

Agencia de Extensión Rural Luján de Cuyo
Año 2023
EEA Mendoza - INTA

MANUAL DE LA HIDROPONIA

Autora: Mg. Sc. Ing. Ag. Clara A. Contardi

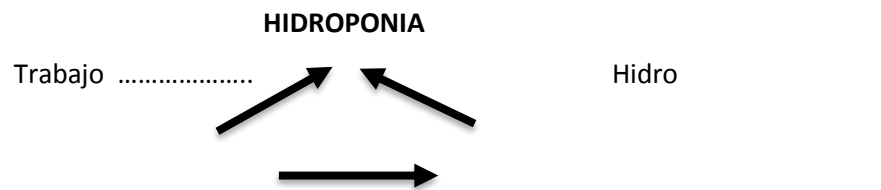
Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Argentina



INTRODUCCION A LA HIDROPONÍA

Cultivo Bajo Cubierta (CSS) - sin suelos

Los cultivos cuyas raíces no tienen como soporte la tierra reciben la denominación genérica de CSS. Dentro de estos, las plantas pueden vegetar en medio líquido o sólido. En ambos casos reciben los nutrientes necesarios a través de una solución nutritiva (SN) que aporta los requerimientos apropiados para esa especie y a cada etapa fenológica. El uso de uno u otro sistema depende de lo que se va a cultivar, para hortalizas de hojas se aconseja usar solución líquida, para plantas más grandes y frutos se aconsejan los sustratos en macetas.



+ nutrientes



Antecedentes

Civilizaciones enteras en épocas pasadas usaban variantes de lo que hoy se denomina hidroponía, como medio de subsistencia. Los primeros ejemplos se remontan a épocas anteriores a Cristo, como los Jardines Colgantes de Babilonia, que recibían el agua por canales; las plantas flotantes del río Nilo; las Barcazas llenas de limo y sustancias nutritivas en descomposición, de Xochimilco, México.

En 1928, William F. Gericke sugirió cultivar en SN. En 1935, retomó los estudios incorporándole conocimientos y desarrollo, sin llegar a la fecha a una masiva apropiación de esta tecnología.

A partir del año 1935, el Dr. William Frederick retomó este sistema de cultivo, incorporándole mayores conocimientos y desarrollo, pero sin llegar a la fecha con una amplia apropiación de esta tecnología. En los años '60, Alen Cooper hizo aportes al conocimiento de este sistema productivo al desarrollar la Nutrient Film Technique (NFT), resolviendo con la incorporación de nueva tecnología el éxito de los cultivos hidropónicos.

En la actualidad, recobra valor la hidroponía, sustentado en estudios científicos que aportan conocimientos y frente a las limitantes de los sistemas convencionales como el agua, suelo, contaminación, disponibilidad de mano de obra, subdivisión de las propiedades, presión en cinturones urbanos e interfase, entre otras. Si bien no reemplazará la agricultura tradicional, es una opción de lograr alimentos para autoconsumo y para comercializar, frente a condiciones agroclimáticas adversas. Y especialmente cuando se opta por cultivos sanos, limpios y saludables. En los últimos años viene creciendo el cultivo de hojas como lechugas, espinacas, col rizada, acelgas y de frutos como frutillas, tomates y pimientos. Se encuentra en estudio también la producción hidropónica de forrajes verdes como suplemento de proteínas para engorde de ganado.



Jardines Colgantes de Babilonia. Año 605 c – 561 a Las Chinampas. Xochimilco México, 1885-1889

La Hidroponía en Mendoza

El sistema de cultivos sin suelo (CSS) en nuestro medio viene creciendo en forma sostenida y cada vez con mayor tecnología. El 86% de los cultivos son de hoja, el 11% de frutillas y el 3% forrajes verdes, sobre un total de 60 has. Los emprendimientos de pequeña escala van de 250m² en adelante y los de mediana escala con superficies de 1000m².



Pequeña escala



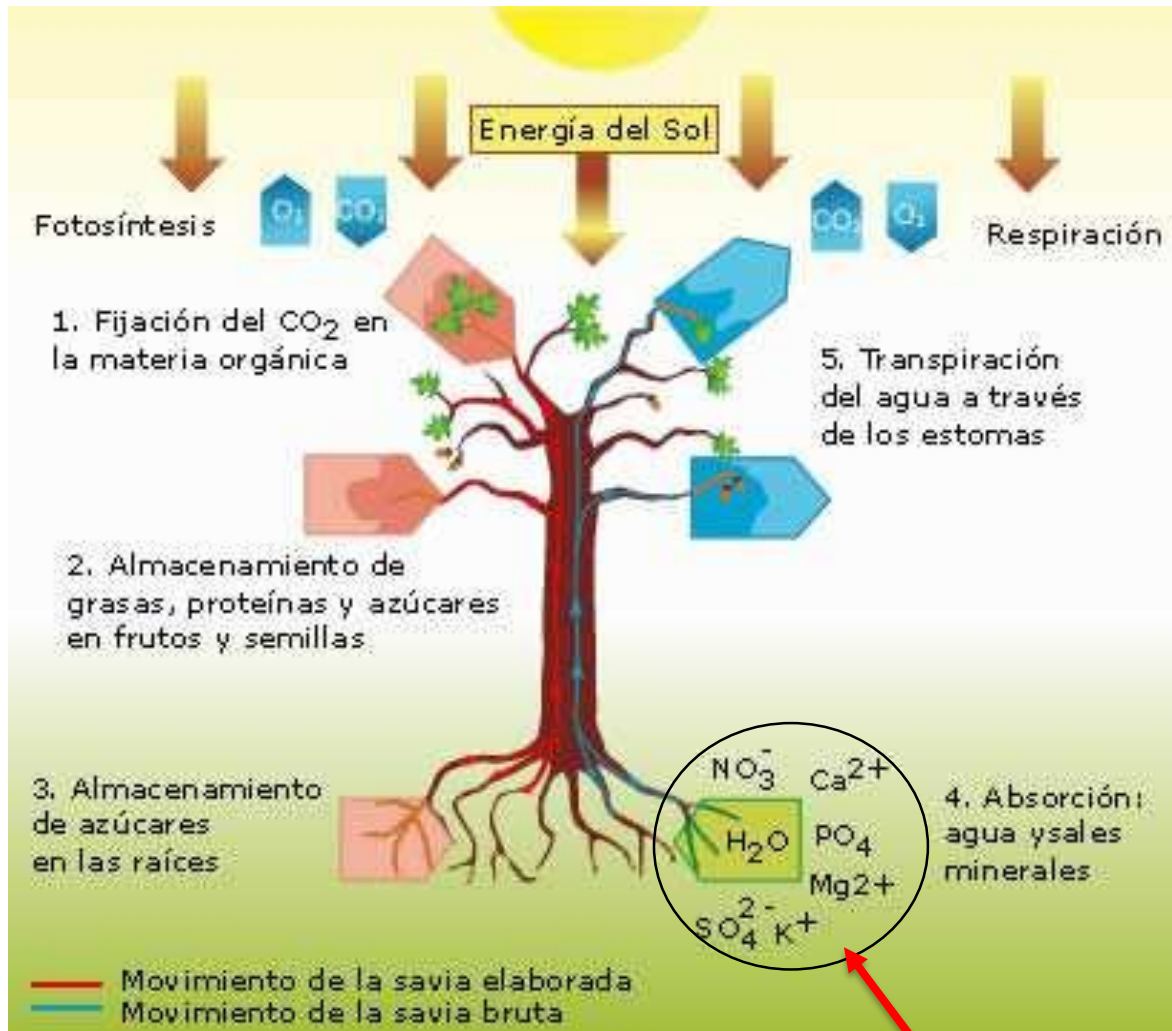
Mediana escala

Ventajas y Desventajas de los CSS

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">-Tecnología amigable con el ambiente-Manejo agroecológico, no es contaminante-Independiente de la aptitud agrícola del suelo-Alternativas para superficies pequeñas-Mayor densidad / m², ciclo corto, alta rotación-Menor mano de obra y más calificada-Cultivo todo el año-Eficiencia en el uso de agua y nutrientes-Labores culturales más reducidas-Calidad uniforme, mejor vista, sabor textura-Mayor control de condiciones climática-Menor requerimiento de agua	<ul style="list-style-type: none">-Requiere de invernáculo o umbráculo-Inversión inicial alta-Alto consumo de energía-Control de condiciones de vegetación-Formación del personal-Uso de instrumental-Mayor nivel de tecnología

Funcionamiento de las plantas

El siguiente esquema muestra cómo se nutren y desarrollan las plantas, independiente del sistema (convencional / hidropónico), la diferencia es como y de donde llegan los nutrientes.

