio disponible, las posibilidades técnicas y económicas y las necesidades y aspiraciones de progreso y desarrollo del grupo familiar.

Para iniciar la HHP e ir adquiriendo los primeros conocimientos prácticos podemos utilizar, por ejemplo, cajones de empacar frutas; neumáticos o llantas viejos; bañeras infantiles; fuentes plásticas en desuso; o bidones plásticos rotos, recortados por la mitad. Recipientes tan pequeños como los envases plásticos para helados, los vasos plásticos desechables y los potes de aceite o margarina, son suficientes para cultivar acelgas, cebollas, cilantro, lechugas, perejil y otras hortalizas.

Las bolsas o mangas plásticas de color negro, como las que se usan para plantas de vivero, son recipientes económicos, fáciles de usar y muy productivos en pequeños espacios. Las bolsas son aptas para especies como tomate, pepino, pimiento, pimentón y cebolla. A medida que se progresa en el aprendizaje y se comprueba la eficiencia del sistema se pueden instalar en las paredes canales o canoas hechas con plástico negro, sostenido con hilos o pitas colgadas de las paredes o colocadas en la base de ellas.

Si se dispone de espacio suficiente es importante no quedarse solamente con estos contenedores pequeños; el progreso en conocimientos debe unirse a la ampliación del tamaño de los cultivos y a la diversificación de las especies. Una superficie de 30 metros cuadrados de HHP permite obtener un ingreso constante a lo largo del año.

En la expansión de la huerta pueden incluirse contenedores de madera de por lo menos 1,5 metros cuadrados de área, mangas verticales y otro tipo de estructuras más productivas y que demandan el mismo tiempo y esfuerzo que una gran cantidad de los pequeños recipientes que nos han servido para adquirir las primeras experiencias. En la Clase 2 del video sobre HHP, complementario a este Manual, se puede observar la construcción de un contenedor.

Si además de producir alimento sano para nuestra familia deseamos obtener un ingreso extra a través de la huerta hidropónica popular, debemos pensar en construir un número de contenedores que nos permitan una mayor producción de especies vegetales (hortalizas, plantas medicinales, ornamentales y forrajeras).

## Características de los recipientes y contenedores

Las dimensiones (largo y ancho) de los contenedores pueden ser muy variables, pero su profundidad en cambio no debe ser mayor de 10-12 cm, dado que en el sistema HHP no es necesario un espacio mayor para el desarrollo de las raíces de las plantas. Se exceptúan solo dos casos:

Cuando se quiere cultivar zanahorias, la profundidad del contenedor debe ser como mínimo de 20 cm. Para producir forraje hidropónico debe ser como máximo de 5 cm. En el caso de los demás cultivos, las dimensiones máximas recomendadas (unidad de producción para HHP) para estas cajas son las siguientes:

largo	2,00	metros
ancho	1,20	metros
profundidad	0,12-0,15	metros

Dimensiones superiores a éstas implican mayores costos en materiales (madera, plástico, sustrato) y mayores dificultades y riesgos en el manejo. Las dimensiones mínimas son muy variables, pues dependen de la disponibilidad de espacio, los materiales que se puedan conseguir a menor costo y de los objetivos de la huerta (aprendizaje, recreación, experimentación o producción para la venta).

Veamos **cómo** construir una caja de madera, a la que llamaremos "**unidad de producción para la HHP**" o "**contenedor**". Se recomienda observar detenidamente el Diagrama 1.

## Materiales y construcción del contenedor

Los materiales que se necesitan son los siguientes:

- tablas en desuso o nuevas, dependiendo de las posibilidades económicas (dos de 2 metros; dos de 1,20; trece de 1,30; y seis de 0,32 de largo)

- 110 clavos de 1 1/2 pulgada, martillo, serrucho, engrampadora (corchetera) y cinta métrica (huincha)
- 3,68 m<sup>2</sup> (2,36 x 1,56) de plástico negro de calibre 0,10 diez centímetros de manguerita de polietileno o caucho, de color negro, de 7 a 10 milímetros de diámetro.

1. Después de calcular y medir las dimensiones cortamos las tablas en forma muy pareja, obteniendo las dos tablas de 2 m que conforman el largo y las dos de 1,20 m del ancho del contenedor (este ancho nos permite trabajar cómodamente alrededor del contenedor).

2. Clavando estas cuatro tablas obtenemos el marco del contenedor. El ancho de 12 cm de las tablas nos da la altura ideal. Estas son las dimensiones que tomaremos como ejemplo dentro de este Manual.

3. Las tablas de 1,30 m se clavan atravesadas a lo ancho en la parte que irá hacia abajo, colocando primero las de los dos extremos, que deben ir perfectamente alineadas por todos los lados con las del marco. Las demás se clavan dejando una separación de 3-4 cm entre una y otra, con lo que queda terminada la caja, cuya altura no debe ser superior a 12 cm. Al clavar las tablas, hay que tener la precaución de que éstas queden bien emparejadas en las esquinas y bordes, para que no haya salientes que pudieran romper el plástico, ya que esto afectaría la impermeabilidad de la cama, ocasionaría desperdicio de agua y nutrientes, y disminuiría la duración.

4. Después de terminada la caja, clavamos las seis patas en los cuatro extremos y en el centro de cada lado; deben colocarse en la parte externa de la cama, nunca en su parte interior, pues allí dificultan la colocación del plástico, disminuyen el área útil y hacen más difícil las labores de manejo. La función de las patas es hacer que la base de la cama quede separada del suelo, permitiendo una buena circulación de aire. De este modo ayuda a que no se produzca humedecimiento del área próxima al cultivo y se disminuye el riesgo de enfermedades y la aparición de algunos insectos que se establecen debajo de ella sin ser detectados. Veinte (20) centímetros de separación entre la base de la cama y el suelo son suficientes, pero del punto de vista de la comodidad de quien trabaja en la HHP y de la prevención de daños por niños o animales, la altura ideal de las patas es **un metro**, pero se debe considerar que esto conlleva mayores gastos en madera.

## **Colocación del plástico (impermeabilización)**

Para impermeabilizar el contenedor se necesita un plástico negro de calibre 0,10; su función es evitar el humedecimiento y pudrición de la madera e impedir que se pierdan los nutrientes rápidamente. El color negro es para evitar la formación de algas y para dar mayor oscuridad a la zona de las raíces. El plástico nunca debe colocarse sobre el piso, a menos que se hayan barrido de éste todas las asperezas que pudieran perforarlo o que esté forrado con periódicos viejos. Siempre debería medirse y cortarse sostenido en el aire.

5. El cálculo de las dimensiones para cortar el plástico se hace de la siguiente manera: el largo total del contenedor deberá ser de más de tres (3) veces su altura. Tomando como ejemplo las dimensiones que ya hemos dado, tenemos dos (2) metros más  $12 \times 3 = 36$  centímetros, lo que nos da un total de dos metros con treinta y seis centímetros. Esto es lo que debemos cortar para el largo. Para el ancho medimos la dimensión que tiene, que es de 1,20 metros más tres veces la altura (12 cm) lo que nos da un total de un metro con cincuenta y seis centímetros.

6. Ahora procedemos a colocarlo en el contenedor con mucho cuidado, para no romperlo ni perforarlo con las astillas de la madera, clavos salientes o las uñas. En las esquinas, el plástico debe quedar bien en contacto con el marco y con la base (ver video). El plástico debe engramparse (corchetearse) a los costados exteriores del marco del contenedor (ver video).

## **Colocación del drenaje**

7. Todo recipiente que se va a destinar a HHP en sustrato sólido (este punto será explicado más adelante) deberá tener un orificio de drenaje, por el cual podrán escurrir los excesos de agua o de sales nutritivas. En los contenedores, este drenaje debe estar ubicado en la mitad de uno de los extremos. A una altura de 1,5 cm haga un orificio de 7 mm, por donde se pasará un trocito de manguera de la misma dimensión, preferentemente de color negro. Esta manguerita debe tener 10 cm de largo y tiene que quedar conectada en forma hermética por dentro del plástico en una longitud no mayor de 1,5 cm.

8. Para que el sellado entre la manguerita y el plástico sea hermético, se usa un clavo caliente o un cigarrillo encendido aplicado en el centro del

sitio donde la manguerita hace contacto con el plástico; se empuja la manguera de afuera hacia adentro, de tal manera que en un solo movimiento quede soldada a él (ver video). Después de introducida la manguerita en el plástico se deja enfriar para que haya un mejor sellado.

9. Luego se comienza a colocar el sustrato justamente en el punto del drenaje y desde ese extremo hacia el resto del contenedor, lo que evitará cualquier movimiento del plástico y que la manguera se despegue (ver video). El contenedor se coloca sobre el terreno, dejando un pequeño desnivel hacia el punto de drenaje, que puede ser de 0,5 a 1 por ciento (equivalente a 0,5 - 1 cm de desnivel por cada metro de longitud que tenga el contenedor). Si el contenedor va a ser utilizado para cultivar lechugas en el sistema de raíz flotante (que se explicará más adelante) no debe perforarse el drenaje, ya que se necesita conservarlo en agua con los nutrientes por varias semanas.

En aquellos casos en que el espacio permita colocar varias unidades de producción (contenedores) hay que tener en cuenta la ubicación de los mismos, dejando un pasillo de cincuenta (50) centímetros para poder circular a su alrededor con facilidad. Un contenedor de este tipo, bien construido e impermeabilizado correctamente, puede durar más de cuatro años en uso constante, sin que haya que hacerle reparaciones ni sustituciones de ninguna de sus partes.

## **Otro tipo de contenedores**

Las mangas verticales y los canales horizontales (atravesados) constituyen otro tipo de contenedores, igual de eficientes que el anterior pero que sirven para espacios más pequeños.

### **Mangas verticales**

Las mangas verticales vienen ya fabricadas en diferentes anchos y calibres. Debe preferirse el calibre 0,20, el ancho de 20 centímetros y el color negro (el calibre 0,20 es importante, dado que deben soportar el peso del sustrato). Estas mangas se compran por kilos o por metros, ya listas para hacerles las perforaciones donde irán las plantitas. El procedimiento es el siguiente:

1. Corte trozos de la manga (ver video) de dos metros de largo, o del largo que considere que puede manejar de acuerdo con el sitio donde las va a colgar y a la estatura de quienes las van a regar y a cuidar.



2. Sobre una mesa larga, o sobre el piso bien limpio y cubierto con papel periódico (para no perforar el plástico) extienda la manga en forma plana. Trace una línea de 12 cm en cada uno de los extremos, utilizando un plumón o marcador (ver Diagrama 2).

3. Desde una de esas líneas inicie la marcación de puntos distanciados según el cultivo que prefiera sembrar (vea las distancias sugeridas para los diferentes cultivos de trasplante en el Anexo V) iniciando con dos puntos paralelos al borde de la manga y a 2 cm de su borde; después trace un solo punto a la distancia seleccionada, pero ubicándolo en el centro de los dos anteriores y conformando un triángulo. Siga alternando en la misma forma dos puntos y un punto hasta la línea que trazó en el extremo opuesto (ver el video). De vuelta a la manga, trace las líneas de base a 12 cm de cada uno de los extremos e inicie el mismo procedimiento del lado anterior, comenzando siempre en el mismo lado. No marque dos puntos, sino uno en el centro de la manga y después los dos laterales. Siga alternando uno y dos puntos a las distancias que ya seleccionó, hasta que llegue al otro extremo (ver el video).

4. Cuando la manga haya quedado marcada con puntos por ambos lados, tome un trozo de tubo de metal de 20 cm de largo y 2,5 cm de diámetro, al que le haya afilado un borde exterior en uno de sus extremos (en redondo). Tome un pedazo de cartón o varias páginas de periódico dobladas, de un ancho un poco inferior al diámetro de la manga, y métalo por uno de sus extremos hasta que llegue a la zona de los puntos. Ahora apriete el extremo afilado del tubo (ver video) en el centro de cada uno de los puntos marcados y haga girar el tubo (apretando con presión) hasta cortar el círculo de plástico. Siga avanzando hacia el otro extremo, repitiendo este procedimiento y deslizando el trozo de cartón o de periódico por el interior de la manga para que el tubo sólo corte la cara correspondiente de ella. No corte hasta el otro lado en un punto que no corresponda.

5. A 8 cm de uno de los extremos amarre la manga con un cáñamo, hilo o fibra de nylon, dando varias vueltas y apretando fuertemente el nudo.

6. Ahora, ya se puede iniciar el llenado de la manga con la mezcla de sustrato (su composición se explicará más adelante) que debe estar hecha y humedecida por lo menos desde el día anterior, especialmente si tiene

cáscara de arroz, que tarda muchas horas en humedecerse lo suficiente. No eche el sustrato dentro de la bolsa si no está previamente mojado; ya dentro de ella será imposible mojarlo antes de la siembra, lo que es muy importante.

7. Cuando haya terminado de llenar la bolsa con el sustrato húmedo, colóquela verticalmente dándole algunos golpecitos suaves sobre el piso limpio de asperezas, para bajar el sustrato. La manga se cierra por su parte superior, de la misma forma que se cerró en el otro extremo, y con una tijera se le hace un corte redondo de 3 cm de diámetro que es por donde se le suministrará el riego. También es posible, con un poco más de trabajo, colocarle un pedazo de botella desechable a manera de embudo, con la tapa perforada con seis hoyitos, amarrando la boca de la botella cuando se hace el nudo de la manga en la parte superior.

8. La manga se deja colgada o recostada. No se siembra el mismo día que se llenó, sino que durante dos o tres días se deben aplicar riegos con solución nutritiva para que el sustrato baje o se estabilice. Después de esto y a la sombra, se trasplantan las plántulas de la especie que se haya seleccionado. Para el trasplante se hacen hoyos que apuntan hacia abajo a través de cada una de las perforaciones de la manga y se meten las raíces con mucha paciencia y cuidado, tratando de no romperlas ni maltratarlas.

Si el tiempo es soleado y caluroso, se deja la manga a la sombra durante tres días, para asegurar el prendimiento y después se cuelga en el sitio donde va a quedar definitivamente (ver video). Los excesos de agua y nutrientes saldrán por el extremo donde se hizo el nudo inferior. Este líquido se debe recoger y aplicar nuevamente en los riegos posteriores.

En las mangas verticales no se siembran especies de siembra directa, sólo deben sembrarse especies de trasplante. Usando este sistema se han tenido muy buenos resultados con fresa o frutilla, perejil (rizado o liso), lechugas, achicorias y plantas ornamentales de flor de porte reducido. Para la preparación del sustrato de estas mangas, se debe disminuir un poco la cantidad del componente más pesado y aumentar el más liviano y que retenga más humedad. La nutrición se hace de la misma manera que en un contenedor de madera, regando todos los días con solución nutritiva y con agua cuando es necesario.

### **Canales horizontales**

Los canales o mangas horizontales (ver video) se pueden ubicar sobre el terreno (en la base de las paredes) o colgadas sobre las paredes, a varias alturas. Se utiliza plástico negro de calibre 0,15 o 0,20 de 50 o 60 cm de diámetro que se compra en forma de manga con esas dimensiones.

1. Para hacer un canal colgado de 4 metros de largo, después de ubicar el sitio, se corta un trozo de manga del largo que permita el espacio disponible, no debiendo ser superior a los cuatro metros (ver Diagrama 3). Si se va a construir un canal apoyado en el suelo, la longitud puede ser hasta de 10 metros.

2. Se cortan dos pedazos de hilo, cáñamo o fibra de nylon resistente de nueve (9) metros cada uno. Individualmente se doblan en dos partes y se hacen nudos a lo largo del hilo cada 80 cm. Con la ayuda de una persona, se mete el primer pedazo de pita anudado dentro de la manga hasta que salga al otro lado, dejando a cada extremo un sobrante de 50 cm. Luego se tensa el hilo y se deja que el doblez de uno de los lados de la manga se apoye sobre el hilo. Después se corchetea a un centímetro del doblez cada 40 cm o se asegura el plástico sobre la pita con una o dos puntadas hechas también con nylon cada 40 cm. Se gira la manga y se mete el otro pedazo de hilo anudado con lo que queda una especie de hamaca de 50 o 60 cm de ancho y cuatro de largo (ver video).

