

LA HIDROPONÍA COMO TÉCNICA ALIADA DE LA MEDICINA



DR. JORGE LUIS LOPEZ BULNES

Dr. Jorge Luis López Bulnes

**La Hidroponía como
Técnica Aliada de la
Medicina**



La Hidroponía como Técnica Aliada de la Medicina

Autor:

© Dr. Jorge Luis López Bulnes

Editado por:

© Editorial Ibañez Salas SAC - IBASA

Av. Cayetano Heredia 150 - Jesús María

Lima – Perú

Celular o WhatsApp: 920853909

Primera edición digital, diciembre 2024

Libro electrónico disponible en

www.editorialibasa.com

Depósito Legal N°: 2024-12429

ISBN: 978-612-49789-3-7

Índice

Prólogo	1
Reconocimientos	2
Capítulo 1: Generalidades	6
1.1. Conceptos generales de hidroponía.....	6
1.2. Técnicas hidropónicas	7
1.3. Rendimiento de los cultivos en hidroponía.....	9
1.4. Nutrición en los vegetales	10
1.5. La hidroponía en la salud	11
Capítulo 2: El uso de la hidroponía en la medicina.....	12
2.1. Técnicas hidropónicas usadas	12
2.2. Plantas medicinales	12
2.3. Tratamientos alternativos	14
2.4. Algunas recomendaciones.....	15
2.5. Testimonios	16
Capítulo 3: Componentes para el desarrollo de la hidroponía.....	18
3.1. El Agua y su importancia en la hidroponía.....	18
3.2. Calidad del agua.....	18
3.3. Tratamientos para mejorar la calidad del agua	20
3.4. Osmosis inversa	24
3.5. El agua del aire	25
Capítulo 4: Los elementos nutritivos	28
4.1. La solución Nutritiva.....	28
4.2. Sales químicas.....	30
4.3. Los quelatos	36
4.4. Fórmulas de soluciones nutritivas.....	38
4.5. El control de la solución nutritiva.....	48
4.6. El Potencial del ion hidrógeno	50
4.6.1. Acidez.....	50
4.6.2. Basicidad	51
4.6.3. Neutralidad	51

4.7. Conductividad eléctrica.....	56
4.8. La temperatura.....	59
4.9. Los sustratos	61
4.9.1. El sustrato ideal	63
4.9.2. Diferentes sustratos alternativos.....	72
Capítulo 5. Actividades a partir de experiencias	80

LA HIDROPONÍA COMO TÉCNICA ALIADA DE LA MEDICINA

Dr. JORGE LUIS LÓPEZ BULNES *PhD*

Biólogo, Docente Universitario

jorge.bulnes@uwiener.edu.pe

Prólogo

Son muy escasas las publicaciones que existen en español sobre la técnica hidropónica. La mayoría son traducciones de obras previamente presentadas en otros idiomas, principalmente en inglés. Como consecuencia de un desarrollo mayor mundialmente de estas técnicas, se ha notado un amplio interés por el tema por parte de los hispano-parlantes y esto produce un incremento en la literatura obtenible en nuestro idioma y la afirmación de que era viable el incorporar más información útil para el conocimiento global en general.

El inicio de esta tarea en hidroponía fue determinado por la necesidad de describir los cultivos de plantas sin tierra en la forma más sencilla y entendible posible, pero sin eliminar toda la profundidad necesaria. Los objetivos fueron producir información de calidad al alcance y de fácil entendimiento para el público en general, con una alta calidad en su presentación y un costo accesible.

La Hidroponía no es una metodología moderna para el cultivo de plantas, sino una técnica ancestral; en la antigüedad hubo culturas y civilizaciones que utilizaron esta metodología como medio de subsistencia. Generalmente asociamos esta forma de cultivo con grandes invernaderos para el cultivo de plantas y el empleo de la más compleja tecnología; sin embargo, los orígenes de la hidroponía fueron muy simples en su implementación. El desarrollo actual de la técnica de los cultivos hidropónicos, está basada en la utilización de mínimo espacio, mínimo consumo de agua y máxima producción y calidad.

Reconocimientos

El presente libro está basado en la adquisición de la información de varias fuentes y que han contribuido a la construcción del mismo. Se reconoce dichas fuentes en la bibliografía general, asimismo, se han añadido experiencias personales realizadas en instituciones educativas.

Deseo dar las gracias a las personas que en el pasado me suministraron información y fotos complementaria de sus experiencias que han sido incluidas en este libro: Ing. Agrónomo Juan Echegoyen, Técnico Práctico Miguel Balarezo, Profesora Diana Pinchuk, Biólogo. A. Rodríguez Delfín.

El reconocimiento para la hidroponía está logrando un avance como la técnica de alto contenido social, en primer lugar, para la producción de alimentos (verduras, hortalizas) y la necesidad de enseñar sus principios. Ordenadamente, luego en los siguientes se han desarrollado las bases de asentamiento de toda la temática hidropónica y finalmente los cuatro que completan la primera parte teórica están dedicados a una descripción amplia de los sistemas con substrato inerte, sin substrato, aéreos.

El índice para individualizar un tema específico indica ambos, es decir número de fascículo-página. Esta es una ventaja que permitirá a futuros agregados posteriores como alguna corrección, tema de ampliación o Actualización posible en algún capítulo sin modificar el resto de la obra.

Mi sincero agradecimiento a mi familia que han tenido la comprensión y paciencia de esperarme mientras yo trabajaba en varios proyectos para terminar este libro Espero sea del agrado de los lectores.

Índice

Prólogo	1
Reconocimientos	2
Capítulo 1: Generalidades	6
1.1. Conceptos generales de hidroponía.....	6
1.2. Técnicas hidropónicas	7
1.3. Rendimiento de los cultivos en hidroponía.....	9
1.4. Nutrición en los vegetales	10
1.5. La hidroponía en la salud	11
Capítulo 2: El uso de la hidroponía en la medicina.....	12
2.1. Técnicas hidropónicas usadas	12
2.2. Plantas medicinales	12
2.3. Tratamientos alternativos	14
2.4. Algunas recomendaciones.....	15
2.5. Testimonios	16
Capítulo 3: Componentes para el desarrollo de la hidroponía.....	18
3.1. El Agua y su importancia en la hidroponía.....	18
3.2. Calidad del agua.....	18
3.3. Tratamientos para mejorar la calidad del agua	20
3.4. Osmosis inversa	24
3.5. El agua del aire	25
Capítulo 4: Los elementos nutritivos	28
4.1. La solución Nutritiva.....	28
4.2. Sales químicas.....	30
4.3. Los quelatos	36
4.4. Fórmulas de soluciones nutritivas.....	38
4.5. El control de la solución nutritiva.....	48
4.6. El Potencial del ion hidrógeno	50
4.6.1. Acidez.....	50
4.6.2. Basicidad	51
4.6.3. Neutralidad	51

4.7. Conductividad eléctrica.....	56
4.8. La temperatura.....	59
4.9. Los sustratos	61
4.9.1. El sustrato ideal	63
4.9.2. Diferentes sustratos alternativos.....	72
Capítulo 5. Actividades a partir de experiencias	80

Esta obra está dirigida a educadores, principiantes, coordinadores de talleres de terapia manual para el entretenimiento en centros de jubilados y/o minusválidos, a quienes necesiten de una salida laboral y la estén buscando a través de algún tipo de micro-emprendimiento, a todos los interesados en ensayar nuevas técnicas, de igual manera a los curiosos de conocimientos, y también fundamentalmente a los amantes del mundo de las plantas. En todo caso también servirá de base para llevar a cabo ideas tendientes a desarrollar emprendimientos mayores y/o a innovar en aquellos ya existentes.

Uno de los principales objetivos en la introducción de esta producción es transmitir el mensaje de que la vida del hombre y de los animales es dependiente exclusivamente a las condiciones que las plantas han creado sobre la faz de la tierra. A ellas les debemos nuestra existencia como productoras de la energía solar en primer lugar y como transformadoras primarias de la misma, en una segunda etapa. De esta transformación en otras formas de energía asimilable dentro de la cadena alimentaria surge la posibilidad de la existencia humana.

Capítulo 1: Generalidades

1.1. Conceptos generales de hidroponía

La hidroponía puede ser definida como la técnica del cultivo de las plantas sin utilizar el suelo, usando un medio inerte, al cual se añade una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales vitales por la planta para su normal desarrollo. Puesto que muchos de estos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo se les denomina a menudo “cultivo sin suelo”.

El suelo tiene funciones elementales para el crecimiento de los vegetales: les proporciona soporte a las plantas, suministra los alimentos para su nutrición y aporta la humedad necesaria.

La hidroponía es una técnica donde se producen vegetales donde se ha eliminado la necesidad del suelo como fuente de los alimentos, del agua y del sostén de la planta. Para mantener las plantas en su lugar se han desarrollado, y se lo sigue haciendo, diferentes sistemas o métodos de cultivo sin tierra. Además, para alimentarlas, las sustancias nutritivas y el agua les son suministradas con soluciones acuosas de los elementos químicos que ellas requieren (8).

En hidroponía, las plantas reciben su alimento a través de soluciones nutritivas adecuadamente balanceadas. La hidroponía es una técnica que acompaña a la producción agrícola. No es la panacea universal por si sola. Para producir una planta por métodos hidropónicos es necesario conocer en primer lugar las técnicas del cultivo tradicional de dicha planta, sus necesidades de luz, temperatura, elementos nutritivos, las posibles enfermedades, las plagas que la pueden atacar, etc. De allí en más, podrá utilizarse o diseñarse el método sin tierra adecuado para tal variedad de vegetal. Llegado a este punto es importante

resaltar que para obtener éxito en cultivos hidropónicos es imprescindible mantener un balance del 90% de conocimientos sobre la planta a ser cultivada y un 10% de los de la técnica de cultivos sin tierra. Ambos deben complementarse (8).

1.2. Técnicas hidropónicas

Se debe de tomar en cuenta que, para justificar los cultivos sin tierra, estos deben poseer por lo menos la capacidad de aumentar la superficie disponible para la producción de alimentos.

Y, además, de ser posible, su productividad. En lo que continúa se verá que así ocurre. Si bien es lógico pensar que el análisis de la situación llevará por si misma a decisiones de gobierno

Se debe priorizar la importancia de producir más y mejores alimentos, con mayor productividad en espacios menores. Y al mismo tiempo promover el ahorro de otro bien inestimable para la humanidad: el agua, cuya falta, ya bien notable en muchas regiones, también puede llevar al colapso de la humanidad. Tanto los alimentos como el agua son limitantes para la existencia del hombre y los animales sobre la superficie terrestre.

Surge la pregunta: si hay tanta tierra disponible, ¿para que necesitamos de la hidroponía?

Por supuesto los lectores ya tienen en sus mentes la respuesta a la misma. Sin embargo, pensando en el actual momento que atraviesa la humanidad, una palabra que refleja la inequidad existente en el mundo sobrecoge con solo nombrarla: HAMBRUNA (1)

Una parte importante de la población se alimenta adecuadamente con una dieta balanceada. Una parte mayor aún sufre con algún tipo de malnutrición por falta

de dicha dieta. Un tercer sector ni siquiera puede alcanzar una magra dieta y puede decirse que ya entran en la categoría de los seres con hambre.

Pero hay aún más, un cuarto grupo poblacional muy numeroso también, muere de hambre.

Y esto, todos lo sabemos, no es retórica. Las posibilidades extremas de vivir con hambre o de morir por hambre son más fáciles de tratar preventivamente que curativamente. Por el momento ambas configuran problemas de tipo socio-político-económico donde la distribución de la riqueza juega el papel primordial. Modestamente la hidroponía puede ayudar a que los candidatos potenciales del hambre puedan producir sus propios alimentos aún en condiciones de tierra limitada o pobre y escasa presencia de agua. En muchas regiones en desarrollo, esta falta de agua es también contribuyente al hambre. En hidroponía el agua se utiliza más racionalmente. La hidroponía permite además producir cultivos más sanos. Los sustratos utilizados generalmente son estériles o muy cercanos a esta condición. No contienen nematodos y las enfermedades y pestes asociadas con el suelo son prácticamente inexistentes o fácilmente controlables.

El uso de agua potable reduce también el riesgo de contaminaciones. No es necesario poseer ni grandes extensiones de campo ni calidad de tierra. La hidroponía puede efectuarse en espacios reducidos: techos, paredes, terrazas, laderas de piedra, lugares áridos, etc., son adecuados para desarrollar estas técnicas (1)

Algunas técnicas hidropónicas que se puede mencionar:

Raíz flotante que consiste en el uso de tecnoport como soporte y la raíz de la planta está en contacto con la solución nutritiva.

Cultivo hidropónico por capilaridad aprovechando ya que todos los líquidos por capilaridad ascienden. Técnica hidropónica de circuito cerrado y con sustrato inerte, que generalmente se utiliza como sustrato arena gruesa y fina.

1.3. Rendimiento de los cultivos en hidroponía

Sumado a lo expresado, las técnicas hidropónicas permiten en la mayoría de los casos una densidad de plantación mayor que los cultivos tradicionales. Al no existir competencia de las raíces de las plantas en las mismas es sólo un compromiso con la posibilidad de sus hojas de estar expuestas suficientemente a la energía luminosa. Esta mayor cantidad de plantas por unidad de superficie se traduce por supuesto en un mejor rendimiento. Conjuntamente con esto, la alimentación optimizada de las plantas y los controles más estrictos de los procesos hidropónicos determinan una mayor productividad en las cosechas.

Otra de las ventajas no menores que ofrece la hidroponía es el tornar innecesario el control de malezas. Dado que los sistemas sin suelo son limpios, los yuyos y plantas indeseadas no crecen en forma espontánea en ellos. Es así que las tareas de su control y eliminación, engorrosas en tierra, desaparecen. La maquinaria pesada requerida para la labranza de la tierra (arados, discos, rastras, etc.) deja de tener sentido cuando se utilizan estas técnicas. Esto significa ahorros en el equipamiento.

La hidroponía es una técnica de aplicación sencilla cuyo aprendizaje básico no presenta mayores problemas. A nivel no industrial los costos de su implementación son particularmente bajos. En muchos casos, cuando la índole del emprendimiento lo exige, se pueden utilizar materiales de desecho. El esfuerzo humano que es requerido para operar instalaciones hidropónicas es considerablemente menor que en los cultivos tradicionales.

Especie	En suelo	En hidroponía
“Lechuga”	9 plantas por m ²	25 plantas/m ²
“Fresa”	45000 a 80000 plantas/ha	540000 plantas/ha
“Albahaca”	50 ton/ha	120 a 150 ton/ha
“Menta”	29 a 33 ton/ha	138-197 ton/ha

1.4. Nutrición en los vegetales

Las plantas crecen alimentándose por dos medios: el aéreo, por sus hojas y el terreno, por su sistema radicular. Ambos son absolutamente importantes e imprescindibles, complementándose el uno con el otro en la provisión de los elementos que la planta requiere. Se puede decir sin posibilidad de equivocación que los alimentos más importantes para el crecimiento de las plantas y el dióxido de carbono. Los tres, conjuntamente con la luz del sol, un cuarto factor requerido en forma de energía, reaccionan químicamente sintetizando azúcares y liberando oxígeno al aire.

El proceso llamado fotosíntesis se desarrolla en las hojas, un verdadero laboratorio químico de los vegetales. Los azúcares así formados, conocidos también como hidratos de carbono o carbohidratos, constituyen el alimento básico de las plantas.

El oxígeno, un elemento químico, es otro material importante en todo este proceso vital. La respiración de las plantas tiene lugar únicamente con su presencia. Pero también es requerido alrededor de las raíces ya que no es posible para las plantas absorber nutrientes a menos que el oxígeno esté presente. Una buena oxigenación (5) radicular favorece la absorción de los nutrientes. Para mucha gente, y en primera instancia, estas afirmaciones sobre la nutrición de los vegetales pueden parecer como demasiado limitantes ya que desestiman el valor de otros elementos nutritivos para la sana evolución de las especies. De ninguna forma es así. Los nutrientes minerales que constituyen junto con el agua, unos en mayor medida que otros, las soluciones nutritivas usadas en hidroponía, son también absolutamente imprescindibles. En suma y hasta aquí, el sol, el agua, el dióxido de carbono, el oxígeno, los macroelementos

y los microelementos, estos últimos grupos absorbidos a través de las raíces, constituyen la totalidad del alimento con que las plantas se nutren.

1.5. La hidroponía en la salud

Un sabio griego del siglo 5 a.c mencionó: “Que tu alimento sea tu medicina y tu medicina que sea tu alimento”, entonces nuestro organismo funcionara de manera correcta dependiendo de lo que podamos consumir.

La técnica hidropónica que produce verduras, hortalizas, frutos, plantas medicinales, etc. ayuda a proteger la salud ya que en esta técnica el agua que se usa para disolver los nutrientes es la adecuada y estos macro y micronutrientes aplicadas a las plantas, hacen que estas puedan desarrollar sus diferentes estados fenológicos de manera óptima por lo tanto las plagas que puedan atacar son muy pocas (3)

Al estar la planta muy bien nutrida no será necesario la aplicación de plaguicidas que tienen efecto residual y están presentes en los vegetales que se consumen del campo y al ingerirlos pueden causar daño e inclusive la muerte a un ser humano.

Si se logra un producto optimo, libre de plaguicidas entonces el vegetal a usar para consumo estará garantizando la seguridad sanitaria del caso.