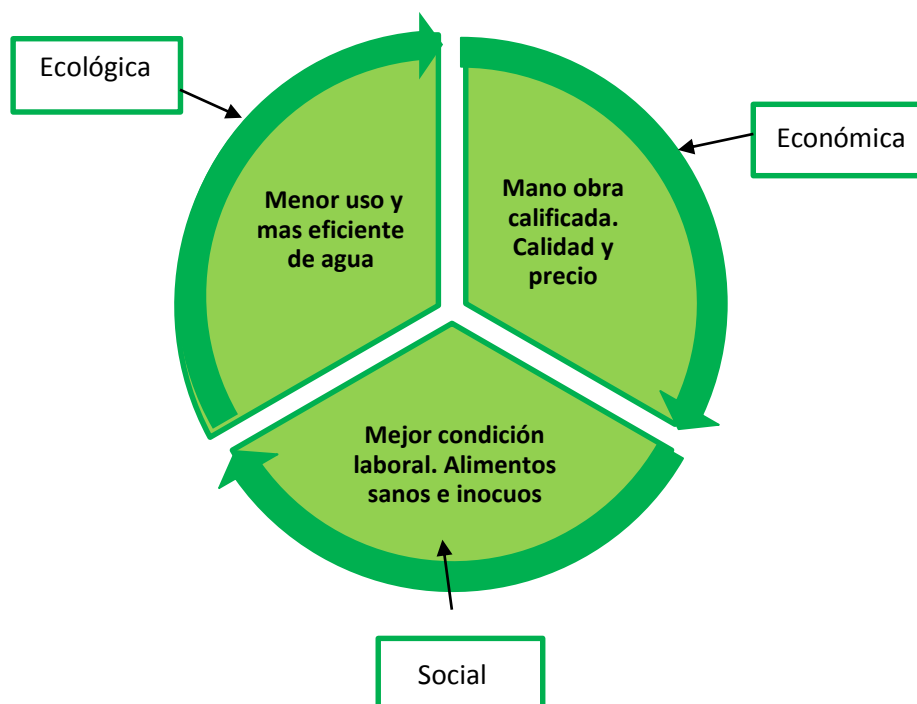


Origen de la hidroponía

Localización de un cultivo

Los CSS se adaptan tanto al ámbito urbano como al rural, mediante el empleo de invernaderos desde los más sencillo hasta los inteligentes. Como toda planta debe tener una exposición solar mínima de 6 horas, evitar sombras de edificios o árboles, fácil acceso al agua de riego, orientación Norte – Sur para evitar sombras y una insolación uniforme. Altura de 3,5 metros para favorecer la renovación del aire. Servicio de corriente eléctrica.

Justificación del Sistema Hidropónico



Factores que inciden en el sistema

Técnicos	Elección de la superficie y construcción de la infraestructura Identificación y preparación de la SN Control y corrección de la SN: pH / CE / temperatura / oxigenación Control y corrección de nivel de la SN en el reservorio (pérdidas por evaporación, evapotranspiración y consumo) y control de desagüe Daños por temperaturas (heladas o golpes de calor)
Fisiológicos	Identificación de síntomas de desnutrición o toxicidad Aparición de plagas y enfermedades Aparición de daños en las raíces
Ambientales	Área geográfica, suelo, características agroclimáticas Accidentes climáticos: zonda, granizo, temperatura

Económicos	<p>Alta inversión inicial de la infraestructura y del sistema</p> <p>Alto costo de tecnificación</p> <p>Mano de obra calificada</p> <p>Cálculo del retorno preciso</p> <p>Uso de energía eléctrica / energía solar</p>
Sociales	<p>Siautoconsumo, pequeña y gran escala</p> <p>Apropiado a zonas urbanas, de interfase y rurales</p> <p>Mayor demanda de alimentos amigables con el ambiente, sanos y saludables</p>
Calidad	<p>La calidad depende: procesos, decisiones, costos, inclemencias climáticas, manejo, conocimientos, etc. Si comparamos este sistema y el convencional, es seguro que es más saludables y con menor cantidad de agroquímicos</p>
Rendimientos	<p>Entre 36 a 50 plantas /m², según la especie. Además, la posibilidad de cultivar escalonadamente todo el año y en altura. Al controlar las variables, la producción es homogénea, disminuyen las fallas, menor incidencia de plagas y enfermedades y el producto es más sabroso. Controlar deficiencias y toxicidad</p>
Labores culturales	<p>Son diferentes a las prácticas a campo, con menor incidencia de mano de obra, pero más especializada</p> <p>Trasplante, controles, tratamientos preventivos, MIP</p> <p>Control y corrección de SN (pH, conductividad, temperatura), caudal de microtubos, nivel de SN del reservorio, funcionamiento de la bomba</p> <p>Monitoreo de plagas y enfermedades, deficiencias y toxicidad</p> <p>Limpieza y desinfección del sistema después de cosecha</p>

SISTEMAS HIDROPONICOS

Diferentes sistemas de CSS:

-Solución nutritiva -Medio líquido -Sistemas cerrados	Raíz flotante	Piletas de 20 cm de profundidad
	NFT /NGS	Canales donde circula lámina intermitente de SN
	Aeroponía	Las raíces se encuentran suspendidas en el aire y reciben solución nutritiva mediante un sistema de aspersión.
-Sustrato -Medio sólido -Sistemas abiertos	Orgánico	Turba, fibra de coco, cascarilla de arroz, compost forestales, etc.
	Inorgánico	Perlita, vermiculita, lana de roca, arena, grava

Características de cada Sistema

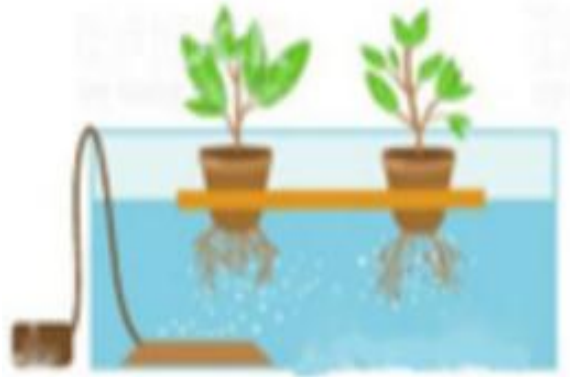
Sistema Cerrados	Sistema Abierto
-Las raíces están sumergidas en SN o se forma una película de SN	-La planta crece en un sustrato que actúa como sostén
-Simplificación de labores culturales: más especializadas y mejor condición laborales	-Simplificación de labores culturales más especializadas y mejor condición laborales
-Se cultiva en tubos o piletas, en diseños versátiles y adaptables	-Se cultiva en contenedores: macetas, bolsas, sacos, mesadas
-Circulación de SN es continua o intermitente	-El riego de la SN es intermitente por goteo
-La SN se recircula dentro del sistema	-Reutilización lixiviado o desague afuera
-Control instrumental: pHímetro, conductímetro, termómetro, niveles	-Control instrumental: pHímetro, conductímetro, termómetros, niveles
-Monitoreo y corrección: planilla de registro: pH, CE, sintomatología, temperatura nivel de SN, caudal microtubos, presencia de algas	-Monitoreo y corrección: planilla de registro: pH, CE, sintomatología, temperatura, nivel SN, caudal microtubos
-Los tubos se limpian y desinfectan luego de un cultivo, con solución ácida	-Los sustratos pueden reutilizarse, se sacan, se solarizan, se lavan, se secan y se reúsan