3. A continuación, con el apoyo de cuatro clavos grandes (de 5 pulgadas) clavados sobre la pared dos a cuatro metros uno del otro y dos a diez centímetros de altura de los dos primeros, se fija la manga sobre la pared tensando muy bien el hilo de nylon para evitar que la manga, cuando se llene con el sustrato, no se arquee demasiado. La misma, en la medida de lo posible, debería quedar horizontal para que el agua y los nutrientes circulen lentamente a lo largo de ella.

Dependiendo de la altura de la pared, se pueden colocar hasta cuatro canales horizontales superpuestos. Cada canal debe tener una pendiente de 0.5% (para este ejemplo, 2 cm de diferencia de altura entre los clavos que van en los extremos). Estos se llenan con un sustrato similar al recomendado para las mangas verticales y en ellos se pueden sembrar frutillas, rabanitos, perejil, cilantro, tomillo, plantas medicinales, plantas aromáticas y flores.

Como hemos visto en esta clase existen múltiples tipos de contenedores que se pueden utilizar para hacer una Huerta Hidropónica Popular incluyendo aquellos que de acuerdo a las posibilidades económicas, espacio y proyecciones puedan ser más o menos complejos permitiendo aprovechar productivamente espacios más grandes. Muchos de los materiales sugeridos se encuentran en desuso, por lo que en algunos lugares los usuarios dicen que la HHP es la tecnología agrícola urbana del desecho.

## RESUMEN

Una síntesis de los recipientes que se pueden utilizar para hacer cultivos hidropónicos es la siguiente:

- cajas de madera forradas por dentro con plástico,
- canales de plástico, "Eternit" o guadua (bambú),
- tubos de PVC o plástico,
- llantas viejas de vehículo,
- galones de aceite desocupados y abiertos por la mitad,
- envases plásticos de margarinas, aceites o detergentes o vasos desechables de bebidas gaseosas o yogurt.



14.a



14.b



14.c

#### FOTO 14

a - vasos; b - envases plásticos; c - envases desechados

Todo tipo de envase plástico sirve para las primeras experiencias de HHP. Estos recipientes se pueden ubicar en ventanas donde haya suficiente luz.



**FOTO 15**

Las llantas o neumáticos usados y los vasitos desechables son elementos útiles como contenedores para una HHP.



**FOTO 16**

Los recipientes cuyo único destino es el basurero pueden aprovecharse para cultivar flores u hortalizas para el consumo familiar. Esto sólo es posible a través del sistema HHP, que combina una tecnología hortícola con una tecnología del desecho.



17.a



17.b



17.c

### FOTO 17

a - tomate, variedad "cherry" cultivado en una bolsa hecha de una manga plástica  
b - tomates en bolsas, buen estado de crecimiento; c - mangas verticales

Las mangas plásticas son excelentes contenedores para cultivar pepinos, tomates, cebollas, pimientos y otras hortalizas, con bajo costo y sin exigir grandes espacios.





18.a



18.b

### FOTO 18

a – actividad de capacitación; b - construcción contenedores, Ecuador

Si se desea expandir el cultivo HHP a través de proyectos sociales, los mismos interesados pueden conseguir los materiales y construir sus contenedores de acuerdo con sus posibilidades económicas, de tiempo, de espacio y tecnología.



**FOTO 19**

En espacios muy pequeños, con la HHP se pueden utilizar los canales horizontales sobre paredes y espacios próximos.



18.a



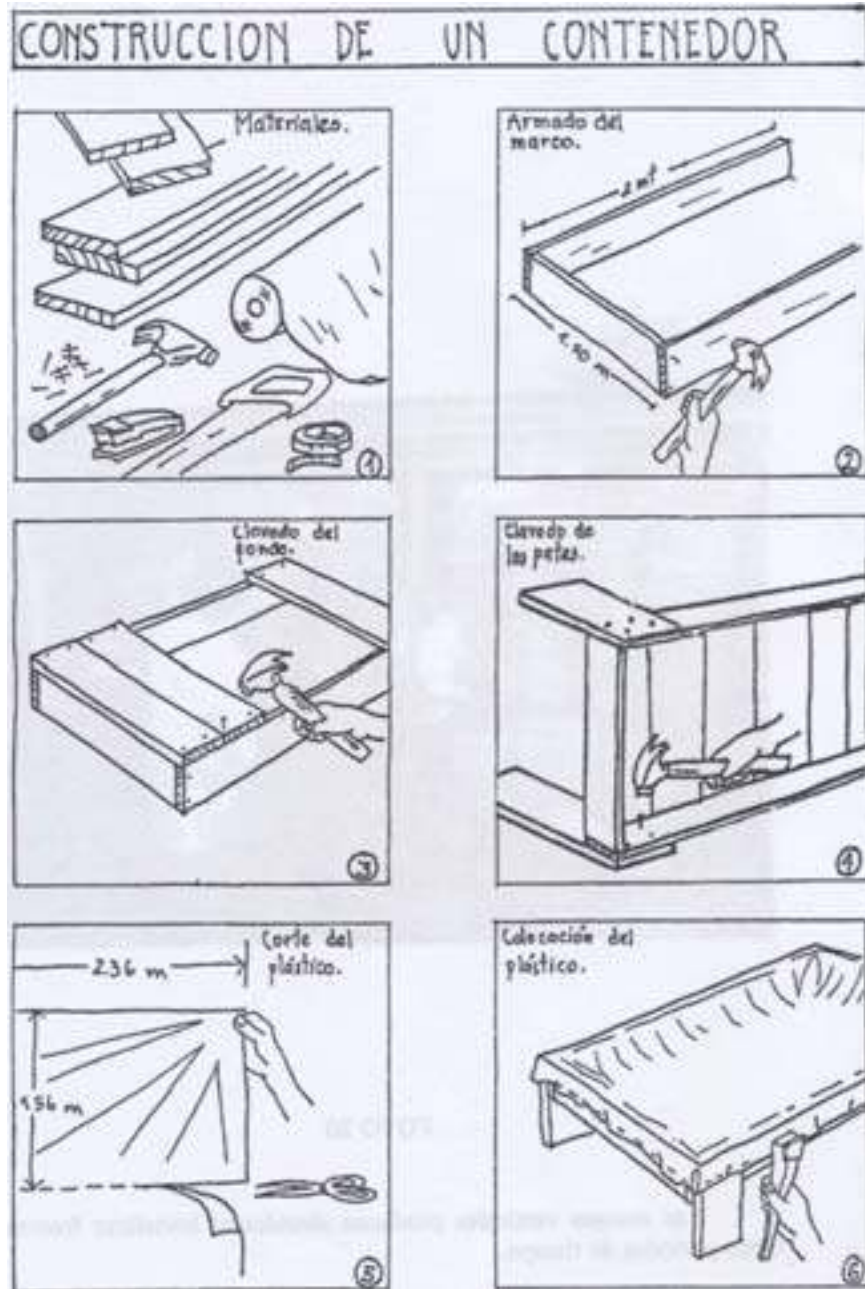
18.b

### FOTO 20

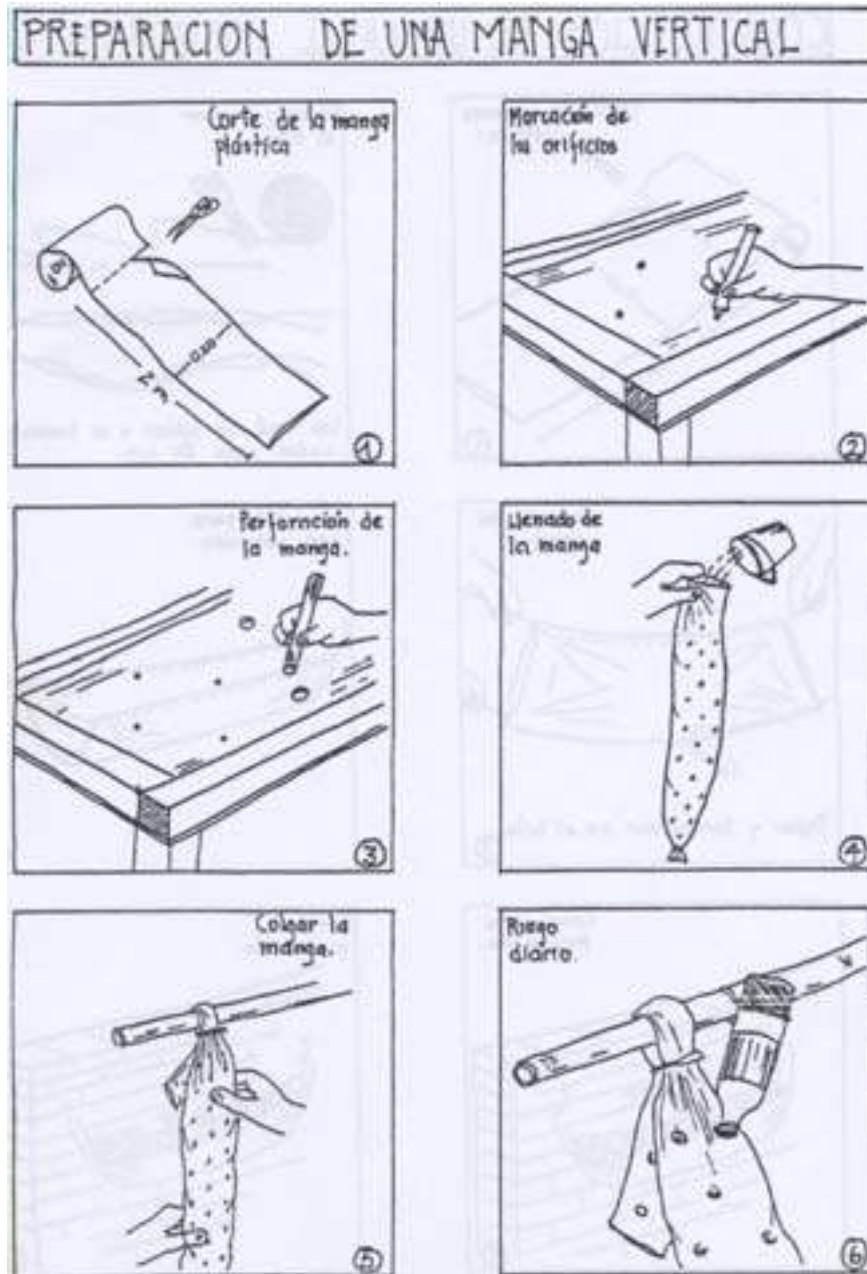
a - mangas verticales para la producción de hortalizas de hoja; b - mangas verticales para la producción de frutillas y lechugas

Las mangas verticales producen abundantes hortalizas frescas en cortos períodos de tiempo.

# DIAGRAMA 1

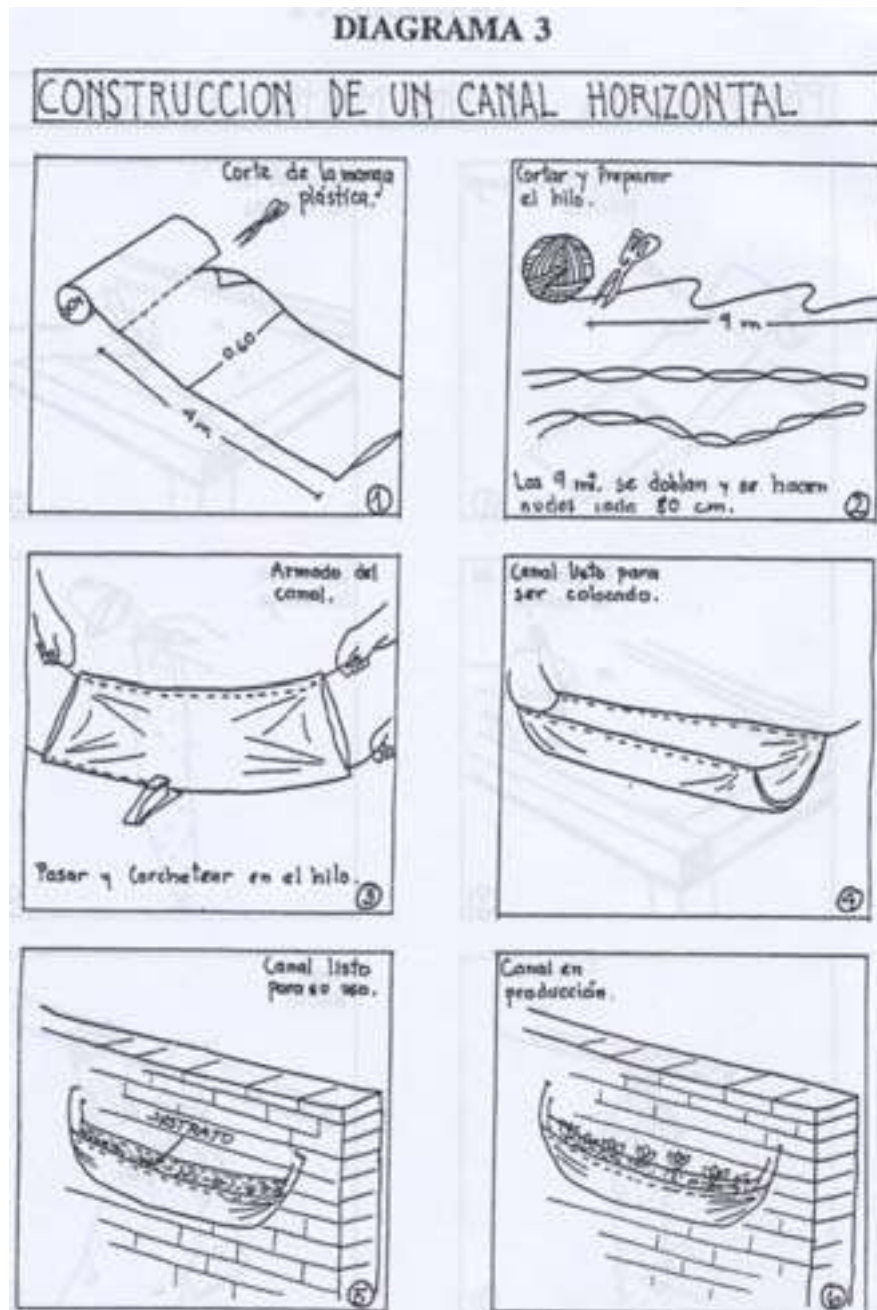


## DIAGRAMA 2





# DIAGRAMA 3



## CLASE 3

### SUSTRATOS O MEDIOS DE CULTIVO

En la clase anterior se explicó que para hacer una huerta hidropónica popular existe gran cantidad de recipientes apropiados de diferentes tamaños, materiales y precios. En esta clase nos dedicaremos a ver los tipos de sustratos o medios de cultivo que se deben usar y cuáles son sus principales características y formas de utilización. En todos los países y lugares hay disponibilidad de materiales que algunas industrias desechan o que la naturaleza provee de manera abundante y económica.

#### Características de un buen sustrato

Los sustratos deben tener gran resistencia al desgaste o a la meteorización y es preferible que no tengan sustancias minerales solubles para no alterar el balance químico de la solución nutritiva que será aplicada (según se explicará más adelante). El material no debería ser portador de ninguna forma viva de macro o micro organismo, para disminuir el riesgo de propagar enfermedades o causar daño a las plantas, a las personas o a los animales que las van a consumir.

Lo más recomendable para un buen sustrato es:

- que las partículas que lo componen tengan un tamaño no inferior a 0,5 y no superior a 7 milímetros
- que retengan una buena cantidad de humedad (ver la capacidad de retención de distintos materiales en el suelo en el Anexo II), pero que además faciliten la salida de los excesos de agua que pudieran caer con el riego o con la lluvia
- que no retengan mucha humedad en su superficie
- que no se descompongan o se degraden con facilidad
- que tengan preferentemente coloración oscura
- que no contengan elementos nutritivos
- que no contengan micro organismos perjudiciales a la salud de los seres humanos o de las plantas
- que no contengan residuos industriales o humanos
- que sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar

- que sean de bajo costo.
- que sean livianos (ver la densidad de diferentes sustratos en el Anexo III).