Capítulo 2: El uso de la hidroponía en la medicina

2.1. Técnicas hidropónicas usadas

Las técnicas más comunes usadas en hidroponía son aquellas donde el agua con solución nutritiva circulará es por eso que tenemos técnicas estacionarias como raíz flotante, técnicas recirculantes como NFT que es una técnica de película nutritiva o el DFT que es una técnica de flujo profundo, también existe la técnica aérea como el Spray que básicamente el riego de sus nutrientes es por aspersión siendo esta una de las formas de cuidar el agua.

Otra técnica usada es gracias a la propiedad de los líquidos y básicamente el riego será por capilaridad (4).

Hoy en día La moderna hidroponía está principalmente basada en el empleo de materiales inertes, grava, picón, productos sintéticos sirven como medio donde se desarrollan las raíces de las plantas, siendo este material periódicamente inundado por la solución nutritiva la cual suministra el agua y los nutrientes al cultivo.

En el Perú el sustrato inerte más usado es la arena gruesa y fina en una mezcla proporcional de 50% cada una, también se puede usar sin mezclar los dos tipos de arena, pero este sustrato debe de ser lavado y desinfectado y se logre al final un sustrato inerte.

2.2. Plantas medicinales

Desde tiempos precolombinos, Indoamérica solucionaba sus problemas de salud con su amplia gama de recursos naturales.

La organización mundial de la salud en su mención “Salud para todos en el año 2000” reconoce la necesidad de incorporar a la salud pública los recursos y técnicas de la medicina tradicional.

La medicina tradicional en el Perú ha permanecido viva a través de los siglos y estas pueden brindar una colaboración muy importante para el alivio de miles de personas del país y en general de todo el mundo (4)

El factor ecológico es importante y las variedades de especies y lugares geográficos donde se cultivan las plantas tienen que ver con la calidad y cantidad de los principios activos que se puedan usar en beneficio de la salud.

Algunas plantas de uso medicinal se mencionan a continuación:

- *Caryophyllus aromaticus* “Clavo de olor” su uso medicinal es para reducir el dolor en la cavidad del diente.
- *Erythroxylum coca* “coca” La hoja se usa en la cavidad del diente adolorido.
- Como emplastro de hojas molidas se usa sobre una quemadura dolorosa.
- *Tropaelum majus* “mastuerzo” Se usa las hojas y flores en cocimiento para luego aplicarlos con paños para el dolor de cabeza.
- También la flor es usada para atenuar las manchas en el rostro.
- *Rosmarinus officinalis* “romero” Es usado para el lavado de manos y pies a manera de desinfección.
- También es usado en pacientes con alzhéimer ya que el ácido rosmarinico que contiene evita la pérdida de acetil colina.
- *Brassica oleracea* “col” Sirve al aplicar la hoja soasada como un antireumático.
- *Uncaria tomentosa* “uña de gato” Es antiinflamatoria, antitumoral y debe de realizarse un cocimiento de trozos pequeños de corteza.
- *Urtica urens* “ortiga” es usada en el tratamiento de pacientes con problemas de circulación sanguínea.

- *Cucurbita máxima* “zapallo” CV macre Usado como un antiparasitario pero básicamente es el uso del interior de sus semillas.
- *Daucus carota* “Zanahoria” Se debe de rayar y luego hacer una decoción y después colarla y se usa contra las diarreas.
- *Cymbopogon citratus* “hierba luisa” se usa como diurético para aquellos pacientes que retienen líquidos también es usada para mejor la digestión.
- *Peumus boldus* “boldo” Es usado como laxante las hojas frescas para aquellos pacientes que sufren de estreñimiento.
- *Mentha piperita* “menta” Es usada como antigripal básicamente una infusión de hojas y tomarlo.
- *Allium cepa* “cebolla” Se usa en el tratamiento contra la tos seca se tiene que dejar reposar rodajas finas con azúcar y agua en una taza toda la noche luego se filtra y se debe de tomar una cucharada cuatro veces al día.
- *Aloe vera* “sabila” Es usada en el tratamiento contra las quemaduras debe de primero ser remojada en agua durante 24 horas y luego retirando la parte gelatinosa se debe aplicar sobre la superficie afectada de dos a tres veces por día.

2.3. Tratamientos alternativos

En el uso práctico, las plantas de semejantes propiedades pueden sustituirse unas a otras y muchas veces la persona o el agente de salud, dependiendo del grado de conocimiento y de su experiencia, logra asociaciones para la obtención de sinergismos y una mejor terapia.

El uso de recursos terapéuticos está basado en trabajos científicos tanto nacionales como extranjeros.

El uso de pomadas/ungüentos, jarabes preparados de manera artesanal a sido de mucha utilidad en pacientes.

Las recomendaciones como la correcta masticación de los alimentos y la restricción de ciertos alimentos en un tratamiento también han contribuido en la mejora de pacientes.

2.4. Algunas recomendaciones

Es imprescindible que el personal del área de salud que va a cultivar plantas medicinales tenga pequeñas nociones sobre luz, riego abono, suelo y plaguicidas para que pueda comparar cuáles son los beneficios al usar la técnica hidropónica y comprobar que el producto obtenido es de mayor calidad.

La edad de los vegetales influye de manera particular en la composición de los contenidos biológicos activos de las plantas, el uso de alguna planta medicinal debe de ser cuando la planta este con una apariencia aceptable.

Para obtener los principios activos de las plantas se puede realizar por cocción, (Hervir) Infusión (Reposar en agua caliente) o maceración, pero no todas las plantas se pueden obtener sus beneficios por cocción ya que algunos principios activos son sensibles a altas temperaturas y se perdería el efecto de beneficio.

Tener presente que la mayoría de plantas no tienen efectos colaterales, pero algunas si lo presentan y pueden ser en algunos casos nocivas y letales para el ser humano por eso se recomienda que un especialista recomiende el beneficio de alguna planta de manera individual para cada caso de paciente.

El área o recipiente donde será cultivada la planta en sistema hidropónico debe de estar libre de la presencia de animales ya que estos pueden contaminarlos con orina o excretas.

No debe de usarse en la preparación de la solución nutritiva, agua que no es apta como aguas residuales, turbias etc.

No debe de usarse algún plaguicida para proteger a la planta si se presentase algún síntoma de daño en la planta usar los mismos principios activos de las plantas para su tratamiento como por ejemplo en el caso del *Allium sativum* “ajo” Que es usado en el tratamiento de afecciones respiratorias, el “ajo” puede ser usado como repelente de plagas debido a la presencia del 2 - propil tio sulfinato de alilo que es el componente que le da el olor característico.

2.5. Testimonios

En el Perú la cura a diversos problemas de la salud viene siendo tratada paralelamente con plantas medicinales y el resultado en varios pacientes es de mucha aceptación, además que el tratamiento con plantas medicinales resulta más económico que el tratamiento con fármacos, pero debe ser recomendado por un especialista en fitoterapia.

El caso del señor Cesar Donato soto Hipólito ingeniero geógrafo de profesión de 71 años de edad y que tenía un problema de circulación en los miembros inferiores fue tratado en el centro Bionaturista del biólogo Blas Silva Cuentas con ortiga, vinagre de manzana y algunas restricciones recomendadas como parte del tratamiento.

Otro testimonio es el de Miriam Elizabeth Guardamino Quiroz docente de profesión de 48 años de edad y que tenía un problema hepático y también tuvo un tratamiento en el centro Bionaturista del Biólogo Blas Silva Cuentas recetándole harina de “alcachofa” ya que esta planta si se quiere aprovechar sus principios activos hepatoprotectores no pueden ser calentados a altas temperaturas.

La paciente después de dos semanas obtuvo mejorías en el funcionamiento hepático ella tenía problemas metabólicos, las palmas de las manos se pelaban, sentía el paladar amargo, pero la “alcachofa” ayudó mucho en su tratamiento.

Otro testimonio es el de Merce Concepción Sotomayor Mancisidor odontólogo de profesión de 50 años de edad y tenía un problema con la glándula prostática y también fue tratado en el centro Bionaturista del Biólogo Blas Silva Cuentas y parte de su tratamiento usó el “achiote” además del consumo de la “sandía” ya que ambos son fuente de magnesio orgánico y el organismo debe de mantener una cantidad determinada para evitar la inflamación de esta glándula.

El paciente tuvo resultados de mejora en menos de una semana y las indicaciones adicionales es básicamente llevar un correcto orden alimenticio.

Capítulo 3: Componentes para el desarrollo de la hidroponía

3.1. El Agua y su importancia en la hidroponía

El agua es una molécula, materia prima de suma importancia para la producción de cultivos hidropónicos ya que sin ella no se podría prácticamente realizar la técnica.

La calidad del agua también es muy importante, el protocolo de la autoridad nacional del agua menciona el tipo de agua adecuada para el riego, si se usará otro tipo de agua posiblemente contaminada estaríamos contaminando los futuros cultivos hidropónicos con parásitos que al estar presentes y luego ser ingeridos por los consumidores causarían daño a la salud.

Se debe tener en cuenta que los insumos a preparar la solución hidropónica deben ser los adecuados porque de otra manera no se producirá un cultivo hidropónico que cumpla con los estándares de calidad.

En el uso del agua para hidroponía como la técnica de la raíz flotante el agua está en constante contacto con las raíces para esto se debe de realizar un movimiento manual constantemente y obtener un producto adecuado (7)

3.2. Calidad del agua

Químicamente el agua es una sustancia de una estructura muy simple. Su molécula está formada por sólo tres átomos, dos de hidrógeno que están combinados con uno de oxígeno. El agua es una materia fundamental en todo proceso biológico. Es más, su presencia constitutiva en los seres vivos de ambos reinos vegetal y animal está en el orden del 90% de las sustancias totales.

Todos los procesos bioquímicos se desarrollan en soluciones acuosas. La hidroponía usa el agua (“hidro”) en gran escala para su trabajo (“ponos”), no sólo como medio de introducción de materias alimenticias dentro de las plantas sino también como sustancia estructural de las mismas.

En la naturaleza de nuestro planeta el agua puede ser ubicada en diferentes estados físicos en una gran variedad de lugares. Sus transformaciones de estructuras físicas constituyen lo que se puede denominar el ciclo del agua. La existencia de agua en estado líquido sobre la superficie de la Tierra, en forma de lagos, lagunas, ríos, mares y océanos, y su evaporación al aire que rodea el planeta como consecuencia de la acción energética solar, permite la formación de las nubes que no son otra cosa que grandes masas de agua en forma de vapor. Contribuyen a estas formaciones la transpiración de las plantas y los animales, así como también las evaporaciones de los suelos y de las vegetaciones húmedas.

Bajo algunas circunstancias meteorológicas, específicas en cada caso, las nubes devuelven el agua a la Tierra en precipitaciones sólidas aglutinadas como granizo, como nieve en copos, como agua nieve en una mezcla intermedia entre líquida y cristalina, o simplemente como lluvia líquida. Parte de estas lluvias también se evaporan al caer volviendo a las nubes y produciendo el efecto adicional de la disminución de la temperatura ambiente. La formación de masas de hielos y glaciares en algunas partes del planeta y la siguiente licuefacción donde y cuando las condiciones ambientales son alcanzadas vuelven el agua a los arroyos, lagos, ríos, mares y finalmente océanos. Pero también parte de esta agua se filtra a las capas inferiores de la corteza terrestre conformando corrientes o ríos subterráneos.

Estos se dirigen a alimentar a las raíces de las, En suma, el agua existe en la naturaleza en los tres estados: sólido (hielo, nieve), líquido (agua) y gaseoso (humedad). Y también se la encuentra en forma física diferente en los procesos

de cambios de estado (agua nieve, vapor, etc.). La transformación entre una forma y otra se producen como consecuencia de los cambios de temperatura y presión.

El agua es uno de los más importantes requerimientos para la vida. Todos los procesos vitales de los organismos vivos la requieren. Y el hambre en el mundo está directamente relacionada con la falta de esta sustancia. Gran preocupación existe por la carencia de agua en muchas regiones del planeta e incluso por su despilfarro en otros lugares donde el agua abunda.

3.3. Tratamientos para mejorar la calidad del agua

En varios casos, por una u otra razón observable en el análisis de la calidad del agua, algún tratamiento previo deberá ser previsto. Algunos de estos tratamientos son verdaderamente simples y requieren muy poca inversión.

La filtración es el proceso más simple para eliminar las sustancias suspendidas en el agua. Es un método físico que permite la supresión de las partículas de tamaño mayor, incluso algunos microorganismos. En cambio, no resulta efectivo para bacterias pequeñas y virus. Hay muchos modelos de filtros. Un filtro de arena, bastante sencillo de construir, es suficientemente efectivo cuando se quieren separar las partículas mayores. Es económico, pero debe tenerse la precaución de un lavado periódico por contracorriente cuando la capacidad de filtración disminuye.

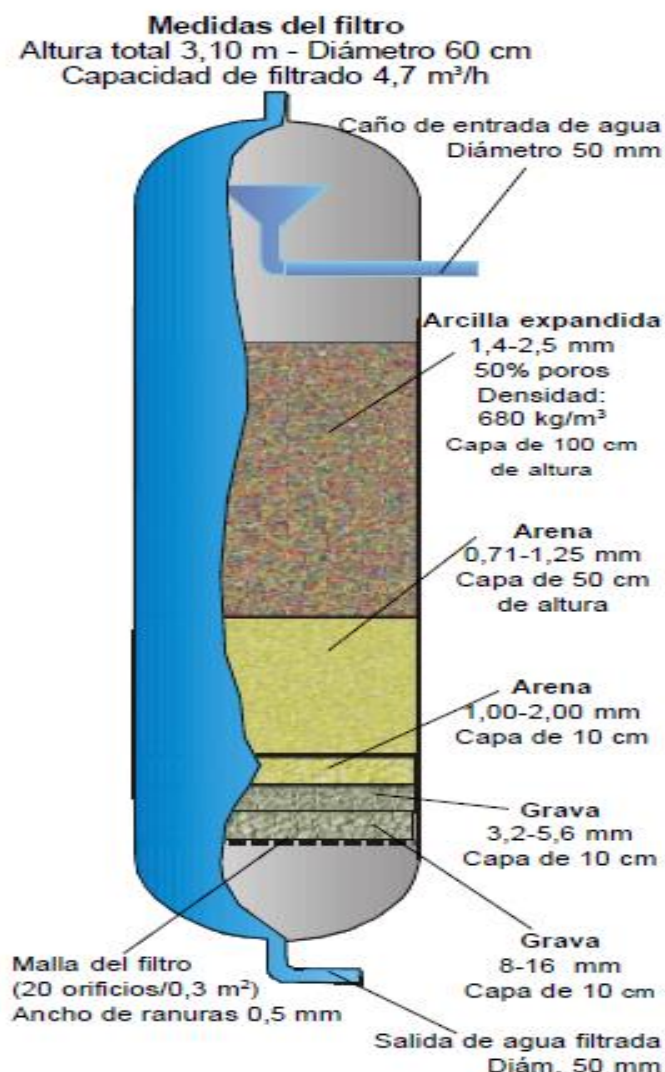


Figura N° 1. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

La cloración Para la desinfección del agua, el tratamiento con cloro es altamente efectivo cuando se lo realiza con propiedad. Es sabido que en las plantas Potabilizadoras de agua se lo utiliza universalmente a este efecto. Es barato, simple de ejecutar y eficaz. Para la cloración es necesario proceder primero a eliminar al máximo las sustancias orgánicas suspendidas. Por ello es conveniente la filtración previa cuando ellas estén presentes. Al mismo tiempo la acción biocida del cloro se manifiesta con mayor intensidad a temperaturas superiores a los 10°C. Para efectuar la cloración se puede utilizar el cloro como gas, método algo engorroso para el personal no muy tecnificado y el dióxido de cloro, también dificultoso y oneroso. El cloro líquido, hipoclorito de sodio,

conocido comúnmente como cloro o agua lavandina, es en cambio muy sencillo de usar, barato y sin dificultades para su manipuleo. El hipoclorito de calcio, conocido como cloro sólido, también representa una solución sencilla y económica. El dosaje aconsejado para una efectiva desinfección va desde 2 a 5 ppm de cloro activo. Un pequeño cálculo matemático será suficiente para determinar la cantidad volumétrica requerida para obtener esta concentración.



Figura N° 2. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

Otro tratamiento es denominado destilación con destiladores solares es un método recomendable, todavía en el área del bajo costo económico y de fácil manejo.

La construcción de alguno de ellos es sencilla, y el resultado es la obtención de un agua sin sales ni microorganismos, incluso de buen sabor, por lo que es factible su ingestión sin problemas. Es la solución para quienes tienen aguas salobres en un lugar soleado. Estos destiladores disminuyen su capacidad de

rendimiento en épocas de invierno y en las latitudes extremas del globo terráqueo.

En contraposición a lo desarrollado hasta aquí, la destilación del agua salina en grandes cantidades requiere de instalaciones diferentes a este sencillo dispositivo solar. La energía necesaria para evaporar y condensar el agua es de tal magnitud que hace muy oneroso el método para el agricultor hidropónico.

Otra destilación a considerar es el agua de lluvia. La recolección de la misma puede hacerse de los techos de las casas, en pequeñas instalaciones, o de los de los invernaderos, en las mayores. Estos son ideales para esta recolección asumiendo que la lluvia sea limpia y el aire esté libre de sustancias que la puedan contaminar.