-Asegurar la oxigenación mediante caída o circulación de SN al aire	-Asegurar la oxigenación en el reservorio de SN
-Buen equilibrio aire/agua/nutriente	-Buen equilibrio aire/agua/nutriente
-Se adaptan a cultivos de hoja	-Se adaptan a cultivos de fruto

Sistemas cerrados (con recirculación de SN)

-Raíz flotante o floating

Las raíces flotan en una pileta recubierta con nylon de 200 micrones, de 20 a 30 cm de profundidad. Las plantas se colocan en los orificios realizados a tres bolillos, equidistantes entre ellos a 20/ 25cm, dependiendo de la especie a cultivar, en placas de tergotop, madera u otro material económico, liviano y semirrígido, que flote en la superficie de SN. Una bomba para impulsar, recircular y airear SN y por el otro extremo de la pileta, un desagüe por desnivel que lleva la SN, al reservorio. Un factor importante es la oxigenación de la SN. Esto se puede lograr de diversas maneras, lo más común introducir una caída de SN, un aireador, o mediante agitación manual. El oxígeno es provisto por el aire y el agua, la deficiencia provoca pudrición de raicillas, para evitarlo se airea unos 10 minutos dos o tres veces al día, o se provoca una caída de agua al retornar la SN al reservorio.





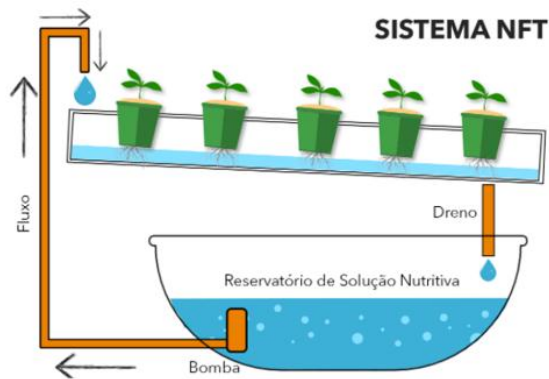
Esquema de un cultivo de raíz flotante

-Sistema NFT o Nutrient Film Technique (NFT)

El sistema más difundido y también el de mayor costo de instalación, está formado por tubos de sección rectangular (mejor adaptación al sistema) o circulares, con orificios cada 15 a 20 cm, dependiendo de la especie a cultivar.

A través de una bomba llega la SN al inicio de los tubos, que con una leve pendiente de 0.3%, hace circular hasta desaguar en un sistema de cañerías por donde retorna al reservorio. Si se coloca una caída, entre el final del tubo y el reservorio se favorece la oxigenación de la SN.

La técnica consiste en crear una película nutritiva alrededor de las raíces. Mediante un temporizador se planifican los pulsos de riego (por ej, 15 minutos de funcionamiento y 30 minutos de parada durante el día y 15 minutos cada 2 a 3 horas durante la noche. El caudal de circulación no debe ser excesivo para asegurar la absorción y evitar el arrastre de plantas. Se recomienda un caudal de 1 a 2 lts/minuto. Sistema apto para cultivos de hoja y ciclo corto.



Esquema de un sistema NFT

-Aeroponía

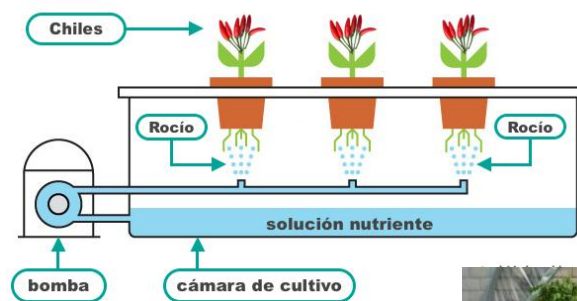
En un tubo cilindro en posición vertical, con perforaciones a lo largo del mismo, o bien dos placas con perforaciones a tres bolillos, ubicadas formando un ángulo, se colocan las plantas. Las raíces crecen en la oscuridad, expuestas al aire, con atmósfera saturada de humedad, que llega en forma de pulverización de media a baja presión de SN. Las plantas crecen bien debido a la excelente

aireación de las raíces, dado que la concentración de oxígeno en el aire es 20 veces más elevada en relación a la concentración que existe disuelto en el agua.

El sistema es muy utilizado para investigación, especialmente producción de semillas de papa libre de virus o con fines didácticos, no fue adoptado con fines comerciales.

El sistema consiste en una columna vertical de cultivo, realizada con tubos de PVC u otro material, con perforaciones en las paredes laterales, por donde se introduce la planta. Las raíces crecen en la oscuridad y pasan la mayor parte del tiempo expuestas al aire, en un ambiente de alta humedad. Por el interior del tubo se pulveriza la SN en estado gaseoso, a media o baja presión. Los microbios en la planta están en un ambiente rico en oxígeno, lo que brinda a los microbios tiempo para digerir los nutrientes y para ponerlos inmediatamente a disposición del sistema circulatorio de la planta. El CO₂ circula bien en la habitación lo que mejora aún más el crecimiento.

.7



Esquema de un sistema aeroponía

Otras variantes:

-**Capillary up system:** sistema capilar, es un sistema mixto en donde la parte inferior de las raíces se encuentran en agua y las superiores reciben la nebulización de la solución.

-**Acuaponía**

Es un sistema sostenible que combina la cría de peces y la producción de hortalizas. Las plantas y los peces crean una sinergia, en donde los desechos metabólicos de los peces son aprovechados

como nutrientes para las plantas que limpian el agua y eliminan los compuestos tóxicos para los peces (principalmente amonio y nitritos), reduciendo la frecuencia de renovación del agua.

El principio se basa en alimentar los peces que excretan amoníaco, del que se alimentan las bacterias nitrosomonas que generan los nitritos que a su vez alimentan a las bacterias nitrobacter generando nitratos disponibles para las plantas. Los peces pueden ser tilapias, carpas, róbalo, entre otras. La densidad óptima es de 60 peces / 1000 litros de agua.



Esquema de un sistema acuaponia

Sistema abierto (sin reciclado de SN)

-Cultivos en sustrato

El sustrato es todo material sólido, inerte química y biológica, diferente al suelo común, de origen orgánico o inorgánico, proveniente de procesos naturales, residuales o de síntesis. En general son productos de desechos de la agricultura, la industria o la misma naturaleza. Colocado en una maceta permite el anclaje del sistema radicular y actúa como soporte de la planta, y además facilita el movimiento e intercambio de nutrientes. La característica principal es la humedad y aireación.

Los sustratos deben ser de fácil obtención en el medio, estandarización, bajo costo, buena retención de agua, buena oxigenación, alta vida útil, estabilidad física, química biológica, libre de contaminantes y patógenos. Es común trabajar con mezclas, combinando propiedades de más de un sustrato. Este sistema de cultivo se utiliza para especies de fruto como frutilla, tomate, pimiento, entre otros.

Los contenedores para el sustrato tienen diferentes diseños, volúmenes y materiales, como sacos, bolsas, macetas redondas cuadradas. Lo más utilizado son macetas redondas de pvc reciclado de 10 o 20 litros. En el diseño de contenedores se prioriza que sea de simple de limpiar, que facilite la revisión de enfermedades y de buen drenaje. También se pueden realizar mesas de cultivo.

