

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 Rachel". 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

## TRANSPLANTE AL SISTEMA DE RAIZ FLOTANTE

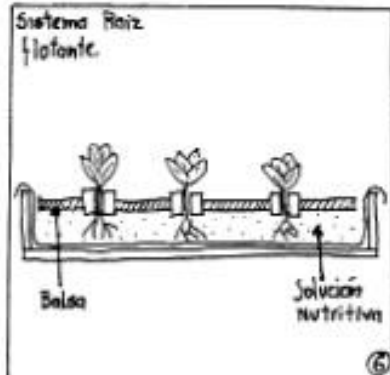




FOTO 24

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



FOTO 25

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



FOTO 26

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

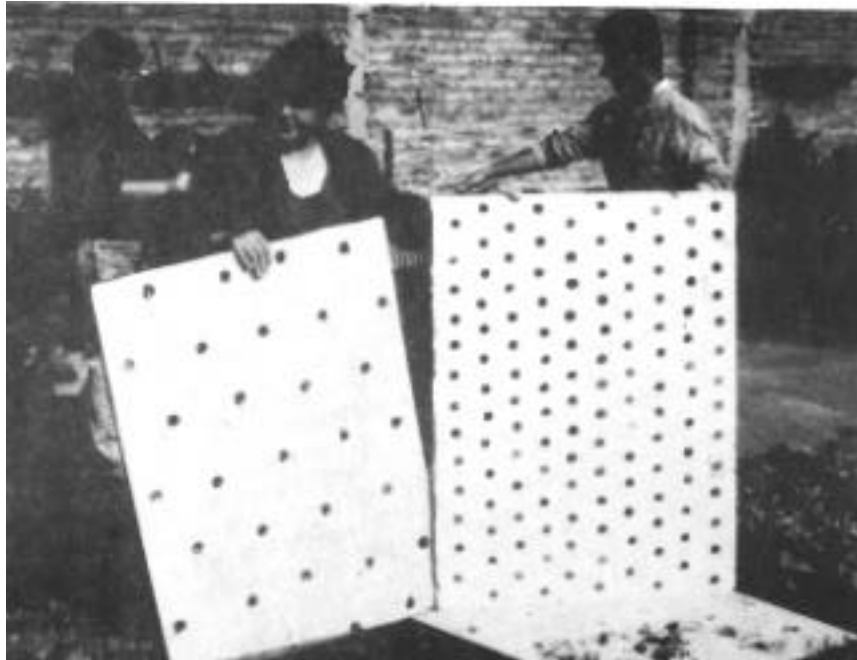


FOTO 27

Sistema de raíz flotante. Los dos tipos de láminas de "Plumavit" muestran en el caso de lechugas, distintas distancias de plantación para los trasplantes post-almácigos (derecha) y siembra definitiva (izquierda).



FOTO 28

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



FOTO 29

Trasplante post-almácigo (derecha) y definitivo (izquierda) en láminas, con el sistema de raíz flotante.



## 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 nutrimentos 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) -**

#### **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) -**

#### **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 raquítrico 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)**

- 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) -**

- 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) -**

- 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 nutritivos 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, apergaminada, 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 quemán 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**

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 2.000 gr
- 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 (12-52-0)	340 gramos
Nitrato de Calcio	2.080 gramos
Nitrato de Potasio	1.100 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

Primer grupo:

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	8,46	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 Secuestrene 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 soleadas 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.

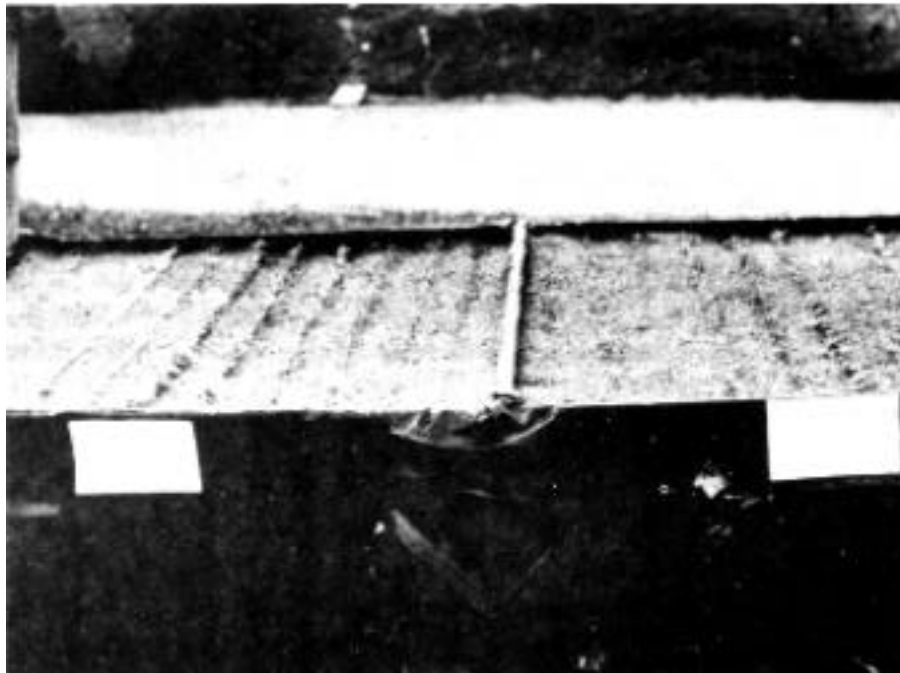


FOTO 30

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



FOTO 31

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 atractivos 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 sumos 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.