Los materiales ya probados en varios países de América Latina y el Caribe y que cumplen con la mayoría de estos requisitos se clasifican como sigue:

### **Sustratos de origen orgánico**

- Cascarilla de arroz
- Aserrín o viruta desmenuzada de maderas amarillas.

Cuando se utilizan residuos (aserrín) de maderas, es preferible que no sean de pino ni de maderas de color rojo, porque éstos contienen sustancias que pueden afectar a las raíces de las plantas. Si sólo es posible conseguir material de estas maderas, se lava con abundante agua al aserrín o viruta y se lo deja fermentar durante algún tiempo antes de utilizarlo. No debe ser usado en cantidad superior al 20 por ciento del total de la mezcla. Si se utiliza cascarilla de arroz, es necesario lavarla, dejarla fermentar bien, humedecerla antes de sembrar o trasplantar durante 10 a 20 días, según el clima de la región (menos días para los climas más caliente) (ver video). Las características, propiedades físico químicas y ventajas de la cascarilla de arroz están descritas en el Anexo IV.

### **Sustratos de origen inorgánico**

- Escoria de carbón mineral quemado
- Escorias o tobas volcánicas
- Arenas de ríos o corrientes de agua limpias que no tengan alto contenido salino
- Grava fina
- Maicillo.

Cuando se usan escorias de carbón, tobas volcánicas o arenas de ríos, estos materiales deben lavarse cuatro o cinco veces en recipientes grandes, para eliminar todas aquellas partículas pequeñas que flotan. El sustrato ya está en condiciones de ser usado cuando el agua del lavado sale clara. Si las cantidades de sustrato que se necesitan son muy grandes, entonces se deben utilizar arneros o mallas durante el lavado, para retener las partículas de tamaño superior a medio milímetro. También deben excluirse las que tengan tamaño superior a 7 mm.



El exceso de partículas con tamaños inferiores al mínimo indicado dificultan el drenaje de los excedentes de agua y, por lo tanto, limitan la aireación de las raíces. Los tamaños superiores impiden la germinación de las semillas pequeñas, como la de apio y lechuga, y además restan consistencia al sustrato. Lo anterior limita la retención de humedad y la correcta formación de bulbos, raíces y tubérculos.

Algunas escorias de carbón o de volcanes tienen niveles de acidez muy altos y algunas arenas (como las arenas de mar) los tienen muy bajos (son alcalinas). Estos materiales deben ser lavados muy cuidadosamente, hasta que no les queden sustancias que los hagan muy ácidos o muy básicos.

Si no es posible acondicionar con el lavado estos materiales a niveles de acidez ligeramente ácidos o próximos a la neutralidad (pH 6,5-7,0) es preferible excluirllos y utilizar otros. Ello es preferible antes que afectar la eficacia de las soluciones nutritivas que se aplicarán y, por lo tanto, el desarrollo de los cultivos en una HHP.

## **Mezclas**

Todos los materiales mencionados se pueden utilizar solos. Sin embargo, algunas mezclas de ellos han sido probadas con éxito, en diferentes proporciones, para el cultivo de más de 30 especies de plantas.

Las mezclas más recomendadas de acuerdo con los ensayos hechos en varios países de América Latina y el Caribe son:

- 50% de cáscara de arroz con 50% de escoria de carbón
- 80% de cáscara de arroz con 20% de aserrín
- 60% de cáscara de arroz con 40% de arena de río
- 60% de cáscara de arroz con 40% de escoria volcánica.

En el sistema HHP con sustrato sólido, la raíz de la planta crece y absorbe agua y nutrientes que son aplicados diariamente a la mezcla de materiales sólidos.

En el método de sustrato líquido o raíz flotante, el agua se usa con el mismo fin, permitiendo el desarrollo de las raíces, y la absorción de agua

y de las sustancias nutritivas adicionales. Este sistema sólo se recomienda para el cultivo de lechugas de diferentes variedades, apio y albahaca. Se han probado otros cultivos, pero los resultados no han sido satisfactorios en todos los lugares, por lo que preferimos no generalizar la recomendación.

Los sistemas de cultivo en medios sólidos o líquidos serán explicados en detalle en la clase número cinco.



**FOTO 21**

Los sustratos deben mezclarse prolijamente, en las proporciones adecuadas según los componentes disponibles.

Haga [Click aquí](#) si Ud. desea información técnica adicional sobre sustratos:  
Manual Técnico "Sustratos para la agricultura en regiones tropicales y subtropicales"

## CLASE 4

### PREPARACION, SIEMBRA Y MANEJO DE LOS ALMACIGOS

En la clase anterior vimos que los diferentes sustratos que se pueden utilizar para instalar nuestra huerta hidropónica popular pueden ser clasificados en dos grupos: los sustratos sólidos y el medio de cultivo líquido o raíz flotante. En el Anexo V se describen las especies aptas para siembra directa (no requieren almácigo-trasplante) en sustratos sólidos.

En esta clase veremos como preparar, sembrar y manejar correctamente un almácigo o germinador, que proveerá las plántulas necesarias para la HHP de aquellas especies que requieran trasplante (ver Anexo VI). El almácigo no es otra cosa que un pequeño espacio al que le damos condiciones adecuadas (óptimas) para garantizar el nacimiento de las semillas y el crecimiento inicial de las plántulas. Debe procurarse un cuidado inicial especial para que no existan problemas en el desarrollo de las plantitas.

Para hacer los almácigos utilizaremos sustratos preparados con mayor detalle que lo indicado en la clase anterior. No se pueden dejar partículas muy grandes ni pesadas, porque éstas no permitirían la emergencia de las plantitas recién nacidas. Las condiciones de humedad deben ser más controladas, ya que ni las semillas ni las plantas recién nacidas se desarrollarían si no tienen la cantidad de humedad suficiente.

El sustrato utilizado para hacer los almácigos en HHP debe ser muy suave, limpio y homogéneo. Se lo debe nivelar muy bien para que al trazar los surcos y depositar las semillas no queden unas más profundas que otras; esto afectaría la uniformidad del nacimiento y del desarrollo inicial.

No se deben hacer almácigos en tierra para luego trasplantarlos a sustratos hidropónicos. Las plantas que se van a trasplantar en hidroponía se deben hacer en los sustratos sólidos descritos para HHP en la Clase 3. Una vez llena la caja o semillero con el sustrato se procede a hacer un riego suave y a trazar los surcos. La profundidad y la distancia a la cual se tracen depende del tamaño de la semilla y del tamaño de los primeros estados de

la planta (Ver Anexo VI).

## **Siembra del almácigo**

A continuación se dejan caer las semillas una por una dentro del surco, a las distancias recomendadas en el Anexo VI para cada especie. Siembre los almácigos sin prisa, dado que todos los cuidados que se tengan serán compensados con un número elevado de plantitas sanas y vigorosas (ver video, clase 4).

Luego de sembradas las semillas, con la palma de la mano se apisona suavemente el sustrato para expulsar el exceso de aire que pueda haber quedado alrededor de la semilla y aumentar el contacto de la misma con el sustrato. Después de este apisonamiento suave se riega nuevamente y se cubre el almácigo con papel de periódico en épocas normales y con papel más un plástico negro en épocas de temperaturas muy bajas, para acelerar un poco la germinación (ver toda la operación en el Diagrama 5).

## **Cuidados del almácigo**

Durante los primeros días después de la siembra, el almácigo se riega una o dos veces por día para mantener húmedo el sustrato. El mismo día en que ocurre la emergencia de las plantitas se descubre el germinador y se deja expuesto a la luz, debiéndose protegerlo de los excesos de sol o de frío con una sencilla cobertura en las horas de mayor riesgo de deshidratación o de heladas. Si el destapado del germinador no se hace a tiempo (el día que se observan las primeras hojitas) las plantitas se estirarán buscando la luz y ya no servirán para ser trasplantadas. Estas plantas con tallos con apariencia de hilos blancos nunca serán vigorosas ni darán lugar a buenas plantas adultas.

A partir del nacimiento deben regarse diariamente, utilizando solución nutritiva en la forma en que se explicará en la clase 6. Dos veces por semana se escarda (romper la costra superficial que se forma en el sustrato por efecto de los riegos continuos) y se aporca (acercar tierra a la base de la planta) para mejorar el anclaje de las plantas y el desarrollo de sus raíces.

También se previenen y controlan las plagas que pudieran presentarse hasta que las plantas lleguen al estado ideal de ser trasplantadas en los contenedores definitivos. Esto ocurre aproximadamente entre los 20 y 40 días después de la germinación, dependiendo de las especies y de las condiciones del clima.

## **Endurecimiento de las plántulas**

Unos cinco días antes del trasplante se disminuye la cantidad de agua aplicada durante los riegos y se les da mayor exposición a la luz para que consoliden mejor sus tejidos y se preparen para las condiciones más difíciles que afrontarán cuando hayan sido trasplantadas. Este proceso se llama endurecimiento de las plántulas. Al hacerlo hay que tener la precaución de que el proceso no cause trastornos a las plantas. No se suspende el suministro de nutrientes ni las escardas, sólo se disminuye la cantidad de agua y se exponen más al sol. El desarrollo final de un cultivo depende, en gran parte, del buen manejo que se le dé a los almácigos y del oportuno y cuidadoso trasplante al sitio definitivo.

## **Siembra directa**

Como fue explicado anteriormente (Anexo V) no todas las especies necesitan almácigos para desarrollar sus primeras semanas de vida. Existen algunas especies que se siembran directamente en el sitio definitivo. Estas especies no resisten el trasplante o desde el comienzo se desarrollan con mucho vigor y no requieren cuidados especiales que garanticen sus primeros días de vida. Lo contrario, en cambio, ocurre con aquellas especies que tienen semillas muy pequeñas y, por lo tanto, dan lugar a plantitas débiles en los primeros días de vida. Otras especies se adaptan indistintamente a los dos sistemas: el trasplante o la siembra directa.

Entre las especies que necesitan siembra en almácigo y trasplante están: albahaca, apio, brócoli, cebollas, coliflor, lechugas, pimentón, repollo y tomate.

Algunas de las especies que se adaptan a la siembra directa son: arvejas, cilantro, frijoles (porotos), frutilla (fresa), melón, sandía, rabanito y zanahoria.

Las especies que se adaptan a los dos sistemas son menos: nabos, colinabos y remolacha (betarraga).

## **Semillas**

Las semillas que se utilizan en HHP son las mismas que se usan en la horticultura tradicional. Debe tratarse de sembrar semillas producidas y distribuidas por casas comerciales semilleras de reconocida trayectoria, pues no deben sacrificarse las ventajas del sistema hidropónico utilizando cualquier tipo de semilla. A excepción de algunas semillas híbridas, como las de tomate, la mayoría de las semillas tiene un costo reducido (por unidad llega apenas a ser unos centavos). Pretender hacer ahorros en los costos de las semillas trae generalmente más perjuicios que beneficios.

Es importante comprender que la preparación, siembra y manejo de los almácigos es una etapa fundamental en el desarrollo posterior de la planta. Se debe tener mucho cuidado con el sustrato, la siembra, el riego, la regulación de los excesos de luz y temperatura y con la prevención y control de las plantas (clase 7) para obtener plantas sanas y vigorosas que nos garanticen buenos rendimientos en el tiempo adecuado.



22.a



22.b

**FOTO 22**

a - almacigueras; b - crecimiento vigoroso de plántulas, lechuga española y morada

Trazado correcto de los surcos de siembra del almácigo.



23.a



23.b





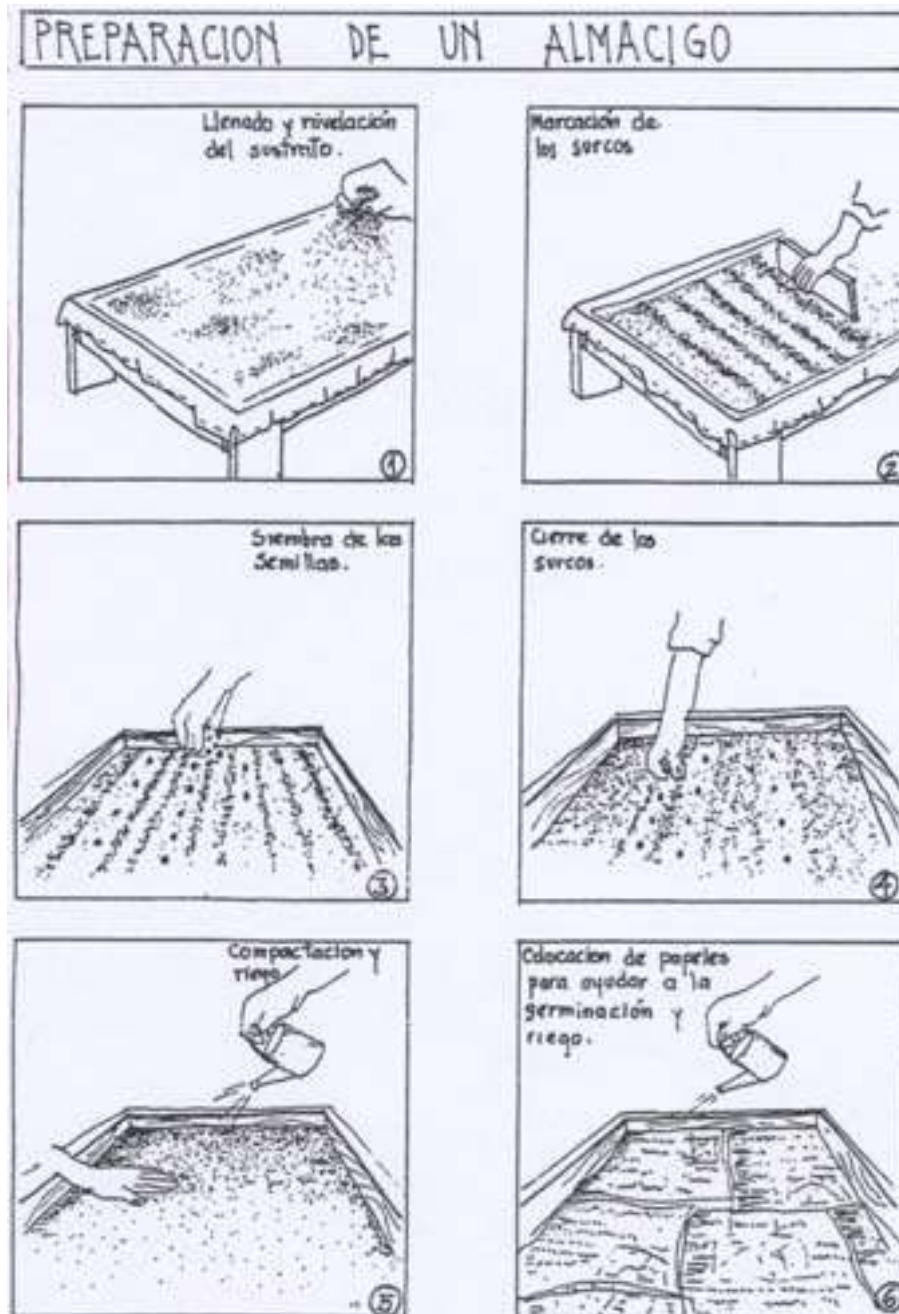
23.c

**FOTO 23**

a - protección de almácigos; b - almácigos sistema de "speedlings" protegidos  
c - almácigos tapados con diarios mojados

Protección de los almácigos en épocas de riesgo de heladas y/o para asegurar la germinación.

# DIAGRAMA 4





## CLASE 5

### METODOS PARA HACER HIDROPONIA POPULAR

En esta clase veremos los dos métodos más utilizados para hacer una HHP. Independientemente del sistema que se use (sustrato sólido o raíz flotante) si la especie que se desea sembrar es de trasplante, el almácigo tendrá siempre el mismo manejo que se vio en la clase anterior.

