

HIDROPONÍA

Deriva del griego { HIDROS = Agua
o trabajo. { PONOS= Labor

Literalmente es el **trabajo en agua**

La hidroponía es una técnica que estudia los **cultivos sin tierra**.

Esta no es una técnica moderna, sino una técnica ancestral. En México durante el Posclásico (900-1500 d.C) la población de Tenochtitlan y Tlatelolco producían sus alimentos en las CHINAMITL-PAN, (LAS CHINAMPAS).

Actualmente la hidroponía es una técnica de cultivo de plantas sin el uso de la tierra, pero con el uso de un medio inerte como arena, peatt- moss, vermiculita, tezontle. Etc. Que se le agrega una solución con nutrientes requeridos por la planta para su crecimiento normal

Sinónimos { Cultivo en agua
Acuacultura
Quimio cultura
Nutrí cultura

Ventajas del cultivo por hidroponía

- Obtener productos agrícolas en áreas en las que a campo abierto normalmente no se producen.
- Obtener productos agrícolas fuera de época.
- Genera empleo permanente
- Reducción de costos de producción.
- Independencia de los fenómenos meteorológicos
- Ahorro de agua, que se puede reciclar.
- Ahorro de fertilizantes e insecticidas
- No se utiliza maquinaria agrícola (tractores, rastras, etc.)
- Control de limpieza e higiene en el manejo del cultivo.

Desventajas del cultivo por hidroponía:

- Requiere de una inversión alta al inicio.
- Requiere mano de obra capacitada.
- Requiere tener conocimientos técnicos sobre la hidroponía.

REQUERIMIENTOS BÁSICOS PARA LA HIDROPONÍA

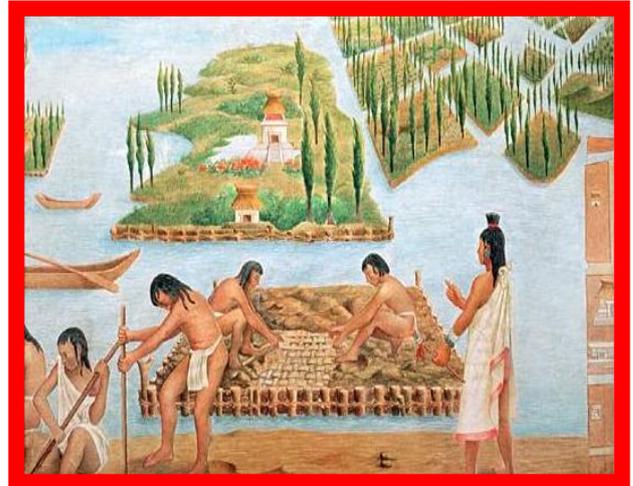
1. Contenedor.
2. Los sustratos.
3. Condiciones ambientales.
4. La solución nutritiva (sales fertilizantes).

1) EL CONTENEDOR

Es el recipiente donde estará sujeta la planta, este puede ser de concreto, plástico (cubetas, botellas de plástico), pvc, bolsas de polietileno, cajones de madera, recipientes metálicos.

El tamaño del recipiente depende del cultivo a efectuar y las dimensiones del terreno.

Para la producción de jitomate se utilizan bolsas de polietileno de 50 x 50 cm (18 litros) o 40 x 45 cm (15litros), o 40 x 40cm (10 litros) de color negro calibre 700,



Las primeras formas de producción hidropónica en México.

tratadas contra rayos ultravioleta para tener una durabilidad de 4 ciclos de cultivo, estas deben tener de 6 a 10 perforaciones de 0.5 cm de diámetro.

Si se realizan contenedores de madera deben tener las siguientes dimensiones:

- Largo: dependiendo de la superficie del invernadero.
- Ancho: de 0.3 a 1 metro.
- Alto: no menos de 25 cm.

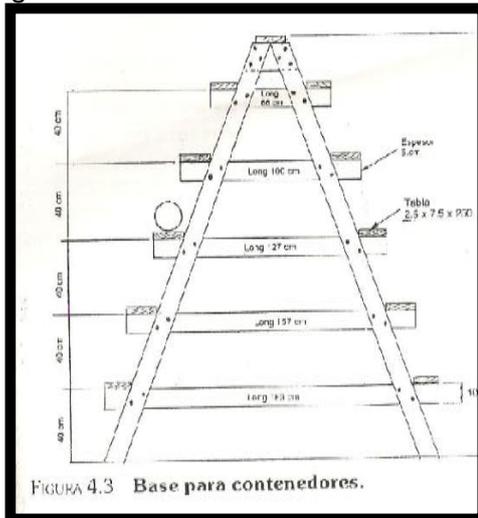
Estos deben estar impermeabilizados con plástico negro de calibre 10, esto también se utiliza para recipientes metálicos.

Funciones:

Sostener a la planta.

Contener el sustrato y la solución nutritiva.

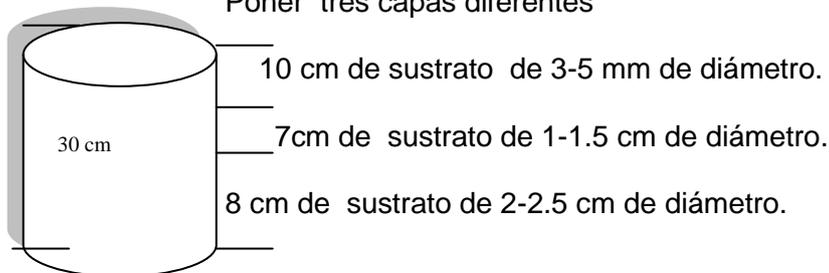
Proteger la raíz de la luz.



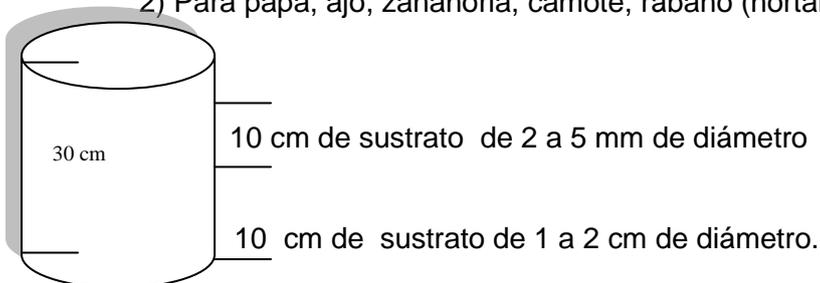
DISPOSICIÓN DE SUSTRATO EN EL CONTENEDOR:

1) Para Jitomate, Rosa, girasol:

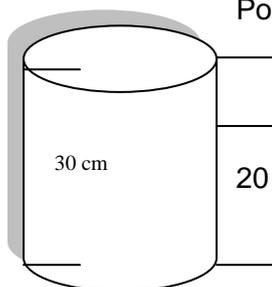
Poner tres capas diferentes



2) Para papa, ajo, zanahoria, camote, rábano (hortalizas de raíz):



- 3) Para cilantro, lechuga, fresa, chícharo, verdolaga, lengua de vaca y frijol:
Poner 1 capa únicamente.



20 cm de sustrato de 3-5 mm de diámetro.

2) SUSTRATOS

Son todos los materiales sólidos distintos de los suelos naturales.