El aporte de la SN se realiza a través del riego, que en general es por goteo, aunque en sistemas caseros puede aplicarse con una regadera. El exceso de solución puede recolectarse, pudiendo ser reutilizado como se mencionó antes. Se recomienda una vez por semana regar únicamente con agua, a fin de lavar el sustrato reduciendo la acumulación excesiva de sales.



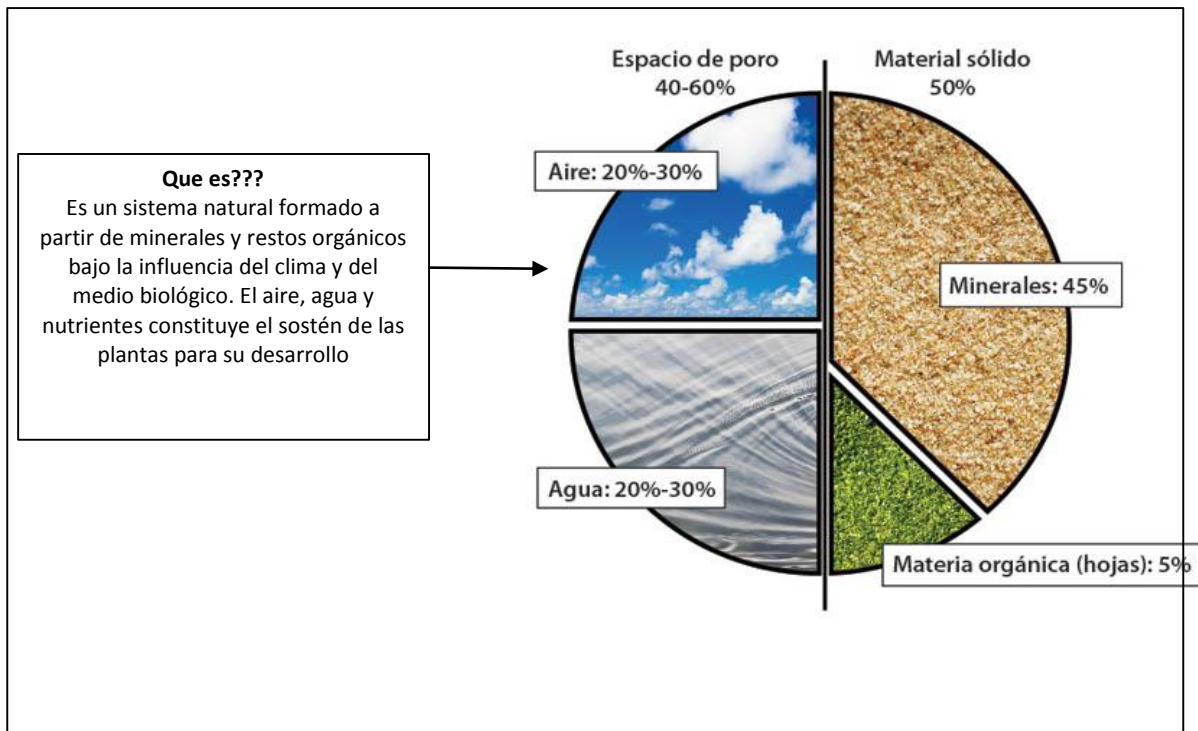
Esquema de un cultivo en sustrato



Diferencia entre el suelo normal y los sustratos

Característica	Sustrato	Suelo
Material sólido	15%	50%
Espacio Poroso	85%	50%
Densidad	Ligeros IL = 50 a 400 gr	Pesados IL = 1500 gr
Retención del agua	55 a 70%	30 a 35%

Composición del suelo



Tipos de sustratos:

-**Orgánicos:** aserrín, fibra de coco, cascarilla de arroz, orujo agotado, humus

-**Minerales:** perlita, vermiculita, arcillas expandidas, lana de roca

-**Rústicos:** piedra pómez, grava, roca volcánica o tezontle; arena de río

En la tabla presentada a continuación, se resumen las principales características de los sustratos más utilizados para cultivo sin suelo.

SUSTRATO	ORIGEN	CARACTERÍSTICAS	USO
Perlita	Se forma a partir de roca volcánica expandida a muy alta temperatura (1.000 a 1.200 °C)	Muy Liviana. Poros de buen tamaño. Buena aireación. Limitada retención de agua	Se utiliza sola o en mezclas en proporción de 40 a 50%
Lana de roca	Mezcla de rocas expuesta a temperatura de 1.600°C, forman fibras muy delgadas	Buena aireación	Reemplazo de la goma espuma
Arena de río	Arenas de granulometría entre 0,5 y 2,0 mm,	Material heterogéneo, Buena capacidad de	Se utiliza en mezclas a razón de 30 a 40 %

	obtenidas de los lechos de los ríos. Se debe desinfectar antes del uso	retención de agua. La Desventaja es el peso relativamente elevado	
Turba	Son restos de vegetales en proceso de fosilización, obtenidos de turberas	Buena retención de agua Tiende a ser ácidas. Se degradan con facilidad	Se utiliza en mezclas, proporción 30 a 40 %
Cáscara de arroz	Residuo del arroz. Desinfectar antes de usar puede contener patógenos	Baja retención de agua. Mejora la capacidad de aireación de la mezcla	Se utiliza en mezclas, proporción 10 a 20 %
Corteza de pino	Proviene de la industria maderera.	Heterogéneo. Ácido. Alta aireación y retención de agua. Fácil degradación	Se utiliza en mezclas, proporción 10 a 20 %
Vermiculita	Mineral natural del grupo de las micas. Se expone a temperatura (800 °C) para eliminar impurezas	Menor tamaño de poros, elevada capacidad de retención de agua	Se utiliza sola o en mezclas en proporción de 40 a 50%
Espuma fenólica	Sustrato inorgánico obtenido a partir de resina fenólica	Buen equilibrio entre capacidad de aireación y retención hídrica	Se utiliza para producir plantines

Fuente de la Tabla: Castañares J.L. "ABC de la hidroponía"

Para sintetizar, como señalamos antes los criterios para la elección de un sustrato son:

- a. debe asegurar un buen suministro de agua y aire, especialmente equilibrado
- b. debe permitir una buena circulación tridimensional de la solución nutritiva
- c. debe tener estabilidad física y química al menos durante el período de utilización
- d. es imprescindible la ausencia de patógenos y elementos tóxicos para las plantas a cultivar
- e. conviene un sustrato inerte, fácil de trabajar, rápido y bajo costo de mano de obra.

Sustratos inorgánicos de tipo granular:



Grava



Vermiculita



Perlita



Piedra pómez

Sustratos orgánicos:



Fibra de coco



Aserrín



Carbón vegetal



Cascarillas de arroz



Conchas de moluscos

Sustratos sintéticos:



Esferas



Anillos



Láminas

SOLUCION NUTRITIVA

Elementos requeridos por las plantas

El suelo está provisto por 92 elementos naturales, solo 60 de ellos se han encontrado en las plantas, pero no todos son imprescindibles. Las plantas requieren 16 elementos para crecer, desarrollarse y cumplir con las funciones metabólicas.

Un elemento es indispensable cuando: su ausencia evita que la planta cumpla con su ciclo de vida, su acción es específica y ningún otro elemento puede sustituir su función; los elementos deben estar implicados en la nutrición, desarrollo y funciones metabólicas de la planta.

Cantidades requeridas por las plantas:

A - Los macronutrientes, se expresan en %:

- Carbono, Hidrógeno, Oxígeno
- Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Azufre, Calcio, Magnesio

B - Los micronutrientes se expresan en ppm

- Boro, Cloro, Cobre, Hierro, Manganeso, Molibdeno, ZinC

Las plantas absorben estos elementos de la naturaleza, del suelo y se encuentran disponibles bajo diferentes formas químicas. Los suelos no son homogéneos en cantidad y disponibilidad de estos elementos. Es por ello que no todos los suelos son aptos para la agricultura, además de intervenir otros factores como estructura, fertilidad, materia orgánica, retención de agua, actividad biológica, compactación, entre otras características que los hacen diferentes.