Figura N°3. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

3.4. Osmosis inversa

Aunque las membranas de ósmosis inversa son conocidas desde 1960, los grandes adelantos y su popularización ha tenido lugar en los últimos años. Con esto, equipo más sencillos y menos costosos se han ido desarrollando. Ya inclusive se venden para purificar el agua de las cocinas domésticas. El procedimiento consiste en traspasar el agua a través de una membrana semi-porosa desde el recipiente original donde se encuentra con gran contenido salino a otro donde la concentración de sales ha sido reducida. Para que esta especie de “filtración” de iones salinos ocurra en esta forma, inverso al proceso físico conocido como ósmosis, se requiere una presión de trabajo que impulse el agua cargada de sales en el sentido antinatural. La membrana es fundamental ya que retiene las sales removiendo la mayoría de ellas (90 a 95 %).

La ósmosis inversa es probablemente el método más moderno y eficiente en uso en la actualidad para la purificación del agua en cuanto a contenido salino se refiere.

No obstante, todo usuario de estos equipos debe evaluar ecológicamente el destino del agua concentrada en sales que se obtiene en el recipiente de entrada. La evaporación con un sistema solar es una alternativa adecuada a considerar. El sedimento salino sólido puede ser removido luego cumpliendo reglamentaciones locales.

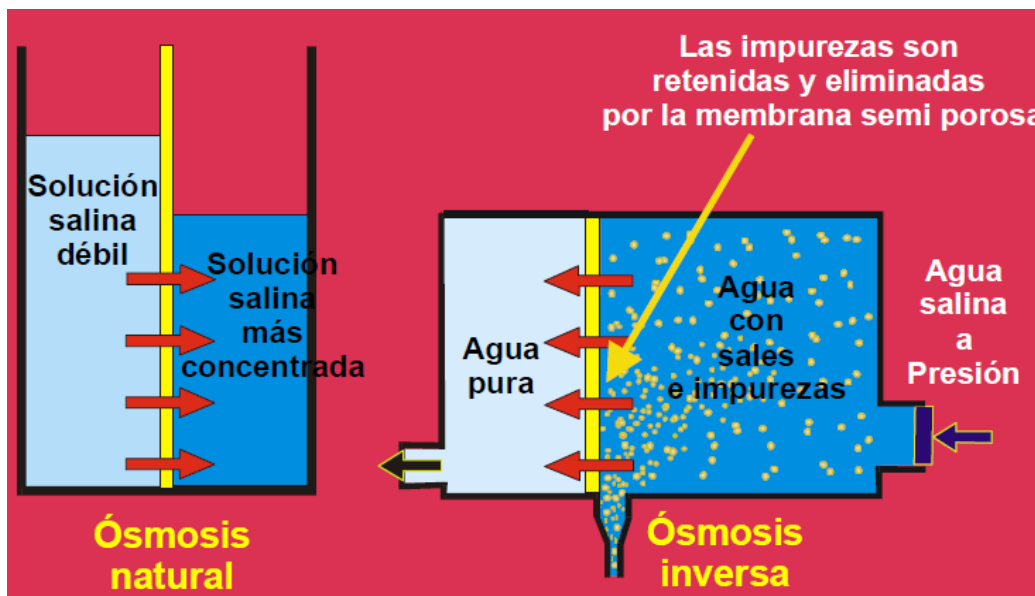


Figura N°4. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

3.5. El agua del aire

También está siendo utilizada otra tecnología que utiliza a la absorción como base para la generación de agua potable en zonas áridas. Los científicos de la Universidad de Bremen retiran la humedad del aire usando absorbencias sólidas. En cierto aspecto el proceso se parece a una destilación del agua. Las posibilidades del principio utilizado no se agotan sólo con el agua salina. La extracción de la humedad del aire o de la niebla están dentro de estos desarrollos. En regiones donde la humedad es alta este tipo de sistema puede trabajar en la obtención de agua bebible durante todo el día.

Un innovador sistema de aire acondicionado ha sido desarrollado. La base del mismo es lo que llaman «absorbedor rotatorio». Este consiste en partículas especiales sólidas y porosas cuya superficie interior está constituida por un número múltiple de capilares de diferentes diámetros. El aire exterior húmedo y frío de los alrededores del equipo es succionado adentro del «absorbedor» por un ventilador. Esta succión se realiza por un lado del equipo. Por el otro lado aire seco y caliente también se envía dentro del «absorbedor». Este aire caliente tiene una mayor capacidad de agua que el aire frío del exterior. El resultado es

un intercambio interior de agua entre el aire frío y el caliente. Ahora el aire caliente queda extremadamente enriquecido con agua pura que es depositada como tal a través de la acción de un enfriador.

Como en el caso de la torre, el agua obtenida es también de calidad potable. Llegado a este punto el lector ya debe haber asimilado la idea básica sobre la importancia que la calidad del agua tiene para el crecimiento de las plantas. Y también es lógico que ya reconozca las soluciones que tiene a su alcance para los casos de las diferentes deficiencias que pueda haber encontrado en el agua de la cual dispone.

En el Perú la alta humedad relativa en invierno puede favorecer a la recolección y captura del agua en el ambiente y esto se puede hacer a través de equipos contruidos de manera artesanal denominados atrapa nieblas y la medición de parámetros fisicoquímicos de esta agua cumple los requerimientos para que pueda ser considerada para el riego de cultivos hidropónicos.

Es una manera económica, fácil de poder realizar la recolección de agua en zonas altas como en azoteas, en cerros, techos.



Figura N°5. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

Capítulo 4: Los elementos nutritivos

Son los nutrientes que se disponen en una solución para que la planta pueda asimilarlo y pueda desarrollarse y completar sus estados fenológicos.

La nutrición que se administra a cada especie dependerá del requerimiento y del estado fenológico de la planta por eso es de mucha importancia hacer un monitoreo y saber en qué momento de su desarrollo de la planta que macroelementos o microelementos necesita.

4.1. La solución Nutritiva

La solución nutritiva es el tema fundamental de la técnica hidropónica. Como toda solución acuosa, su nombre lo indica, la base es el agua. Para que esta agua sea nutritiva debe llevar los distintos elementos minerales que las plantas requieren para su nutrición. Además, estos elementos deben ser absorbidos en la misma forma en la cual originalmente las plantas los toman del suelo, como iones (10)

Las sales son sustancias químicas productos de la reacción de un ácido y una base. Tienen la característica común de disociarse cuando se disuelven en agua en sus iones constituyentes. Algunas de estas sales agregadas al agua y disueltas por esta producen los iones solicitados por las plantas.

Llegado a este punto es lógico pensar que para lograr una solución nutritiva adecuada sólo se requiere el agregado de sales inorgánicas al agua hasta lograr una completa disolución. La base está en esto. Sin embargo, algunos detalles deben ser considerados. Entre ellos se mencionan:

1.– Las sales de una solución nutritiva deben estar bien balanceadas, esto es, los constituyentes de la misma deben encontrarse dentro de las necesidades de las plantas. Cada uno de los elementos nutritivos dentro de una solución deben

tener una concentración tal que no supere un máximo, pero si se encuentre sobre un mínimo. Estos máximos/ mínimos, productos empíricos de las experiencias llevadas a cabo durante todo el siglo.

Existen sin embargo en la literatura algunos valores, no enseñados en este trabajo, que escapan a estos límites pautados, pero se recomienda a los interesados que sean utilizados en la preparación de soluciones fuera de rango sólo para la investigación. Dado que cada constituyente tiene un máximo y un mínimo de aceptación nutritiva por las plantas, una fórmula bien balanceada debe planearse dentro de esos límites.

2.- La totalidad de las sales disueltas debe ser tal que no supere un valor crítico de presión osmótica arriba del cual se invierte el curso de movimiento de la solución. Si bien cada ion individualmente tiene un rango de concentración donde las plantas se alimentan adecuadamente, sin efectos tóxicos, la suma de todos los iones existentes en una solución nutritiva es también muy importante. La concentración total regula lo que se denomina presión osmótica de la solución. Cuando la presión osmótica es adecuada la solución nutritiva entra por las raíces a la planta y consecuentemente nutre a la misma moviéndose en el sistema vegetal. Si en cambio la concentración es muy alta, configurando lo que se denominan soluciones “hipertónicas”, por efecto del principio osmótico se revierte el curso como si la planta se deshidratará, las raíces se desecan y contraen, y se produce el achicharramiento de las hojas o plasmólisis. En los cultivos en suelos esto es fácil de observar cuando falta riego, en otras palabras, cuando la “seca”, por uno u otro motivo, es pronunciada. Pero tampoco debe ser tan reducida la cantidad de sales que las plantas sufran por falta de alimentación. En estos casos se producen síntomas de deficiencia, conocida como “hipotonía”.

3.- Las sales a utilizar deben poseer la máxima capacidad de disolución posible dentro de la solución nutritiva. Como ya se ha indicado la provisión de aniones y cationes a la solución nutritiva se efectúa a través del agregado de sales, en la mayoría de los casos inorgánicas. Cada una de las sales tienen por si solas una capacidad de disolución en agua con valores mensurables. En palabras simples,

algunas son muy solubles, otras medianamente solubles, algunas poco solubles y también las hay cuya solubilidad es nula o casi nula. En las soluciones nutritivas modernas se trata de utilizar las sales que ofrezcan mayor poder de disolución en agua.

4.— Debe procurarse usar sales con bajo nivel de incompatibilidad. Algunas sales, en ciertas condiciones de concentración y temperatura, presentan cierto grado de incompatibilidad con otras. Esto puede producir la precipitación de algunos cationes y aniones y, consecuentemente su no disponibilidad en la solución nutritiva, pudiendo provocar problemas de deficiencias.

4.2. Sales químicas

Hay una serie de sales que pueden ser usadas para la preparación de soluciones nutritivas. La mayoría de ellas no presentan inconvenientes destacables. Sin embargo, algunas de ellas pueden requerir algún tipo de observación. En general en los últimos años las fuentes salinas han ido mejorando en cuanto a su calidad y en algunos casos también en lo referido a la reducción de su costo. La variedad de las sales aceptables para hidroponía no es demasiado extensa, aunque de obtener y en la mayoría de los casos, ante una eventualidad, las faltantes tienen la posibilidad de ser reemplazadas por otras. Para ello sólo se requiere un poco de conocimiento sobre el comportamiento de la sal usada para el reemplazo tanto en sus características de disolución como en la compatibilidad con las otras sales constituyentes de la solución nutritiva y además tener la capacidad de saber efectuar unos pocos cálculos matemáticos. Para llevar a cabo estos últimos deben balancearse con criterio los aportes iónicos de las sales de forma tal que el resultado final sea similar o por lo menos cercano al original. En general puede decirse que todas las sales pueden ser halladas en el mercado bajo diferentes grados de calidad. Desde las más puras, de uso exclusivo para análisis en laboratorios, hasta las muy impuras, prácticamente no del todo convenientes. Para uso hidropónico lo más aconsejable son aquellas que compensen calidad y precio. Esto se logra generalmente con las sales conocidas como de grado técnico o comercial. El lector deberá estar atento con respecto a

la calidad declarada en el envase original de las sales que pueda encontrar en el mercado local, sean estas importadas o nacionales. En el caso que las adquiera fraccionadas se sugiere la consulta a fondo con el proveedor.

A continuación, algunas características de sales que son usadas para la preparación de soluciones nutritivas.

Nitrato de Potasio

Fórmula: **NO₃K**

Grado: **Puro 95% Comercial**

PM: 101,11 106,42 110

Porcentaje expresado como:

N 13,85% 13,16% **12,73%**

NO₃- 61,33% 58,27% 56,37%

K+ 38,67% 36,74% **35,45%**

K₂O 46,58% 44,26% 42,82%

Cristales incoloros, blancos en masa.

Muy soluble en agua.

Sal neutra. Costo bajo. Muy popular.

Buena fuente tanto para nitrógeno como para potasio.

Sal muy satisfactoria

Precaución: Esta sal puede ocasionar un incendio, en contacto con materia orgánica produce una combustión violenta.

Nitrato de Calcio

Fórmula: Ca(NO₃)₂.4H₂O

Grado: Puro 90% Com. 70%

con 4 mol de agua

PM: 164,10 182,34 236,16

Porcentaje expresado como:

N 17,07% 15,36% 11,86%

NO₃- 75,57% 68,01% 52,51%

Ca⁺⁺ 24,42% 21,98% 16,97%

OCa 34,17% 30,76% 23,75%

Cristales blancos. Muy higroscópica.

Sal neutra. Costo medio.

Proporciona tanto calcio y como nitrógeno.

Muy recomendable.

Nitrato de Sodio

Fórmula: NaNO₃

Grado: Puro Com. 97%

PM: 84,99 90

Porcentaje expresado como:

N 16,48% 15,56%

NO₃- 72,95% 68,90%

Na⁺ 27,05% 25,54%

Na₂O 36,46% 34,43%

Sal neutra. Cristales blancos.

Proporciona nitrógeno y también sodio.

Uso reducido,

con precaución para evitar mucho sodio.

Sulfato de Amonio

Fórmula: (NH₄)₂SO₄

Grado: Puro Com. 94%

PM: 132,14 140

Porcentaje expresado como:

N 21,20% 20,01%

NH₄⁺ 27,30% 25,77%

S 24,26% 22,90%

SO₄⁻⁻ 72,70% 68,62%

Sal ácida. Cristales grises a blancos,
dependiendo de la pureza.

Proporciona nitrógeno como ión amonio y
azufre como sulfato.

Usar con precaución por el amonio.

Sulfato de potasio

Fórmula: K_2SO_4

Grado: Puro Com. 90%

PM: 174,27 200

Porcentaje como:

S 18.40% 16.03%

SO_4^{--} 55.12% 48,03%

K^+ 44,87% 39.10%

Sal neutra. Muy económica.

Adecuada para potasio.

Cuidados para no subir mucho el sulfato.

Requiere ser solubilizada en agua caliente

Fosfato mono-amónico

Fórmula: $NH_4H_2PO_4$

Grado: Puro Alimento

PM: 115,04 120 140

Porcentaje como:

N 12.17% 11.67% 10,00%

NH_4^+ 15.68% 15.03% 12.88%

P 26.92% 25,81% 22,12%

P_2O_5 61,69% 59,14% 50,69%

PO_4^{---} 82,57% 79.16% 67.85%

Sal ácida

Precaución con el amonio

El grado alimenticio, más caro,
pero de mejor rendimiento

Sulfato de Magnesio y Sal de Epsom

Fórmula: $MgSO_4$ y $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

Grado: Anhidro Epsom

Puro 92% Puro 45%

PM: 120.38 130 246.49 260

Porcentaje como:

Mg^{++} 20.19% 18.70% 9.86% 9.35%

MgO 33.48% 31.00% 16.35% 15.50%

S 26.63% 24.66% 13.00% 12.33%

SO_4^{--} 79.80% 73.89% 38.97% 36.95%

Sal neutra. Económica.

Alta solubilidad, principalmente

la sal de Epsom (o Sal Inglesa).

Sulfato de calcio hidratado o yeso agrícola

Fórmula: $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

Grado: Anhidro Hidratado

Puro Puro 70%

PM: 136.144 172.176 190

Porcentaje como:

Ca^{++} 29,43% 23,27% 21%

SO_4^{--} 70,57% 55,79% 50,5%

De difícil solubilidad.

Aparece en fórmulas antiguas.

El autor no lo aconseja.

Cloruro de calcio

Fórmula: $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Grado: Puro

PM: 219.2

Porcentaje como:

Ca^{++} 18.28%

Cl^- 32.39%

Costo alto. No es muy aconsejable

Sulfato ferroso

Fórmula: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Grado: Puro

PM: 278.02

Porcentaje como:

Fe^{++} 20%

SO_4^{--} 34.5%

Cristales verdes. Eflorescentes.

La solución se oxida a ión férrico que precipita como hidróxido.

Cloruro de manganeso

Fórmula: $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

PM: 197,91

Porcentaje como:

Mn^{++} 27,79%

Cl^- 17,93%

Sulfato de cobre

Fórmula: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

PM: 249,68

Porcentaje como:

Cu⁺⁺ 25,45%

SO₄⁻⁻ 38,47%

Sulfato de zinc

Fórmula: ZnSO₄·7H₂O

PM: 287,56

Porcentaje como:

Zn⁺⁺ 22,73%

SO₄⁻⁻ 33,41%

Ácido bórico

Fórmula: H₃BO₃

PM: 61,33

Porcentaje como:

B⁺⁺⁺ 17,48%

B₂O₃ 56,29%

BO₃⁻⁻⁻ 94,67%

Molibdato de amonio

Fórmula: Mo₇O₂₄(NH₄)₆·4H₂O

PM: 1235,88

Porcentaje como:

Mo⁺⁺⁺⁺⁺ 54,34%

NH₄⁺ 8,7%

4.3. Los quelatos

La palabra quelato es una derivación de la palabra griega «chele» la cual significa «pinzas de cangrejo». Los quelatos son complejos de iones metálicos y unas moléculas orgánicas fuertemente reaccionantes conocidas como agentes quelatantes. La principal función de estos agentes es el envío de micronutrientes para una fácil asimilación por las plantas. No obstante, ellos tienen también otros importantes beneficios, como resistencia a micro-organismos.

Los agentes quelatantes también incrementan considerablemente la solubilidad de los micronutrientes, facilitando su transporte a la superficie de las raíces y asegurando su facilidad de absorción por las mismas. La absorción por las plantas es más fácil y veloz, resultando así una recuperación rápida en plantas con deficiencias. Desde que casi todos los quelatos suministrados a las plantas son absorbidos por estas, menores dosajes de estos son requeridos comparados con el uso de sales inorgánicas.