FOTO 32

La búsqueda diaria es indispensable para encontrar a los insectos que constituyen plaga y eliminarlos.

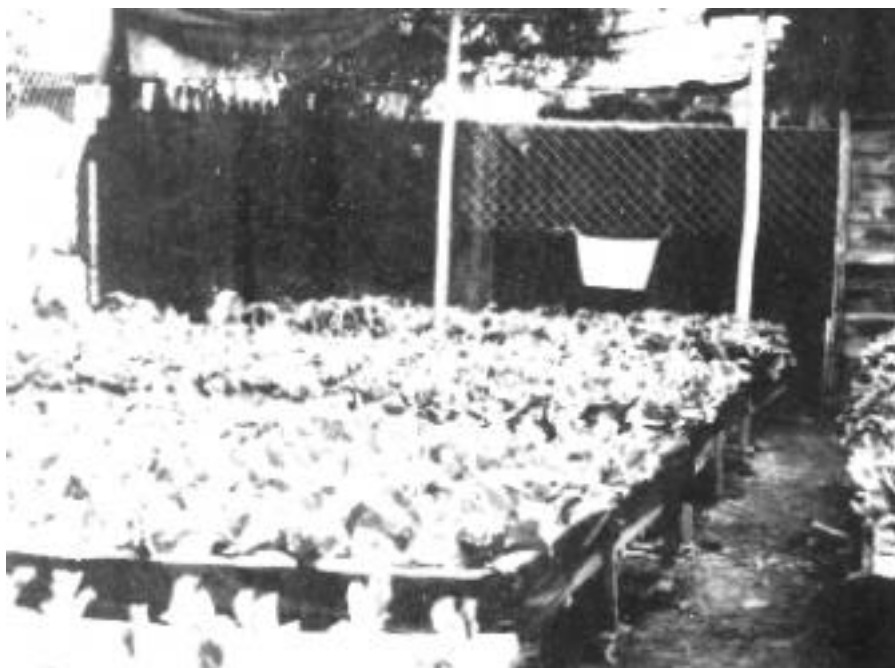


FOTO 33

Protección de la HHP de 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.

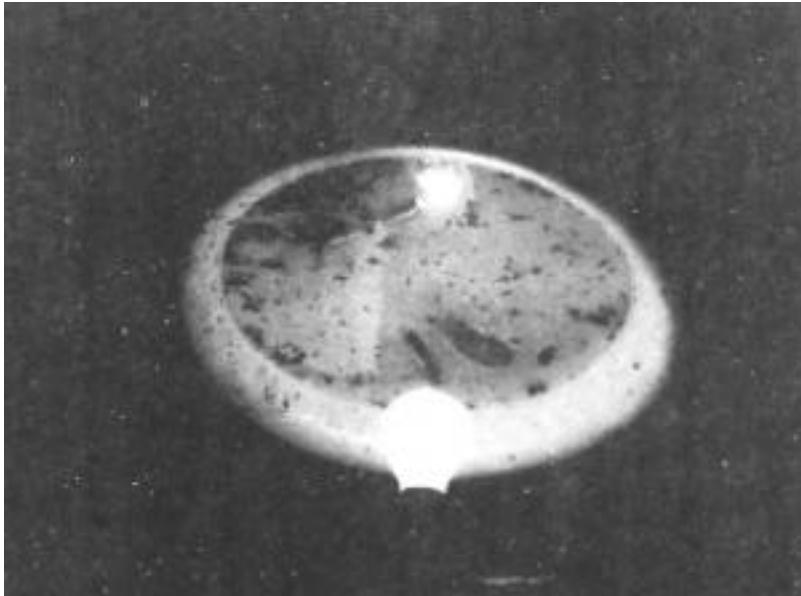


FOTO 35

Las trampas de luz son útiles en el control de distintas plagas que afectan a las HHP.



FOTO 36

Preparación de una solución de insecticida natural 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	Costo total/m <sup>2</sup> US \$	Amortización número de cosechas US \$	Valor imputable 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>

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

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

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

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 TRANSCURRIDO DESDE		
	Siembra a germinación (días)	Germinación a trasplante (días)	Trasplante a cosecha (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	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 Plantas por m2
	Entre surcos	Entre plantas	
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	Enero-Febr-Dic	Resto del año
	Agosto-Sept-Oct Noviembre		
Remolacha o Betarraga	Enero-Mayo	Junio-Julio	
	Agosto-Sept	Oct-Dic	
Sandía	Sept-Nov		Resto del año
Zanahoria	Enero-Mayo	Junio-Julio	
	Agosto-Sept	Oct-Dic	
Zapallo italiano	Sept-Oct		

## 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.