Características

- Circulación eficiente.
- Drenaje eficiente del agua.
- Baja densidad y porosidad.
- Estabilidad física.
- Uniformidad en tamaño.
- Capacidad de intercambio catiónico.
- PH apropiado
- Libre de enfermedades, malezas y sustancias tóxicas
- Disponibilidad y bajo costo

Materiales que pueden ser utilizados como sustratos:

material	aireación	Retención de agua	Capacidad de nutrientes
Peat moss o turba	Buena deficiente	buena	regular
Arena(óxido de sílices)	buena	Pobre	Pobre
Perlita silicato de aluminio	Muy buena	Pobre /buena	Nula
Tezontle(silicato de aluminio)	buena	Buena	Pobre
gravas	Muy buena	Pobre	Nula
Piedra pómez o tepojal	alta	Buena	Nulos

Características de los sustratos utilizados

características	Grava	Arena	Tezontle o escoria volcánica	Tierra de hoja fresca	Peat moss	Agro lita o perlita
Densidad aparente (gr/cm ³)	1.5-1.7	1.5-1.8	0.6-0.7	0.4	0.07	0.12
Densidad real (gr/cm ³)	2.6-2.65	2.6	2.6	2	1.3	2.6
Espacio poroso (vol. %)	34-42.2	41.8	70.9-74.2	80.5	94.30	95.4
Aire (%)	35.8	18.8	48.6-58.6	17.33	29	74
Tamaño mm	Mayor a 2mm a 2.5 cm	0.5 a 1mm				
Composición química		Oxido de sílice	Silicato de aluminio		Turba rubia y negra	Roca volcánica vítrea(silicato de aluminio)

Peso kg/m ³		1350-1500			50-200kg	
Ventajas	alta permeabilidad buena capacidad de aireación	buena retención de agua buena estabilidad	buen drenaje alta porosidad interna	contiene materia orgánica	excelente retención de humedad efecto absorbente	Buena aireación buen drenaje
Desventajas		Mala aireación			Drenaje deficiente Dificulta la aireación	Baja retención de humedad
Agua disponible (%)	2.5	19-21.10	5.42	19.89	33.5	5.13
Agua de reserva (%)	-----	-----	2.25	4.05	6.5	1.39
ejemplos	Grava de: mina, rio, playa, Tezontle mármol.	mina, rio, playa	Rosa Amarillo Negro			

EL SUSTRATO IDEAL

Los sustratos cumplen la sig. Funciones

- Sirven de soporte y anclaje a la raíz.
- Aporta oxígeno.
- Retienen humedad.
- Es parte de la decoración.
- Nutre a la planta.

El sig. Cuadro presenta las características de un sustrato ideal

sustrato	Porosidad total %	Capacidad retención agua %	aire	Agua disponible a la planta	Peso humedad kg/litro
Peatt moss/perlita	70-85	55-70	10-20	>30	1-1.5
Mezcla peatt moss, arena, tierra de hoja	73	62	11	44	1.14

Propiedades físicas de los sustratos

- Estructura
Es la forma en que se agrupan las partículas del sustrato. (laminas, prismas, bloque, esferas).
- porosidad

Es la cantidad de macro poros y micro poros del suelo, los **macro poros** almacenan **aire**, los **micro poros** almacenan **agua**.

Para el **buen desarrollo de la planta se requiere un sustrato con un 50-70% de espacio poroso total.**

La **tercera parte** debe estar constituida por **macro poros** que se drena inmediatamente después del riego, llenándose de aire. Para un adecuado intercambio gaseoso de las raíces de la otra parte se encargara de retener el agua y los nutrientes que lleve disueltos.

Pasos para calcular la porosidad del sustrato

- Mida el volumen exacto de agua que cabe en la maceta que va a usar. (m1).
- Deshidrate al sol una muestra de la mezcla de sustrato.
- Llene la maceta con mezcla deshidratada hasta el nivel normal.

- Agregar lentamente agua a la maceta, viendo la cantidad que se echa hasta llenar el punto de saturación (cuando el sustrato no puede contener más agua). (m2). * No llenar la maceta hasta el tope
- Calcular la porosidad total

$$P.t = \frac{\text{volumen de agua hasta saturación (m}^2\text{)}}{\text{Volumen de la maceta (m1)}} \times 100$$
- Perfore los orificios del drenaje y deje que salga el exceso de agua durante 15min, medir el agua que drena (m³)
- Calcular retención de agua y porosidad libre

% retención
de humedad = $\frac{\text{Volumen de agua usada hasta saturación(m2)} - \text{agua que drena (m3)}}{\text{Volumen de agua hasta saturación (m2)}} \times 100$
- Calcular porosidad libre = 100% - %retención de humedad

ESTERILIZACIÓN DE LOS SUSTRATOS:

Es recomendable ya que con este proceso se eliminan semillas de hierbas, insectos, nematodos y microorganismos patógenos.

Métodos de esterilización:

1) calor: Se somete el sustrato a 82° durante 30 a 60 minutos, después debe airearse bien para impedir la formación de nitritos los cuales son sumamente tóxicos.

2) tratamiento químico: (Vapam)

Fumigante de suelo con ingrediente activo: metan sodio n-metil ditiocarbato de sodio 42%.

Ataca a:

Nematodos	Hongos
Melodongyne spp.	Rhizoctonia spp.
Heterodera spp.	Pythium spp.
Sinfilidos.	Phytophthora sp.
	Fusarium sp.
	Verticillium sp.
	Sclerotium spp.

Labores a realizar:

- Aflojar el suelo
- Desmoronar terrones una semana antes del tratamiento.
- Humedecer el suelo a la profundidad deseada.
- Aplicar vapam cuando se tenga una temperatura de 15°C a 8 cm de profundidad por el método de anegado (diluir vapam en 90 litros de agua) y aplicar un litro por 10 m² usando regadera o equipo aspersor.
- Cubrir la cama 1 día con plástico.
- A los 7 días remover el suelo 5cm.
- No sembrar hasta el día 21 después de la esterilización

OBTENCIÓN DE SEMILLA

Las semillas de especie hortícolas se sustraen de frutos maduros por lo que debemos escoger los más grandes y con características en su apariencia.

PASOS

- Abrir los frutos con mucho cuidado evitando lastimar las semillas.
- Se limpia cada una de las semillas.
- Se secan al aire libre evitando los rayos del sol.
- Ya secas se desinfectan.
- Preparar en 100ml de agua 2gr de captan o manzote.
- Introduce la semilla 3min.
- Dejar secar evitando los rayos del sol.
- Guardar en frasco cerrado y etiquetado con nombre de la semilla y fecha en un lugar fresco y seco.

3) CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS

El elemento central es el **INVERNADERO**, estructura que protege a las plantas del ambiente y crea condiciones microclimáticas internas óptimas para el desarrollo de los cultivos.

El cultivo está condicionado por 4 factores ambientales o climáticos:

- A. Temperatura
- B. Humedad relativa
- C. Luz
- D. Dióxido de carbono

A) TEMPERATURA

Es la cantidad de calor que tiene un cuerpo resultado del estado de agitación de las moléculas, esta varía en forma inversa con la altura y directamente con la cantidad de hrs de energía radiante.

Condiciones:

- A mayor altura sobre el nivel del mar menos temperatura.
- A mayor número de horas luz, temperaturas más altas.
- Por las mañanas se registran los valores más bajos.
- Mayor temperatura de 13:00 a 16:00hrs.
- Mayores temperaturas antes de que inicien temporadas de lluvias.
- El desarrollo y crecimiento en la mayoría de los cultivos agrícolas ocurren entre los 10°C a 35°C.
- Durante el día la temperatura de las hojas de las plantas puede ser unos grados más elevados que la del ambiente lo cual produce mayor consumo de agua para enfriar las células.
- En el invernadero el aire caliente se concentra en la parte alta.
- Cuando aumenta la temperatura aumenta la evapotranspiración de las plantas, pierde agua, las hojas se marchitan en rollándose y secándose.

Estrategias para aumentar temperatura

- Uso de calefactores.
- El calentamiento de agua y que fluya sobre goteros, esto se hace principalmente en la noche

Estrategias para disminuir

- Ventilación.
- Aumentar los riegos con agua a temperatura ambiente.

B) HUMEDAD RELATIVA (HR)

Es de vapor de agua contenida en la atmósfera y se define como la relación que existe entre la cantidad de vapor que contiene el aire a una temperatura determinada.

Condiciones

- El vapor varía entre 0 y 4% en el volumen de la atmósfera.
- Durante el día el contenido de vapores es más bajo que durante la noche.
- El aire caliente puede contener mayor cantidad de vapor.
- Entre más húmedo el ambiente menor desarrollo de las plantas.
- A mayor temperatura dentro del invernadero menor humedad relativa.
- A menor humedad relativa mayor consumo de agua.
- A mayor humedad relativa el agua se condensa en la parte alta del invernadero provocando goteo en el cultivo favoreciendo en el desarrollo de enfermedades
- A HR alta las plantas reducen la transpiración disminuyen su crecimiento producen abortos florales por apelmazamiento de polen y los frutos jugosos se agrietan.
- A HR baja la planta transpira mucho, se deshidrata y produce mal llenado del fruto, aborto de flores.

Estrategias para aumentar lo HR

- Colocación de muros húmedos, con cortina de agua donde atraviesa el aire
- Empleo de micro aspersores y nebulizadores que nivelan agua al medio.