Los quelatos son complejos orgánicos que contienen a los microelementos en una forma química absolutamente soluble y por ende disponible en todo momento. La oxidación de los mismos a estados precipitables no puede ocurrir en trabajos normales. Resultan de la reacción, en un medio netamente alcalino, del **ácido etilén diamino tetra acético (EDTA)**, o de algunos otros ácidos de la misma familia (ej. **DTPA –ácido dietilen triamino penta acetico-**, EDDHA, EDDHMA, HEDTA), con una sal del catión que se desee acomplejar. Para usos hidropónicos sólo los dos marcados en negrita son utilizados.

Si bien para el aficionado a la hidroponía le resultará más cómodo el adquirir a un productor reconocido de estos el complejo orgánico correspondiente, y este temperamento es el aconsejado por el autor.

El EDTA-Fe, como todos los EDTA, funciona bien hasta un pH de alrededor de 6,0.

En aguas duras, alto contenido de carbonatos y bicarbonatos, se recomienda el quelato de DTPA-Fe cuyos problemas recién comienzan arriba del pH 7,5.

De todos los quelatos el de hierro es el más importante. No obstante, para alta performance, los otros tres también son convenientes.

En caso de usar sólo el EDTA-Fe como quelato es aconsejable aumentar un poco la dosis ya que, tanto el cobre como el zinc y el manganeso no quelatados (como sulfatos o como cloruros) intercambian sus iones con el hierro y este se combina con los fosfatos precipitando y desapareciendo para las plantas. Esto significa la posible aparición de síntomas cloróticos en las mismas.

Dado que es factible preparar quelatos con diferentes porcentajes iónicos de los microelementos y también se pueden obtener quelatos mixtos, la variedad de posibilidades es bastante grande. Se recomienda estar muy atento a las indicaciones de los fabricantes de los mismos cuando se recurra a ellos.

Si bien como se observa la preparación de estos complejos es factible y no demasiado complicada, como advertencia importante es conveniente expresar que todo el procedimiento químico es una tarea profesional y preferiblemente debe ser llevada a cabo por personal idóneo en la materia (11)

4.4. Fórmulas de soluciones nutritivas

Los interesados en preparar su propia solución nutritiva encontrarán en este libro, algunas fórmulas que pueden resultar muy útiles para todos aquellos que deseen comenzar sin mayores problemas. Todas ellas han sido efectivamente probadas en diferentes ocasiones durante el siglo XX y aún las más antiguas y sencillas pueden usarse con éxito.

A aquellos que por cualquier motivo decidan preparar la solución nutritiva por sí mismos, el consejo que sigue es lo más adecuado: seleccione una de las fórmulas de acuerdo a los fertilizantes que se puedan conseguir fácilmente en la localidad donde uno vive y comience a trabajar con ella.

Dado que la cantidad publicada de esta fórmula en la literatura sobre el tema es enorme, si se desea pueden consultarse otras fuentes para la selección.

Los cambios que se deseen efectuar por necesidad o por otros motivos deberán hacerse sólo después de ganar suficiente experiencia.

No obstante, estos consejos previos, para la mayoría de los lectores no familiarizados con las sustancias químicas y su manejo, es altamente aconsejable el uso de fórmulas ya preparadas específicamente para esta técnica.

Elas pueden presentarse en forma de mezclas sólidas o como concentrados líquidos. Estos últimos son los más simples y adecuados. Siguiendo las instrucciones de los fabricantes su manejo es muy sencillo y muchas veces resulta más económico. La utilización de estos preparados, cuando provienen de alguien reconocido en el ramo coloca de inmediato al futuro hidroponista en posición de iniciar su trabajo sin demora. En los países donde todavía no existen emprendimientos comerciales proveedores, siempre será dable encontrar un especialista o un aficionado con experiencia hidropónica que facilite la mezcla preparada como un servicio. Existe un tercer nivel de interesados resueltos a una investigación mayor, los cuales puede requerir el “diseño de su propia fórmula nutritiva”. Esta actitud puede ser debida a muchos factores.

La necesidad de interpretar valores de alguna fórmula que consideren interesante, de modificar o ajustar la que tengan en uso, de estudiar la influencia de diferentes cantidades de un ion, etc., pueden estar dentro de las causas por las que este criterio sea adoptado. Para este grupo de personas se aconseja utilizar las técnicas de cálculo explicadas en algunos libros Nunca es demasiado redundante, cuando de conocimientos se trata, repetir una y otra vez los conceptos en diferente forma.

Las fuentes consultadas e incluso las costumbres zonales, las soluciones nutritivas pueden ser expresadas de diferentes maneras. Lo más cómodo para el novato, e incluso para aquellos que aún sin serlo no poseen la preparación química necesaria, es presentar una fórmula en miligramos de sal por litro de

solución. Esto es lo mismo que decir gramos por 1000 litros o partes por millón ya que 1000 litros de agua pesan 1.000.000 de gramos.

En general, se puede encontrar que los microelementos se expresan mejor de esta manera ya que la mayoría de las veces se los encuentra como ppm (partes por millón) de cada uno de los iones.

El concepto de milimoles es sólo conveniente para los macroelementos y no lo es para los “micro”; no obstante, su expresión también aparece en la literatura cuando de fórmulas se trata.

Como se expresa en el cuadro, científicamente la forma más correcta de expresión debería ser el uso del concepto de normalidad. Para su cálculo ingresa el concepto de valencia de cada ión.

Esto implica un conocimiento de química más profundo que el que puede tener el aficionado, el escolar, el pequeño agricultor, en fin, el individuo común. A menos se esté profundamente interesado en trabajos universitarios o de investigación, sería aconsejable para ellos no utilizar este sistema. Sin embargo, dado que es muy posible que algún análisis de agua, de solución nutritiva, etc. realizado por terceros sea reportado en mili equivalentes, el uso del concepto de partes por millón, o lo que es lo mismo de miligramos por litro o gramos por 1000 litros, ya que lo consideramos como más práctico para la gente común a la que va dirigido. En las próximas páginas el lector encontrará algunas fórmulas típicas.

A los efectos de simplificar se han elegido algunas de las más conocidas en los primeros recuadros. Esto ayudará a los principiantes.

Estas fórmulas recuadradas para principiar, han sido seleccionadas un poco al azar para demostrar sus habilidades y debilidades. Si bien al estado actual de los conocimientos podrían existir todavía algunas discrepancias que involucran probablemente aspectos menores, la consideración de los trabajos de muchos y

prestigiosos centros de estudio e investigadores en la materia permite asegurar ciertos límites para cada ion dentro de una solución nutritiva bien balanceada.

A los efectos prácticos estos rangos empíricos resultan ser los más aconsejables para la concentración de cada ion.

Cuando una fórmula a utilizar contenga valores de concentración de algún ión fuera del rango principal y dentro de este secundario, se recomienda precaución y observación profunda de los resultados.

En suma, puede decirse que para cada ion hay un rango de seguridad máxima («zona verde»), un rango de precaución («zona amarilla») y una zona de peligro (fuera de estos y equivalente a la conocida «luz roja»).

En general, como una gran medida de seguridad, tanto el aficionado principiante como el productor deberían usar soluciones nutritivas con concentraciones de todos los iones.

Se propone la siguiente tabla de conversiones para tener facilidad al momento de preparar las soluciones y agregar solo lo que la planta requiere o lo que la fórmula propuesta menciona y se debe de seguir muy estrictamente para obtener los resultados esperados.

Tabla de conversión de ppm a miliequivalentes					
Molar	Ión	Peso atómico aproximado	ppm	Valencia	Normal meq
mmol		P.a.	P.a. x mmol		mmol x valencia
Ejemplo:	NH ₄ ⁺	14 (1)	70 (7)	1	5 (12)
	NO ₃ ⁻	14 (1)	70 (8)	1	5 (12)
	PO ₄ ³⁻	31 (2)	155 (9)	3	15 (12)
5 mmol	K ⁺	39	195	1	5
	Ca ⁺⁺	40	200	2	10
	Mg ⁺⁺	24	120	2	10
	SO ₄ ⁻	32 (3)	160 (10)	2	10 (12)
	SiO ₃ ²⁻	28 (4)	140 (11)	2	10 (12)
	Fe ⁺⁺	56	280	2	10
	Mn ⁺⁺	55	275	2	10
	Cu ⁺⁺	64	320	2	10
	Zn ⁺⁺	65	325	2	10
	B ⁺⁺⁺ (13)	11 (5)	55	3	15
	Mo ⁶⁺ (14)	96 (6)	480	6	30
	Co ⁺⁺	59	295	2	10
	Ni ⁺⁺	59	295	2	10
	Na ⁺	23	115	1	5
	Cl ⁻	35	175	1	5

- (1)-(6) Pesos atómicos del nitrógeno, fósforo, azufre, silicio, boro y molibdeno
 (7) Expresado como Nitrógeno proveniente del Ión amonio
 (8) Expresado como Nitrógeno proveniente del Ión nitrato
 (9) Expresado como Fósforo proveniente del Ión fosfato
 (10) Expresado como Azufre proveniente del Ión sulfato
 (11) Expresado como Silicio proveniente del Ión silicato
 (12) Generalmente expresadas como miliequivalentes de los aniones correspondientes, a saber Amonio, Nitrato, Fosfato, Sulfato y Silicato. Complica los cálculos para los aficionados.
 (13)-(14) Expresados como cationes sólo a los efectos prácticos.

Tabla N°1. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

Algunas fórmulas de soluciones hidropónicas tradicionales.

Fórmula de la Universidad de New Jersey

Muy simple para los primeros ensayos; sólo 4 substancias, todas solubles, sin agregado de microelementos. Los mismos son proporcionados naturalmente como impurezas de las sales utilizadas. Es una fórmula histórica la cual siempre ha dado aceptables resultados.

Conviene disolver el fosfato monopotásico por separado para evitar incompatibilidad con el calcio; luego agregarlo a las otras tres sales previamente disueltas. Es una fórmula útil para los principiantes hasta ganar suficiente confianza.

	Sal mg/l (=ppm)
<i>Sulfato de Magnesio (Sal de Epsom o «Sal Inglesa»</i>	598
<i>Sulfato de amonio</i>	98
<i>Nitrato de Calcio</i>	810
<i>Fosfato monopotásico</i>	322

Fórmula de Penningsfeld

Si bien los iones sulfato están en niveles bajos, esta fórmula alemana usada en la Estación Experimental de Weihestephan para claveles ha sido bien probada.

A nuestro entender sería mejor reemplazar el sulfato de hierro por el complejo De EDTA Fe. Si se usa el sulfato ferroso, se deberá tener cuidado en el ajuste del pH para evitarla precipitación del hierro y su desaparición de la solución.

	Sal mg/l (=ppm)
<i>Sal de Epsom</i>	378
<i>Nitrato de Calcio</i>	868
<i>Nitrato de Potasio</i>	416
<i>Fosfato monopotásico</i>	284
<i>Sulfato de Amonio</i>	10
<i>Sulfato ferroso</i>	20
<i>Sulfato de Manganeso</i>	5
<i>Sulfato de Cobre</i>	0,04

<i>Sulfato de Zinc</i>	<i>0,04</i>
<i>Borax</i>	<i>10</i>

Fórmula de Hoagland

Una de las tantas y clásicas fórmulas de este investigador. Antigua pero efectiva, por lo menos para 50 especies diferentes de plantas, según lo refieren los usuarios. Puede notarse una baja cantidad de sulfatos, la falta en la fórmula de algunos micro elementos, los cuales pueden encontrarse en las impurezas de las sales principales y el uso de fosfato monocálcico, de difícil solubilidad. La ausencia total del ión amonio sugiere aconsejar no usar esta fórmula en los meses de baja luminosidad solar (inviernos).

Es una fórmula nutritiva que fue muy utilizada años atrás en algunos lugares centro europeos, pero probablemente ya no lo sea en la actualidad.

	Sal mg/l (=ppm)
Sal de Epsom	130
Nitrato de Calcio	90
Nitrato de Potasio	540
Fosfato monocálcico	140
Sulfato ferroso	14
Sulfato de Manganeso	2
Sulfato de Cobre	0,6
Sulfato de Zinc	0,8
Borax	1,7

Fórmula de Steiner

Esta fórmula holandesa es completa, con macro y micro elementos. No contiene ni amonio ni molibdeno. Por la presencia de hidróxido de potasio necesita ajustes ácidos.

Steiner fue propulsor, mentor y Secretario General de la ISOCS, organización Internacional para los cultivos sin tierra, hasta su cierre en 1999. Sin duda, su Personalidad merece todo el agradecimiento de los hidroponistas.

	Sal mg/l (=ppm)
Sal de Epsom	492
Nitrato de Calcio	1062
Nitrato de Potasio	293
Fosfato monopotásico	136
Sulfato de Potasio	252
EDTA-Hierro	5,13
Sulfato de Manganeso	0,73
Sulfato de Cobre	0,06
Sulfato de Zinc	0,06
Ácido Bórico	0,59
Hidróxido de Potasio	22,4

Fórmula de Cooper

Originalmente fue usada para tomates, pero demostró gran versatilidad para otras cosechas previo ajuste del pH. Contiene macro y micro elementos. Prácticamente no contiene ión amonio, salvo la traza observada en el molibdato. Esto, a los conocimientos actuales que sugieren la necesidad de un balance entre $\text{NH}_4 +$ y NO_3 . Podría ser catalogado hoy en día como objetable.

Una segunda fórmula del Dr. Alan Cooper, esta con ión amonio, da excelentes resultados en una gran variedad de cosechas.

Se prepara en dos partes: **A** color rosado; **B** color amarillo.

Los microelementos (color celeste) se preparan en una solución por separado.

Luego se los agrega a la mezcla **B**. Es conveniente hacer soluciones concentradas 1/100 las que deben luego ser diluidas al ser utilizadas.

	Sal mg/l (=ppm)
Sal de Epsom	497
Nitrato de Calcio	988
Nitrato de Potasio	658
Fosfato monopotásico	272
EDTA-Hierro	78,9
Sulfato de Manganeso	6
Sulfato de Cobre	0,275
Sulfato de Zinc	0,308
Ácido Bórico	2
Molibdato de Amonio	0,092
Ácido Fosfórico	c.s.*

	Sal mg/l (=ppm)
Nitrato de Calcio	806
Nitrato de Potasio	606
Ácido Nítrico	6,75
Sal de Epsom	500
Fosfato monopotásico	272
Nitrato de Amonio	100

EDTA-Hierro	80
Sulfato de Manganeso	3,2
Sulfato de Cobre	0,25
Sulfato de Zinc	0,3
Ácido Bórico	2
Molibdato de Amonio	0,008
Ácido Sulfúrico	74

(*) c.s. = cantidad suficiente para llevar a pH

Por último, se menciona la fórmula que es usada por la universidad agraria la molina en donde tienen como centro de investigación la producción de vegetales como lechugas tomates hierbas aromáticas y otros.

Esta fórmula es utilizada ya hace varios años, es comercializada pero el poder comprar los insumos y preparar uno mismo la solución con las indicaciones resulta mucho más económica (11)

Fórmula Básica de La Molina

Como en el caso de la fórmula anterior, así como muchas otras de la hidroponía moderna, el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Agraria de La Molina en el Perú ha desarrollado esta fórmula basada en dos concentrados. De acuerdo a La Molina, los resultados se han mostrado muy satisfactorios. Los concentrados A y B se preparan Por separado.

Obsérvese que en este caso hay una desproporción: 5 de parte A y 2 de parte B. Por lo tanto, la relación de mezcla en la preparación de la solución nutritiva final es de 500 ml de A sobre 100 lts de agua y luego de agitado 200 ml de B hasta homogeneizar.

En la preparación de los concentrados se deben seguir algunas pautas estrictas principalmente en el A donde la presencia principalmente del superfosfato triple requiere una técnica cuidadosa por su baja solubilidad.

La Molina sugiere un remojado previo de este por 24 horas, deshacerlo con mortero y usar sólo el sobrenadante disuelto.

		Sal mg/l (=ppm)
A	Nitrato de Potasio	550
	Nitrato de Amonio	350
	Superfosfato triple	175
	Agua c.s.p.	5 lts

		Sal mg/l (=ppm)
B	Sal de Epsom	220
	Fetrilon-Combi*	12
	Quelato de Hierro 6% de Hierro	8
	Ácido Bórico	1,2
	Agua c.s.p.	2 lts

(*) Fetrilón-Combi es marca registrada de la BASF para un fertilizante foliar soluble que contiene fundamentalmente microelementos. La composición de fórmula de este producto de acuerdo al fabricante es: hierro 4,0%, manganeso 4,0%, cobre 1,5%, zinc 1,5%, boro 0,5%, molibdeno 0,1%, azufre 3,0% y magnesio 5,4% (9% de MgO).

4.5. El control de la solución nutritiva

En general se reducen en gran medida a los controles de la solución nutritiva. En instalaciones muy importantes, de gran envergadura o de investigación, estos controles se extienden, o deben hacerlo, a todas las variables involucradas en el crecimiento de las plantas. Las condiciones atmosféricas y la intensidad de ondas luminosas, en algunos casos específicos hasta las bandas de las mismas,

pueden resultar de gran interés. Si bien estos fascículos están dedicados a la educación y a los aficionados en general, lo cual implica un tratamiento sencillo y didáctico de los temas, no deben descartarse de ninguna manera las explicaciones adicionales más profundas que puedan resultar de interés para una mejor capacitación y puesta al día de los lectores. Como hasta ahora se seguirá aplicando dicho criterio.