Macroelementos	Donde se encuentra
Carbono	Aire
Oxígeno	Aire - sales
Hidrógeno	Aire -
Nitrógeno	Fosfato de Amonio, Nitrato de Potasio, Nitrato de Calcio, Nitrato de Amonio, Sulfato de Amonio
Fósforo	Ácido Fosfórico, Fosfato Monoamónico, Fosfato Monopotásico
Potasio	Cloruro de Potasio, Fosfato Monopotásico, Nitrato de Potasio, Sulfato de Potasio
Calcio	Cloruro de Calcio, Nitrato de Calcio
Magnesio	Sulfato de Magnesio (sal de Epsom)
Azufre	Sulfato de hierro, sulfato de calcio

Microelementos	Donde se encuentra
Hierro	Quelato de hierro, Sulfato de hierro

Manganeso	Quelato de Manganeso, EDTA, Sulfato de Manganeso
Boro	Ácido Bórico, Borax
Cobre	Cloruro de Cobre, Sulfato de Cobre
Molibdeno	Molibdato
Cloro	Cloruros (de Calcio y Sodio)
Zinc	Cloruro de Zinc, Sulfato de Zinc

Principales funciones de los elementos esenciales

Elemento	Función
Carbono	estructura y almacenamiento
Oxígeno	interviene en la respiración celular
Hidrógeno	construcción de azúcares, crecimiento
Nitrógeno	presente en aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y clorofila
Fósforo	en los azúcares, fosfato, nucleótidos y fosfolípidos
Potasio	actúa como activador de enzimas
Calcio	está en las paredes celulares como sales insolubles
Magnesio	es parte de la clorofila y activa a numerosas enzimas
Azufre	en aminoácidos, proteínas, enzimas, vitaminas
Hierro	síntesis de clorofila, transporte electrones y iones
Manganeso	activador de enzimas
Boro	moviliza los azúcares, favorece la fecundación
Cobre	componentes de enzimas
Molibdeno	fijación del Nitrógeno
Cloro	estimula fotosíntesis
Zinc	Antioxidantes

Para formular se debe tener en cuenta la disponibilidad, el precio, la solubilidad, la pureza y la menor cantidad de combinaciones posibles.

LOS ELEMENTOS DE LOS FERTILIZANTES

¿Qué elementos necesitan las plantas para poder crecer y florecer? ¿De qué forma los administran los fertilizantes? Este gráfico examina el fertilizante de su jardín.

ELEMENTOS INDISPENSABLES PARA LAS PLANTAS

FUENTES DE ELEMENTOS

AIRE, TIERRA, AGUA

TIERRA, FERTILIZANTE

Macronutrientes
Necesarios en grandes cantidades

Micronutrientes
Necesarios en pequeñas cantidades

C	H	O	
N	P	K	
Ca	Mg	S	
B	Cl	Cu	Fe
Mn	Mo	Ni	Zn

FERTILIZANTES



ELEMENTO

FORMAS COMUNES

Los fertilizantes contienen principalmente nitrógeno, fósforo y potasio. La proporción de N, P y K se dicta por la finalidad del uso de un fertilizante. Los fertilizantes inorgánicos se fabrican u obtienen de depósitos minerales y, a menudo, están altamente concentrados. Los fertilizantes orgánicos se derivan de fuentes vegetales o animales y liberan nutrientes lentamente.

PARA EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

Ejemplos de proporción:

N	P	K
16	6	4



El nitrógeno ayuda a las plantas a crecer. Es importante para producir aminoácidos, proteínas y la clorofila que la planta usa para llevar a cabo la fotosíntesis. También se puede agregar azufre a los fertilizantes para estimular el crecimiento de las plantas.

PARA FRUTAS Y FLORES

Ejemplos de proporción:

N	P	K
3	20	20



El fósforo estimula la floración y fructificación de las plantas. También fortalece las raíces y tallos de las plantas. El potasio regula el movimiento de agua y nutrientes y protege a las plantas de enfermedades.

OTROS ELEMENTOS FUNDAMENTALES



Las tierras ácidas tienen una mejor disponibilidad de nutrientes. El hierro, necesario para producir clorofila, es más fácilmente absorbido por las plantas en tierras ácidas.



El boro es importante para la floración, y el calcio evita que la fruta se caiga de los tallos antes de que madure.

PERIODIC GRAPHICS

© C&EN 2020 Creado por Andy Brunning para Chemical & Engineering News

Como utilizar los fertilizantes

Es importante conocer cómo se expresa la riqueza de un abono mineral para poder calcular las unidades fertilizantes que se aportan. Por normativa, la riqueza de abonos se expresa como porcentaje de N, P₂O₅ y K₂O, es lo que se denomina Unidad Fertilizante (UF).

- Abonos Simples:

Solo contienen un solo elemento fertilizante, podemos citar como ejemplos:

-Nitrogenados: Solo contienen Nitrógeno, aunque sea en distintas formas: Urea, Nitrato Amónico, Nitrato Amónico Cálcico, Sulfato Amónico, etc.

-Fosforados: Contienen solo Fósforo: Superfosfato del 45 % o del 18 %.

-Potásicos: Contienen solo Potasio: Cloruro potásico del 60% o Sulfato Potásico del 50%.

-Abonos Compuestos:

Contienen dos o tres de los elementos básicos: Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Se identifican con tres números que identifican la riqueza de cada uno de los elementos, por ejemplo 8-15-15, que significa que en 100 Kg de producto hay 8 Kg de Nitrógeno (como N), 15 Kg de Fósforo (expresado como P2O5) y 15 Kg de Potasio (expresado como K2O). Dentro de los abonos compuestos podemos encontrar dos tipos bien diferenciados:

-Abonos Complejos

Se hacen reaccionar químicamente entre ellos, se acondicionan en forma de gránulos de igual riqueza en cada uno. Pueden ser ternarios (por ejemplo 15-15-15) o binarios (por ejemplo fosfato diamónico 18-46-0)

-Abonos Mezcla o Blendingmezclas

Físicas de las materias primas, sin reacción química, pueden ser binarios o ternarios, se acondicionan en gránulos que son de diferente color y forma.

Fórmula de la SN

La SN intenta cubrir el requerimiento nutritivo de la planta. Al igual que en el suelo se usan valores que se encuentren dentro de los parámetros generales. Estas no son rígidas ni únicas, dependen de variables difíciles de controlar, como especie y variedad; estado fenológico; época del año; parte de la planta a utilizar (raíz, tallo, hoja, fruto); características climáticas (temperatura, intensidad de la luz, iluminación). También hay variaciones en la forma de prepararlas.

Rangos y Óptimos requeridos por las plantas - ppm

Elemento	Rangos	Óptimo
Nitrógeno (N)	150 – 250	190
Fosforo (P)	30 – 50	35
Potasio (K)	200 – 300	210
Calcio (Ca)	120 – 200	150
Magnesio (Mg)	20 - 50	45
Azufre (S)	50 - 100	70
Hierro (Fe)	0,5 – 2	1
Manganeso (Mg)	0,5 – 0.8	0,6

Boro (B)	0,3 – 0,6	0,5
Cobre (Cu)	0,05 – 0,15	0,1
Molibdeno (Mo)	0.3-0.5	0,05
Cloro (Cl)	5 a 20	10
Zinc (Zn)	0,1 – 0,3	0,15

Fuente: Universidad de La Molina, Perú

Equivalencias

- 1ppm = 1 mg/litro
- 1ppm = 1 gramos/ 1000 litro
- (mEq): mg/litro x peso atómico equivalente del elemento = mEq/L (miliequivalentes/litro)
- Un miliequivalente (mEq) es 1/1.000 de 1 equivalente.