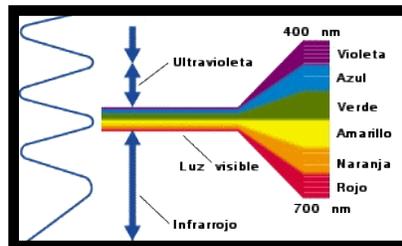
- Riegos más frecuentes

Estrategias para disminuir la HR

- Disminuir riegos

C) LA LUZ

La luz y la temperatura tienen como origen la energía irradiada por el sol esta energía llega hasta la superficie de la tierra en forma de ondas electromagnéticas



La longitud de onda de la energía que es de importancia para las plantas comprende una pequeña parte de energía ultravioleta., la luz visible en los rayos infrarrojos térmicos ubicados en el rango del espectro electromagnético entre los 200 a 3000 nanómetros. Del total de energía radiante que llega a la tierra, el 9% corresponde a rayos ultravioleta (UV) un 46% se ubica en la luz visible y el 45% en rayos infrarrojos.

Condiciones

- Cada especie vegetal requiere de una cantidad específica de radiación luminosa para desarrollar la fotosíntesis.
- Si falta luz, las plantas se alargan y los tallos son débiles, pálidos y amarillentos de hojas, se caen.
- Si les sobra luz. Crecerán lentamente con tallos duros y flores pálidas, los brotes nacen pequeños.
- Si en el invernadero hay exceso de luz aumenta la temperatura y baja la humedad relativa, aumentando la transpiración de las plantas y consumo de agua.
- La mayor cantidad de iluminación en México ocurre de 21 de marzo al 21 de septiembre.
- La luminosidad aumenta en los invernaderos de con cubierta en forma cilíndrica o parabólica.

Fototropismo

Fenómeno de crecimiento vegetal orientado hacia la luz que ocurre en el color azul (400-490nm).

- En el color rojo impide la germinación (660-800NM).
- En el color amarillo y naranja (540-680NM) favorece la germinación.
- Las plantas que requieren 12hrs de luz son de día largo.
- Plantas que requieren entre 10 y 12 luz son de día intermedio.
- Plantas que necesitan de 8 a10 horas luz son de día corto.
- Plantas que favorecen con cualquier cantidad de luz son neutras o facultativas.
- Mediante el uso de acolchados de calor aluminio, blanco o plateado aumenta la fotosíntesis activando los cloroplastos del envés de las hojas=fertilización lumínica.
- Para la cubierta de invernaderos se recomienda materia de trasmite del 85 a 90% de luz solar incidente sobre el invernadero.

Estrategias para aumentar iluminación

- Orientación adecuada del invernadero.
- Uso de cubierta con buena transparencia.
- Acolchada en plástico blanco.
- Uso de iluminación artificial.

Estrategias para disminuir la iluminación

- Uso de cubiertas lechosas.
- Encalado o pintado de blanco la cubierta.
- Uso de malla sombra colocado debajo de la cubierta.
- Uso de cortinas negras.
- Uso de acolchado negro.

D) DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Conocido también como anhídrido carbónico, compuesto esencial para la realizar la fotosíntesis donde se asimila el carbono para alimentar a las células

Consideraciones

- EL CO₂ dentro del invernadero en el día es de 200 a 500ppm.
- La mayoría de las plantas necesitan entre 600 y 1000ppm de CO₂ atmosférico.

Estrategias para aumentar el CO₂

- Quema de materiales de cuya combustión se desprenda (humo).
- Generar ambientes cerrados.

Estrategias de disminuir el CO₂

- Ventilación.

LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

Se define como el conjunto de elementos nutritivos requeridos por las plantas disueltas en agua y en forma asimilable por las raíces de las plantas.

Bajo un sistema de cultivo hidropónico la planta requiere de macro nutrientes como Nitrogeno, Fosforo, Potasio, Magnesio, Calcio, Azufre y micronutrientes que son fierro, manganeso, boro, cobre, zinc y molibdeno usando como fuente a los fertilizantes comerciales.

1) CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES:

A) Se debe tomar un control muy exacto de: PH, fosfatos y fierro.

Si el pH va teniendo cierta alcalinidad se agrega agua acidulada con H₂SO₄ (ácido sulfúrico) para establecer el nivel adecuado de pH.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VALOR OPTIMO OJEDA(1975)	VALOR OPTIMO SPURWAY(1941)
Acelga	<i>Beta vulgaris</i>	6-8	
Ajo	<i>Allium sativa</i>	6-8	
Avena	<i>Avena sativa</i>	6-7	5.5 - 7.5
Brócoli	<i>Brasica oleracea</i>		6.0 - 7.3
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	6-8	5.8-7.0
Coliflor	<i>Brasica oleracea botrytis</i>		6.0 - 7.3
Cucurbitaceas		6-8	
Chícharo	<i>Pisum sativum</i>	6-8	
Chile	<i>Capsicum annum</i>	6-8	
Fresa	<i>Fragaria sp</i>	5-6	5.0 - 6.5
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	6-8	6.0 - 7.5
Haba	<i>Vicia faba</i>		5.0-7.0
Jitomate	<i>Lycopersicum esculentum</i>	6-8	5.5-7.5
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	6-8	6.0-7.0
Maíz	<i>Zea mays</i>	6-8	5.5-7.5
Manzana	<i>Malus sp</i>		5.0-6.0
Rábano	<i>Brasica raba</i>		
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	6-8	5.5-7.8
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	7-8	5.5-7.0

B) FOSFATOS:

Si es elevado existe precipitación excesiva de elementos menores generándose más en soluciones desbalanceadas y se alcaliniza rápidamente la solución regulándose con la acidificación de la solución.

C) FIERRO:

Es difícil mantener en estado asimilable por lo que se sugiere 2 adiciones a la semana de 1PPM. Para no llegar a la toxicidad.

2) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

A) OSCURIDAD DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA:

Sirve para evitar el crecimiento de algas verdes y otras plantas que compiten por nutrientes y oxígeno.

B) AIREACIÓN:

El éxito depende en gran parte del suministro de oxígeno para las raíces a través de la solución nutritiva siendo el más adecuado 3 a 5 ppm a 15°C.

El método más común de oxigenación consiste en dejar un espacio de aire entre la superficie de la misma y la superficie inferior del techo que soporta a las raíces.

El segundo método es forzar oxígeno en la solución haciendo pasar burbujas de aire a través de ella mediante una bomba de aire conectada a un tubo con perforaciones de 1 mm de diámetro y 30 cm de

separación que recorre el fondo del tanque. Por lo general 10 a 20 burbujas por min. Durante 15 min. Cada hora. (Para tinas o recipientes caseros las bombas de acuarios son suficientes).

C) CIRCULACIÓN DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA:

Es una práctica recomendada para favorecer la distribución de los iones nutritivos y una mejor aireación.

D) SOPORTE DE LAS PLANTAS:

Un tapón de hule o corcho o un acolchado de algodón no absorbente son suficientes para mantener a la planta en su lugar.

E) POROSIDAD DEL MATERIAL DEL RECIPIENTE:

Agregados muy finos permanecen mojados más tiempo y hay más posibilidades de contaminarse. Las lechugas y zanahorias si requieren de un medio más fino.

F) MANEJO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA.

El nivel de la solución se mantiene de 1 a 2 cm por debajo de la primera malla de alambre que soporta el lecho; a medida que crece la raíz se ha aumentado progresivamente hasta llegar a un máximo de 5 cm.

La cantidad de carga y descarga se pueden ajustar a un litro por planta y la solución descargada puede ser utilizada por una semana o quince días.

NUTRIENTES

NITROGENO:

Su disponibilidad en el suelo es limitada debido a la volatilización, lixiviación, desnitrificación o fijación en la fracción orgánica del suelo.

Las plantas lo absorben en forma de nitrato (NO_3^-) que es el resultado de la actividad bacteriana.

Una planta bien provista de nitrógeno adquiere color verde oscuro por abundancia de clorofila.

La brotación se adelanta y produce gran desarrollo de hojas, tallos e incrementa la actividad fotosintética. Si hay deficiencia de nitrógeno hay crecimiento lento, amarillamiento y quemaduras en márgenes de las hojas viejas y una sobre dosis da lugar a excesos de follaje, la planta tarda en madurar, los frutos pierden calidad y los tejidos permanecen verdes tiernos por mucho tiempo.