#### **Sistema de sustrato sólido**

El sistema de sustrato sólido es eficiente para cultivar más de treinta especies de hortalizas y otras plantas de porte bajo y rápido crecimiento. Ha sido el más aceptado por la mayoría de las personas que en la actualidad trabajan en HHP, pues es menos exigente en cuidados que el segundo denominado de raíz flotante, que permite sembrar menos variedad de hortalizas.

Para sembrar directamente o trasplantar en sustratos sólidos se comienza ubicando el contenedor en el lugar apropiado, dándole la pendiente necesaria (clase 1); luego se llena con el sustrato previamente mezclado y humedecido hasta dos (2) centímetros antes del borde superior de la altura de la cama. El llenado de la cama debe iniciarse justamente en el lado donde se colocó el drenaje, con el fin de anclarlo para que no se mueva, lo cual podría ocasionar la salida del tubo de drenaje del plástico (ver video).

Se retiran los elementos extraños y partículas de tamaño superior al recomendado. Se riega suavemente para asegurar un buen contenido de humedad y se marcan los sitios donde se trasplantarán las plantas obtenidas del almácigo después del endurecimiento. Las mismas deberán ser regadas abundantemente en el almácigo una hora antes de arrancarlas e iniciar la labor de siembra en el sitio definitivo.

Es importante recordar que los sustratos no se deben colocar secos en ningún tipo de contenedor y menos en las mangas verticales; siempre deben mezclarse y humedecerse previamente. Lo anterior es debido a que resulta más difícil conseguir una adecuada distribución de la humedad; los

continuos movimientos que se necesitarían para lograr la adecuada distribución del agua implicarían un alto riesgo de romper el plástico o de remover el tubo del drenaje.

En los sitios donde se han marcado las posiciones de las plantas se abren hoyos amplios y profundos (tanto como lo permita la profundidad del sustrato) teniendo la precaución de no romper el plástico. En cada hoyo se coloca la raíz de una planta, teniendo en cuenta que la misma no debe quedar torcida y que el cuello, que es la zona de unión entre la raíz y el tallo, debe quedar un centímetro por debajo de la superficie del sustrato. A medida que se va echando sustrato alrededor de la raíz, se va apisonando suavemente para que no queden bolsas de aire en contacto con la raíz (ver video). El Anexo V informa sobre las distancias de trasplante.

Se riega nuevamente y, si es posible, se coloca alguna protección contra el sol durante los primeros tres días para que la planta no sufra deshidratación. Los trasplantes deben hacerse siempre en las últimas horas de la tarde en los períodos calurosos; en los períodos frescos pueden hacerse a cualquier hora.

Si la siembra se hace en forma directa, las semillas se ubican a las distancias y profundidades recomendadas según las especies. Estas aparecen en el Anexo V. Después de la siembra se riega el sustrato y se cubre de la misma forma que se indicó para los germinadores, debiendo estar atentos para quitar la cobertura el primer día en que se observa la aparición de las plantitas.

En cualquiera de los dos casos (siembra por trasplante o siembra directa) diariamente se debe aplicar riego con solución nutritiva, tan pronto como aparezcan las raíces dentro del sustrato. Detalles de esta solución nutritiva, su composición, hora y frecuencias de aplicación, los veremos en la próxima clase.

A medida que se aplican los riegos y que transcurre el tiempo se van formando costras sobre la superficie del sustrato, que impiden que el aire penetre normalmente en sus espacios porosos, limitándose así la toma de agua y alimentos. Para evitar estas costras se escarda muy superficialmente dos o tres veces por semana entre los surcos de las plantas, teniendo el cuidado de no hacer daño a las raíces (ver video clase 5).

Parte del sustrato que se va soltando durante la escardada se puede arrimar a la base de las plantas para mejorar su anclaje y desarrollo radicular. Esta labor es el aporque y, a manera de ilustración, resulta fundamental comenzarla en el cultivo de rabanitos rojos a partir de los primeros ocho días después de la germinación, para que el tallito rojo no permanezca al descubierto, dado que allí es donde se producirá el engrosamiento que conducirá en 28 o 30 días a la raíz bien formada de un fresco rabanito.

El sistema de sustrato también se emplea en las mangas verticales, mangas horizontales, canales plásticos sobre el piso, siembras en neumáticos o llantas viejas, y en otro tipo de contenedores.

### **Sistema de raíz flotante**

El sistema de cultivo de raíz flotante ha sido encontrado eficiente para el cultivo de albahaca, apio y varios tipos de lechuga, con excelentes resultados, ahorro de tiempo y altas producciones. A pesar de su mayor complejidad, es muy apto para las huertas hidropónicas populares.

El método utiliza un medio líquido que contiene agua y sales nutritivas. Este sistema ha sido denominado por quienes lo practican "cultivo de raíz flotante", ya que las raíces flotan dentro de la solución nutritiva, pero las plantas están sostenidas sobre una lámina de "Plumavit"<sup>1</sup>, que se sostiene sobre la superficie del líquido.

Este sistema ha sido muy eficiente en el cultivo de albahaca, apio y lechugas. Otras especies no han tenido un comportamiento uniforme en él, ya que es muy exigente en un cuidadoso manejo, especialmente de la aireación, que en el caso de HHP se hace manualmente. Dado que la mayoría de las familias a las que se ha destinado esta propuesta no disponen de medios económicos ni de conocimientos técnicos suficientes para hacer instalaciones que permitan el reciclaje y aireación automática de la solución nutritiva, se propone, como se explicará más adelante, la aireación manual varias veces al día (ver video).

---

<sup>1</sup> El material que aquí hemos llamado "Plumavit" o "Aislapol", en otros países se conoce con el nombre de "Icopor", "Anime", "Estereofón", "Termopor", etc. Técnicamente es un poliestireno expandido.

Como ejemplo estudiaremos el sistema de raíz flotante aplicado a una siembra de lechuga; en este sistema, el contenedor es igual al que se utiliza para los sustratos sólidos; la única diferencia consiste en que no es necesario conectar el drenaje del contenedor:

Se debe cortar una lámina de "Plumavit" de 2 ½ centímetros (una pulgada) de espesor, con un largo y ancho dos centímetros menor que el largo y ancho del contenedor. Marcamos las distancias a las que vamos a colocar las plantas, señalando con puntos gruesos el lugar donde irá cada planta. En el caso de las lechugas se utilizan láminas con dos distancias diferentes (densidad de plantación):

- 9 por 9 centímetros entre cada una, con disposición en forma de triángulo (cabén más plantas por metro cuadrado que si las marcáramos en forma de cuadro). Estas distancias se utilizan para la etapa que se denomina post-almácigo, que tiene una duración aproximada de 15 a 20 días.
- 17 por 17 centímetros entre plantas. Estas son las distancias que se utilizan para el cultivo definitivo, que dura entre 25 y 35 días dependiendo de la temperatura, la luminosidad y la variedad de lechuga cultivada.

Para no tener que estar calculando y midiendo cada vez que deseamos hacer una nueva lámina para cultivo, se puede hacer una plantilla guía en papel o cartón, que se guarda para utilizarla cuando sea necesario perforar una nueva lámina.

Para perforar los hoyos en la lámina se aplica en cada punto señalado un pedazo de tubo redondo o cuadrado de una pulgada (dos y medio centímetros) de diámetro y 20 cm de largo, previamente calentado en uno de sus extremos (ver video), el cual sacará un bocado del material dejando un orificio casi perfecto. Esto nos permitirá tener 126 hoyos por metro cuadrado en la distancia de 9 x 9 y 31 hoyos en la de 17 x 17. La lámina perforada se coloca dentro del contenedor y debe quedar con la posibilidad de un pequeño movimiento (no excesivo para que no penetre luz al líquido, que ocasionaría el crecimiento de algas y una mayor evaporación de agua dentro del contenedor).

Cortamos una pieza de esponja plástica, que debe tener 2 ½ centímetros de espesor, en cubitos de 3 x 3 centímetros de largo y de ancho, previamente marcados formando una cuadrícula (ver video). Los cubitos se cortan con un cuchillo bien afilado, sin hacer mucha presión sobre la esponja para que no se deformen los cubitos. En cada uno se hace un corte vertical atravesando de arriba a abajo la esponja. En ese corte es donde se trasplantará la planta que viene del almácigo. Se humedecen los cubitos previamente con solución nutritiva.

Al momento del trasplante (ver Diagrama 5), procedemos a sacar las plantitas desde los almácigos y a lavarles la raíz para que no les quede nada de sustrato (sin tocarla ni maltratarla) e inmediatamente la colocamos en el corte que se hizo sobre el cubito de esponja, dejando el cuello de la planta exactamente un centímetro por debajo de la superficie del cubito. Después introducimos con mucho cuidado los cubitos con las plantas en cada uno de los hoyos abiertos en la plancha de "Plumavit", extremando los cuidados para que la raíz quede vertical y sumergida en el líquido (ver video).

Cuando se han llenado todos los hoyos de la lámina, ésta se levanta para verificar que ninguna raíz haya quedado aprisionada entre la lámina y la esponja. Todas deben quedar derechas y sumergidas en el líquido. A continuación se coloca la solución nutritiva en la concentración que corresponde, como veremos en la próxima clase.

En esta etapa, que se denomina de post-almácigo, las plantas permanecen entre dos y tres semanas según el clima y la variedad. A las dos o tres semanas han alcanzado entre doce y quince centímetros de altura; entonces se procede a trasplantarlas a otra lámina de "Plumavit" en la que se han hecho perforaciones a una distancia de 17 centímetros. Las plantas de la primera lámina se pasan con la misma esponjita a los otros contenedores. Cuando se ha terminado el segundo trasplante, también se coloca solución nutritiva en la concentración y forma que se indicará en la próxima clase.

En las planchas o "bolsas" con perforaciones a mayor distancia, las plantas crecerán hasta que alcancen el tamaño final adecuado para el consumo. Esto ocurrirá entre cinco o seis semanas después del último trasplante y por eso a estas láminas se las denomina láminas de cultivo



definitivo.

Tanto en el sistema de sustrato sólido como en el de raíz flotante, es preciso conocer los tiempos necesarios entre siembra y germinación, germinación y trasplante, y trasplante y cosecha (Anexo VII). Esta información es útil en la planificación del manejo de las HHP.

## **Aireación**

En el sistema de cultivo a raíz flotante es indispensable batir con las manos al menos dos veces por día la solución nutritiva, con el fin de redistribuir los elementos nutritivos por todo el líquido y oxigenar la solución. Sin ello, las raíces empiezan a oscurecerse y a limitar la absorción de alimentos y agua. Cuando no se agita la solución nutritiva con la debida frecuencia, también se empiezan a formar algas que le dan mal aspecto al cultivo y alteran su desarrollo, porque ellas compiten por los nutrientes destinados a las plantas.

Al realizar la aireación se deben levantar lentamente las láminas evitando romperlas, pues éstas deben durar 10 post-trasplantes o cinco cultivos definitivos. Si no se obtiene esta duración, los costos de producción aumentarán considerablemente, puesto que este es el tiempo de amortización de los materiales.

La aireación se puede hacer levantando y bajando sucesivamente la lámina con las plantas durante 15 segundos; se puede hacer, asimismo, levantando y sosteniendo la lámina y metiendo la mano para agitar y formar burbujas.

Cuando los contenedores tienen dimensiones superiores a un metro, se recomienda partir las láminas en dimensiones apropiadas, dado que las láminas soportan mucho peso (especialmente al final del cultivo cuando cada planta puede pesar más de 280 gramos) y existe mayor riesgo de que se rompan.

## **Otras labores de manejo**

En los dos métodos, tanto en el de sustrato sólido como en el de raíz flotante, es importante tener cuidado constante con la presencia de plagas, que pueden afectar la cantidad y la calidad de las cosechas (ver

clase 7). También debemos evitar que los cultivos reciban exceso de sol o bajas temperaturas, especialmente heladas.

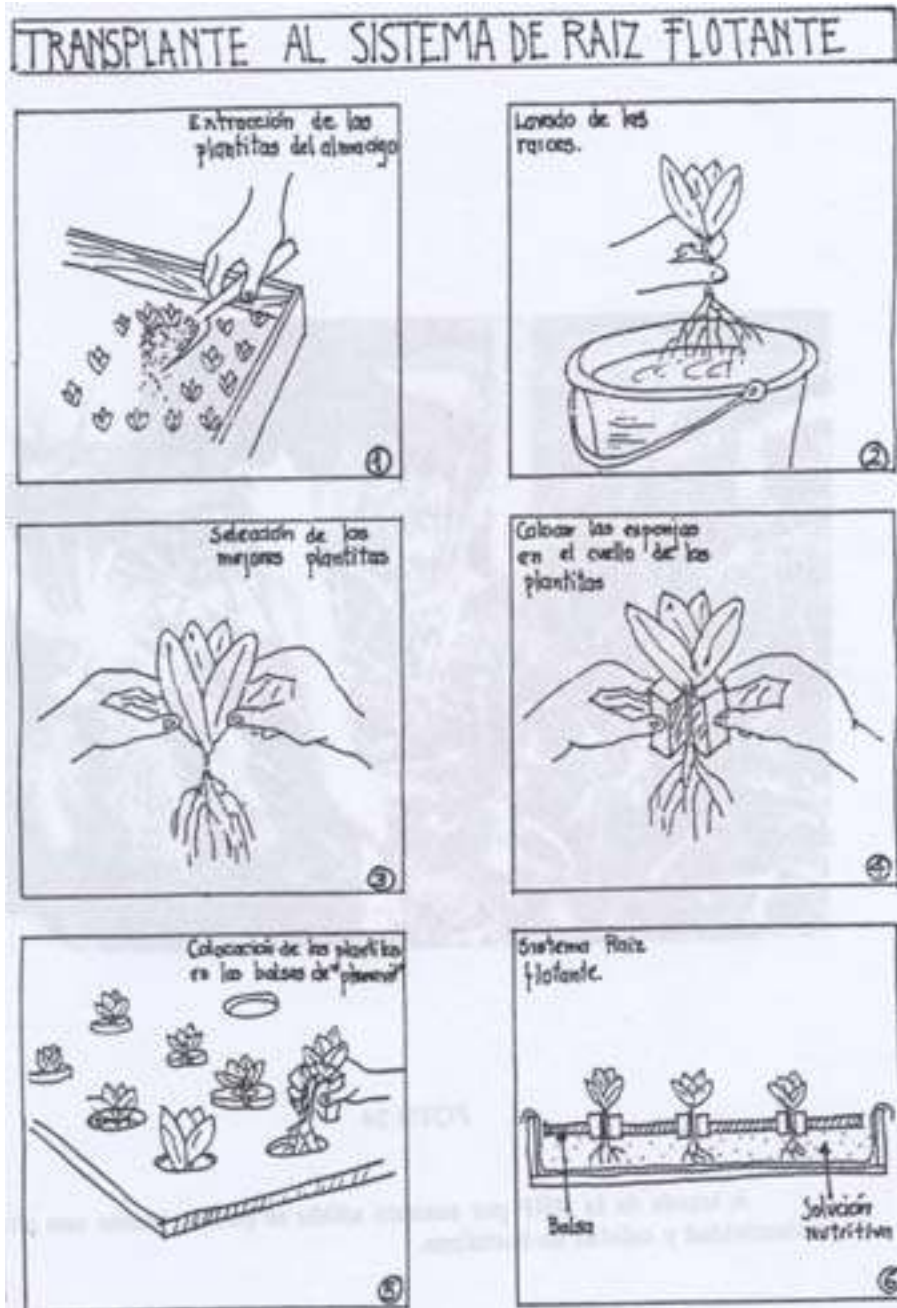
Contra los excesos de sol podemos sombrear los cultivos con una malla oscura para reducir la radiación solar. En algunos países se la llama "polisombra" y en otros "malla Raschel". Comercialmente existen distintas mallas para filtrar diferentes porcentajes de luz, de manera que podemos escoger la que más se ajuste a nuestras condiciones de clima.