1 - Fórmula SN ideal expresado en grs/l para cultivos de hojas

Solución A	Gramos	Gramos	Gramos
Nitrato de Calcio	85	170	850
Solución B	Gramos	Gramos	Gramos
Fosfato monoamónico	75	150	750
Nitrato de Potasio	57,5	115	575
Sulfato de Magnesio	53	106	530

Solución C	Gramos	Gramos	Gramos
Fetrilon Combi	1,25	2,5	12,5
Ácido Bórico	0,25	0,5	2,5
Dilución agua	100 litros	200 litros	1000 litros

2- Fórmulas expresadas en pp

- Fórmula SN / Frutillas (crecimiento)		Fórmula SN / Frutillas (fructificación)	
250 ppm K	2,00 ppm Fe	300 ppm K	2.50 ppm Fe
190 ppm N	0.80 ppm Mn	150 ppm N	1.20 ppm Mn
180 ppm Ca*	0.70 ppm B*	200 ppm Ca*	1.00 ppm B*
70 ppm S*	0.15 ppm Zn	70 ppm S*	0.20 ppm Zn
50 ppm Mg*	0.10 ppm Cu	60 ppm Mg*	0.15 ppm Cu
40 ppm P	0.05 ppm Mo	50 ppm P	0.08 ppm Mo

*incluye las cantidades que aporta el agua

3 - SN "ideal" para tomate expresado en grs/1000 litros de agua

Fertilizante	0 – 25 DDT	25 – 60 DDT	61 – 120 DDT
Nitrato de calcio	350	700	1000
Fosfato Monoamónico	200	410	510
Sulfato de magnesio	500	920	1000
Nitrato de Potasio	700	860	410
Fetrilon Combi	15	15	20

Pasos para preparar la SN

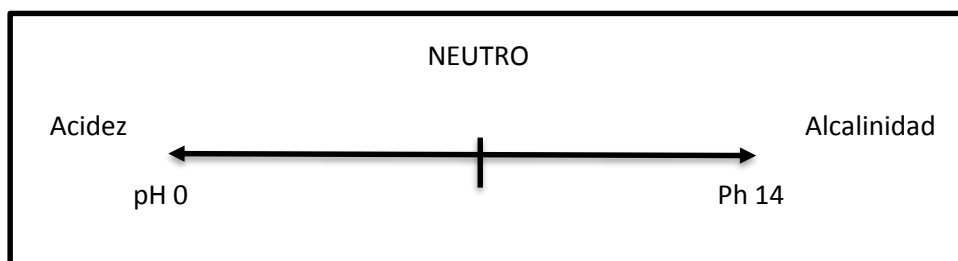
1. Medir volumen de agua del sistema completo a medida que se llena
2. Seleccionar la solución según la especie a cultivar
3. Ajustar la fórmula al volumen de agua
4. Pesar los fertilizantes de las soluciones A, B y C. Diluirlos en pequeña cantidad, agitar
5. Agregar solución A, se deja recircular el agua (3 horas para sistema de 1000 litros)
6. Agregar solución B y C, pueden ser juntas o separadas
7. Medir pH y conductividad para evitar precipitaciones y corregir si es necesario

**El Nitrato de Calcio es incompatible con sulfatos y fosfatos por lo que se adiciona solo
El resto de los elementos se incluyen en la solución B**

Factores críticos que se deben controlar

A – pH

Indica el potencial de hidrógeno (pH) es una medida de acidez o alcalinidad. La escala va de 0 (valor más ácido) a 14 (valor más alcalino).



Una vez preparada la SN debe tener un valor de pH 5,5 a 6,5. Se mide con un peachímetro.

- Valores inferiores a pH 5,5 las plantas sufren deficiencias de N, K, Ca, Mg y su vegetación es raquítica y pálida. Se corrigen con agua de buena calidad, sales alcalinizantes, Hidróxido de potasio, Fosfato bioamónico, Bicarbonato de Potasio o Bicarbonato de Sodio.
- Valores superiores las plantas no pueden asimilar correctamente P, Fe, Mn, B, Zn y Cu hasta detener el crecimiento. Se corrige con ácido fosfórico, sulfúrico ó nítrico. Para corregir, se saca una muestra de SN del retorno al reservorio, se enrasa a un litro, y se toma pH, al litro de muestra, se agrega gota a gota la solución correctora y se vuelve a medir hasta alcanzar pH requerido.

Por ejemplo: pH 6,6 (hay que bajar el valor con un ácido)

1gota contiene 0,06ml de ácido

4 gotas contienen 0,24 ml de ácido (pH 6.2)

1 litro de SN 0,24 ml ácido pH 6,2

1000 litros de SN X = 240 ml de ácido

B - Conductividad eléctrica (CE)

Indica la concentración de sales. Los valores aptos van de 1,8 a 2,8 microsiemens/cm, indica la concentración de sales. Se mide con un conductímetro.

- Valores inferiores se adiciona SN. La planta se mantiene disminuye el crecimiento.
- Valores superiores se diluyen con agua de buena calidad o con un ácido. Una CE alta permite obtener frutos de mayor sabor, pero en detrimento de los rendimientos.

Las raíces contienen en su interior sales disueltas, si la SN tiene baja CE la raíz absorberá la solución sin inconvenientes. Si la SN tiene alta CE, las raíces se deshidratan, no se alimenta la planta, se intoxica, detiene crecimiento y muere.

C – Oxigenación

Los valores óptimos de oxígeno disuelto (OD) están entre 7 a 14 mg/litro, a 20°C. Las raíces toman este elemento del aire y del agua. Para oxigenar la SN se provoca una caída del agua dentro del sistema o bien se puede colocar un aireador (tipo pecera) para los sistemas pequeños.

D - Temperatura óptima:

Si el invernadero no tiene calefacción, en invierno se aconseja tapar las plantas con tela anti helada. Las temperaturas óptimas para un buen desarrollo van entre los 15 a los 28°C.

E – Drenaje

En un cultivo en sustrato, una buena circulación de la SN evita salinización, cambio de pH y falta de oxígeno. Una vez por semana regar solo con agua para favorecer la lixiviación de sales.

F – Agua

Las funciones son transporte de nutrientes, regulación de la temperatura y turgencia. Contiene algunos elementos, en cantidad variable. Es importante contar con un análisis previo y a partir de éste calcular el requerimiento de nutrientes. Estas sales pueden llegar a precipitar el calcio en las tuberías, caños, goteros, etc.

	N	Ca	P	K	Mg
Solución Objetivo	190	200	35	210	45
Análisis de Agua		22		9	12
Solución a calcular	190	178	35	201	33

Fuente INTA. Valores posibles de encontrar en el agua de buena calidad:

INFRAESTRUCTURA

Módulo Hidropónico de la EEA Mendoza Invernáculo



- Medidas: 8 x 7 x 3,5m
- Estructura: aluminio
- Techo: nylon de 200 micrones UV
- Lateral sur: nylon de 200 micrones UV
- Laterales: zócalo de 1metro alrededor
- Orientación: norte - sur
- Abertura: norte

- Reservorio: tacho de 200 litros, color oscuro y boca tapada



Funcionamiento

Tubos de 63mm utilizados como plantinera, antes de pasar a tubos de 110mm. Ambos desaguan en la pileta, provocando una caída de 0,80m que oxigena el agua de la SN, logrando una saturación de 8 mg/litro a temperaturas de 25°C.

Los plantines se insertan en una goma espuma con un orificio en el centro para que sirva de sostén a la planta, debe estar colocado en el cuello para evitar que al moverse roce el pequeño tallo con los bordes del tubo, eso provocará heridas por donde pueden entrar patógenos y disminuir la movilidad de nutrientes. Cuando los tallos están más firmes y desarrollados se debe sacar la goma espuma para que no se deforme los tallos o salgan hojas por debajo.