En hidroponía la mayoría de nitrógeno se proporciona con base de nitratos y el amonio solo se usa como fuente suplementaria, siendo las principales fuentes:

- ❖ Nitrato de calcio
- ❖ Nitrato de potasio
- ❖ Nitrato de sodio(nitrato de chile)
- ❖ Nitrato de amonio

FOSFORO:

La forma en que el fósforo es asimilable es como ion fosfato (PO_4), H_2PO_4 , HPO_4 . Generalmente se encuentra atado a compuestos de baja solubilidad y la máxima disponibilidad se obtiene manteniendo en el suelo bien irrigado y un pH entre 6.5 Y 7.5.

El fósforo se requiere más cuando hay bajas temperaturas donde el crecimiento radicular es limitado.

Estimula el crecimiento de la raíz.

Desarrollo temprano de plantas.

Acelera la madurez y aumenta la producción de semillas.

Entre los síntomas de deficiencia se mencionan la aparición de color verde rosado a violáceo de hoja cuyas puntas y gordas se amarillean y se necrosan, donde algunas plantas presentan coloración morada.

En hidroponía los fosfatos se proporcionan a través de los siguientes fertilizantes.

- ❖ Fosfato de calcio
- ❖ Superfosfato de calcio simple
- ❖ Ácido fosfórico.

***POTASIO (K).**

Nutrimiento importante para la planta y es requerido en cantidades grandes para producir altos rendimientos en los cultivos.

Actúan como coenzima en procesos metabólicos y en el transporte y acumulación de carbohidratos en los órganos de reserva.

Disminuye la transpiración de las plantas en condiciones de estrés hídrico mediante el cierre de estomas.

Aumenta la resistencia a enfermedades criptogámicas entre los síntomas de carencia son visibles:

El enrollamiento de las hojas, que amarillean en las puntas o en el limbo de hojas viejas, tallos débiles.

En cítrico, disminuye el tamaño en frutos y provoca la caída.

Las principales fuentes son:

- ❖ Nitrato de potasio
- ❖ Sulfato de potasio.

***CALCIO:**

Es absorbido en forma cationica CA++.

Es indispensable para el desarrollo de las plantas y se aplica como enmienda del suelo.

Los síntomas de deficiencia son: muerte de bordes y puntas de raíz, hojas jóvenes con clorosis marcada produciéndose un desprendimiento de meristemos (yemas y capullos).

Fuentes de calcio:

- ❖ Nitrato de calcio
- ❖ Fosfato de calcio
- ❖ Superfosfato simple y triple.

MAGNESIO:

Elemento esencial de la fotosíntesis, es abundante en tejidos meristemáticos y frutos.

Los síntomas de deficiencia son:

Aspecto pálido y clorosis intervenal de hojas viejas con amarillamiento marginal mostrando el efecto de arbolito de Navidad.

El magnesio es absorbido por la planta en forma de Mg++ donde las arenas son deficientes de este elemento.

Comercialmente este elemento se provee en forma de:

- ❖ Sulfato de magnesio (sal epsom)
- ❖ Sulfato de magnesio anhidro.

AZUFRE:

Es un constituyente de los aminoácidos y es esencial para la síntesis de proteicas.

Los síntomas de deficiencia son:

Las hojas jóvenes cambian de color verde claro a amarillento.

Se retrasa la madurez de las plantas.

Normalmente el azufre es utilizado en forma de sulfatos (SO₄) y sus principales fuentes son:

- ❖ Súper fosfato
- ❖ Sulfato de magnesio
- ❖ Sulfato de amonio.

FIERRO:

Se requiere para formar clorofila y fija simbióticamente al nitrógeno.

En la deficiencia se nota una clorosis intervenal con venas verdes y se agrega en forma de sulfato ferroso o quelatos.

PARTES POR MILLON:

En hidroponía los fertilizantes disueltos en la solución se expresan en partes por millón.

Si un gramo de soluto está presente en un millón de gramos de solución se tiene una concentración de una parte por millón.

En equivalencia:

1 gramo---1000 litros.

1 miligramo ---1 litro.

Formula a utilizar:

Partes por millón = (Solute)(1,000,000/solvente)

Rango mínimo, óptimo y máximo de elementos presentes en soluciones hidropónicas según douglas /1976) en p.p.m.			
ELEMENTO	MINIMO	OPTIMO	MAXIMO
Nitrógeno	150	300	1000
Calcio	300	400	500
Magnesio	50	75	100
Fósforo	50	80	100
Potasio	100	250	400
Azúfre	200	400	1000
Cobre	0.1	0.5	0.5

Boro	0.5	1	5
Fierro	2	5	10
Manganeso	0.5	2	5
Molibdeno	0.001	0.001	0.002
Zinc	0.5	0.5	1

EJERCICIO:

Se requiere preparar una solución nutritiva con las siguientes concentraciones:

MACRONUTRIENTES	PPM	FERTILIZANTE A UTILIZAR	FÓRMULA
Nitrógeno	300		
Fósforo	80	Ácido fosfórico	$H_3(PO)_4$
Potasio	250	Nitrato de potasio	KNO_3
Calcio	300	Nitrato de calcio	$Ca(NO_3)_2$
Magnesio	75	Sulfato de magnesio	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$
Azufre	100		

MICRONUTRIENTES	PPM	FERTILIZANTE A UTILIZAR	FÓRMULA
Hierro	4	Sulfato ferroso	$FeSO_4$
Manganeso	1	Sulfato manganeso	$MnSO_4$
Boro	.5	Ácido bórico	H_3BO_3
Cobre	.5	Sulfato de cobre	$CuSO_4$
Zinc	.5	Sulfato de zinc	$ZnSO_4$

CALCULOS:

Para conocer la concentración de cada elemento de la solución se debe conocer lo siguiente:

- 1) **CONOCER LA FORMULA QUÍMICA** del compuesto que contiene **el elemento** o elementos necesarios para la hidroponía:

NITRATOS		
FERTILIZANTE	FORMULA	PESO MOLECULAR (gramos)
Nitrato de potasio	KNO_3	101
Nitrato de calcio	$Ca(NO_3)_2$	164
Nitrato de sodio	$NaNO_3$	85
Nitrato de amonio	NH_4NO_3	80
Urea	$(NH_2)_2 \cdot CO$	60

FOSFATOS		
FERTILIZANTE	FORMULA	PESO MOLECULAR (gramos)
Fosfato monoamónico (11-48-00)	$NH_4H_2PO_4$	115
Fosfato diamónico (18-46-00)	NH_2HPO_4	132
Fosfato de calcio	Ca_2HPO_4	136
Súper fosfato simple	$CaH_4-(PO_4)_2 \cdot H_2O$	750
Super fosfato triple	$CaH_4(PO_4)_2 \cdot H_2O$	310

SULFATOS		
FERTILIZANTE	FORMULA	PESO MOLECULAR (gramos)
Sulfato ferroso	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	278
Sulfato manganeso	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	223

Sulfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	132
Sulfato de cobre	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	250
Sulfato de zinc	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	288
Sulfato de magnesio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246.5
Sulfato de potasio	K_2SO_4	174
Sulfato de calcio	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	172
Sulfato de magnesio anhidro	MgSO_4	120

ACIDOS Y OTROS FERTILIZANTES		
FERTILIZANTE	FORMULA	PESO MOLECULAR (gramos)
Ácido bórico	H_3BO_3	62
Ácido fosforico	H_3PO_4	98
Bórax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	381

2) **CALCULAR EL PESO MOLECULAR DE CADA COMPUESTO** y elemento que lo forma:

PASOS:

- Anotar la formula completa del fertilizante.
- Tomar una tabla periódica y sacar el número de masa de cada elemento que componen al fertilizante.
- Hacer la suma de los números de masa para sacar el peso molecular del fertilizante.

EJEMPLO:

Nitrato de calcio FORMULA: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Ca: $40 \times 1 = 40$

N: $14 \times 2 = 28$

O: $16 \times 6 = 96$

164 g

3) Si **EL FERTILIZANTE APORTA 2 NUTRIENTES** se calcula primero el elemento que primero limite la cantidad del fertilizante. (es el elemento que tiene mayor número de masa).