Para los excesos de frío se recomienda cubrir los cultivos más susceptibles a este fenómeno con plásticos transparentes, preferentemente de uso agrícola, durante los días u horas en que haya más riesgo de que ocurran bajas temperaturas.

Conocer las distancias de siembra directa (Anexo VIII) o de trasplante (Anexo IX) recomendadas para las distintas especies, permitirá una buena planificación del espacio de las HHP. La planificación de la época de siembra es esencial. A modo de ejemplo, para las condiciones de Chile se da información sobre las épocas más adecuadas para las especies de siembra directa y de trasplante en los Anexos X y XI, respectivamente.

Las HHP pueden permitir producir, además de hortalizas, plantas aromáticas y medicinales. Las distancias de siembra y el lapso de tiempo entre instalación del cultivo y la primera recolección para este tipo de plantas son informados en el Anexo XII.

# DIAGRAMA 5





24.a



24.b



24.c

#### FOTO 24

a - hortalizas en sustrato; b - ciboulette, cinta riego, en arena; c - rabanitos en cascajo

A través de la HHP por sustrato sólido, entre otros sistemas, se puede obtener una alta productividad y calidad de hortalizas.



25.a



25.b



25.c



25.d

### FOTO 25

a - sustrato sólido; b - nabos chinos; c - tomate con excelente crecimiento en bolsa con cascajo; d - albahaca sobre sustrato de grava

Las HHP con la utilización de sustrato sólido pueden producir más de 30 especies de plantas.



26.a



26.b



26.c



26.d

### FOTO 26

a - sustrato sólido; b - perejil, cilantro; c - tomillo en flor; d - bolsas de pepino

El sustrato sólido asegura un apropiado crecimiento y producción del tomate.



**FOTO 27**

Sistema de raíz flotante. Los dos tipos de láminas de "Plumavit", "Aislapol", "Icopor", "Anime", "Estereofón", "Termopor", etc.. muestran para el caso de lechugas, las diferentes distancias de plantación para los trasplantes post-almácigos de alta densidad (derecha) y siembra definitiva en baja densidad (izquierda).



**FOTO 28**

Forma como se trasplantan las plántulas del almácigo en el sistema HHP a raíz flotante. La espuma de goma sujeta el cuello de la plántula.





26.a



26.b



26.c



26.d

### FOTO 29

a - Vista de trasplante sistema de raíz flotante con post-almácigo (derecha) y definitivo (izquierda); b - Agitación manual del agua en sistema de balsa flotante c y d - Alternativa de uso de encerradora eléctrica para generar corriente de aire que permita burbujear la solución.



## CLASE 6

### NUTRICION DE LAS PLANTAS

En la clase anterior aprendimos los métodos más utilizados para cultivar plantas a través del sistema HHP por el método de sustrato sólido y el de medio líquido. En esta clase veremos cómo preparar, cuándo y de qué forma aplicar los nutrientes hidropónicos.

Los nutrientes para las plantas cultivadas en HHP son suministrados en forma de soluciones nutritivas que se consiguen en el comercio agrícola. Las soluciones pueden ser preparadas por los mismos cultivadores cuando ya han adquirido experiencia en el manejo de los cultivos o tienen áreas lo suficientemente grandes como para que se justifique hacer una inversión en materias primas para su preparación. Alternativamente, si las mismas estuvieran disponibles en el comercio, es preferible comprar las soluciones concentradas, ya que en este caso sólo es necesario disolverlas en un poco de agua para aplicarlas al cultivo.

Las soluciones nutritivas concentradas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas.

#### Composición de las soluciones nutritivas

Además de los elementos que los vegetales extraen del aire y del agua (Carbono, Hidrógeno y Oxígeno) ellos consumen con diferentes grados de intensidad los siguientes elementos:

- Indispensables para la vida de los vegetales:

Cantidades en que son requeridos por las plantas

<b>Grandes</b>	<b>Intermedias</b>	<b>Muy pequeñas (elementos menores)</b>
Nitrógeno	Azufre	Hierro
Fósforo	Calcio	Manganeso
Potasio	Magnesio	Cobre
		Zinc

Boro  
Molibdeno

- Útiles pero no indispensables para su vida:
  - Cloro
  - Sodio
  - Silicio
  
- Innecesarios para las plantas, pero necesarios para los animales que las consumen:
  - Cobalto
  - Yodo
  
- Tóxicos para el vegetal:
  - Aluminio

Es muy importante tener en cuenta que cualquiera de los elementos antes mencionados pueden ser tóxicos para las plantas si se agregan al medio en proporciones inadecuadas, especialmente aquéllos que se han denominado elementos menores.

### **Funciones de los elementos nutritivos en las plantas**

De los 16 elementos químicos considerados necesarios para el crecimiento saludable de las plantas, 13 son nutrientes minerales. Ellos en condiciones naturales de cultivo (suelo) entran a la planta a través de las raíces. El déficit de sólo uno de ellos limita o puede disminuir los rendimientos y, por lo tanto, las utilidades para el cultivador. De acuerdo con las cantidades que las plantas consumen de cada uno de ellos (no todos son consumidos en igual cantidad) los 13 nutrientes extraídos normalmente del suelo son clasificados en tres grupos:

La localización de los síntomas de deficiencia en las plantas se relaciona mucho con la velocidad de movilización de los nutrientes a partir de las hojas viejas hacia los puntos de crecimiento; en el caso de los elementos más móviles (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) que son traslocados rápidamente, los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas. Los elementos inmóviles, como el Calcio y el Boro, causan síntomas de deficiencia en los puntos de crecimiento.

En algunos elementos, el grado de movilidad depende del grado de deficiencia, la especie y el nivel de nitrógeno. Hay muy poca movilidad del Cobre, el Zinc y el Molibdeno desde las hojas viejas hacia las hojas jóvenes, cuando las plantas están deficientes en esos elementos.

### **Elementos mayores (Nitrógeno, Fósforo, Potasio)**

El Nitrógeno, Fósforo, y Potasio se denominan "elementos mayores" porque normalmente las plantas los necesitan en cantidades tan grandes que la tierra no puede suministrarla en forma completa. Se consumen en grandes cantidades.

**Nitrógeno (N)** Es absorbido en forma de  $(NO_3)^-$  y  $(NH_4)^+$

- i) Características
  - otorga el color verde intenso a las plantas
  - fomenta el rápido crecimiento
  - aumenta la producción de hojas
  - mejora la calidad de las hortalizas
  - aumenta el contenido de proteínas en los cultivos de alimentos y forrajes.
  
- ii) Deficiencia
  - aspecto enfermizo de la planta
  - color verde amarillento debido a la pérdida de clorofila
  - desarrollo lento y escaso
  - amarillamiento inicial y secado posterior de las hojas de la base de la planta que continúa hacia arriba, si la deficiencia es muy severa y no se corrige; las hojas más jóvenes permanecen verdes.
  
- iii) Toxicidad
  - cuando se le suministra en cantidades desbalanceadas en relación con los demás elementos, la planta produce mucho follaje de color verde oscuro, pero el desarrollo de las raíces es reducido
  - la floración y la producción de frutos y semillas se retarda.

**Fósforo (P)** Las plantas lo toman en forma de  $P_2O_5$

- i) Características
  - estimula la rápida formación y crecimiento de las raíces
  - facilita el rápido y vigoroso comienzo a las plantas
  - acelera la maduración y estimula la coloración de los frutos

- ayuda a la formación de las semillas
  - da vigor a los cultivos para defenderse del rigor del invierno.
- ii) Deficiencia
- aparición de hojas, ramas y tallos de color purpúreo; este síntoma se nota primero en las hojas más viejas
  - desarrollo y madurez lentos y aspecto raquíutico en los tallos
  - mala germinación de las semillas.
  - bajo rendimiento de frutos y semillas.
- iii) Toxicidad
- los excesos de fósforo no son notorios a primera vista, pero pueden ocasionar deficiencia de cobre o de zinc.

**Potasio (K)** Las plantas lo toman en forma de  $K_2O$

- i) Características
- otorga a las plantas gran vigor y resistencia contra las enfermedades y bajas temperaturas
  - ayuda a la producción de proteína de las plantas
  - aumenta el tamaño de las semillas
  - mejora la calidad de los frutos
  - ayuda al desarrollo de los tubérculos
  - favorece la formación del color rojo en hojas y frutos.
- ii) Deficiencia
- las hojas de la parte más baja de la planta se queman en los bordes y puntas; generalmente la vena central conserva el color verde.; también tienden a enrollarse
  - debido al pobre desarrollo de las raíces, las plantas se degeneran antes de llegar a la etapa de producción
  - en las leguminosas da lugar a semillas arrugadas y desfiguradas que no germinan o que originan plántulas débiles.
- iii) Toxicidad
- no es común la absorción de exceso de potasio, pero altos niveles de él en las soluciones nutritivas pueden ocasionar deficiencia de magnesio y también de manganeso, zinc y hierro.

**Elementos secundarios (Calcio, Azufre y Magnesio)**

Se llaman así porque las plantas los consumen en cantidades intermedias, pero son muy importantes en la constitución de los organismos vegetales.

**Calcio (Ca)** Es absorbido en forma de CaO

- i) Características
  - activa la temprana formación y el crecimiento de las raicillas
  - mejora el vigor general de las plantas
  - neutraliza las sustancias tóxicas que producen las plantas
  - estimula la producción de semillas
  - aumenta el contenido de calcio en el alimento humano y animal.
  
- ii) Deficiencia
  - las hojas jóvenes de los brotes terminales se doblan al aparecer y se queman en sus puntas y bordes
  - las hojas jóvenes permanecen enrolladas y tienden a arrugarse
  - en las áreas terminales pueden aparecer brotes nuevos de color blanquecino
  - puede producirse la muerte de los extremos de las raíces
  - en los tomates y sandías la deficiencia de calcio ocasiona el hundimiento y posterior pudrición seca de los frutos en el extremo opuesto al pedúnculo.
  
- iii) Toxicidad
  - no se conocen síntomas de toxicidad por excesos, pero éstos pueden alterar la acidez del medio de desarrollo de la raíz y esto sí afecta la disponibilidad de otros elementos para la planta.

**Magnesio (Mg)** Las plantas lo absorben como MgO

- i) Características
  - es un componente esencial de la clorofila
  - es necesario para la formación de los azúcares
  - ayuda a regular la asimilación de otros nutrientes
  - actúa como transportador del fósforo dentro de la planta
  - promueve la formación de grasas y aceites.
  
- ii) Deficiencia
  - pérdida del color verde, que comienza en las hojas de abajo y continúa hacia arriba, pero las venas conservan el color verde

- los tallos se forman débiles, y las raíces se ramifican y alargan excesivamente
- las hojas se tuercen hacia arriba a lo largo de los bordes

iii) Toxicidad

- no existen síntomas visibles para identificar la toxicidad por magnesio.

**Azufre (S)**

i) Características

- es un ingrediente esencial de las proteínas
- ayuda a mantener el color verde intenso
- activa la formación de nódulos nitrificantes en algunas especies leguminosas (frijoles, soya, arvejas, habas)
- estimula la producción de semilla
- ayuda al crecimiento más vigoroso de las plantas.

ii) Deficiencia

- cuando se presenta deficiencia, lo que no es muy frecuente, las hojas jóvenes toman color verde claro y sus venas un color más claro aún; el espacio entre las nervaduras se seca
- los tallos son cortos, endebles, de color amarillo
- el desarrollo es lento y raquítico.

**Elementos menores (Cobre, Boro, Hierro, Manganeso, Zinc, Molibdeno y Cloro)**

Las plantas los necesitan en cantidades muy pequeñas, pero son fundamentales para regular la asimilación de los otros elementos nutritivos. Tienen funciones muy importantes especialmente en los sistemas enzimáticos. Si uno de los elementos menores no existiera en la solución nutritiva, las plantas podrían crecer pero no llegarían a producir o las cosechas serían de mala calidad.

**Cobre (Cu)**

i) Características

- el 70 por ciento se concentra en la clorofila y su función más importante se aprecia en la asimilación.



- ii) Deficiencia
  - severo descenso en el desarrollo de las plantas
  - las hojas más jóvenes toman color verde oscuro, se enrollan y aparece un moteado que va muriendo
  - escasa formación de la lámina de la hoja, disminución de su tamaño y enrollamiento hacia la parte interna, lo cual limita la fotosíntesis.
- iii) Toxicidad
  - clorosis férrica, enanismo, reducción en la formación de ramas y engrosamiento y oscurecimiento anormal de la zona de las raíces.

### **Boro (B)**

- i) Características
  - aumenta el rendimiento o mejora la calidad de las frutas, verduras y forrajes, está relacionado con la asimilación del calcio y con la transferencia del azúcar dentro de las plantas
  - es importante para la buena calidad de las semillas de las especies leguminosas
- ii) Deficiencia
  - anula el crecimiento de tejidos nuevos y puede causar hinchazón y decoloración de los vértices radiculares y muerte de la zona apical (terminal) de las raíces
  - ocasiona tallos cortos en el apio, podredumbre de color pardo en la cabeza y a lo largo del interior del tallo de la coliflor, podredumbre en el corazón del nabo, ennegrecimiento y desintegración del centro de la remolacha de mesa.
- iii) Toxicidad
  - se produce un amarillamiento del vértice de las hojas, seguido de la muerte progresiva, que va avanzando desde la parte basal de éstas hasta los márgenes y vértices
  - no se deben exceder las cantidades de este elemento dentro de las soluciones nutritivas ni dentro de los sustratos, porque en dosis superiores a las recomendadas es muy tóxico.

### **Hierro (Fe)**

- i) Características
  - no forma parte de la clorofila, pero está ligado con su biosíntesis.

- ii) Deficiencia
  - causa un color pálido amarillento del follaje, aunque haya cantidades apropiadas de nitrógeno en la solución nutritiva
  - ocasiona una banda de color claro en los bordes de las hojas y la formación de raíces cortas y muy ramificadas.
  - la deficiencia de hierro se parece mucho a la del magnesio, pero la del hierro aparece en hojas más jóvenes.
- iii) Toxicidad
  - no se han establecido síntomas visuales de toxicidad de hierro absorbido por la raíz

### **Manganeso (Mn)**

- i) Características
  - acelera la germinación y la maduración
  - aumenta el aprovechamiento del calcio, el magnesio y el fósforo
  - cataliza en la síntesis de la clorofila y ejerce funciones en la fotosíntesis.
- ii) Deficiencia
  - en tomates y remolachas causa la aparición de color verde pálido, amarillo y rojo entre las venas
  - el síntoma de clorosis se presenta igualmente entre las venas de las hojas viejas o jóvenes, dependiendo de la especie; estas hojas posteriormente mueren y se caen.

### **Zinc (Zn)**

- i) Características
  - es necesario para la formación normal de la clorofila y para el crecimiento
  - es un importante activador de las enzimas que tienen que ver con la síntesis de proteínas, por lo cual las plantas deficientes en zinc son pobres en ellas
- ii) Deficiencia
  - su deficiencia en tomate ocasiona un engrosamiento basal de los pecíolos de las hojas, pero disminuye su longitud; la lámina foliar

toma una coloración pálida y una consistencia gruesa, apergamizada, con entorchamiento hacia afuera y con ondulaciones de los bordes

- el tamaño de los entrenudos y el de las hojas se reduce, especialmente en su anchura.

iii) Toxicidad

- los excesos de zinc producen clorosis férrica en las plantas.

### **Molibdeno (Mo)**

i) Características

- es esencial en la fijación del nitrógeno que hacen las legumbres.

ii) Deficiencia

- los síntomas se parecen a los del nitrógeno, porque la clorosis (amarillamiento) avanza desde las hojas más viejas hacia las más jóvenes, las que se ahuecan y se queman en los bordes.
- no se forma la lámina de las hojas, por lo que sólo aparece la nervadura central.
- afecta negativamente el desarrollo de las especies crucíferas (repollo, coliflor, brócoli), la remolacha, tomates y legumbres.

iii) Toxicidad

- en tomate, los excesos se manifiestan con la aparición de un color amarillo brillante; en la coliflor, con la aparición de un color púrpura brillante en sus primeros estados de desarrollo.