Cuanto más se conozcan las plantas y los requerimientos alimenticios de cada variedad en los distintos estados de su crecimiento, más cerca se estará de diseñar y mantener sistemas de alta productividad sean estos hidropónicos, con todas sus posibilidades, o no. El control de la solución nutritiva es fundamental en los cultivos sin tierra. Es de por sí el más importante apoyo para una operación exitosa. No debería haber aficionados a las plantas, y mucho menos profesionales, que desconozcan algunos aspectos que aquí se explicarán, es más, es absolutamente aconsejable diseminar esta información entre los alumnos, los amigos, los aficionados interesados, etc., de la forma más clara que cada uno pueda, con el objeto de facilitar las herramientas indispensables para un cultivo bien hecho. Aún en forma muy elemental en eso estaremos de aquí en más. Fundamentalmente son dos los controles ineludibles, tanto para aficionados cuanto más para profesionales, que deben efectuarse a las soluciones nutritivas. Estos son:

Determinación del pH

Determinación de la conductividad

Para una explicación adecuada de los conceptos de pH y conductividad se requiere conocimientos técnicos que seguramente no los tienen la mayoría de nuestros lectores. Por ello, en una primera instancia se recurrirá a simplificaciones y ejemplos fáciles de comprender.

4.6. El Potencial del ion hidrógeno

Para reconocer con precisión el grado de acidez o de basicidad de una determinada sustancia se requiere definir una escala y un sistema de medición. El pH es una escala de medición que va del número cero (0) al catorce (14) y sirve para determinar en forma numérica el grado o intensidad en la acidez o alcalinidad de una determinada sustancia. Su punto medio, el número siete (7) representa el punto neutro.

La acidez crece desde el siete (7) al cero (0) mientras que la alcalinidad lo hace desde el siete (7) al catorce (14). Por supuesto, los valores más altos de acidez se encuentran cercanos al cero mientras que los de alcalinidad están próximos al 14.

Ningún ser vivo puede ingerir sustancias que le produzcan trastornos o le destruyan sus órganos.

Un ácido o un álcali muy fuerte podrían hacerlo. Por ello sólo se acepta ingerir alimentos hasta cierto grado de acidez o alcalinidad. El vinagre de los condimentos para ensaladas o el de los encurtidos, como en el caso de los "pickles", es casi el límite en el lado ácido.

El conocido laxante leche de magnesia lo es en el lado alcalino.

A los efectos de una clarificación mayor para el lector se ha colocado en la página anterior un pequeño cuadro como ejemplo con los valores de pH asociados con estas y otras sustancias comunes.

4.6.1. Acidez

Como un ejemplo de se detalla lo siguiente.

¿Tiene el lector a mano un limón? Bien, corte un trozo y dele una suave pasadita con la punta de su lengua a la pulpa. Saboree la misma. Notará de inmediato la sensación agria característica del jugo del limón. Esa sensación es considerada

ácida pues proviene de un ácido débil que el limonero ha fabricado y almacenado en su fruto: el ácido cítrico.

Si en lugar del limón hubiera usado un poco de vinagre para la misma experiencia, el resultado reflejado en la cara del probador de sabores habría sido parecido. Si se le pidiera una opinión, probablemente diría que, midiendo el grado de acidez por el gusto, el ingerir descuidadamente algo de dentífrico al frotarse los dientes, beber un vaso de bicarbonato de sodio en los casos de acidez estomacal o llenarse la boca con agua de mar en temporada de playa. Todas estas sustancias son alcalinas, es decir de características básicas.

4.6.2. Basicidad

Hay otro grupo de cuyo comportamiento es diferente y a las que el hombre también accede en una u otra forma. ¿Qué gusto tiene un trozo de jabón? Aquí no se le pide aquí a nadie que lo pruebe. Ya es bastante con acercarse a lo desagradable de tomar una cucharada de leche de magnesia, ingerir descuidadamente algo de dentífrico al frotarse los dientes, beber un vaso de bicarbonato de sodio en los casos de acidez estomacal o llenarse la boca con agua de mar en temporada de playa. Todas estas sustancias son alcalinas, es decir de características básicas.

4.6.3. Neutralidad

Substancias ácidas, por un lado, o acidez, y alcalinas por el otro, o basicidad, configuran un esquema. En el centro de este gran abanico están también aquellas que como el agua pura son neutras, es decir ni ácidas ni básicas. Si bien técnicamente está bien definido este punto central, el concepto de neutralidad abarca una franja un poco más ancha que esta

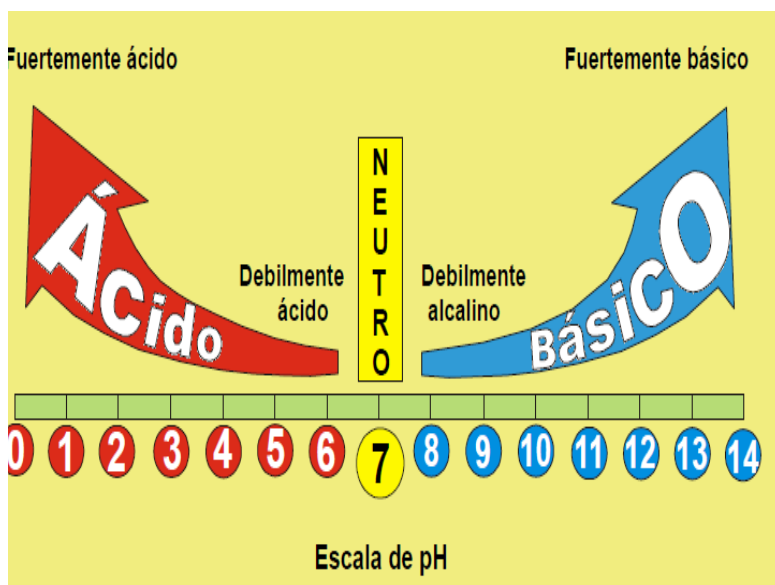


Figura N°6. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

pH de sustancias comunes

Zona	Substancia	pH aprox.
Muy ÁCIDA Desde 0 a 3,5	Ácidos fuertes Jugos estomacales Vinagre Limón	(2) 2,0 2,9 2,3
ÁCIDA moderada de 3,5 a 5,0	Pomelo Naranja Tomate	3,0 3,5 4,2
Algo ÁCIDA de 5,0 a 6,5	Leche	6,4
NEUTRA de 6,5 a 7,5	Saliva Agua pura Sangre	6,6 7,0 7,4
Algo BÁSICA de 7,5 a 9,0	Huevos Agua de mar Solución de bicarbonato de sodio	7,8 8,0 8,4
BÁSICA moderada de 9,0 a 10,5	Dentífrico Jabón	9,5 9,5
Muy BÁSICA de 10,5 a 14,0	Leche de Magnesla Amoniaco Soda Caustica	10,5 11,0 (3)

Figura N°7. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

Las plantas cultivadas tradicionalmente en suelo también marcan definitivamente sus límites de preferencia dentro de la escala de pH.

Por los estudios de muchos años sobre las mejores condiciones de crecimiento de las plantas se han determinado los pH óptimos para cada variedad.

Los elementos químicos que requieren las plantas se encuentran en el suelo en forma iónica soluble en agua. Cuando el pH es el adecuado para el ión, la solubilidad de las sales que puede conformar el mismo es alta.

Cuando el pH cambia, las condiciones de solubilidad también lo hacen y parte o todo el ión soluble pasa a constituir sales insolubles, que, si bien siguen en el suelo, y consecuentemente sus elementos en él, estos no pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas. Es como si ya no estuvieran allí. Observando en primer lugar dentro del rango central de la escala del pH a los seis elementos mayores que conforman los macroelementos se pueden sacar las siguientes conclusiones:

El Nitrógeno se encuentra en su estado de máxima solubilidad a un pH cercano al punto neutro y desaparece bruscamente para las plantas al acercarse el pH al valor 8. En el otro extremo va reduciendo su existencia como soluble al aumentar la acidez y también desaparece en las cercanías del pH 4.

El Fósforo en cambio se encuentra en forma soluble entre pH 4 y pH 9 con un lento aumento en el mismo sentido. Al alcanzar un valor de pH tan alcalino como este último, la alta presencia del ión Calcio junto al Fósforo precipita (acción de formar una sal sólida y depositarse) un fosfato de calcio insoluble. En esa forma desaparecen para las plantas tanto el calcio como el fósforo. Esto ocurre aproximadamente a pH 9.

El Potasio se encuentra en formas insolubles debajo del pH 4,5, luego su solubilidad es máxima hasta 7 y se reduce totalmente luego al superar ligeramente el pH 8. Se puede ver que entre pH 4 y pH 9 no hay problemas con el suministro de Azufre en forma soluble y tampoco con el Magnesio, prácticamente en la misma zona, salvo el extremo más ácido a pH debajo de 4,5.

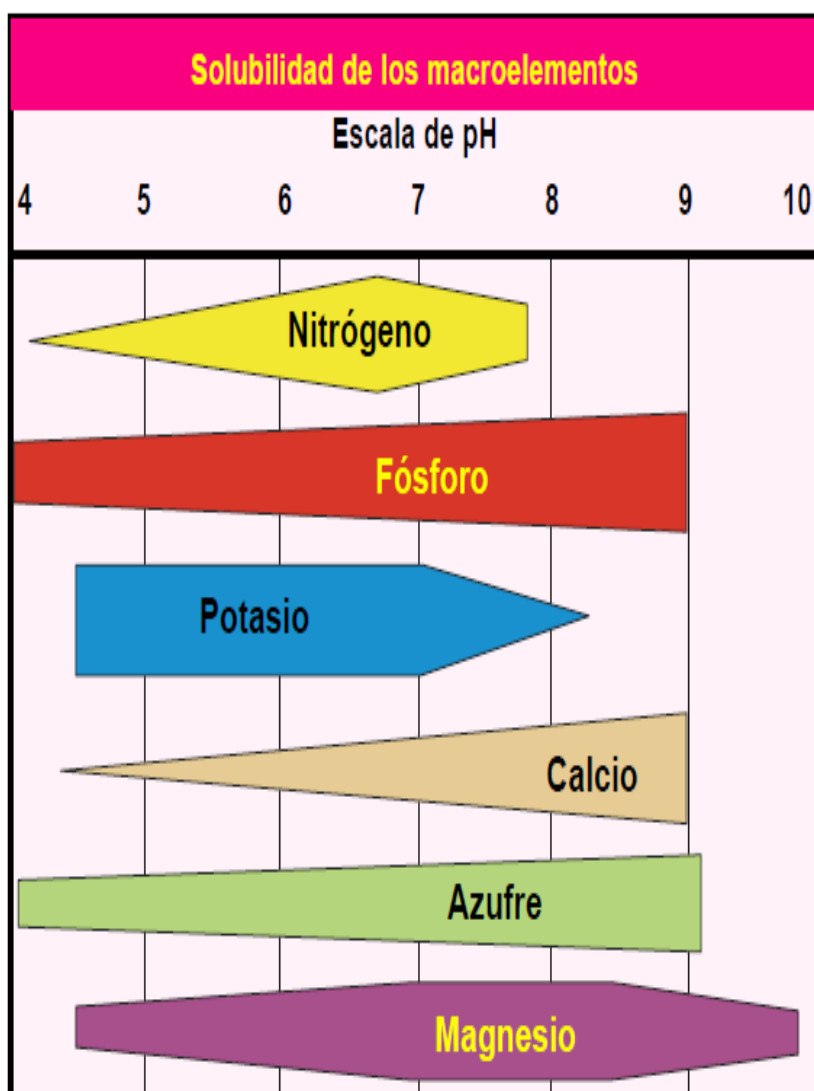


Figura N°8. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

Para los Microelementos en el suelo se complementa, por ejemplo, es importante señalar que a pH bajo o a pH alto podría existir envenenamiento de las plantas con Aluminio si este existiera en el suelo, dado que a esos valores este elemento es soluble.

20 años atrás, se encontró este problema en un cultivador de rosas que había acidificado excesivamente su aluminizado suelo. Otro importante detalle a considerar es que el Hierro desaparece a pH alto principalmente por oxidación a ion férrico y consecuente paso al insoluble hidróxido férrico.

Este es uno de los motivos fundamentales para el uso de los complejos EDTA-Hierro en las fórmulas modernas usadas en hidroponía.

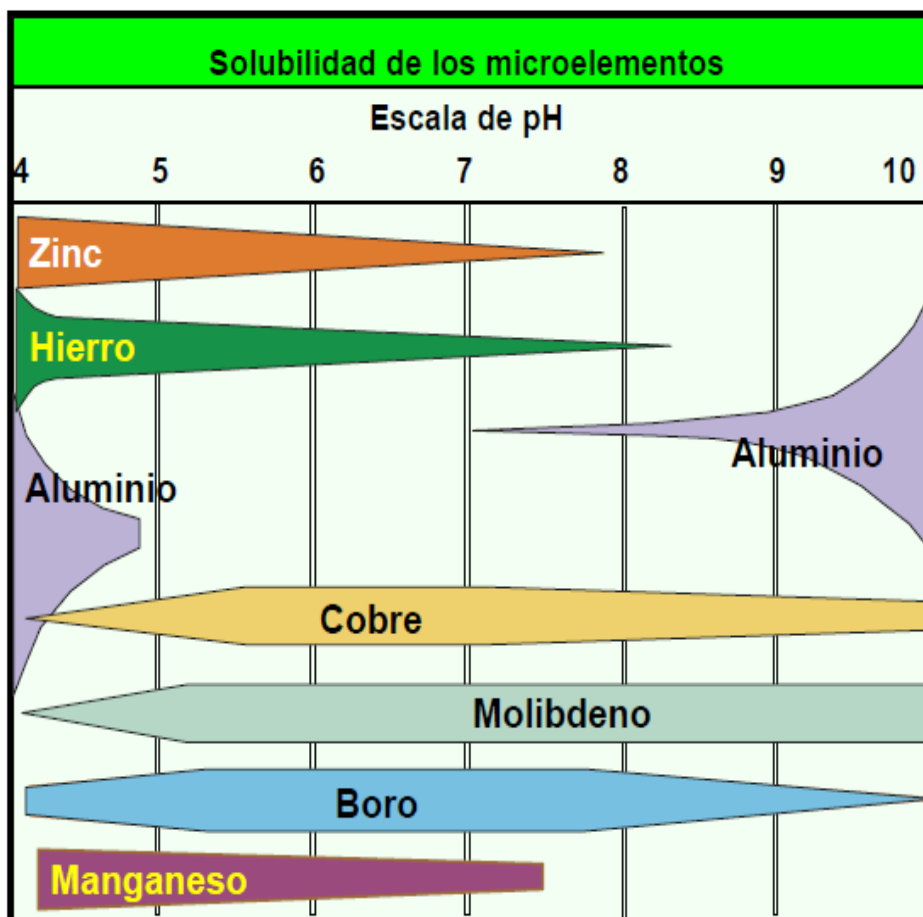


Figura N°9. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

Evidentemente, este comportamiento de los suelos conocido muy bien por los horticulturistas entrenados en ellos es útil para un conocimiento estricto de las disponibilidades alimenticias que las plantas pueden tener y para el manejo a efectuar cuando ellas son crecidas y cultivadas en los mismos.

Sin embargo, afortunadamente como veremos, la situación en hidroponía es mucho más simple.

Todas las plantas pueden crecer perfectamente dentro de un rango de pH entre

4,0 y 7,0 siempre y cuando las soluciones nutritivas estén perfectamente balanceadas, tengan todos los elementos necesarios para alimentar las plantas en forma soluble y no presenten deficiencias de algunos de ellos. El efecto directo del pH sobre el crecimiento de las raíces de las plantas es prácticamente pequeño o no detectable en dicho rango. Los cultivos sin tierra el rango de pH aconsejado se encuentra entre los valores 5,5 y 6,5.

4.7. Conductividad eléctrica

La conductividad es la medida de la capacidad que tiene un material para conducir la corriente eléctrica.

Las soluciones nutritivas contienen partículas iónicas que llevan cargas y por lo tanto poseen esta habilidad. Cuanto mayor es la cantidad de estos iones disueltos en el agua, la conductividad de la solución resultante es mayor. Por lo tanto, la medición de la conductividad eléctrica de una solución nutritiva tiene una relación directa con la cantidad de materiales sólidos disueltos en ella.

Los conductímetros son los aparatos utilizados para medir la conductividad. Básicamente los conductímetros son instrumentos compuestos por dos placas de un material especial (platino, titanio, níquel recubierto con oro, grafito, etc.), una fuente alimentadora y un sector o escala de medición. Aplicada una diferencia de potencial entre las placas del conductímetro, este mide la cantidad de corriente que como consecuencia pasa por ellas.

Con los valores del voltaje aplicado y con la intensidad eléctrica de la corriente que pasa por las placas, los conductímetros determinan, de acuerdo a su previa calibración, la conductividad de la muestra ensayada.

Como en el caso de los pHmetros también existen una gran variedad de conductímetros: portátiles de bolsillo, de mesa, manuales y automáticos diversos.

Si bien los principios en todos los casos son los mismos ya explicados, los detalles constructivos y la ingeniería de sus celdas pueden ser muy diferentes.

Los valores de la conductividad son dependientes de la geometría de la celda de cada conductímetro.

Es por ello que cada aparato realmente mide una conductividad específica la cual es el producto de la “conductividad realmente medida” multiplicada por la “constante de la celda” del mismo. Esta constante es la relación que hay entre la distancia a la que se encuentran sus placas electrodos y la superficie de las mismas.

La medición de la conductividad también es dependiente de la temperatura de la muestra durante el ensayo. Es por ello que la mayoría de estos conductímetros tienen compensadores automáticos de temperatura.

Otras dependencias de la conductividad eléctrica no son relevantes para hidroponía. El proceso osmótico, que es el que permite a las plantas tomar su alimento, El mismo se puede sintetizar aquí expresando que, a los efectos de que las plantas puedan alimentarse, el líquido exterior a las raíces (solución nutritiva) debe estar menos concentrado que los jugos interiores de las mismas. En otras palabras, sólo pueden moverse hacia dentro de las plantas las soluciones más diluidas.