4) **DETERMINAR LA CANTIDAD DE FERTILIZANTE** necesario para aportar cada uno de los elementos.

A) CALCIO:

Cantidad requerida: 300ppm.

Fertilizante a utilizar: Nitrato de calcio.

Formula del fertilizante: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Peso molecular:

Ca: $40 \times 1 = 40$

N: $14 \times 2 = 28$

O: $16 \times 6 = 96$

164 g

Calculo por regla de tres:

164g de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -----40ppm de Ca

X g de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -----300 ppm de Ca

Operación y resultado: $164\text{g} \times 300 \text{ ppm} / 40 = 1230 \text{ g de } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ en 1000 litros de agua

5) SI EL FERTILIZANTE INCLUYE OTRO ELEMENTO, CALCULAR CUANTAS PARTES POR MILLÓN SE INCLUYEN por la siguiente formula:

Fertilizante a utilizado: Nitrato de calcio.

Formula del fertilizante: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Peso molecular:

Ca: $40 \times 1 = 40$

N: $14 \times 2 = 28$

O: $16 \times 6 = 96$

164 g

Calculo por regla de tres:

164g de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -----28ppm de N

1230 g de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ----- X ppm

x N= 210 ppm

Por formula:

Ppm. Del 2 elemento = (peso molecular del 2 elemento) X (cantidad calculada el fertilizante para calcular el primer elemento) / (peso molecular del fertilizante)

6) REALIZAR EL MISMO PROCESO PARA LOS SIGUIENTES ELEMENTOS

POTASIO: Cantidad requerida: 250ppm.

Fertilizante a utilizar: Nitrato de potasio.

Formula del fertilizante: KNO_3

Peso molecular

$$\text{K: } 39 \times 1 = 39$$

$$\text{N: } 14 \times 1 = 14$$

$$\text{O: } 16 \times 3 = \underline{48}$$

101 g

Determinar la cantidad de fertilizante por regla de 3:

101g de KNO_3 -----39ppm de K

X g de KNO_3 -----250ppm de K.

X= 647g de KNO_3

Calcular las ppm aportados de nitrógeno por regla de 3:

101g de KNO_3 -----39ppm de N

647g de KNO_3 ----- X ppm de N.

X = 90PPM DE N.

7) HACER LA SUMA EN PPM DEL NITRÓGENO APORTADOS POR :

❖ Nitrato de calcio 210 ppm.

❖ Nitrato de potasio 90 ppm

300 ppm cantidad total requerida de nitrógeno

Tercer elemento: AZUFRE:

Cantidad requerida: 100ppm.

Fertilizante a utilizar: sulfato de magnesio.

Formula del fertilizante: $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Peso molecular:

$$\text{Mg} = 24 \times 1 = 24$$

$$\text{S} = 32 \times 1 = 32$$

$$\text{O} = 16 \times 4 = 64$$

$$\text{H}_2\text{O} = 18 \times 7 = \underline{126}$$

246 g

Determinar la cantidad de fertilizante por regla de tres:

246g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -----32ppm de S

X g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ----- 100 ppm de S

X= 768 g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Calcular las ppm aportados de magnesio por regla de 3:

246g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ----- 24ppm de Mg

768g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ----- X ppm de Mg

X= 75 ppm de magnesio.

Esta cantidad cubre el total de magnesio.

Cuarto elemento: FÓSFORO:

Cantidad requerida: 80 ppm.

Fertilizante a utilizar: Ácido fosfórico.

Formula del fertilizante: H_3PO_4

Peso molecular:

$$\text{H} = 1 \times 3 = 3$$

$$\text{P} = 31 \times 1 = 31$$

$$\text{O} = 16 \times 4 = \underline{64}$$

98 g

Determinar la cantidad de fertilizante por regla de tres:

98 g de H_3PO_4 -----31ppm de P

X g de H_3PO_4 ----- 80 ppm de P

X= 252 g de H_3PO_4 .

Convertir esta cantidad a ml.

FORMULA: densidad = masa / volumen

DESPEJANDO: volumen = masa/ densidad.

DATOS: MASA = 252 g de H₃PO₄.

Densidad = 1.834g/ml

Despejando en la formula: volumen = 252g / 1.834g/ml = **173 ml. de H₃PO₄.**

8) CALCULO DE MICRONUTRIMENTOS

Quinto elemento: FIERRO

SULFATO FERROSO: Formula química: Fe SO₄.6H₂O

Peso molecular: Fe = 55.85 x 1 = 55.85
S = 32.06 x 1 = 32.06
O = 16.00 x 10 = 160.00
H = 1.008 x 12 = 12.10
Total 260.01

Para determinar la cantidad necesaria de este producto para aportar 4 ppm de Fe, planteamos una regla de tres:

260.01 g. de sulfato ferroso _____ 55.85 ppm de Fe

X _____ 4.0

$X = \frac{260.01 \times 4.0}{55.85} = \mathbf{18.6213g. de sulfato ferroso}$

55.85

Sexto elemento: MANGANESO

Sulfato de manganeso: Formula química: Mn SO₄.4H₂O

Peso molecular: Mn = 54.94 x 1 = 54.94
S = 32.06 x 1 = 32.06
O = 16.00 x 8 = 128.00
H = 1.008 x 8 = 8.06
Total 223.06

Para conocer la cantidad a usar de este fertilizante al aportar 1 ppm de manganeso, formulamos una regla de tres:

223.06g. de sulfato de manganeso _____ 54.94 ppm de Mn

X _____ 1 ppm de Mn

$X = \frac{223.06 \times 1}{54.94} = \mathbf{4.06g. de sulfato de manganeso}$

54.94

Séptimo elemento: COBRE

Sulfato de cobre: Formula química: Cu SO₄ .5H₂O

Peso molecular: Cu = 63.54 x 1 = 63.54
S = 32.06 x 1 = 32.06
O = 16.00 x 9 = 144.00
H = 1.008 x 10 = 10.08
Total 249.68

Para definir la cantidad de sulfato de cobre necesaria para tener 1 ppm de Cu, lo hacemos mediante una regla de tres:

249.68 g. de sulfato de cobre _____ 63.54 ppm de Cu

X _____ 0.5 ppm de Cu

$X = \frac{249.68 \times 0.5}{63.54} = \mathbf{1.97g de sulfato de cobre}$

63.54

Octavo elemento: ZINC

Sulfato de zinc: Formula química: ZnSO₄.7H₂O

Peso molecular: Zn = 65.37 x 1 = 65.37
S = 32.06 x 1 = 32.06
O = 16.00 x 11 = 176.00
H = 1.008 x 14 = 14.11
Total 287.54

Planteando una regla de tres se determina cuando sulfato de zinc se necesita para aportar 0.5 ppm de este elemento:

287.54g. de sulfato de zinc _____ 65.37 ppm de Zn

X _____ 0.5 ppm de Zn

$$X \frac{287.54 \times 0.5}{65.37} = 2.20 \text{ gr de sulfato de zinc}$$

Noveno elemento: BORO

Acido bórico: H₃BO₃

Peso molecular: H= 1.008 x3=3.02
 B=10.81 x1=10.81
 O=16.00x3=48.00
 Total 61.83

Mediante una regla de tres, calculamos la cantidad de acido bórico necesaria para agregar 0.5ppm de boro:

$$61.83 \text{g. de H}_3\text{BO}_3 \text{ _____ } 10.81 \text{ppm de B}$$

$$X \text{ _____ } 0.5 \text{ppm de B}$$

$$X = \frac{61.83 \times 0.5}{10.81} = 2.86 \text{g. de acido bórico}$$

9) HACER UNA TABLA DE FERTILIZANTES CON LA CANTIDAD DE CADA FERTILIZANTE

MACRONUTRIENTES	CANTIDADES
Ácido fosfórico	173 MI
Nitrato de potasio	647.48 g
Nitrato de calcio	1228 g
Sulfato de magnesio	768 g
MICRONUTRIENTES	CANTIDADES
Sulfato ferroso	19 g
Sulfato manganoso	4.1 g
Ácido bórico	2.8 g
Sulfato de cobre	2 g
Sulfato de zinc	2.2 g

10) PREPARACIÓN Y CUIDADOS DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

Los pasos prácticos básicos a seguir para la preparación de una solución nutritiva son:

1. Pesar fertilizantes.
2. Llenar el tanque con agua aforando al 50 o 75% de la cantidad deseada.
3. Bajar el pH a 5.5 cuando no se usa acido fosfórico.
4. Disolver individualmente cada fertilizante **del menos soluble al más soluble**. Cuando las sales son poco solubles utilizar agua caliente.
5. Agregar los micronutrientes y después disolver los macro nutrimentos (se puede hacer a la inversa).
6. Comprobar el pH y ajustarlo con acido sulfúrico o hidróxido de potasio, según sea el caso.
7. Aforar a la cantidad deseada la solución nutritiva
8. Diariamente aforar a la cantidad total de solución, en caso de un sistema cerrado.
9. Al menos cada tercer día ajustar el pH

11) PASOS PARA PREPARAR UN LITRO DE SOLUCIÓN MADRE DE MICRO NUTRIMENTOS

1. Se agregan lentamente 10ml. De acido sulfúrico (H₂SO₄) a 900ml de agua destilada
2. Se diluyen 47g de sulfato ferroso en varias porciones lentamente agitando vigorosamente el recipiente hasta quedar disuelto
3. Se agrega el sulfato de manganeso, de la misma forma para diluirlo.
4. Se adiciona de igual manera el acido bórico agitando suficientemente.
5. Se diluye el sulfato de cobre, agitando hasta que no haya grumos.
6. Se agrega el sulfato de zinc y se agita vigorosamente.
7. Se afora a un litro de solución madre de micro nutrimentos.
8. Un litro de solución concentrada así preparada sirve para usarse en 10,000 litros de solución nutritiva, es decir 1ml. De solución madre por cada 10 litros de solución nutritiva.

Se debe cambiar periódicamente la solución porque a medida de que el tiempo transcurre en la solución nutritiva.

TECNICAS HIDROPONICAS DIVERSAS

Métodos de cultivo en pequeña escala

Casi cualquier recipiente de vidrio, porcelana o plástico, es adecuado para el cultivo de plantas en solución (Hidroponía), las raíces deben permanecer en la oscuridad.

Si se usan recipientes de **vidrio**, éstos deberán ser pintados de negro o forrados con cartón, polietileno negro, papel aluminio, etc.

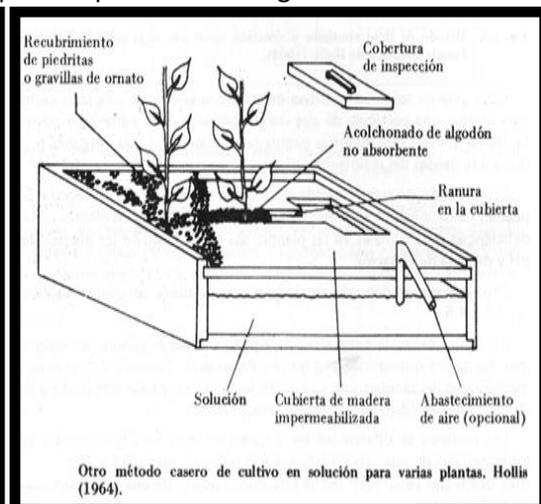
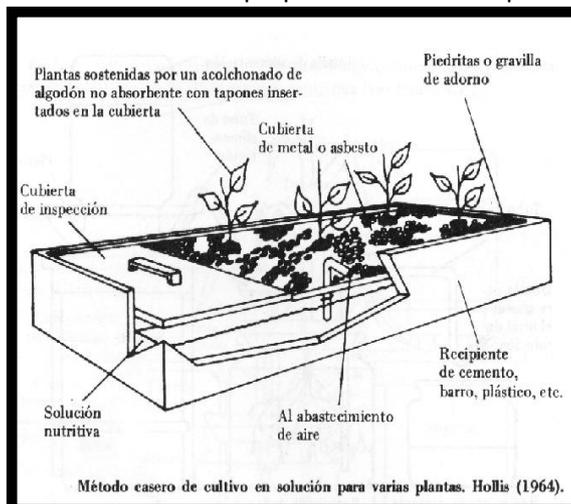
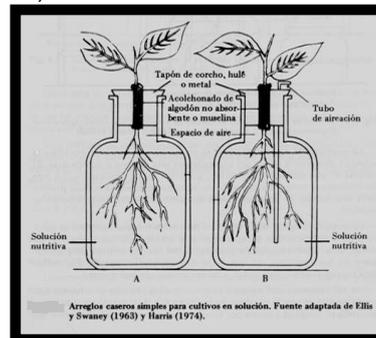
Se pueden usar también recipientes de madera o de metal impermeabilizados y/o forrados internamente con polietileno.

La aireación puede lograrse (aunque

Otro método en pequeña escala es el que se puede apreciar en las figuras:

no en forma totalmente satisfactoria), manteniendo un espacio de 2 a 5 cm por encima de la solución nutritiva.

El sostén de la planta puede ser un tapón de corcho, de hule, o bien de papel aluminio, de metal acolchonado con algodón no absorbente, muselina suave, etc.



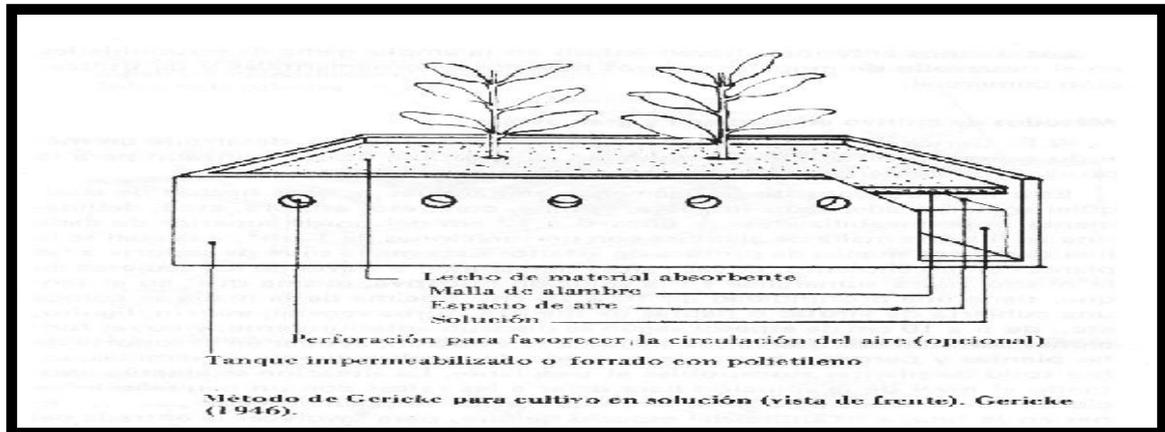
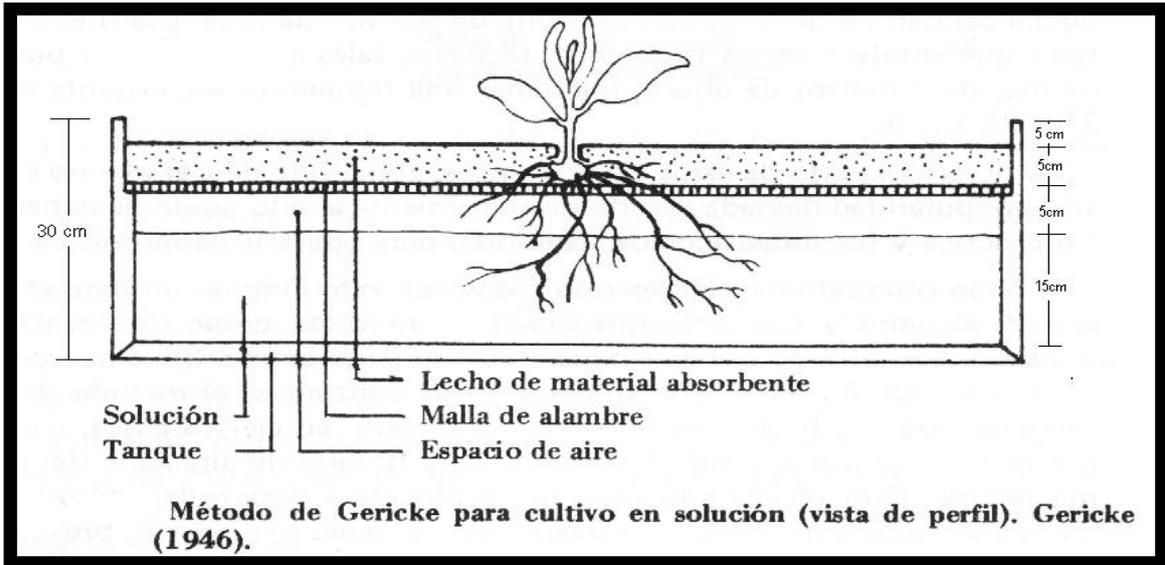
Métodos de cultivo en mediana y gran escala

W.F. Gericke (1929), en la Universidad de California, desarrolló un método práctico de cultivo en solución, susceptible de ser utilizado para la producción comercial de hortalizas y flores.