El monitoreo consiste en medir pH, CE, nivel de SN en el reservorio, caudal de microtubo, retorno de la SN al reservorio. Se debe revisar periódicamente y corregir cuando sea necesario. Observar presencia de insectos volando, posados sobre las hojas o en el envés, color y manchas sobre las hojas y nervaduras, color de las raíces que deben ser blancas, presencia de algas.

Para tener en cuenta:

- Tanque: 600 litros hasta 50 m²
1100 litros hasta 100 m²
2500 litros hasta 250 m²
- Tubos p.v.c. cultivos de hoja
- Sustrato: para cultivos de frutos
- Bomba periférica: 0.5 HP 80 litros/minuto hasta 100 m²
1.0 HP 100 litros/minuto hasta 250 m²

Rendimiento: 36plantas/m² a 50 plantas/m²

Consumo hídrico de lechuga: 10 litros en todo el ciclo. A campo el valor aumenta a 250 litros.

Consumo hídrico de tomate: 36 litros en todo el ciclo. A campo: 2400 litros.

Valores aproximados que dependen del sistema, especie, temperatura, humedad, viento, ciclo, especie, entorno, entre otros factores.

EL CULTIVO

Definir sistema de cultivo

Sustrato en macetas, sacos de cultivo, bolsas plásticas, volumen, para plantas grandes, que requieren de sostén, tallo grueso, firme y ciclo mayor de 3 meses. Por ejemplo, tomate, pimiento, frutilla, etc.

Solución líquida, en tubos o piletas, para plantas pequeñas de hoja, lechuga, espinaca, acelga, kale, rúcula, cilandro, perejil, apio, albahaca, etc.

Limpieza y desinfección del equipo

El ciclo del cultivo comienza con la limpieza y desinfección del equipo y materiales a utilizar. Esto contribuirá a disminuir la presencia de hongos y bacterias que puedan instalarse y malograr el cultivo. Para resolverlo se utiliza Hipoclorito de Sodio al 10% que actúa como bactericida. Con una jeringa se toma 1 ml de hipoclorito de sodio (CLORO) por cada 10 litros de agua y con esta solución vamos recircular por el circuito de cultivo y remojar todos los materiales y equipos.

Siembra

Recomendaciones: realizar la siembra en plugs rellenos con sustrato y previamente humedecidos, colocar una semilla por celda o varias en caso que se vendan por atado, por ejemplo, cilandro, perejil, rúcula). Regar dos veces por día.

Es importante registrar tipo de almaciguera, sustrato, fechas de siembra, fecha de germinación, riegos. Tiempo estimado a transplante 20 a 30 días en lechuga, 10 a 15 días en rúcula y albahaca, depende de la especie y época del año

Transplante

Los plantines están listos para transplantar cuando tengan 4 hojas verdaderas, tallo firme de unos 15 cm. El plantín se coloca en una goma espuma o canasta apropiada a tal fin para evitar el roce del tallo con los bordes de los tubos.

Monitoreo

El control y observación debe ser constante.

Desarrollo

Esta etapa varía entre 25 y 30 días, según época del año y especie. Se debe monitorear a diario y registrar: pH, CE, oxígeno, circulación, drenajes, niveles, temperatura, presencia de insectos, daño en hojas y color. Signos de deficiencias o toxicidad.

-plantas: controlar goma espuma, revisar raíces, presencia de insectos, colocara trampas amarillas, azules, genéricas, color y daños en hojas

-entorno: plantas hospederas de insectos, limpieza de malezas, eliminación de drenajes (sistema de sustratos) fuera del sistema, mantener humedad con riegos dentro del sistema y alrededores

Cosecha

El tiempo desde el transplante a cosecha en lechuga es de 30 días aproximadamente, dependiendo de factores internos y externos al sistema y para tomate la cosecha comienza.

DEFICIENCIAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Deficiencias

Las plantas producen síntomas en respuesta a la carencia de un elemento. La deficiencia de un elemento depende de dos factores:

1. La función del elemento
2. La translocación rápidamente de las hojas viejas a las jóvenes.

Translocación rápida: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y cloro.

Translocación intermedia: azufre, zinc, manganeso, cobre y molibdeno.

Translocación lenta: hierro, boro y calcio.

La mayoría se producen en la parte aérea de la planta por lo que son fácilmente detectables:

-Nitrógeno: clorosis principalmente en hojas viejas

-Fósforo: plantas achaparrada de color verde oscuro, coloración rojiza en base de tallos y nervaduras. Los síntomas aparecen primero en las nervaduras

-Potasio: clorosis en hojas más viejas, lesiones necróticas, hojas encorvadas hacia el envés

- Calcio: inhibe el crecimiento de brotes, muerte de ápices radiculares, hojas jóvenes retorcidas. En frutos de tomate provoca podredumbre apical y corazón negro en apio
- Magnesio: clorosis internerval en hojas más vieja, aspecto arrugado y encorvadas hacia arriba
- Azufre: clorosis que inicia en hojas jóvenes. Nervaduras más claras que el resto del limbo
- Hierro: pronunciada clorosis internerval, similar a la de Mg, pero en hojas jóvenes
- Manganeso: clorosis internerval en las hojas viejas, asociada con lesiones necróticas en jóvenes descoloridas. Crecimiento débil
- Boro: muerte de meristemas apicales de tallos y raíces. Tallos y pecíolos quebradizos
- Zinc: hojas pequeñas, longitud de los entrenudos corta, apariencia deformada y arrugada
- Cobre: hojas jóvenes color verde oscuro y deformadas. Presenta puntos necróticos
- Molibdeno: clorosis internerval de las hojas viejas
- Cloro: marchitez de hojas, clorosis y necrosis. Tono bronceado

Plagas

Los agentes causales son insectos o animales que provocan un efecto negativo en las plantas, ya sea físico, químico con disminución de la calidad y rendimiento. La sola presencia resulta molesta, dañina y desagradable. Otro efecto que producen es la transmisión de virus. En ocasiones puede causar daños a la salud y al ambiente.

Los daños que ocasionan las plagas son:

- daño a las hojas: gusanos, minadores, araña, roya, pulgón, hormiga, caracol, ácaros, trips
- daños en los tallos: gusano trozador, barrenadores, minador
- daños en la raíz: gusanos, nemátodos, caracol
- daños en fruto: gusano fruto, mosquita blanca, chinche, picudo, tizón, trips
- daños en flores: trips, rayado
- causantes de virus: mosquita blanca, chicharritas, thrips

Enfermedades

Los agentes causales pueden ser bióticos (agentes vivo) como bacterias, hongos, micoplasmas, nemátodos y virus; mientras que los agentes no infecciosos (agentes abióticos) son desbalances nutricionales, estrés ambiental y toxicidad química (causada por plaguicidas y contaminantes del aire).

Los daños que producen son: atrofiamiento de las plantas, entrenudos cortos, desarrollo inadecuado de las raíces, malformación de las hojas, producción inadecuada de clorofila y otros pigmentos, falta de desarrollo de frutos y flores.

Los agentes pueden ser: Botritis, Mildiu lanoso, Marchitez (Ralstonia, fusarium, Phytophthora)

Virus Peca bacteriana, entre las más comunes.

Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE)

El monitoreo es uno de los pilares de la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) con miras a una producción limpia para disminuir los riesgos de la transmisión de enfermedades en los alimentos. Según Ibañez, Sceglio y Pensotti (2019), se entiende por BPA a todas las acciones tendientes a reducir los riesgos microbiológicos, físicos y químico en la producción primaria de alimentos de origen vegetal.