### **Cloro (Cl)**

i) Deficiencia

- se produce marchitamiento inicial de las hojas, que luego se vuelven cloróticas, originando un color bronceado; después se mueren.
- el desarrollo de las raíces es pobre y se produce un engrosamiento anormal cerca de sus extremos.

ii) Toxicidad

- los excesos producen el quemado de los bordes y extremos de las hojas; su tamaño se reduce y hay, en general, poco desarrollo

## **Preparación de una SOLUCION CONCENTRADA para HHP (fórmula HHP 1)**

Existen varias fórmulas para preparar nutrientes que han sido usadas en distintos países. Una forma de preparar una **SOLUCION CONCENTRADA** probada con éxito en varios países de América Latina y el Caribe en más de 30 especies de hortalizas, plantas ornamentales y plantas medicinales, comprende la preparación de dos soluciones madres concentradas, las que llamaremos **Solución concentrada A** y **Solución concentrada B**.

La Solución concentrada A aporta a las plantas los elementos nutritivos que ellas consumen en mayores proporciones.

La Solución concentrada B aporta, en cambio, los elementos que son requeridos en menores proporciones, pero esenciales para que la planta pueda desarrollar normalmente los procesos fisiológicos que harán que llegue a crecer bien y a producir abundantes cosechas.

### **Solución concentrada A**

- a) Equipo requerido en un sistema artesanal sencillo
- Un bidón plástico con capacidad para 20 litros
  - Tres baldes plásticos con capacidad para 10 litros cada uno
  - Dos botellas grandes (tinajas, damajuana) de 10 litros como mínimo
  - Un vaso de precipitado de 2 litros, o probetas o jarras plásticas aforadas
  - Acceso a una balanza con rango de 0,01 hasta 2000 gramos
  - Un agitador de vidrio o de PVC (pedazo de tubo de tres cuartos de pulgada)
  - Dos cucharas plásticas de mango largo (una grande y una pequeña)
  - Papel para el pesaje de cada elemento
  - Recipientes plásticos pequeños (vasitos desechables) para ir depositando el material que se va pesando.
- b) Elementos necesarios
- En una buena balanza pesamos los siguientes productos:

Fosfato mono amónico (12-60-0)	340 gramos
--------------------------------	------------

Nitrato de Calcio	2080 gramos
Nitrato de Potasio	1100 gramos

c) Procedimiento

En un recipiente plástico medimos 6 litros de agua y allí vertemos uno por uno los anteriores elementos, ya pesados, siguiendo el orden anotado, e iniciamos una agitación permanente. Sólo echamos el segundo nutriente cuando ya se haya disuelto totalmente el primero y el tercero cuando se hayan disuelto los dos anteriores. Cuando quedan muy pocos restos de los fertilizantes aplicados completamos con agua hasta alcanzar 10 litros y agitamos durante 10 minutos más, hasta que no aparezcan residuos sólidos. Así hemos obtenido la **Solución Concentrada A**, que deberá ser envasada en una de las damajuanas, etiquetada y conservada en un lugar oscuro y fresco.

**Solución concentrada B**

a) Elementos necesarios para preparar 4 litros

Sulfato de Magnesio	492	gramos
Sulfato de Cobre		0,48 gramos
Sulfato de Manganeso	2,48	gramos
Sulfato de Zinc	1,20	gramos
Acido Bórico	6,20	gramos
Molibdato de Amonio	0,02	gramos
Quelato de Hierro	50	gramos

b) Procedimiento

En un recipiente plástico medimos 2 litros de agua y allí vertemos uno por uno los anteriores elementos, ya pesados, siguiendo el orden en que se pesó cada uno de los elementos del primer grupo; es preferible no echar ninguno antes de que el anterior se haya disuelto completamente.

Por último agregamos el Quelato de Hierro, que viene en una presentación comercial granulada conocida como Sequestrene Hierro 138 (R), aunque también hay otras presentaciones comerciales líquidas; debe preferirse las que vienen en forma de quelato de hierro.

Disolvemos por lo menos 10 minutos más, hasta que no queden residuos sólidos de ninguno de los componentes; después completamos el volumen con agua hasta obtener 4 litros y agitamos durante 5 minutos más.

Esta es la **Solución Concentrada B**, que contiene nueve elementos nutritivos (intermedios y menores).

### **OBSERVACIONES**

- Es indispensable no excederse en las cantidades recomendadas, pues podría ocasionarse intoxicaciones a los cultivos.
- El agua que se utiliza para esta preparación es agua común y corriente, a la temperatura normal (20-25 grados centígrados), aunque sería preferible utilizar agua destilada si su costo no fuera muy alto.
- Para preparar, guardar y agitar los nutrientes en preparación, concentrados o ya listos como solución nutritiva, se deben utilizar siempre materiales plásticos o de vidrio; no se deben usar agitadores metálicos ni de madera, pero puede emplearse un pedazo de tubo de PVC de 50 cm de largo.

### **Preparación de la SOLUCION NUTRITIVA que se aplica al cultivo**

Hay dos recomendaciones que deben quedar muy claras desde el comienzo:

1. Nunca deben mezclarse la **SOLUCION CONCENTRADA A** con la **SOLUCION CONCENTRADA B** sin la presencia de agua, pues esto inactivaría gran parte de los elementos nutritivos que cada una de ellas contiene, por lo que el efecto de esa mezcla sería más perjudicial que benéfico para los cultivos. Su mezcla sólo debe hacerse en agua, echando una primero y la otra después.
2. La proporción original que se debe usar en la preparación de la solución nutritiva es cinco (5) partes de la **SOLUCION CONCENTRADA A** por dos (2) partes de la **SOLUCION CONCENTRADA B** por cada litro de solución nutritiva que se quiera preparar (ver tabla más adelante). Después, en la medida en

que se va adquiriendo mayor experiencia se pueden disminuir las concentraciones, pero conservando siempre la misma proporción 5:2, como veremos a continuación:

### La SOLUCION NUTRITIVA en sustratos sólidos

La preparación de la solución NUTRITIVA que se aplica directamente al cultivo en sustrato sólido se realiza en la siguiente forma:

CONCENTRACION	CANTIDADES DE		
	AGUA	NUTRIENTE A	CONCENTRADO B
TOTAL	1 Litro	5,0 c.c.	2,0 c.c.
MEDIA	1 Litro	2,5 c.c.	1,0 c.c.
UN CUARTO	1 Litro	1,25 c.c.	0,5 c.c.

Obsérvese que a pesar de variar la dosis de las soluciones concentradas A y B, la proporción siempre es de 5:2.

#### a) Aplicación

Si se necesita aplicar solución nutritiva para plantas pequeñas (entre el primero y el décimo día de nacidas) o recién trasplantadas (entre el primero y el séptimo día después del trasplante) y en climas cálidos, se emplea la CONCENTRACION MEDIA (2,5 c.c. de nutriente concentrado A y 1 c.c. de nutriente concentrado B. por cada litro de agua). La concentración media se utilizada en períodos de muy alta temperatura y mucho sol, porque en estas épocas el consumo de agua es mayor que el de nutrientes.

Para plantas de mayor edad (después del décimo día de nacidas o del séptimo de trasplantadas), debe usarse la CONCENTRACION TOTAL (5 c.c. por 2 c.c. por litro de agua aplicado). Esta es la concentración que debe aplicarse también en épocas fría y de alta nubosidad, porque en estas condiciones la planta consume mayor cantidad de nutrientes.

Para cultivos de forraje hidropónico se utiliza la concentración 1,25 c.c. de SOLUCION A y 0,5 c.c. de SOLUCION B por litro de agua,

empezando a regar un día después de que haya ocurrido la germinación del 50 por ciento de las semillas sembradas en el contenedor.

b) Volumen de solución nutritiva por metro cuadrado

Según sea el caso, de cada una de estas concentraciones preparadas se aplican entre 2,0 y 3,5 litros de solución nutritiva por cada metro cuadrado de cultivo.

El volumen menor de SOLUCION NUTRITIVA se utiliza cuando las plantas están pequeñas y en climas frescos o fríos, y las mayores cuando las plantas están preparando la floración o la formación de sus partes aprovechables (raíces, bulbos, tubérculos) o en climas calientes.

Si se observa que el sustrato se seca mucho durante el día, bien sea porque la temperatura es muy alta o porque hay vientos en la zona de cultivo o porque el sustrato no tiene buena capacidad de retención de la humedad, es necesario aplicar una cantidad adicional de agua, pero sin mezclar nutrientes. Es indispensable este humedecimiento adicional, porque si el sustrato se seca la planta deja de absorber aunque haya nutrientes dentro de él.

Algunas variaciones relacionadas con la concentración de la solución, la cantidad que se debe aplicar y otros detalles que tienen que ver con una buena nutrición se van aprendiendo en la medida en que se adquiere experiencia y destreza en el manejo de los cultivos y siempre en consulta con los técnicos u otras personas capacitadas en HHP.

Ejemplo:

Preparación de 10 litros de solución nutritiva para aplicar en un cultivo en sustrato sólido (debería alcanzar para regar entre 3,5 y 5,0 m<sup>2</sup> de cultivo, dependiendo de su edad y de la temperatura de la época en que se aplica).

Se toma un recipiente plástico con 10 litros de agua, le añadimos 50 centímetros cúbicos de solución concentrada A, revolvemos y luego medimos 20 centímetros cúbicos de solución concentrada B. Revolvemos y así obtenemos una solución nutritiva para aplicar al cultivo. Se vierte esta solución en una regadera o botella plástica que tenga pequeñas



perforaciones en la tapa y se aplica lentamente al cultivo, cuidando que el riego sea uniforme en todo el contenedor, incluidos los bordes, pero sin regar por fuera.

La cantidad de solución nutritiva que se recomienda aplicar cada día oscila entre 2 y 3 1/2 litros por metro cuadrado. Esta cantidad depende principalmente del estado de desarrollo del cultivo y del clima.

c) Hora, frecuencia de aplicación y lavado de excesos

La aplicación (riego) de la solución nutritiva debe realizarse diariamente entre las 7 y las 8 de la mañana, a excepción de un día a la semana, en que se debe regar con agua sola y en el doble de la cantidad usual de agua, pero sin agregar nutriente. Con esto se lavan a través del drenaje los excesos de sales que se pudieran haber acumulado dentro del sustrato y se evitan los daños que causarían si permanecieran allí.

Los excesos de solución nutritiva que salen por el drenaje del contenedor cuando se riega cada día en la mañana, pueden ser reutilizados en los próximos riegos. Al final de la semana, este líquido no se usa más.

Aunque desde el punto de vista de la eficiencia no es lo mejor, en regiones muy asoleadas y de intenso calor durante el día se podría aplicar al anochecer para evitar quemaduras a las hojas, lo que también se puede evitar si después de aplicar la solución nutritiva se riega con una pequeña cantidad de agua para lavar los excesos que hayan podido quedar sobre la planta.

### **Recomendaciones para el uso de soluciones comerciales**

Las formulaciones comerciales, generalmente importadas, de la mayoría de los nutrientes para hidroponía vienen preparadas según las exigencias de los cultivos, por lo que sólo se necesita mezclarlas y aplicarlas con agua sobre el sustrato.

Estos nutrientes, bien sea que vengan en forma de polvo o de líquido, se deben aplicar en el área de las raíces, tratando de mojar lo menos posible sus hojas, para evitar toxicidad a las hojas y la aparición de enfermedades.

No se deben confundir los nutrientes para uso hidropónico con los nutrientes foliares. Los primeros contienen todos los elementos que una planta necesita para su normal desarrollo y son absorbidos por la raíz, los segundos son sólo un complemento de una fertilización radicular que se supone ya se hizo con otros fertilizantes completos de absorción radicular. Los fertilizantes foliares se absorben a través de las hojas. Los nutrientes foliares son un complemento y no un sustituto de la nutrición que debe hacerse a través de la raíz.

La anterior es la razón por la cual muchos hidroponistas principiantes han fracasado en sus primeros intentos, pues pretenden satisfacer las exigencias alimenticias de sus plantas con un nutriente que apenas es un complemento que puede ser eficientemente absorbido por las hojas, pero que por su parcial composición no puede reemplazar a la nutrición que se hace por la vía radicular. Los fertilizantes foliares son fabricados con sales de alta pureza, justamente para que puedan ser absorbidos por las hojas. Esta equivocación, además de producir muy pobres resultados, aumenta considerablemente los costos de producción por metro cuadrado, ya que el proceso de preparación y la composición de este tipo de nutrientes complementarios es muy costoso.

El nutriente hidropónico debe contener y aportar en forma balanceada todos los elementos que una planta necesita para crecer sana, vigorosa y dar buenas cosechas.

En el mercado agrícola de cada país, por lo general hay otros productos completos para nutrir cultivos hidropónicos. Al conseguir uno de ellos se debe preguntar al vendedor cuál es la dosis, forma, época y frecuencia de aplicación.

Se recomienda que el nutriente comercial que se seleccione, además de tener nutrimentos mayores y secundarios, también tenga menores, pues hay que recordar que son trece los elementos necesarios para que una planta crezca sana y produzca bien, ya que los sustratos no tienen elementos nutritivos. Lo que no se aporta con la solución nutritiva no llegará a la planta, ocasionándose por lo tanto deficiencias nutricionales que afectarán el rendimiento en cantidad y calidad.

En algunos países existen presentaciones comerciales en forma granulada para ser aplicadas mezcladas con el sustrato sólido. Este tipo de

productos, de mayor costo, se aplica una vez al sustrato; después, durante tres meses sólo es necesario agregar agua, porque el producto va liberando lentamente los elementos nutritivos que contiene. Algunos de estos nutrientes de liberación lenta no se recomiendan para alimentar plantas comestibles y su uso se restringe a plantas ornamentales, por lo que es necesario atender las recomendaciones técnicas de los fabricantes, que por lo general aparecen en la etiqueta externa del envase.

## **Aplicación de la SOLUCION NUTRITIVA en medio líquido o Raíz flotante**

En el caso del sistema de raíz flotante, lo primero que debemos hacer es calcular la cantidad de agua que contiene nuestro contenedor de cultivo. Una forma de hacerlo es midiendo y luego multiplicando el largo por ancho y por altura que alcanza el agua. Si la medición se hizo en centímetros, el resultado que obtenemos lo dividimos por mil. Ese resultado es el volumen de agua que contiene la cama de cultivo (expresado en litros).

Ejemplo:

Un contenedor que tiene:

- Largo 150 cm. Ancho 100 cm. Altura 10 cm  
 $150 \times 100 \times 10 = 150.000 \text{ cm}^3$  dividido por mil = 150 litros.

Ahora, por cada litro de agua que hay en el contenedor aplicamos cinco (5) centímetros cúbicos (c.c.) de la solución concentrada A y dos (2) centímetros cúbicos de la solución concentrada B. Esto quiere decir que para nuestro ejemplo del contenedor que contiene 150 litros de agua aplicamos 750 c.c. de la Solución concentrada A y 300 c.c. de la Solución concentrada B, y agitamos bien para que las dos soluciones se mezclen en forma homogénea con el agua.

Nuevamente debemos recordar que las soluciones concentradas A y B nunca deben mezclarse solas sin la presencia de agua. Esta solución nutritiva correspondería aplicarla en un cultivo de plantas grandes, en época fría.

### **Mantenimiento de la solución nutritiva en medio líquido - Aireación**

Al menos dos veces al día debemos agitar manualmente (ver video) este ambiente líquido de tal forma que se formen burbujas, lo cual hace posible la aireación de la solución nutritiva. Con esto, las raíces hacen mejor su trabajo de absorber el agua y los elementos nutritivos, lo que incide muy positivamente en su desarrollo. Si no hay aire (oxígeno) en el área de las raíces, ellas primero dejarán de

absorber nutrientes y agua y luego empezarán a morir.