Este método consiste básicamente en tanques o tinas hechas de cualquier material adecuado (madera, lámina, concreto, asbesto, etc), debidamente impermeabilizados.

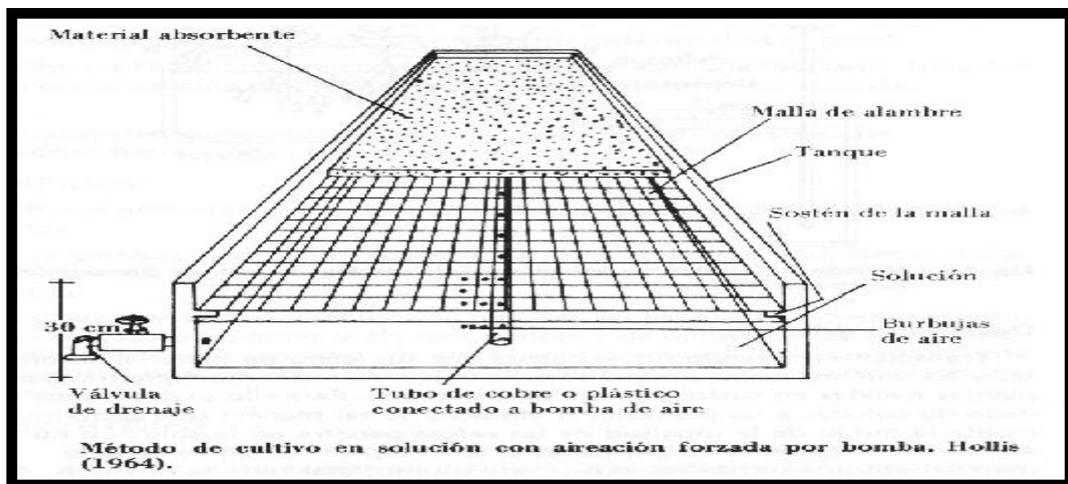
A unos 6 a 12 cm del borde superior de cada tina se fija una malla de alambre con perforaciones de 1cm². Esta malla sirve de soporte a las plantas en crecimiento, cuyas raíces descienden a través de los agujeros de la misma hasta sumergirse en la solución nutritiva, misma que, en el tanque, tiene una profundidad de 10 a 15 cm. Encima de la malla se coloca una cubierta de virutas o hebras de madera, turba vegetal, aserrín, lignito, etc., de 5 a 10 cm de espesor cuyas funciones son impedir que la luz llegue a la solución. La aireación se efectúa ajustando el nivel de la solución para dejar a las raíces con un pequeño espacio de aire (menos de 5 cm).

Eventualmente, se pueden hacer perforaciones en la tina, a la altura del espacio de aire, para favorecer la entrada del mismo a las raíces (ver figuras).



Método de cultivo en agua con aireación forzada por bomba.

Este método propuesto por H.F. Hollis (1964), deja un espacio para las raíces, se lleva a cabo forzando aire por medio de una bomba a través de un pequeño tubo de cobre o plástico con pequeñas perforaciones (1 mm), hechas a intervalos de aproximadamente 30 cm. Este tubo recorre el fondo del tanque y burbujea aire a través de las perforaciones (ver figura).



LAS TÉCNICAS PRINCIPALES DE CULTIVO HIDROPÓNICO SON LAS SIGUIENTES:

1. Técnica de cultivo en macetas de Bentley
2. Cultivo en tubos verticales
3. Técnica de la película nutritiva
4. Técnica de la aeroponía

1) TÉCNICA DE CULTIVO EN MACETAS DE BENTLEY (BENTLEY CONTAINERS SYSTEM)

Esta técnica fue desarrollada por el Dr. Maxwell Bentley, se publicó por vez primera en 1974, en su libro **Hydroponics Plus**, y responde a la idea de implementar métodos más baratos, pero igualmente eficientes, de cultivo hidropónico.

Se utilizan 100 bolsas de polietileno negro y grueso de 30 cm de diámetro por 45 cm de alto, rellenas con el siguiente sustrato:

• Vermiculita	1.6m ³
• Turba vegetal (<i>Peat-moss</i>)	1.2 m ³
• Tezontle.	0.8 m ³
• Carbón vegetal de 3 a 6 mm	0.4 m ³

A esta mezcla se le agregan en seco los siguientes fertilizantes:

• Yeso	7 kg
• Superfosfato simple	2 kg

Finalmente se añaden a la mezcla, disueltos en 60 litros de agua, los siguientes fertilizantes:

• Nitrato de potasio	2 kg
• Sulfato de magnesio (sal de Epsom)	453 gr
• Quelatos de fierro (sequestrene)	57 gr
• Bórax	28gr

El llenado se efectúa de la siguiente manera:

Se hacen perforaciones pequeñas (como de 3 mm de diámetro) en la parte inferior de las bolsas, para que pueda drenar libremente la solución.

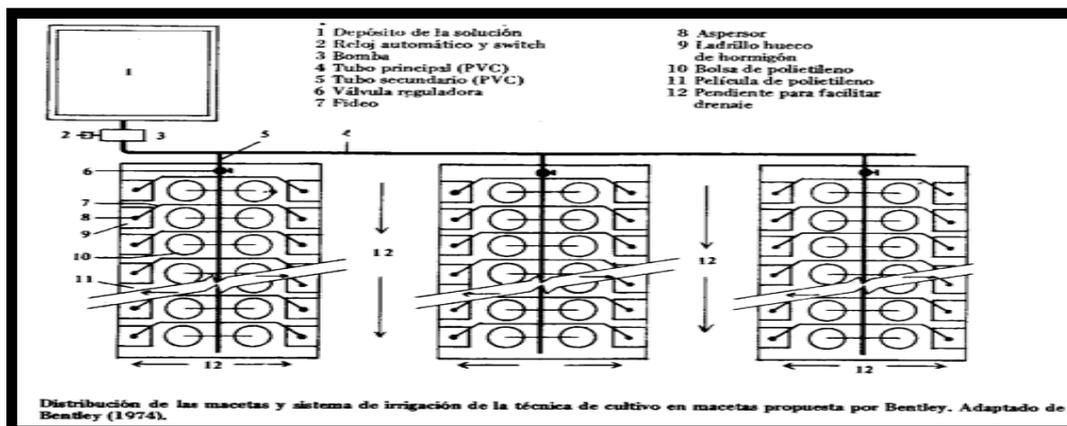
El borde superior de la bolsa (boca) se dobla hacia afuera unos 5 cm para darle más tensión a ésta.

Se llena la bolsa con una capa de aproximadamente 10 cm de grava en la parte inferior y una capa de aproximadamente 27 a 28 cm de la mezcla propuesta por Bentley o de algún otro tipo de agregado (ejemplo: arena, arena con vermiculita o agrolita etc).

El sistema de irrigación es por goteo, en intervalos que depende fundamentalmente de las características de las plantas y de las condiciones climáticas, se podrá administrar un riego al día de un litro de **solución**, o dos de 500 ml cada uno o bien tres irrigaciones al día de 333 milímetros cada una o hasta cuatro de 250 mililitros.

En la figura se puede apreciar esquemáticamente la distribución de las macetas y el sistema de irrigación.

La solución no se recupera. Cada semana se irrigan las macetas con agua (con regadera) para remover el exceso de sales.