En cambio, cuando los líquidos que rodean las raíces contienen sustancias disueltas en una concentración mucho más alta que los jugos interiores de las mismas, estos últimos, por el mismo principio osmótico, pasarán hacia fuera hasta equilibrar las concentraciones en ambos lados.

Consecuentemente se producirá un vaciamiento de la planta, lo cual se conoce popularmente como “hojas quemadas”. El efecto que puede observarse

claramente es el de las hojas curvadas hacia abajo y secándose en un intento de las plantas por conservar el agua.

A continuación, se muestra una tabla con la conductividad más adecuada para diferentes especies de plantas.

**CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
mas adecuada**

Vegetales de huerta	Baja	Media	Alta
	µS/cm		
Aji	1800-3000		
Ajo	1000 - 1800		
Alcaucil	800 - 1800		
Aplo	1600-2400		
Arvejas	1400 - 1800		
Batata	2000-2500		
Berenjena	1800 - 3500		
Brócoli	2800-3500		
Cebolla	1400 - 2200		
Chalote	1600-2200		
Chirivía	1400 - 2400		
Coliflor	1400 - 2400		
Collrábano	1600-2400		
Endibia	1500-2400		
Forz.Endibia	600-1200		
Espárrago	1200-1800		
Espinaca	1600-2300		
Frijol trepador	1600-2200		
Gulsante	1600 - 2400		
G. «marrow»	1000 - 2000		

Vegetales de huerta	Baja	Media	Alta
	µS/cm		
«Kumara»	1200 - 2400		
Lechuga	800 -1600		
Maiz dulce	1600-2400		
Nabo	1400 - 2400		
Okra	2000-2400		
Papa	1800 - 2500		
Pepino	1600 - 2500		
Pepinillo	1600-2000		
Poroto	2000 - 4000		
Poroto ancho	1600-2200		
Puerro	1400-1800		
Rabanito	1600-2200		
Remolacha	1600 - 2500		
Repollo	2500-3000		
Rep. Bruselas	1800 - 3000		
Rep. Chino	1600-2200		
Salsifí	1200-2000		
Tomate	2000-5000		
Zapallo	1600 - 2400		
Zuchini	1800 -2400		
Zanahoria	1600 -2200		

Tabla N°2. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

4.8. La temperatura

La temperatura de la solución nutritiva es otro importante punto a tener en consideración en instalaciones de cierto nivel. Al contrario de lo que ocurre con el pH y con la conductividad, el concepto de temperatura es absolutamente popular.

La percepción del nivel de calor del ambiente y de las cosas es intrínseco del ser humano, también de los animales y de las plantas. Como se sabe los termómetros son los instrumentos utilizados para la medición de las temperaturas. La variedad de ellos es muy considerable. Los hay de infinidad de tipos, formas, sistemas y escalas de medición; manuales, mecánicos, automáticos y electrónicos; de contacto directo y también de medición a distancia.

Para el trabajo hidropónico existen además instrumentos simples y también otros combinados. Los primeros sólo miden la temperatura.

Los últimos también el pH y la conductividad.

Como una apreciación inicial puede considerarse que la temperatura máxima en la zona de las raíces nunca debe superar los 37°C. Sin embargo, es mucho mejor mantener estas dentro de un rango que va desde los 20 a los 27°C. No se debe aconsejar trabajar con soluciones nutritivas a temperaturas inferiores a los 15°C salvo casos muy determinados. Puede haber condiciones ideales para cada variedad de plantas.

Puede haber algunas excepciones en algunos cultivos.

En general puede expresarse que es altamente conveniente, principalmente en los invernáculos, mantener ambas temperaturas (raíces-aérea) a los mismos niveles para evitar retardos en el crecimiento de las plantas.

En este sector de la obra sólo se considera la temperatura en la zona radicular. En otras palabras, la de los substratos, cuando se los utiliza, y la solución nutritiva que los envuelve.

Ambos, conjuntamente con las raíces son influenciados por el medio ambiente. Pero, de los dos, solamente la solución nutritiva puede ser ajustada con facilidad, generalmente calentándola en lugares muy fríos o refrigerándola en aquellos muy cálidos. La temperatura de la solución nutritiva regula en buena parte la temperatura de las raíces.

Esto es principalmente verdad en algunos Sistemas hidropónicos (flotación, inundación y drenaje, NFT, etc.) aunque no lo es tanto en otros (goteo, capilaridad, etc.).

Al usar substratos, estos se adecuarán a la temperatura de la solución que los riega en un tiempo prudencial en la mayoría de los casos. Esto principalmente ocurre cuando el ambiente está controlado. Cuando no sea así, el problema puede ser más complejo y el operador deberá regular la temperatura de la solución de acuerdo al flujo nutritivo y a la temperatura ambiental, otro factor importante.

Para la mayoría de las plantas es altamente conveniente mantener la temperatura de la solución nutritiva entre 20 y 27°C.

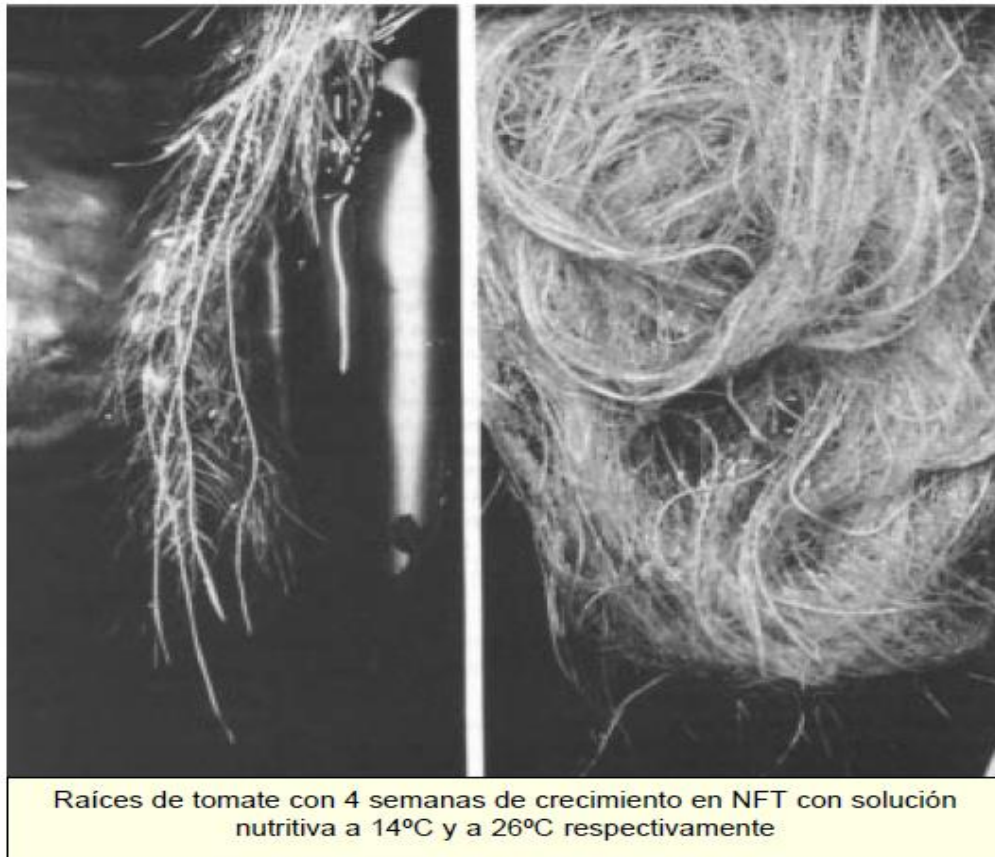


Figura N°10. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

4.9. Los sustratos

Los sustratos cumplen dos funciones primordiales. Estas son:

- Sostener las plantas en su lugar, anclando y aferrando sus raíces a las partículas de estos agregados.
- Mantener dentro de su estructura una buena cantidad de agua, y por ende solución nutritiva, en conjunción con aire, para que se produzca la nutrición de las plantas y la consecuente respiración radicular. Agua y aire, como fluidos que son, ocupan los espacios vacíos en los sustratos.

Como una generalidad se estima que un sustrato adecuado para el cultivo sin tierra debe mantener espacios y cavidades para aceptar la absorción por lo menos de hasta un 70% de estos fluidos.

Como una función secundaria de los substratos hidropónicos no es menos importante la protección de la incidencia luminosa sobre el sistema de raíces y consecuentemente la reducción o eliminación de crecimientos indeseables como pueden ser algunas algas competidoras por alimentos.

Un substrato hidropónico es una sustancia sólida, inerte, estructuralmente estable, capaz de absorber y contener dentro de sus poros y ahuecamientos entre partículas una gran cantidad de fluidos sean estos líquidos o gaseosos.

Para constituirse en un substrato hidropónico un material debe poseer una serie de cualidades que lo hagan útil para estas técnicas.

La primera y fundamental condición es que sea inerte.

Siguiendo una enumeración rápida sintéticamente se pueden mencionar entre estas cualidades básicas una buena permeabilidad para que el oxígeno del aire penetre en las raíces y una retención de líquido nutritivo alrededor de sus partículas (8)

Entre los substratos actualmente utilizados en hidroponía perlita, vermiculita, turba, arcilla expandida, canto rodado, arena, grava, piedra pómez, espuma de poliuretano, cáscara de coco molida, lana mineral, cáscara de arroz, kuntan, isolite, aserrines, virutas de madera, carbón molido, etc. son algunos de los más conocidos.

Elegir uno de ellos como el mejor es una tarea imposible. Todos tienen sus más y sus menos, y en la mayoría de las ocasiones estos varían de acuerdo a la localización geográfica del cultivador hidropónico.

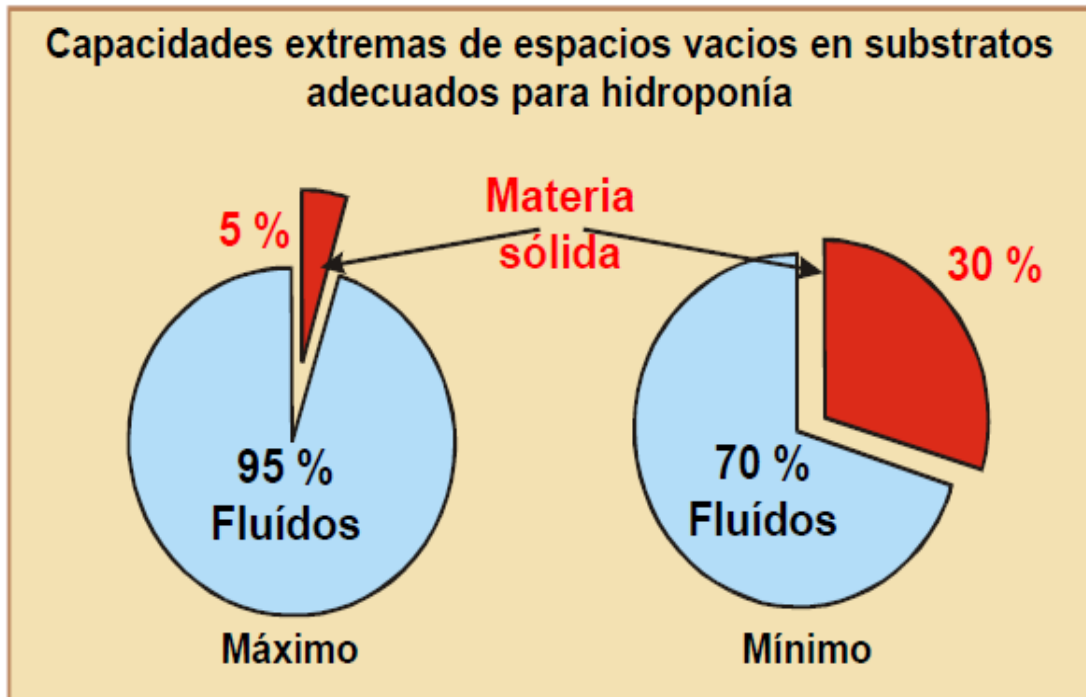


Figura N°11. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

4.9.1. El sustrato ideal

Quizás, como una aseveración precautoria, expresar que el sustrato ideal no existe involucra sólo la tranquilidad de la falta de compromiso. Tener la seguridad de que no hay tal sustrato, o por lo menos de que no ha sido descubierto hasta los días que corren, es casi temerario. En realidad, en esta obra no debe importar demasiado si existe ya, si puede existir en los próximos años o si no existirá nunca. Como en muchas otras cosas de la vida diaria lo realmente importante es el acercamiento a las condiciones de lo que puede considerarse un sustrato ideal (8)

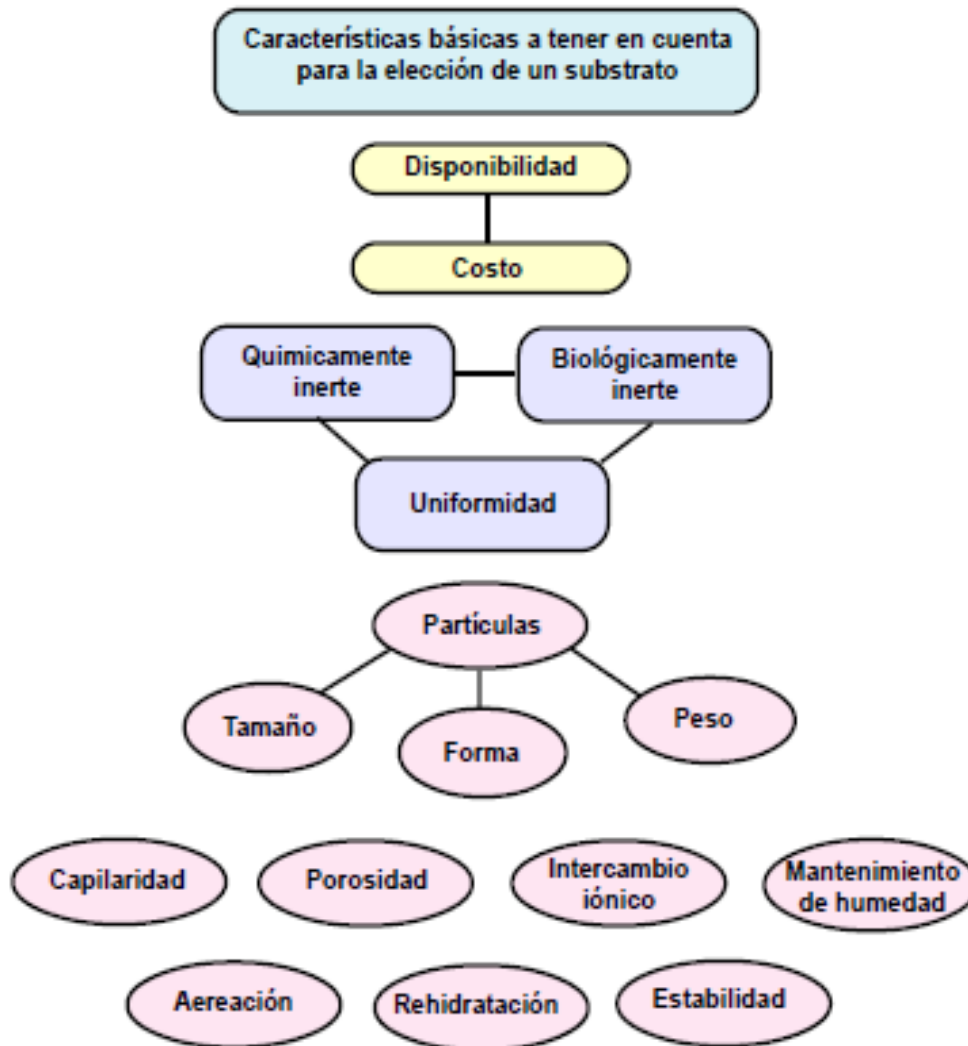


Figura N°12. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

¿Existe el sustrato ideal?

Los conocimientos actuales permiten diagramar una serie de requisitos que debe aportar un sustrato para su uso en hidroponía. El compromiso principal lo establece la adecuación de las propiedades fisicoquímicas del sustrato y la técnica de cultivo que se elija. Sin embargo, la disponibilidad en la zona de un determinado material y el costo del mismo son absolutamente condicionantes para su elección como sustrato. La siguiente lista de propiedades y características a cumplir, aproxima al sustrato hidropónico individual, o a la

mezcla de dos o más de ellos, a las condiciones de idealidad que se requieren para los cultivos sin tierra.

- Substrato químicamente inerte o cercano a ello. No debe liberar sustancias químicas.
- Ausencia de organismos patógenos,
- sustancias tóxicas para las plantas y parásitos.
- Debe ser biológicamente inerte.
- Alta porosidad de sus partículas.
- Debe permitir una buena aeración.
- Mantenimiento de la humedad aún en condiciones extremas.
- Rehidratación rápida en caso de secarse.
- Tamaño de partículas adecuado para un buen drenaje.
- Alta capacidad de intercambio catiónico.
- Buena estabilidad estructural.
- Características de uniformidad en el tiempo. De bajo peso específico. Material liviano.
- Bajo precio, aun incluyendo transporte.
- Disponibilidad adecuada en la zona.

¿Es factible que exista un material que cumpla con todas estas propiedades en cada lugar de uso sobre la Tierra?