### **Mantenimiento del nivel de líquido de los contenedores**

Cada vez que el nivel del agua baja en forma apreciable debemos rellenar sólo con agua. Cada tercera vez que rellenemos aplicaremos a la cantidad de agua añadida la mitad de la concentración que aplicamos inicialmente. Por ejemplo, si la tercera vez que debemos rellenar con agua nuestra cama de cultivo necesitamos 10 litros de agua para completar el volumen inicial, entonces debemos aplicar 25 c.c. de la Solución concentrada A y 10 c.c. de la Solución concentrada B.

Recordemos: las soluciones concentradas se deben aplicar en forma separada y luego agitar muy bien ese medio líquido, formando burbujas.

En el caso del cultivo en medio líquido aplicamos las soluciones concentradas por separado, de acuerdo con la cantidad de agua que contiene el contenedor. Sólo hacemos nueva aplicación de nutriente cada tercera vez que rellenemos al nivel inicial. La cantidad de nutriente de las soluciones A y B que se debe adicionar es la mitad de la concentración inicial por cada litro de agua que se necesitó para rellenar en esa tercera oportunidad.

Como hemos visto en esta clase, el nutriente en HHP es fundamental para el buen desarrollo de nuestras plantas. Para esto debemos tener especial cuidado en la preparación de las soluciones concentradas A y B. Es necesario diluirlas en agua en las proporciones y forma ya indicadas. Si no se siguen fielmente las recomendaciones dadas durante esta clase, las plantas crecerán mal, bien sea por deficiencias o por excesos y las cosechas no serán tan buenas como lo deseamos.

En nuestra próxima clase hablaremos de las plagas a que están expuestos nuestros cultivos y los métodos que podemos utilizar para hacer que sus daños no sean económicamente importantes.



**FOTO 30**

Diferencias en crecimiento de las plantas, debidas a distintas composiciones de las soluciones nutritivas.



31.a



**FOTO 31**

a - regaderas para riego; b - dispositivo manual conectado a manguera

Regaderas para riego de cultivos en sustrato sólido.

## CLASE 7

### MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS

El manejo de la nutrición mineral es fundamental en el éxito de la huerta hidropónica, ya que éste es el factor que permite a las plantas su desarrollo y producción. Sin embargo, este proceso puede ser alterado por enemigos externos que buscan aprovecharse de las buenas condiciones de desarrollo en cualquiera de sus estados, desde los almácigos hasta la cosecha, afectando con su presencia tanto la cantidad como la calidad de los productos hortícolas.

En esta clase veremos algunos de estos agentes perturbadores comúnmente llamados plagas y haremos algunas sugerencias para disminuir la intensidad de sus ataques en HHP hasta niveles que económicamente no sean importantes. Se destacarán aquellos métodos que no incluyen el uso de insecticidas químicos. En las condiciones en que se desarrollan los Cultivos Hidropónicos Populares, éstos podrían ser dañinos para las personas que los aplican o para quienes consumen los productos fumigados con ellos.

Es importante aprender a reconocer los organismos que generalmente viven dentro de los cultivos, ya que no todos ellos son perjudiciales para las plantas y, por el contrario, algunos son benéficos porque se alimentan de los que sí son plagas (ver video).

La primera recomendación y en la que más se insistirá es revisar diariamente la huerta, o parte de ella si es muy grande, durante cinco minutos. En estas revisiones se trata de detectar la presencia de insectos adultos (que estén buscando donde poner sus huevos), de localizar a los huevos para destruirlos, o de encontrar los gusanitos o pulgones cuando están en sus primeros días de desarrollo. Esta revisión debe hacerse en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde, ya que después de la salida del sol la temperatura se eleva y los insectos no son fácilmente localizables, dado que se han escondido para protegerse.

La revisión diaria o cada dos días recorriendo toda la huerta disminuirá considerablemente el número de insectos presentes, puesto que:

- la eliminación constante y gradual que vamos haciendo de sus



- diferentes estados permitirá romper el ciclo vital de las plagas
- las visitas con revisión detallada de las plantas y sus hojas y brotes más nuevos causarán a las plagas un ambiente hostil para su permanencia, por lo que buscarán otro lugar para habitar, alimentarse y reproducirse.

Las plagas que más se presentan en los cultivos de HHP son los insectos de diferentes tipos. Entre éstos son muy frecuentes los gusanitos o "cuncunas", que no son otra cosa que los hijos de las mariposas y nacen cuatro o cinco días después de que ellas han puesto sus huevos, generalmente por detrás de las hojas.

Otra plaga bastante común y dañina son los pulgones o áfidos, que se presentan sobre todo en los períodos secos y calurosos, aunque también los hay en otras épocas de clima menos benigno.

También llegan a ser importantes los daños causados por las babosas o caracoles. Estos se presentan en abundancia en las épocas lluviosas y frías, cuando el área de la huerta permanece húmeda por mucho tiempo. Sólo son activos durante la noche y se esconden al amanecer, por lo que en la mañana hay que tratar de ubicarlos en los sitios oscuros y protegidos, cercanos a los contenedores.

En las huertas en las cuales se usa cáscara de arroz como sustrato, ya sea solo o en mezcla, son frecuentes los daños causados por los pájaros que llegan en búsqueda de granos de arroz o de semillas, produciendo también daño o consumiendo a las plántulas pequeñas y a las semillas de lechuga, rabanito, arveja u otras hortalizas que hemos sembrado.

En las huertas, además de los insectos dañinos, existen otros insectos y animales que no causan daño, sino que se alimentan de los huevos, larvas pequeñas y a veces hasta de los adultos de los insectos plagas. Entre estos insectos o animales benéficos es común encontrar a las llamadas chinitas o mariquitas, al mata piojos o *Chrysopa*, avispas y hasta lagartijas, cuyo alimento son los insectos dañinos. A estos animales, en vez de espantarlos o eliminarlos, debemos protegerlos, pues son valiosos aliados para la eficiente realización de nuestro trabajo de HHP.

Además del constante cuidado de la huerta y de favorecer la permanencia de los organismos benéficos, es posible aplicar otros métodos

sencillos y económicos de control que no contaminan el ambiente ni los productos cosechados. Algunas de estas técnicas son:

- Colocar banderas de plástico de color amarillo intenso impregnadas con aceite de transmisión o de caja de cambios de auto. El color amarillo atrae a muchas especies de insectos que, al posarse sobre la lámina plástica, se quedan pegados (ver video).
- También se puede usar una "lavasa" o solución concentrada de jabón que corrientemente se usa para lavar la ropa, la cual se aplica con un atomizador en forma de rocío. Es muy eficiente para controlar pulgones y larvas desnudas pequeñas.
- Colocar trampas de luz encima o dentro de un recipiente con agua y aceite quemado durante una o dos horas cada noche.
- Usar cebos o trampas atrayentes para controlar babosas y caracoles.
- Poner espantapájaros de diferentes tipos.

Además, como complemento de estas prácticas que por sí solas reducirán los posibles daños atribuibles a plagas, se pueden aplicar a intervalos extractos o zumos de las siguientes plantas: Ajo, Ají, Eucalipto, Orégano, Ortiga o Pringamosa, Paico o Epasote, Ruda, Tabaco y otras más.

Algunas de estas plantas ejercen efectos directos o urticantes sobre ciertos insectos que tienen piel desnuda. La mayoría actúa como repelente debido a sus fuertes olores, haciendo que los adultos no encuentren un buen ambiente para posarse y depositar sus huevos, y las larvas que están sobre el cultivo descienden del follaje al sustrato donde ya no harán ningún daño.

A modo de ejemplo veamos como se prepara y utiliza un extracto de ajo:

Primero se pelan y muelen todos los dientes de ajo de tres cabezas de tamaño mediano (aproximadamente 30 dientes) hasta formar una papilla o masa blanda. Esta masa se vierte en un recipiente de vidrio o plástico y se agrega agua hirviendo hasta que la masa quede cubierta. Se guarda el recipiente bien tapado durante cinco días. Después de este tiempo ya se puede utilizar, filtrando de tres a cuatro cucharadas soperas (30 c.c. aproximadamente) por cada medio litro de agua. Se aplica esta solución con un pulverizador sobre los cultivos. Es conveniente ir alternando los

diferentes extractos, que se preparan de igual manera cada semana.

El anterior procedimiento es similar para preparar cualquier otro insecticida natural a base de las plantas ya mencionadas; solo varía un poco la cantidad de material a utilizar.

Contra las babosas o caracoles se pueden utilizar sacos húmedos impregnados con residuos de cerveza o levadura. Estos se colocan al atardecer en algunos lugares de la HHP. Las babosas son atraídas por el olor de la levadura y se ubican debajo del saco. Al día siguiente por la mañana se levanta el saco y se eliminan las babosas en forma manual.

Como hemos visto, las huertas hidropónicas están expuestas al ataque de agentes externos llamados plagas que pueden afectar negativamente la producción. Sin embargo, podemos manejar y controlar estas plagas utilizando métodos no convencionales, naturales, sencillos y económicos, que nos permitirán tener cosechas abundantes y sanas.

En nuestra próxima y última clase discutiremos los costos y la rentabilidad, es decir el beneficio que podemos obtener a través de nuestra Huerta Hidropónica Popular, comparado con la inversión que hemos hecho.



32.a



32.c

32.b



32.d

### FOTO 32

a - búsqueda de insectos; b y c - inspección diaria de cultivos

La búsqueda diaria de insectos y la observación de síntomas de enfermedades es indispensable para encontrar, eliminar o prevenir el desarrollo de las plagas.



33.a



33.b

### FOTO 33

a - mesas y banderas; b - banderas en tomates

La protección de la HHP a los insectos plagas usando banderas amarillas impregnadas con aceite. Las huertas deben ser protegidas de los animales domésticos (aves, perros) y de los niños muy pequeños para evitar daños.



**FOTO 34**

Los espantapájaros son útiles para espantar a pájaros que consumen semillas y plántulas de los almácigos.



**FOTO 35**

Las trampas de luz al igual que las banderas amarillas, son útiles en el control de distintas plagas que afectan a las HHP.





36.a



36.b



36.c



36.d

### FOTO 36

a - insecticida natural; b - árbol del NIM (*Azadirachta indica*); c - Paraíso con flores, frutos y hojas, árbol joven de 20 años (*Melia azedarach* L); d - Paraíso, árbol de 20 años, con flores, frutos y hojas, Santiago

Existen distintas alternativas para la preparación de soluciones de insecticidas naturales a base de plantas que repelen a los insectos dañinos.

## CLASE 8

### **COSTOS Y RENTABILIDAD DE LA HUERTA HIDROPONICA POPULAR**

Complementando lo observado en el video con la información técnica presentada en este Manual se obtiene toda la tecnología necesaria para cultivar hortalizas utilizando el método de las Huertas Hidropónicas Populares propuesto en esta publicación preparada por el PNUD y la FAO.

Además de ser una actividad muy productivas, la HHP es compatible con las tareas del hogar, el estudio y los oficios normales de cada uno de los miembros de una familia. El sistema no exige exclusividad, pero sí constancia y dedicación de una pequeña cantidad de tiempo diario. Es una actividad complementaria, que puede ser desempeñada en conjunto por todos los miembros de la familia de acuerdo con el tiempo libre que cada uno esté dispuesto a dedicar a la huerta.

Los beneficios que se pueden derivar de la Hidroponía Popular se pueden dividir en dos grupos: los de tipo social y los de tipo económico, que se expresan como rentabilidad o ingresos netos.

#### **Beneficio Social**

El beneficio social se obtiene como producto del cambio de las condiciones de vida de las familias, considerando una mejor calidad de la alimentación, la protección de la salud y la obtención de ingresos. Los nuevos ingresos permitirían autofinanciar el funcionamiento y la expansión de la huerta, además de cubrir pequeñas necesidades diarias que antes estaban insatisfechas.

El beneficio también se refleja en el cambio de actitud de las familias y de las comunidades, que dejan de ser miembros pasivos para convertirse en miembros activos en el proceso de su propio desarrollo. Es importante resaltar cómo los niños asumen actitudes muy positivas a través

de estas actividades productivas, que aparte de permitirles cosechar productos comestibles, les da la posibilidad de adquirir tempranamente conocimientos prácticos que les hacen menos abstractas algunas áreas del saber, como sucede con la química, la biología y otras.

### **Rentabilidad Económica**

El beneficio económico o rentabilidad es la que se espera obtener mediante la explotación continuada y sistemática de HHP en superficies superiores a 30 metros cuadrados de cultivos, buscando obtener un rendimiento económico por los gastos incurridos y el trabajo realizado.

A modo de ejemplo:

Un adecuado manejo de las HHP ha demostrado en distintas experiencias y ensayos que el costo total de la producción por metro cuadrado se paga con la venta de 13 lechugas, estimándose además una pérdida de tres lechugas por metro cuadrado y por cosecha.

Es imprescindible para ello establecer una programación que incluya todas las etapas por las que atraviesan los cultivos seleccionados como más promisorios, considerando condiciones ambientales, posibilidades técnicas de manejo y mercados disponibles para la venta. Lo importante es tener algún tipo de producto disponible para la venta en todas las épocas del año.

Para determinar la rentabilidad económica es necesario definir los costos de producción, el precio de venta y la diferencia entre éstos dos o la utilidad. Los costos de producción son de dos tipos:

- costos de instalación de la huerta, y
- los costos necesarios para que funcione en cada período productivo.

Los costos de instalación incluyen el valor de los contenedores, los plásticos, los sustratos, las mangueras, las herramientas y toda la inversión necesaria para empezar. Esta será amortizada a lo largo de varias cosechas. También se consideran aquí los equipos necesarios para la preparación, almacenamiento y aplicación de los nutrientes y los insecticidas naturales, tales como bidones, baldes, atomizadores y otros.

Los costos de funcionamiento comprenden el agua, los nutrientes, el aceite y los productos para el control de las plagas cuando hay que comprarlos (ajos, ajíes), un cuaderno para anotaciones técnicas y contables, y la mano de obra.

Para comprender mejor el tema de la rentabilidad presentaremos un ejemplo con una de las especies más aceptadas, tanto por los cultivadores como por los consumidores, como es el caso de la lechuga. Determinaremos el costo de producción en el sistema de Raíz Flotante que es el preferido por quienes tienen el propósito de establecerse como empresa rentable, ya que la producción se logra en menos tiempo y con menor esfuerzo físico, pero con mayor dedicación y constancia:

Sabemos por las clases anteriores que en el sistema flotante podemos obtener 31 lechugas adultas por metro cuadrado, de tal forma que determinamos el costo de producción por metro cuadrado de cultivo.

Cuadro 1. Costos fijos de instalación

Insumo imputable	Costo	Amortización	Valor
	total/m <sup>2</sup> US \$	número de cosechas US \$	por m <sup>2</sup>
Contenedor de madera	4,70	20	0,23
Plástico negro	0,36	5	0,07
"Plumavit"	1,29	5	0,25
Herramientas	1,03	10	0,10
Equipo	1,51	10	0,15
Mano de obra	2,05	10	0,20
Sub total			1,00
Imprevistos			0,50
Total costos fijos m <sup>2</sup>			1,50

(Cambio aplicado: CH\$ 385 por US\$ 1.00, febrero 12 de 1993)

En algunos países deberá considerarse además el costo de las coberturas para proteger los cultivos del exceso de sol, de las heladas o de

las lluvias ácidas, lo que aumenta el valor de los costos por metro cuadrado en aproximadamente US\$ 1,5 - 2,0

**Cuadro 2. Costos variables de producción (para una cosecha)**

Insumo	Costo total/m <sup>2</sup> US\$	Valor imputable por m <sup>2</sup> /cosecha US\$
31 Plántulas de almácigo de 35 días	0,48	0,48
Solución nutritiva	0,63	0,63
Insecticidas naturales	0,05	0,05
Mano de obra	1,80	1,80
Sub total		2,96
Imprevistos 5%		0,15
Total costos variables		3,11
Costo Total (costos fijos más costos variables)		4,61

### Ingresos

Estimando pérdidas del 9 por ciento sobre 31 lechugas, obtenemos 28 unidades, cuyo precio de venta fue estimado en US\$ 0,31. Lo anterior nos permite un ingreso bruto de US\$ 8,68/m<sup>2</sup>.

$$\text{Utilidad} = \text{Ingreso Total} - \text{Costo Total}$$

$$\text{Utilidad} = 8,68 - 4,61 = 4,07 \text{ US\$ por m}^2/\text{cosecha de lechugas}$$

$$\text{I.R.} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Inversión Total}} \times 100 = \frac{4,07}{4,61} \times 100 = 88,28 \%$$

$$\text{I.R. (Indice de Rentabilidad)} = 88,28 \%$$

Se debe enfatizar que dentro de los costos está considerado el valor de la mano de obra aportada por la familia, con lo que se tiene el doble beneficio del empleo más la rentabilidad del cultivo. Los costos fijos calculados en el ejemplo podrían ser menores si se utilizaran maderas de segunda mano o usadas. En muchos países es posible conseguir "palets" o tarimas para estibar carga en los puertos marítimos o aéreos, que al desarmarlos dan tablas de buena calidad y de dimensiones muy uniformes.