El MIP es una alternativa que permite controlar las plagas en diferentes cultivos, tolera la presencia de cada plaga hasta un nivel aceptable, que no producirá pérdida en la producción. Se puede así reducir el número de aplicaciones de productos tóxicos preservando el ambiente y bajando el costo. Según la FAO, el MIP no es una "tecnología empaquetada", "adoptada" por los agricultores, sino un proceso de toma de conciencia y decisiones que mejora gradualmente a partir de un mayor conocimiento ecológico y habilidades de observación. Incluye varios métodos para el control de una o varias plagas integrándolos.

Veamos cuáles son las principales características del MIP:

Nivel de plagas	Poner atención en la "prevención" y el "control" y no la "erradicación" o nivel 0. La erradicación es imposible y su intento es costoso y peligroso
Prácticas preventivas	Usar variedades conocidas y adecuadas para la zona. Mantener plantas sanas, sin estrés y con manejo apropiado. Controlar por focos o parches para impedir la difusión. Destruir las partes afectadas por plagas o enfermedades para eliminar su propagación (ej. plantas con peste negra en tomate y pimiento de invernadero). Eliminar plantas hospederas y residuos de cosecha
Monitoreo	Observación, registro, control, uso de trampas (ej. <i>trampa adhesiva amarilla para psílido asiático</i> vector de HLB (citrus) o trampas de feromonas para observar las apariciones de polilla del tomate o en

	trampeo masivo para bajar niveles de la plaga y reducir aplicaciones químicas. El registro permite conocer la evolución y gravedad de la plaga
Control mecánico	Remover, destruir o interrumpir el desarrollo de la plaga. Exclusión con barreras y también el uso de trampas
Control biológico	Conocer el ciclo de vida de la plaga y de sus enemigos naturales. El impacto ambiental es mínimo. ej.: control biológico del psílido asiático en citrus y control biológico de mosca blanca en tomate y pimiento
Control químico	Usar insecticidas y acaricidas sintéticos debidamente justificados de banda verde. Respetar los días de carencia a cosecha. Para cada insecticida hay información sobre toxicidad, efecto sobre abejas, aves, peces, etc. Dar prioridad al uso de aceites o insecticidas orgánicos derivados de sustancias naturales vegetales (ej. derivados del neem).
Control cultural	Mantener el lugar libre de condiciones que favorecen a las plagas

Es importante que en el sistema de hidroponía se evite que la luz del sol esté en contacto directo con la solución nutritiva ya que con la adición de nutrientes y la acción de luz el crecimiento de algas sea un factor muy difícil de controlar; para el control de algas se recomienda hacer aplicaciones de cloro líquido a razón de 100 a 120 mililitros (ml) por 1000 a 1200 litros de SN o usar 5 gramos de cloro granulado al 72% de concentración. Otra alternativa es el uso agua oxigenada (peróxido de hidrógeno) dosis de 30 a 50 ml por 1000 a 1200 litros de solución nutritiva.

Proyecto MAPHI

El Proyecto Módulo Antártico de Producción Hidropónica (MAPHI) se inicia en el año 2017 con el objetivo de producir alimentos frescos durante todo el año, en la Base Antártica Conjunta Marambio. Su objetivo es mejorar la alimentación del personal civil y militar de las dotaciones que operan en esta base. El proyecto se desarrolla en forma conjunta entre INTA Santa Cruz y Universidad Nacional Patagonia Austral.

El sistema hidropónico desarrollado es muy eficiente en el uso del agua y permite un mayor control sobre los cultivos. Las especies seleccionadas son rúcula, lechuga, perejil, albahaca y acelga, además de algunas aromáticas como el cilantro

VIDEOS DE EXPERIENCIAS

-La Ingeniera Clara Contardi, de INTA Mendoza, explica la importancia de las soluciones nutritivas. Ver: https://youtu.be/Ha5TK_GbQZA



-Ensayo en INTA San Pedro. La Ingeniera Mariel Mitidieri presenta un ensayo que se está realizando en INTA San Pedro para reciclar el sustrato mediante solarización. Ver:

<https://youtu.be/es3eooRAxjQ>

-Ruta de la Hidroponía: Misiones. En este video se presenta el emprendimiento familiar Raiza Hidroponias. Sus responsables explican cómo organizan la producción de hortalizas de hoja con el sistema NFC, mostrando las distintas etapas del proceso. Ver: https://youtu.be/6lq9bhgm_WM

-Ruta de la hidroponía: Mendoza. En este caso se presenta la experiencia de cultivo de lechuga en acuaponia combinado con cría de truchas en Finca El Sauce, Guaymallén, Mendoza. Ver:

<https://youtu.be/Tdz7Etxn3NI>

-Ruta de la hidroponía: General Rodríguez, Buenos Aires. En el video los responsables de Vequa Hidroponía, General Rodríguez, Buenos Aires, presentan su producción en base al sistema de cultivo de raíz flotante (floating) consiste en trasplantar a balsas los plantines para que terminen su crecimiento. Ver: <https://youtu.be/wZWMJ-hqQL8> - https://youtu.be/Ha5TK_GbQZA

-Manejo Integrado de Plagas (MIT). El Ingeniero Eduardo Botto, de INTA Castelar, explica en qué consiste el MIT, que permite reducir hasta un 70% el uso de plaguicidas y disminuir su impacto ambiental. Ver: <https://youtu.be/rSI35WF-uQg>

-Ensayos de producción de frutillas en altura y en sustrato. María del Huerto Sordo cuenta las principales ventajas de este sistema y sus resultados comparados con la producción convencional a campo. Ver: <https://youtu.be/tMFxf4CZW5k>

-Proyecto MAPHI. El Ingeniero Jorge Birgi, de INTA Santa Cruz, brinda detalles del Proyecto del Módulo Antártico de Producción Hidropónica (MAPHI). Ver: <https://youtu.be/CHbLcdVh8MU>

<https://youtu.be/cWxWMKQBbf0>

BIBLIOGRAFIA

Birgi, Jorge. (2015) **Producción hidropónica de hortalizas de hoja**. EEA Santa Cruz: Ediciones INTA. Disponible en la plataforma virtual, <https://iot.uarg.unpa.edu.ar/maphi>

Inta Informa: **El INTA instala un sistema hidropónico en la Antártida**.
Disponible en <https://bit.ly/3p5HOtT>

INTAGRI. 2017. La Hidroponía: Cultivos sin Suelo. Serie Horticultura Protegida. Núm. 29. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>.

Amma, A. (1995). Jornada Técnica. Cultivo sin suelo de hortalizas bajo cubierta. EEA San Pedro: Ediciones INTA.

Amma, A. [et Al] (2013). Manejo del invernadero: curso a distancia sobre manejo del invernadero. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA.

Cáceres, S. (2021) Manejo Integrado de Plagas- Ejemplos en Corrientes. Material elaborado para el curso Buenas Prácticas Agrícolas en frutas y hortalizas. SENASA, INTA y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina.

Castañares, J.L. ABC de la Hidroponía. Agencia de Extensión Luján – Luján, Buenos Aires: Ediciones INTA.

Ibañez, J., Sceglío, P. y Pensotti, S. (2019): Módulo 1 Buenas Prácticas Agrícolas. Curso de BPA para implementadores de la producción de frutas y hortalizas frescas

INTA Argentina. (13 de abril de 2021) Ruta de la hidroponía: Mendoza. [Archivo de video] https://youtu.be/9w0kLf_wjos

INTA Argentina. (4 de mayo de 2021) Ruta de la Hidroponía: Misiones. [Archivo de video] <https://youtu.be/9yxqlflhVHA>.

INTA Argentina. - (4 de mayo de 2021) Ruta de la hidroponía: General Rodríguez, Buenos Aires. [Archivo de video] <https://youtu.be/N8nYcbbnJr4>

Mitidieri, M. y Polack, L. (2012) Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. San Pedro: Ediciones INTA.