Evidentemente una respuesta racional debe ser la negativa. Sin embargo, esta conclusión no puede impedir la realización de cultivos hidropónicos utilizando sustratos diversos que, en mayor o menor medida, se acercan en su comportamiento a las características óptimas requeridas. Por todo ello, una nueva definición más práctica es conveniente.

Puede decirse que para una determinada localidad un sustrato ideal es aquel cuyo bajo precio, su facilidad de obtención y sus características físicas, químicas y biológicas, permiten la producción de cosechas sin suelo en condiciones tales

que el rendimiento y costo de las mismas estén en consonancia con la economía del lugar geográfico de que se trate.

Si bien esta última aseveración se encuentra bastante alejada de los conceptos puramente teóricos y académicos, abre al cultivador hidropónico un espectro mayor de posibilidades para el buen uso de su sentido común en la decisión del sustrato a utilizar.

Algunas de las características básicas a tener en cuenta para la elección de un sustrato no requieren mayor explicación. Es lógico suponer que antes de iniciar un cultivo sin suelo utilizando sustratos, hasta el menos avezado de los cultivadores tratará de conocer cuál es la disponibilidad de los mismos en la zona y su costo, incluyendo flete, de los que puedan ser obtenidos en el lugar. No es lo mismo utilizar turba Tierra del Fuego o en Canadá que en Río de Janeiro, como tampoco lo es usar lana mineral en Chile o Argentina que en Holanda o en Dinamarca. Y son muchos los ejemplos de este tipo que se pueden dar. Estas dos condiciones varían grandemente de un lugar a otro y por lo tanto la resolución de este enigma es propia de cada interesado.

Continuando adelante, es también absolutamente comprensible que el sustrato elegido sea químicamente inerte, o en su defecto que se aproxime mucho a esta condición.

La liberación de sustancias químicas si la hubiera debe ser tal que ellas no sean dañinas a las plantas. En algunos casos extremos se podría sugerir efectuar algún cambio compensatorio en la fórmula de la solución nutritiva a utilizar. Este procedimiento, sin embargo, exige siempre un grado de conocimiento mayor o el asesoramiento respectivo.

La tierra común, el suelo agrícola tradicional, es un material profusamente colonizado por seres patógenos, insectos, plagas y diversos organismos

productores de enfermedades. En la búsqueda de un equilibrio biológico natural muchas veces se contrarrestan unos con otros y otras veces no lo hacen.

No existiendo esta posibilidad en los cultivos sin tierra, los sustratos deben ser seleccionados libres de actividad biológica. De por sí, por su modo de obtención o preparación, algunos sustratos son biológicamente inertes. Ejemplos de estos son la vermiculita, perlita, lana mineral, etc., ya que para llegar a ellos se han necesitado muy altas temperaturas en su proceso de manufactura. Otros, sin embargo, pueden requerir algunos tratamientos de lavado y cuidadoso desinfectado.

A los efectos de evitar contaminaciones este mismo procedimiento deberá efectuarse sobre las raíces de plantas o plantines procedentes de un previo crecimiento en suelo que sean transferidas a un sustrato hidropónico para continuar con un método sin tierra.



Figura N°13. Fuente - Experimento propio – López 2017 “lechuga” hidropónica en sustrato arena

El sentido común también dicta que todo cambio, ya sea en la calidad inicial provista del producto que se utilice como sustrato como en la estructura posterior que pueda ir adoptando el mismo durante su uso, redundará en la necesidad de modificaciones en el proceso productivo. Es por ello que la uniformidad en el material que se adopte y su estabilidad en el tiempo deben ser consideradas. En otras palabras, el sustrato debe tener siempre las mismas características iniciales y estructuralmente sus cambios, si los hubiera en el transcurso del cultivo hidropónico, deben ser mínimos.

Físicamente la materia sólida de los sustratos está constituida por partículas. Estas partículas son de características muy diversas dependiendo del tipo de agregado que se trate.

Esto ocurre tanto en el tamaño de las mismas como en su forma. Intentando una primera clasificación basada en ellas, se observa que existen partículas superficialmente alisadas. Esto se ve en la arena, grava, canto rodado, e inclusive en las fibras de vidrio y lana mineral. En cambio, el ladrillo común picado, los cerámicos, la piedra pómez, la vermiculita, etc., muestran partículas porosas en diferente extensión.

También con porosidades diversas se encuentran algunos sustratos de tipo orgánico como los aserrines o la cáscara de arroz, y sus carbones. Además de esta primera clasificación estructural, una visión por formas es relevante. Hay partículas esferoides (arcilla expandida, "Isolite", grageas de vidrio, canto rodado, etc.), cristaloides (arena, etc.), irregulares (piedra partida, ladrillo picado, cascarilla de arroz, etc.) y filamentosas (lanas de vidrio, de roca, turba, etc.).

Todos los aspectos Una de las más importantes funciones que deben cumplir los sustratos hidropónicos es el mantenimiento de la humedad sin anegamiento. Es sencillo imaginar que cuanto más porosas son las partículas de un sustrato debe existir una mayor capacidad de mantener agua ocluida en ellas y las investigaciones así lo demuestran. Lo mismo ocurre cuanto más pequeñas son

cada una de las partículas. Sin embargo, en este último caso el peligro de anegamiento, esto es el relleno de los espacios con agua desplazando al aire, es también mayor y por ello un cierto compromiso en cuanto al tamaño de estas partículas debe ser siempre tenido en cuenta.

Es importante indicar aquí que la porosidad de un sustrato no está solamente relacionada con la de cada una de sus partículas. Las mayores cercanías de cada una de ellas entre sí hacen a la porosidad de todo el sustrato.

Por ejemplo, sin ser porosas sus fibras, la lana mineral, entendida por tal como el agrupamiento de muchas de estos filamentos, tiene una porosidad muy elevada. Cuanta más porosidad microscópica posee un sustrato más acción capilar demuestra. Se entiende por capilaridad la propiedad de expandir la humedad corriendo de un determinado sector a los adyacentes y así sucesivamente (8)

Esto, que comúnmente se denomina mojado, es fundamental en los cultivos de plantas ya que permite al agua y a las sales llegar plenamente a todas las raíces ya estén ubicadas arriba, abajo, a la derecha, a la izquierda, adelante o atrás del lugar de inserción. Hay sustratos donde esta capilaridad es reducida.

En ellos el mojado solo se realiza de arriba hacia abajo. Evidentemente estos sustratos deben ser evitados si algún sistema de goteo quiere instrumentarse.

Tanto la porosidad como el tamaño de las partículas son determinantes para el mejor mantenimiento de la humedad por el sustrato. Esta propiedad es liminar pues equilibra la buena disponibilidad de los fluidos alrededor de las raíces de las plantas. Ya se ha indicado que estos fluidos, que son el agua, o solución nutritiva, y el aire, u oxígeno del mismo, deben tener en el sustrato suficiente espacio para ocupar. Este espacio, la suma del vacío entre partículas y los poros en ellas, debe constituir entre el 70 y el 95% del volumen total del sustrato húmedo. Si este volumen ocupado llega a ser totalmente utilizado por el líquido,

se producirá anegamiento. Ello impedirá la llegada del oxígeno a las raíces y por ende la respiración de las mismas. En el otro extremo, condiciones de sequedad total producidas por imprevisión o descuido en una prolongada falta de riego durante tiempo caluroso y seco, puede conducir a llenar los espacios sólo con aire. En estas condiciones las plantas sufrirán hasta morir por falta de agua y alimentación.

Se debe entender entonces que dentro del rango de espacios que va desde 70 al 95% hay también límites para la proporción entre los líquidos y los gases. Siendo que por lo menos se requiere un 10% de aire, un substrato bien mojado debe mantener de 50 a 85 % de líquido en su estructura.

Cantidades menores de agua, que en algunos casos pueden ser aceptadas hasta ciertos límites, no son recomendables. En estas últimas condiciones, las plantas pueden crecer, pero seguramente lo harán con más dificultad.

En los sistemas hidropónicos la oxigenación de las raíces generalmente es aún mejor que en los cultivos en tierra. En la discusión de esta interrelación de propiedades se ha mencionado al pasar la necesidad de una adecuada aireación radicular.

En los sistemas hidropónicos la oxigenación de las raíces generalmente es aún mejor que en los cultivos en tierra.

Ello es debido en primer lugar al cuidado en la selección de los substratos, con sus porosidades mucho más acentuadas que en los terrones de suelo, y también al suplemento de oxígeno que reciben por parte de las soluciones nutritivas adecuadamente aireadas.

Una vez que un substrato ha sido humedecido por primera vez, es muy difícil, aún en condiciones extremas, que se seque nuevamente en su totalidad a humedad "0". La cantidad de solución nutritiva, o de agua, se mantiene hasta

cierto punto, aunque este no sea suficiente para el movimiento de los líquidos dentro del sustrato, la llegada a las raíces y por ende, para el crecimiento de las plantas. La rehidratación de un sustrato con cierto grado de humedad no es muy dificultosa en la mayoría de los casos. No obstante, en el caso de una sequedad absoluta, la situación cambia de un sustrato a otro. Hay sustratos que en estas condiciones se rehidratan con mayor facilidad que otros, y son estos los que, cuando hay que seleccionarlos, deben gozar de privilegio.

Como se podrá observar al tratar individualmente cada uno de los sustratos, algunos son más proclives que otros a una degradación en el transcurso del tiempo.

En algunos casos, cuando los sustratos son usados una sola vez, esta degradación es útil ecológicamente, y viceversa, no lo es, en aquellos que no se descomponen como el caso de la lana mineral. En otras situaciones, cuando se pretende un uso más continuado de los mismos, la estabilidad estructural es muy valiosa.

En general los sustratos de origen orgánico tienden a una descomposición, más lenta o más rápida, en el transcurso del tiempo.

En cambio, los de origen inorgánico, salvo raras excepciones, no lo hacen y las diferencias que pueden existir en su estructura son producto de acciones físicas disgregantes donde el agua juega un papel principal.

Un aceptable sustrato debe permitir además un buen intercambio iónico y con ello la llegada de los cationes y los aniones de la solución nutritiva a las raíces de las plantas.

En esta reseña de las propiedades adecuadas de los sustratos para su uso hidropónico ha quedado para el final la cuestión del peso del mismo.

Los sustratos livianos, o de bajo peso específico aparente, son más fáciles de manipular y exigen estructuras más simples y ligeras. Pero tienen un inconveniente debido a los altos costos de fletes si deben ser transportados. No obstante, el lector debe conocer que la tendencia generalizada va hacia el uso de estos sustratos livianos. Al contrario de la densidad, aproximadamente igual en valores al peso específico de un material, el peso específico aparente varía con la granulometría de un sustrato y la cantidad de poros entre partículas. Esto es, la cantidad de espacios vacíos en el momento de la medición.

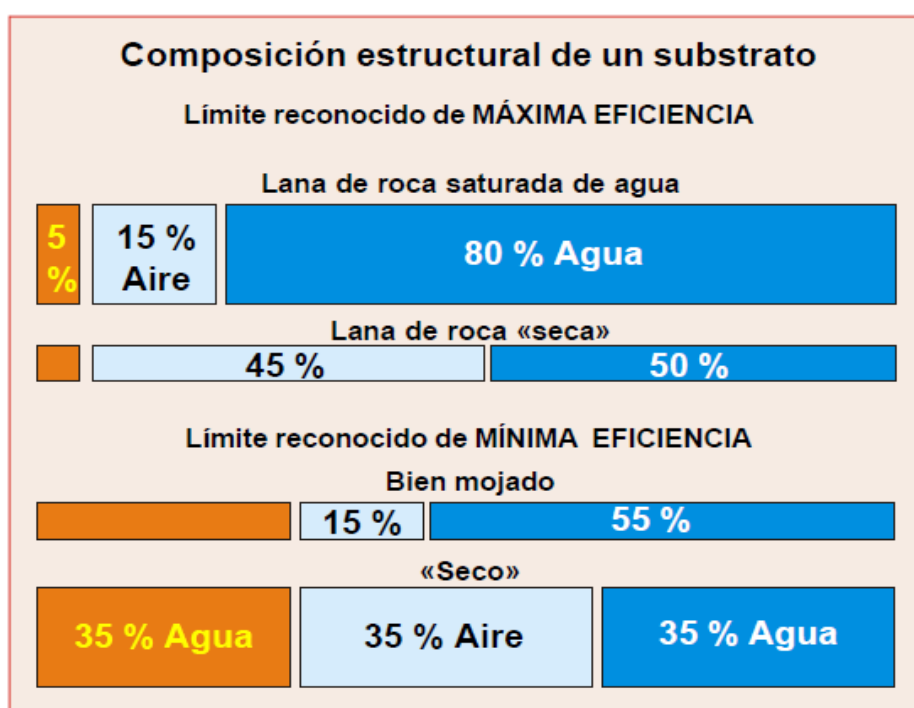


Figura N°14. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

4.9.2. Diferentes sustratos alternativos

La alternativa de uso de Los diferentes materiales normalmente utilizados en cultivos hidropónicos como sustratos se apoya en el uso del material reciclado o aquel que se desecha como por ejemplo La arcilla expandida, la escoria, la cascarilla de arroz, espumas de poliuretano, espumas de urea formaldehido, el carbón, los ladrillos picados comunes y cerámicos, La piedra pómez el agar base

que puede estar vencido, pero lavándolo y desinfectándolo puede ser un sustrato de utilidad.

La arcilla expandida como sustrato alternativo fueron desarrolladas por Leca, una empresa dinamarquesa. En muchos países continúan llamándose leca como su compañía madre.

En principio dedicada la leca exclusivamente a la industria de la construcción como un agregado liviano, fue luego encontrando otros mercados. Uno de ellos es el que nos ocupa. El material básico para la producción de leca son las arcillas plásticas naturales.

Estas arcillas son primero procesadas en un molino de barro y luego amasadas a fin de obtener uniformidad en la materia prima. Posteriormente ingresan a un horno rotativo donde sufren un proceso pirométrico.

Este se divide en las etapas de secado, donde la arcilla es convertida en partículas de tamaño óptimo suficientemente secas y precalentadas, y quemado donde finalmente se expanden para constituir las bolitas de leca.

En este horno, de apreciable longitud, se alcanzan temperaturas de más de 1000°C en determinado momento del proceso. El resultado final es un producto de aspecto exterior algo vidrioso, cuyo interior es celular como si fuera una pequeña esponja rígida producto de la expansión de los gases desarrollados durante el proceso, de peso específico controlado y de resistencia previsible.

Como se puede observar un caparazón cerámico dura cubre cada partícula. Esta "piel" de cerámica fundida es de estructura densa y es de color marrón rojizo. Su interior poroso es de color gris a negro. Un proceso de enfriamiento y graduación granulométrica completa la producción de la leca.

Las características fundamentales de la leca para el uso hortícola incluyen los siguientes aspectos:

- Es completamente mineral
- Alta capacidad de almacenamiento de agua
- Acción capilar balanceada
- Es absolutamente inolora y limpia
- No contiene microorganismos ni parásitos lo cual previene las pestes del suelo
- Está libre de sustancias putrescibles
- Estructuralmente estable
- Tiene gran porosidad, útil para la aeración de las raíces
- Excelente como protección de capa superior
- Resistente a heladas y otras inclemencias
- Excelente drenaje
- Puede ser mezclada fácilmente con otros materiales
- Atractivo para maceteros ornamentales y decorativos
- Producto económico

Cuando la leca está entera, gránulos sin romper, la capacidad de absorción y de retención de la humedad es diferente a cuando el mismo material se encuentra partido. En este caso es mucho mayor y se puede decir que actúan como dos materiales distintos. El usuario tiene así la posibilidad de seleccionar uno u otro, pero también sus mezclas. Lo mismo ocurre con las granulometrías ya que la arcilla expandida viene tamizada en partículas de varios tamaños. Por lo tanto, la variedad de posibilidades usando solamente leca es bastante grande.

Los granos de arcilla expandida tienen una vida larga. Su re-uso es adecuado, pero entre cosecha y cosecha deben ser lavados y desinfectados para evitar problemas no inherentes a ellos.

Si en algún momento se piensa en un descarte, la leca residual puede ser usada como agregado a mezclas de construcción o incorporada a suelos tradicionales.

La cascarilla de arroz es otro sustrato de utilidad en hidroponía. Este sustrato que ha ido ganando espacio dentro de los cultivos hidropónicos en los países menos desarrollados. Su bajo precio como material de desecho primero, hoy ya como sub-producto, de la industria molinera, ha hecho que se haya constituido en un sustrato popular en ciertos lugares. No es el mejor, pero bien usado y con los cuidados debidos proporciona resultados más que aceptables.

Es un material muy liviano. Consecuentemente el costo de su transporte incide mucho cuando es muy grande la distancia desde la zona arrocera, o del molino respectivo, al lugar de su uso final. Es un material de difícil humedecido inicial ya que cada cascarilla presenta una cubierta algo resistente a la penetración acuosa.

Dada su procedencia, el arroz puede llegar al molino mezclado con algunas otras semillas fértiles. En su tratamiento allí, algunos granos del mismo arroz pueden quedar sin descascarar y otros muchos rotos.

Los polvos del ambiente molinero también caen sobre la masa de cáscaras mezclándose con ellas y configurando así una reunión heterogénea donde conviven microorganismos junto con almidones de los granos y polvos ambientales.

Si bien los granos enteros fértiles del arroz una vez mojados pueden entrar a germinar y producir algunas plantas, y lo mismo puede ocurrir con algunas semillas extrañas de malezas que pudieran estar presentes, los granos rotos y el polvillo almidonoso se hidrolizarán con el mojado y como resultado de esta reacción química producirán azúcares, fundamentalmente glucosa.