2) CULTIVO EN TUBOS VERTICALES

- Se utilizan tubos de polietileno de 15 a 25 cm o pvc de 10 cm de diámetro de 2 metros de largo pintados de negro.
- Rellenados con sustratos ligeros como vermiculita, agrolita, peatt moss o tezontle.
- Estos tubos pueden ser soportados verticalmente amarrándolos a la estructura del invernadero o haciéndoles soportes individuales con cintas de madera.
- La irrigación es a base de riego por goteo, requiriéndose de dos a cuatro litros diarios de solución por tubo.
- La solución nutritiva. Generalmente no se recircula dejándose drenar de la base de los tubos.
- Cada mes a dos meses se da un lavado con agua sola a fin de eliminar sales que pudieran acumularse.

cultivos de pequeño porte como fresas, lechugas, espinacas, acelgas.

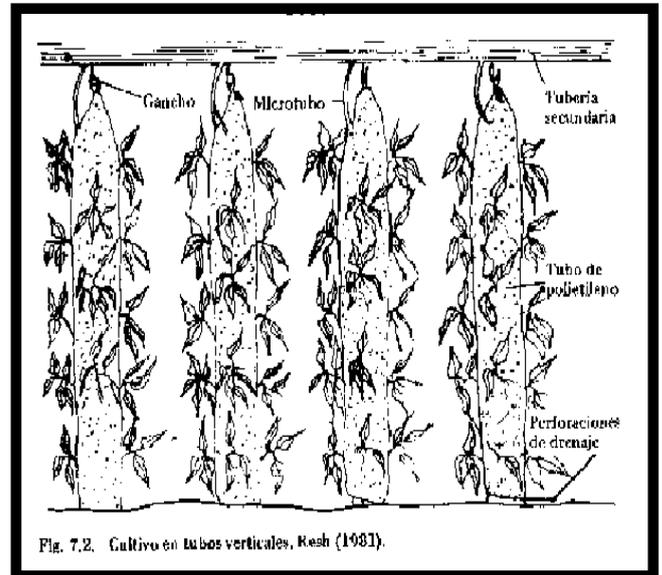


Fig. 7.2. Cultivo en tubos verticales, Kesh (1931).

3) TÉCNICA DE LA PELÍCULA NUTRITIVA

La técnica de la película nutritiva (*nutrient film technique*) comprende la continua circulación de una película muy delgada de solución nutritiva a través de las raíces de las plantas.

La técnica ocupa tubos de polietileno negro, doblados de manera especial, por zanjas forradas y recubiertas con polietileno negro o por canalitos hechos con polietileno negro engrapado adecuadamente o PVC de 4 pulgadas de diámetro.

Las plántulas del cultivo elegido se siembran en bloquecitos compactos yoguth con peatt- moss, tezontle, tierra de hojas o agrolita, se introduce en el canalito por donde circulará la solución nutritiva.

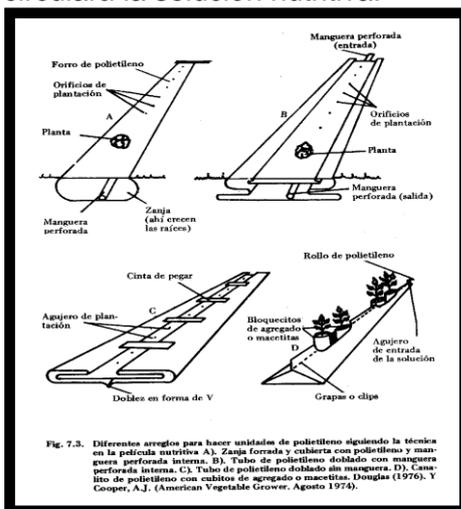


Fig. 7.3. Diferentes arreglos para hacer unidades de polietileno siguiendo la técnica en la película nutritiva. A) Zanja forrada y cubierta con polietileno y manguera perforada interna. B) Tubo de polietileno doblado con manguera perforada interna. C) Tubo de polietileno doblado sin manguera. D) Canalito de polietileno con cubitos de agregado o macetitas. Douglas (1976). Y Cooper, A.J. (American Vegetable Grower, Agosto 1974).

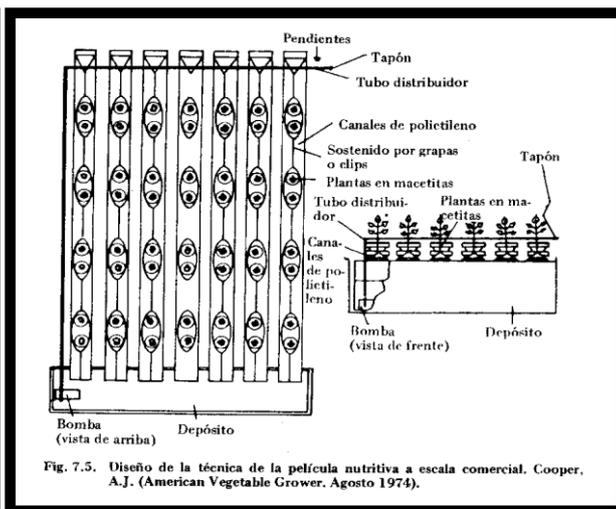


Fig. 7.5. Diseño de la técnica de la película nutritiva a escala comercial. Cooper, A.J. (American Vegetable Grower, Agosto 1974).

4) AEROPONIA

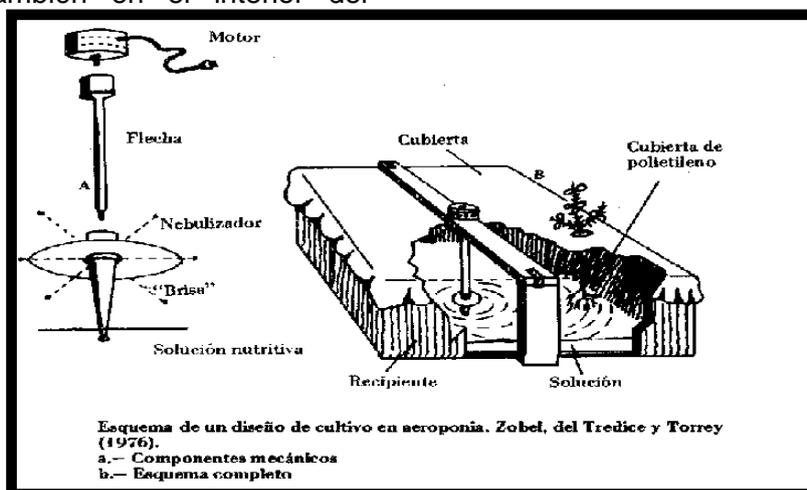
La aeroponía se caracteriza porque las raíces de las plantas crecen en el aire,

siendo nebulizadas periódicamente con solución nutritiva.

Inicialmente se hacen germinar las

semillas en bloques de turba o un sustrato similar, y una vez que las plantitas han desarrollado un poco, se insertan en la parte superior o lateral de contenedores huecos (cajas, cajones o recipientes similares). Quedando las raíces en su interior y suspendidas en el aire. También en el interior del

contenedor, corre una tubería con nebulizadores insertados que son utilizados para irrigar periódicamente con solución nutritiva las raíces de las plantas aprovechando la fuerza de una bomba acoplada al depósito de la solución.



CUADRO DE COMPOSICIÓN DE SOLUCIÓN DE NUTRIENTES PARA:

Nutriente	Fresa (Ppm)	Hortalizas de hoja (Ppm)	Cactáceas (Ppm)
N	190	140	150
P	35	25	40
K	210	96	225
Ca	150	151	210
S	70	45	0
Mg	45	25	40

DISTINTAS OPCIONES DE SOLUCIONES NUTRITIVAS PARA JITOMATE, PIMIENTO MORRÓN Y CHILE MANZANO.

Orden de disolución	Compuesto	opción 1	opción 2	opción 3	opción 4	opción 5	opción 6	opción 7
1	Acido sulfúrico		50ml		50 ml		50 ml	
2	Acido fosfórico	175 ml.		175 ml.		175 ml		133 ml
3	Sulfato de potasio		551 gr	890 gr	558 gr	558 gr		600 ml
4	Fosfato monoamomico		297 gr		297 gr			
5	Nitrato de potasio	650 gr	140 gr.				388 gr	
6	Fosfato mono potásico			161			351 gr	600 gr
7	Sulfato de magnesio	950 gr	950 gr		950 gr		950 gr	950 gr
8	Nitrato de magnesio			800 gr.		605 gr		
9	Nitrato de amonio				154 gr	126 gr	103 gr	
10	Nitrato de calcio	1230 gr						
11	Solución de micronutrientes	100 ml.						