El anterior ejemplo puede ser considerado como una base para determinar la rentabilidad de otros cultivos, que puede ser diferente dependiendo de las ventajas comparativas o de factores adversos que existan para el cultivo y la comercialización de algunas especies. Hay especies más convenientes en unos países que en otros pero, en general, en la mayoría de ellas la rentabilidad económica es alta, especialmente en el cultivo de la lechuga, que en todos los países ha demostrado ser el mejor cultivo tanto del punto de vista técnico como económico.

Como hemos visto en este Curso Audiovisual (video y manual) las Huertas Hidropónicas Populares permiten obtener beneficios sociales y económicos. Depende de la dedicación y constancia el que estos beneficios se transformen en una realidad que ayudará a mejorar la calidad de vida de las familias.

Planifique su tiempo y empiece a instalar una HHP y si sigue con esmero las recomendaciones ofrecidas antes de 90 días tendrá la primera cosecha de distintas hortalizas, y plantas medicinales o aromáticas.

# **ANEXOS**





## ANEXO I

### PRODUCTIVIDAD EN CULTIVOS HIDROPONICOS

(ton/año)

CULTIVO	HIDROPONICO	TRADICIONAL
Tomate	375 2 *	100
Pepino	750 3	30
Lechuga	313 10	52
Pimentón	96 3	16
Repollo	172 3	30

\* Número de cosechas al año

## ANEXO II

### CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA

SUSTRATO	PORCENTAJE PESO	PORCENTAJE VOLUMEN
Lana de roca	1.300	80
Vermiculita	382	44
Piedra pómez	59	20
Escoria de carbón	50	35
Cascarilla de arroz	40	11
Escorias volcánicas	14	13
Arena	12	16
Gravilla	4	7

## ANEXO III

### DENSIDAD DE DIFERENTES SUSTRATOS

(kg/dm cúbico)

Corteza	0,2 - 0,3
Arena	2,0
Piedra pómez	0,5 - 0,9
Cascarilla de arroz	0,12
Escoria de carbón	0,6 - 0,85

## ANEXO IV

### **CARACTERISTICAS, VENTAJAS Y PROPIEDADES FISICO QUIMICAS DE LA CASCARILLA DE ARROZ**

- Baja tasa de descomposición
- Liviana
- Inerte
- Bajo costo
- Buen drenaje
- Alta aireación
- Baja retención de la humedad

Requiere fermentación y lavado previo

Densidad: 0,12 - 0,13 g/ml

CIC: 2 - 3 meq/100 ml

Retención de humedad: 0,10 - 0,12 l/l

Análisis químico: % - N = 0,5 - 0,5  
P = 0,08 - 0,1  
K = 0,2 - 0,4  
Ca = 0,1 - 0,15  
Mg = 0,1 - 0,12  
S = 0,12 - 0,14  
SiO = 10 - 12  
Cenizas = 12 - 13

ppm - Fe = 200-400

Mn = 200 - 800

Cu = 3 - 5

Zn = 15-30  
B = 4-10

---

-

ANEXO V

**ESPECIES DE SIEMBRA DIRECTA  
EN HUERTAS HIDROPONICAS POPULARES  
(HHP):**

**PERIODOS DE TIEMPO TRANSCURRIDOS  
ENTRE FASES  
Y PROFUNDIDAD DE SIEMBRA**

---

ESPECIE	PERIODO TRANSCURRIDO DESDE		
	Siembra a germinación (días)	Germinación a cosecha (días)	Profundidad de siembra (cm)
Ajo *	8	120	2
Arveja	5	90	3
Calabacín o zapallito italiano	7	90	3
Cebolla de rama *	15	110 ***	-
Cilantro	17	60	2
Fresa o frutilla *	15	90	-
Haba	8	100	4
Habichuela o poroto verde	5	70	3
Frijol o poroto seco	5	100	3
Melón	6	90	3
Nabo de cuello morado **	5	80	1
Pepino de ensalada	5	70	3
Rabanito rojo	4	30	2
Remolacha o betarraga **	10	120	3
Sandía o patilla	8	90	4
Zanahoria	18	120	c.s.
Zapallo común	7	120	4

- \* Su multiplicación es vegetativa o asexual.
- \*\* Estas especies se pueden sembrar directamente y también se pueden transplantar.
- \*\*\* Después de la primera cosecha se hacen recolecciones permanentes cada 60 días, al menos durante 18 meses y si el manejo es adecuado pueden permanecer produciendo durante tres años. La profundidad de la siembra depende del tamaño al cual se corten las ramas utilizadas para la siembra.

## ANEXO VI

### ESPECIES QUE SE SIEMBRAN POR EL SISTEMA DE TRASPLANTE EN HHP:

#### NUMERO DE SEMILLAS POR GRAMO, DISTANCIAS Y PROFUNDIDAD DE SIEMBRA EN EL GERMINADOR

ESPECIE	SEMILLAS por gr.	DISTANCIA (cm)		PROFUNDIDAD (cm)
		entre surcos	entre semillas	
Acelga	53	8	1	1,5
Apio	2.500	5	0,5	c.s.
Berenjena	350	8	1	1
Remolacha o betarraga	50	8	1	1
Brócoli	280	10	1	1
Cebolla	250	5	0,5	1
Cebollín	250	5	0,5	1
Ciboulet	300	5	0,5	0,5
Col china	280	8	2	1
Coliflor	280	10	1	1
Espinaca	100	5	2	1
Lechuga	1.086	5	1	0,5
Lulo o naranjilla	500	10	1	0,5
Nabo blanco	320	8	2	1
Perejil	780	5	0,5	0,5
Pimentón	160	8	1	1
Puerro	250	5	0,5	1
Repollo	290	10	1	1
Tomate	320	8	1	1
Tomillo	?	5	1	0,5



c.s. Casi superficial.

\*\* El número de semillas varía según su calidad (variedades o híbridos y el porcentaje de impurezas que vengan en el empaque).

## ANEXO VII

### ESPECIES QUE SE SIEMBRAN POR EL SISTEMA DE TRASPLANTE EN HHP:

#### PERIODOS DE TIEMPO TRANSCURRIDOS ENTRE FASES

ESPECIE	PERIODO		DESDE	Trasplante a cosecha (días)
	Siembra a germinación (días)	TRANSCURRIDO Germinación a trasplante (días)		
Acelga	12		18-25	70 c.p.
Apio	20		30-35	95
Berenjena	10		20-25	75
Betarraga o remolacha	10		20-25	85
Brócoli	7		20-22	75
Cebolla	10		30-35	80
Cebollín	10		30-35	55
Ciboulet	10		30-35	70 c.p.
Col China	6		18-20	60
Coliflor	7		20-25	75
Espinaca	8		18-22	75
Lechuga flotante	5		15-18 *	45
Lechuga en sustrato	5		20-22	55
Lulo o Naranjilla	30		45-50	80
Nabo Blanco	5		15-18	45
Perejil Liso	15		22-25	75 c.p.
Perejil Rizado	15		22-25	70 c.p.
Pimentón	12	35-40		80
Puerro	10		35-40	80
Repollo	7		30-35	90
Tomate	6		18-22	65
Tomillo	12		30-35	75 c.p.

\* Cuando se trata del sistema flotante, éste es el tiempo para hacer el primer trasplante; el

segundo se realiza entre 12 y 18 días después del primero.

- \*\* Este tiempo varía según el clima predominante durante el desarrollo del almácigo y también depende del adecuado manejo (riegos, nutrición, escardas, aporques, etc.).
- c.p. Cosecha permanente formando manojos con las hojas que alcanzan el desarrollo apropiado (cada 2 o 3 semanas).

## ANEXO VIII

### **ESPECIES DE SIEMBRA DIRECTA EN HHP: DISTANCIAS DE SIEMBRA RECOMENDADAS**

ESPECIE	DISTANCIA (cm)		POBLACION	
	Entre surcos	Entre plantas	Entre plantas	por m <sup>2</sup>
Ajo *	10	7		115
Arveja	12	10		67
Cebolla de rama *	30	30		11
Cilantro	10	5		162
Fresa o frutilla *		25	25	
13				
Haba	20	15		27
Habichuela o frijol o Poroto verde	15	15		36
Frijol o poroto seco	15	15		36
Melón	30	30		11
Nabo de cuello morado **	10	10		81
Pepino de ensalada	30	30		11
Rabanito rojo	8	5		202
Remolacha o betarraga **	15	10		54
Sandía o patilla	40	40		5
Zanahoria	8	10		102
Zapallo italiano	50	40		4
Zapallo común	50	40		4

\* Estas especies se reproducen vegetativamente.

\*\* Estas especies se pueden sembrar directamente en el sitio definitivo, pero también por el sistema de trasplante.

Nota: En algunas especies es posible hacer siembras en triángulo, lo cual permite tener algunas plantas más en el mismo espacio sin que se afecte su desarrollo, porque en esta forma hay una mejor distribución del espacio para el desarrollo de las raíces.

## ANEXO IX

### ESPECIES QUE SE SIEMBRAN POR EL SISTEMA DE TRASPLANTE EN HHP:

#### DISTANCIAS RECOMENDADAS

ESPECIE	DISTANCIAS (cm)		POBLACION	
	Entre surcos	Entre plantas	Entre plantas	por m2
Acelga	20	20		21
Apio	20	20		21
Berenjena	40	40		5
Betarraga o remolacha *	15	10		54
Brócoli	30	25		11
Cebolla	12	10		67
Cebollín	10	8		101
Ciboulet	15	10		54
Col China	25	25		13
Coliflor	30	30		9
Espinaca	17	17		28
Lechuga flotante	17	17		28
Lechuga en sustrato	20	17		23
Lulo o naranjilla	50	40		4
Nabo blanco *	10	8		101
Perejil liso	15	12		45
Perejil rizado	15	12		45
Pimentón	35	30		8
Puerro	10	10		81
Repollo	30	25		11
Tomate	35	30		8
Tomillo	17	17		28

\* Estas especies se pueden sembrar directamente en el sitio definitivo, pero también por el sistema de trasplante.

Nota: En algunas especies es posible hacer siembras en triángulo, lo cual permite tener algunas plantas más en el mismo espacio sin que se afecte su desarrollo, porque en esta forma hay una mejor distribución del espacio para el desarrollo de las raíces.

ANEXO X

**ESPECIES DE SIEMBRA DIRECTA EN HHP:**

**CALENDARIO DE EPOCAS DE SIEMBRA  
PARA CHILE**

ESPECIES	E _____ P _____ O _____ C _____ A		
	Adecuada	Medianamente adecuada	Inadecuada
Ajo	Abril-Mayo	Junio-Julio	Resto del año
Arveja	Marzo-Abril-Mayo	Junio-Julio	Resto del año
Cebolla de rama	Enero-Febr		Resto del año
Cilantro	Febr-Marzo-Abril		Resto del año
Fresa o frutilla	Sept-Oct-Nov	Marzo-Abril-Mayo	Resto del año
Haba	Marzo-Abril-Mayo	Junio-Julio	Resto del año
Habichuela o poroto verde	Sep-Oct-Nov		Resto del año
Frijol o poroto seco	Sept-Oct-Nov		Resto del año
Melón	Sept-Oct-Nov		Resto del año
Nabo blanco	Marzo-Mayo	Dic-Febr	Junio-Julio
Nabo cuello morado	Agosto-Nov		
Pepino de ensalada	Sept-Oct-Nov	Febrero	Resto del año
Rabanito rojo	Mar-Abr-Mayo Agosto-Sept-Oct Noviembre	Enero-Febr-Dic	Resto del año
Remolacha o Betarraga	Enero-Mayo Agosto-Sept	Junio-Julio Oct-Dic	



Sandía  
Zanahoria  
  
Zapallo  
italiano

Sept-Nov  
Enero-Mayo  
Agosto-Sept  
  
Sept-Oct

Junio-Julio  
Oct-Dic

Resto del año

ANEXO XI

**ESPECIES QUE SE SIEMBRAN POR  
EL SISTEMA DE TRASPLANTE EN HHP:**

**CALENDARIO DE EPOCAS DE SIEMBRA  
PARA CHILE**

ESPECIES	E _____ P _____ O _____ C _____ A		
	Adecuada	Medianamente adecuada	Inadecuada
Acelga	Dic-Enero-Febr Sept-Nov	Marzo-Mayo	Junio-Agosto
Achicoria	Nov-Marzo	Abril-Mayo	Resto del año
Albahaca	Agosto-Oct		Resto del año
Apio	Nov-Enero	Sept-Nov	Resto del año
Berenjena	Julio-Sept		Resto del año
Brócoli	Dic-Marzo	Abril-Mayo	Resto del año
Cebolla	Mayo-Junio	Julio-Sept-Oct	Resto del año
Cebollín	Sept-Nov	Febr- Marzo	Resto del año
Ciboulet	Sept-Nov	Febr-Marzo	Resto del año
Col china	Enero-Febr		Resto del año
Coliflor	Dic-Marzo	Abril-Mayo	Resto del año
Espinaca	Febr-Mayo		Resto del año
Lechuga flotante	Febr-Mayo Sept-Nov	Dic-Enero	Julio-Agosto
Lechuga en sustrato	Febr-Mayo Sept-Oct	Junio-Julio-Nov-Dic	
Nabo blanco	Marzo-Mayo Agosto-Nov	Dic-Febr	Junio-Julio
Perejil liso	Agosto-Mayo	Junio-Julio	
Perejil rizado	Agosto-Mayo	Jun y Julio	
Pimentón	Julio-Sept		Resto del año
Puerro	Oct-Abril	Mayo-Sept	
Repollo	Nov-Marzo	Abril-Mayo	Resto del año
Tomate	Julio-Sept		Resto del año
Tomillo	Enero-Mayo Agosto-Sept	Junio-Julio	

Nota: En las especies de trasplante, los almácigos sólo deben ser establecidos en las épocas consideradas como adecuadas.

## ANEXO XII

### **PLANTAS AROMATICAS Y MEDICINALES QUE SE PUEDEN PRODUCIR MEDIANTE EL SISTEMA DE HIDROPONIA POPULAR**

ESPECIE	DISTANCIAS DE SIEMBRA		PERIODO DE PRENDIMIENTO A LA PRIMERA RECOLECCION  (días)
	Plantas	Surcos	
Berros *	10	10	70
Hierbabuena	30	30	60
Hinojo	25	25	110
Manzanilla	al voleo	al voleo	90
Poleo	15	15	60
Tomillo	17	17	75
Toronjil	30	30	70

\* Los berros crecen y producen con gran vigor si se siembran en pequeños recipientes plásticos por el sistema flotante, pero sin necesidad de "Plumavit". Sólo la raíz entra en el agua.  
Hay que tener la precaución de que las semillas sean nuevas y que no estén contaminadas por provenir de aguas sucias.