Los azúcares producidos en presencia de las bacterias y el oxígeno del aire tienden entonces a su descomposición por fermentación, otra reacción química

que conduce a la formación de alcoholes y CO₂. Estos deben ser eliminados antes de proceder al uso de la cáscara de arroz como sustrato.

Para evitar todos estos inconvenientes de la cascarilla es conveniente realizar un proceso de composición previa a su utilización (8) como sustrato hidropónico. En este procedimiento de “compostaje” el material adquiere su estructura final adecuada para su uso.

Para efectuar el “compost” de cáscara de arroz se puede proceder como generalmente se hace para otros “compost” similares excepto que no es requerido el agregado de ningún aditivo. En primer lugar, se procederá a mojar muy bien la cáscara en forma uniforme conformando una pila lo mejor armada posible.

Como producto de la fermentación en pocos días habrá un incremento de la temperatura principalmente en su centro y probablemente se notará también la producción de columnas de gases como si fueran pequeñas chimeneas. La pila deberá ser dada vuelta cada 4 a 5 días tratando siempre que el material del exterior quede en su interior y viceversa. En cada vuelta el material debe ser bien mojado. Además, en épocas secas es conveniente mojar la superficie de la pila diariamente. Al cabo de 15 a 20 días, la cáscara habrá tomado una coloración marrón más oscuro, presentará un aspecto uniforme, habrá retomado la temperatura ambiente, no se verán columnas de humo, su olor será agradable, tendrá un buen tacto y estará lista para ser usada como sustrato en el cultivo hidropónico.

Algunos autores pueden aconsejar la fermentación anaeróbica de la cascarilla.

Otros en cambio han preferido sugerir el uso de cáscara de arroz sin tratamiento previo. Aunque en este trabajo se deje abierta estas posibilidades de manejo para todos aquellos que deseen investigarlas por su cuenta, se considera inapropiados estos dos últimos procedimientos.

El "compost" de cáscara de arroz es un material estructuralmente bastante estable a pesar de ser un material orgánico su grado de descomposición es bajo, tiene muy buena aireación y un grado de drenaje adecuado.

Puede ser usado por largo tiempo incrementándose la retención de la humedad y la capilaridad a medida que envejece.

En muchos casos los cultivadores que lo utilizan reemplazan las plantas viejas de una temporada por las nuevas previo la eliminación de los restos de raíces y reposición de la cáscara faltante por una nueva cantidad de compost (8).

La escoria es otro sustrato alternativo Es un material de desecho que se produce en los hornos y en las calderas como residuo de la combustión.

De allí debe ser retirado permanentemente por lo cual puede ser obtenido en muchos lugares a cambio de la limpieza. Su costo así es prácticamente nulo.

Tiene buena retención de agua. La capilaridad es aceptable y por ende la distribución de la humedad también lo es. Lamentablemente se degrada bastante rápidamente por lo que su uso se restringe bastante. Como la escoria viene en partículas muy irregulares se aconseja un tamizado previo para eliminar las más pequeñas y el polvillo. Este es demasiado fino y puede producir anegamientos y falta de oxigenación a las raíces.

En algunos casos el uso de escoria se ha relacionado con la desaparición del fósforo por su avidez retentiva del mismo. También se ha sugerido que algunas escorias pueden liberar boro en exceso.

Antes de un uso masivo de este sustrato es muy aconsejable efectuar pruebas adecuadas. Esta prueba es conveniente hacerlas con escoria lavada la cual, luego de controlar su pH, debe ser ajustada a neutro.

Las espumas de poliuretano conocidas como de poro abierto han encontrado

Utilidad en los cultivos hidropónicos.

Son las del tipo utilizadas en colchones y en la manufactura de esponjas de baño. Dada su facilidad de obtención en todas partes ya que los productos basados en ellas están muy diseminados en el mundo y sus características físico-químicas, estas espumas son apreciadas para el cultivo de plantas. Su uso principal sin embargo es en semilleros como bloques de crecimiento.

En general se las adquiere como planchas de un determinado espesor y los bloquecitos son cortados manualmente. Este método de trabajo no es demasiado adecuado para quienes efectúan una operación mayor, pero es muy sencillo y limpio para aficionados, enseñanza en las escuelas, y todo otro tipo de trabajos menores u ornamentales.

Las espumas de urea formaldehído Su uso no difiere en mayor medida del que se describe con mayor detalle para lana mineral. Tienen una estructura estable y muy alta porosidad. Su velocidad de primer mojado es muy alta y una vez humedecidas mantienen mucha agua en su cuerpo. Su aireación es buena y su densidad es muy baja.

Se las encuentra como bloques y también desgranadas. Los primeros para la germinación y preparación de plantines mientras que los últimos para el relleno de bolsas. Por su gran absorción y mantenimiento de líquidos las bolsas pueden ser de tamaño más reducido que el necesario para otros substratos.

No obstante, su uso está altamente condicionado por el precio.

Antes de ser utilizadas deben ser sumergidas por 24 horas en agua adicionada con 1g. de bicarbonato de potasio por litro a fin de neutralizarla.

Otro sustrato alternativo son los ladrillos picados comunes y cerámicos. Diferentes granulometrías de estos materiales pueden ser fácilmente encontrados en casi todas partes.

En general puede decirse que la porosidad y el mantenimiento de la humedad varía de acuerdo a la procedencia y el grado de cocido de los mismos. Como en el caso de la arcilla expandida, su uso, principalmente los rojos, está dirigido a cultivos ornamentales.

No obstante, pueden ser utilizados en los mismos casos que la piedra partida. Otro sustrato alternativo es la piedra pómez. Es un material volcánico muy poroso, biológicamente inerte, de mayor retención de la humedad que la piedra partida. La piedra pómez es liviana.

Su uso en hidroponía está restringido a los lugares cercanos a la existencia de sus yacimientos, y la falta de otros sustratos en condiciones de cercanía y precio ya que su costo es económico.

Es parecida a la perlita, pero se la usa como mineral sin tratamiento por calor.

Anda bastante bien en mezclas de sustratos reemplazando la perlita, aunque tiene un poder de absorción y mantenimiento de la humedad inferior a esta.

Químicamente algunas variedades de piedra pómez pueden contener restos de azufre.

Por ello es conveniente un lavado previo y profundo con agua caliente.

El boro también puede ser un problema. El mismo lavado es bastante efectivo.

Capítulo 5. Actividades a partir de experiencias

Siendo que las plantas son esenciales para disposición de la comida al hombre, esta obra también está orientada a la producción de alimentos usando técnicas sencillas, muchas de ellas posibles de llevar a cabo en lugares actualmente inadecuados e inimaginables por la mayoría de la gente.

Si bien las plantas pueden pertenecer a diferentes clases vegetales tales como florales, frutales, ornamentales, hortícolas, aromáticas, arbóreas, etc., y el tema a desarrollar, con las variaciones adecuadas de acuerdo al tipo de planta a cultivar, es general a todas ellas, en este trabajo, como se ha expresado, se pondrá especial énfasis en aquellas que son útiles para la alimentación del hombre y sus animales, sin desmerecer en absoluto la utilización de la hidroponía con los cultivos de otras especies.

El problema de la alimentación para la humanidad se incrementará potencialmente en el futuro no muy lejano, conjuntamente con la explosión poblacional del mundo en el cual desarrollamos nuestra existencia. Puede decirse aquí que las técnicas hidropónicas constituyen una unidad conceptual con muchas variaciones posibles.

Su buena utilización permite obtener una mayor eficiencia superior a la agricultura clásica tanto en densidad productiva como en la calidad de los resultados. De acuerdo a lo sofisticado que se deseen o se requieran las instalaciones dentro de lo proyectado por el interesado, el costo de las mismas puede ser de mayor o menor envergadura.

No obstante, se demostrará que toda persona puede cultivar por técnicas hidropónicas a valores de gastos suficientemente despreciables.

En esta obra el lector tendrá la oportunidad de observarlo y practicarlo con éxito, entusiasmarse con los resultados que él mismo obtenga, y quizás también imaginar instalaciones mayores que le puedan permitir el inicio de una actividad rentable.



Figura N°15. Fuente - Experimento propio – López 2017 “Tomates” hidropónicos en sistema de riego múltiple



Figura N°16. Fuente - Experimento propio – López 2017 “zapallo loche” en techo familiar.

5.1 PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo propuesto incluye en primer lugar explicaciones sencillas y detalladas del tema que se esté tratando. En cada caso en el que sea necesario se colocarán recuadros muy claros y concisos con glosarios de las palabras supuestamente no muy conocidas por los lectores que se vayan utilizando.

También recuadradas, pero con otras características tipográficas y de color, se desarrollarán con cierta extensión, aunque no corresponde a la índole de la obra el profundizar en demasía, explicaciones ampliatorias de conceptos o ideas, de forma tal que aquellos que lo deseen encuentren en ellos material de mayor nivel.

Si bien esto para algunos podría ser atentatorio para alcanzar metas de simplicidad extrema, se entiende que en suma ayudará a muchos lectores para lograr un conocimiento más integral de todos los factores involucrados con el tema.

Al mismo tiempo que la distribución de conocimientos teóricos comienza, se han previsto dos secciones separadas y bien determinadas extensivas de los mismos. Se entiende que muy pocas personas estarán interesadas exclusivamente en los conocimientos teóricos del cultivo de plantas sin tierra. En cambio, la mayoría de la población lectora lo estará en llevar a cabo, en mayor o menor medida, experiencias positivas utilizando estas técnicas.

Estas dos secciones, que a continuación se detallan, los capacitarán para comenzar a practicar de inmediato con los métodos hidropónicos y las técnicas a ellos relacionadas.

A los efectos organizativos de la obra se presentarán en fascículos especiales al final de esta primera parte.

Utilizando una redacción netamente educativa, nivelada a los comienzos con la materia y desarrollada como si se estuviera delante de un alumno, la sección de trabajos prácticos, presentada como una separata de muy simple seguimiento, permitirá llevar a cabo prácticas hidropónicas con éxito seguro, independientemente del nivel de conocimientos alcanzados por el lector.

Para llevar adelante estas prácticas se requieren solamente materiales en desuso o de desecho, aunque en algunos casos también otros de muy escaso costo y fácil obtención.

Es muy posible que algunas personas observen la posibilidad de emprender algún proyecto de trabajo académico, de fin de cursos o de tesis utilizando las técnicas sugeridas en estas prácticas. Ello es posible ya que algunas de las técnicas propuestas lo permiten. Para ello se requiere sólo la imaginación del interesado y la inventiva necesaria para resolver exitosamente los interrogantes que se puedan plantear.

Además, debe expresarse que algunos de los métodos sugeridos en esta sección, pueden constituir, si son adecuadamente aplicados con criterio, la base de un suceso a un nivel micro-emprendedor y también, ¿por qué no?, el paso necesario antes del inicio de mayores emprendimientos.

En otra de las secciones de esta obra serán descritas algunas ideas útiles para el desarrollo simple de los sistemas hidropónicos, diagramándose paso a paso elementos adicionales de utilidad para estos métodos.

Estos equipos, de muy fácil y económica construcción, pueden resultar incluso sencillos de modificar para adaptarse a los requerimientos, necesidades y disponibilidades del lector industrial. No obstante, las variaciones posibles son innumerables.

Dado que se espera este trabajo alcance nivel óptimo, se requiere encarecidamente la cooperación de todos para su Implementación con suceso.

5.2 LA HUERTA EDUCATIVA



Figura N°17. Fuente – Blgo. A. Rodríguez D. 2015

Concurso de hidroponía escolar—Colegio Nacional San Luis Gonzaga
en San Juan de Miraflores, Lima, Perú

Para todos aquellos que tengan interés en profundizar los temas tratados, al final de cada fascículo se incluye una extensa lista bibliográfica y enlaces de interés donde ampliar información.

En los últimos años la huerta educativa ha ganado bastante espacio en los planes de trabajo de muchas escuelas con algunos espacios disponibles.

Adecuadamente manejada permite el desarrollo de la afición al trabajo, al esfuerzo personal y a la observación de los fenómenos que se producen en la naturaleza con las conclusiones propias en cada educando. Al mismo tiempo produce resultados visibles que los alumnos gozan. Lamentablemente, aun aceptando sus beneficiosos resultados, hasta el momento no ha sido posible su implementación a nivel masivo. Las razones pueden ser muchas y variadas.

Entre ellas la falta de un lugar físico de las escuelas, de capacitación acorde en los docentes, los costos de implementación, y también, por qué no, entre otras la ausencia de visión adecuada, o en todo caso retardo en la misma, de los burócratas responsables.

Para el establecimiento de la huerta escolar se ha contado generalmente sólo con el inestimable empuje fundamentalmente del cuerpo docente.

Por suerte, en el Perú. los profesores y alumnos se las ingenian para instalar los huertos sobre los techos de las aulas, o sobre las faldas de los cerros, etc.



Figura N°18. Fuente - propio – López 2015

Las cosechas del Colegio San Luis Gonzaga son para los mismos alumnos y los profesores



Figura N°19. Fuente propio – López 2015

Colegio Nacional Guzmán y Valle- Los Olivos, Lima, Perú.
Niñas oxigenando el tanque del sistema a raíz flotante



Figura N°20. Fuente - Experimento propio – López 2016

Experiencia en una azotea de una casa del distrito del Rímac cultivando “zapallo loche”



Figura N°21. Fuente propio – López 2015

Colegio N° 43—Callao, Lima, Perú—Edificado sobre arenal

El agua se compra a camiones cisterna—Sistema de tubos en cascada



Figura N°22. Fuente - propio – López 2015

Techos del Colegio Nacional D. Ferré—Lima, Perú—Los estudiantes han formado una empresa escolar para la venta de sus lechugas a restaurantes cercanos



Figura N°23. Fuente - propio – López 2015

Centro Educativo Particular– Pueblo Libre, Lima, Perú
Excelentes apios a raíz flotante, frutillas en tubo, tomates por goteo



Figura N°24. Fuente -propio – López 2015

Obsérvese la forma como se debe subir al techo en la escuela D. Ferré



Figura N°25. Fuente -propio – López 2018

Cultivo de “llantén” hidropónico en sustrato arena



Figura N°26. Fuente - propio – López 2015

Colegio Particular en Vitarte, Lima, Perú Azotea de 3er. Piso con molino de viento para agua, airea la solución nutritiva



Figura N°27. Fuente - propio – López 2017

Sistema hidropónico NFT con “lechugas”

A la hora de establecer planes para una huerta educativa, los cultivos sin tierra, con todas sus ventajas, deberían ocupar el primer lugar en la mesa de diseño de los mismos. Con independencia del nivel al que vaya dirigida la enseñanza, primaria, secundaria o universitaria, la hidroponía es la solución más simple para solucionar la mayoría de las dificultades anotadas para el establecimiento real de una huerta educativa.

Es por ello que, comenzando con estas consideraciones, el esfuerzo principal de este trabajo está dirigido al personal de salud básicamente enfermeros. Se intenta procurarles la capacitación requerida en el tema. No se estima necesario aclarar nada más sobre la importancia que la huerta educativa puede tener en aspectos metodológicos y didácticos para el conocimiento de la biología de las plantas, de las matemáticas, como así también de química y otras ciencias afines.

La enseñanza de la hidroponía y su práctica, no sólo debe tender a adquirir los conocimientos teóricos mencionados sino también, como veremos posteriormente, puede significar un medio de supervivencia.

Se debería tener muy especial cuidado enfatizando este hecho. La toma de conciencia por el personal interesado en la importancia de estas técnicas, puede resultar de gran ayuda para mejorar tanto su alimentación como su estándar de vida familiar y su propia autoestima.

Algunas de las fotos que se han presentado aquí han sido provistas gentilmente por el Prof. Alfredo Rodríguez Delfín y corresponden, como se puede ver, a varias escuelas peruanas durante los concursos allí organizados.



Figura N°28. Fuente –A. Rodríguez. D. 2015

Colegio Nacional de Vitarte, Lima, Perú

Uso de un pasillo. Como se observa, los pequeños espacios también resultan útiles.



Figura N°29. Fuente – *Foto gentileza Profesora Diana Pinchuk.* 2015

Colegio J.N.Bialik—Villa Devoto—Ciudad de Buenos Aires— Argentina



Figura N°30. Fuente –A. Rodríguez. D. 2015

Huerto hidropónico en el techo del Centro Comunal del asentamiento humano San Carlos de Parque Bajo, Surco, Lima, Perú



Figura N°31. Fuente -Propia. LÓPEZ. 2018

Con el técnico práctico Miguel Balarezo en una azotea con “rocotos” hidropónicos

5.3 HIDROPONÍA POPULAR

En otras partes de nuestra Latinoamérica, las técnicas hidropónicas están comenzando a ser utilizadas en las escuelas, todavía en forma muy incipiente, dentro de los planes de enseñanza.

No obstante, ello, es previsible un rápido crecimiento en el interés general para que ello ocurra.

Un ejemplo entre tantos otros puede observarse en la fotografía de una escuela de la ciudad de Buenos Aires, con alumnos de clase media, ubicada en una zona residencial de nivel acorde. Luego de un principio muy alentador pocos años atrás, en un espacio muy reducido de un tercer piso, han decidido continuar con esta enseñanza dado que ha prendido en padres, alumnos y profesores la semilla de la importancia que a nivel educativo la hidroponía tiene. Como una opción en la lucha contra la pobreza, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) tomó la iniciativa de propiciar la tecnología hidropónica a nivel popular.

Esto comenzó en Colombia y más tarde fue asumido por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, ubicada en Santiago de Chile. El programa aún en proceso de desarrollo en algunos países, constituye una alternativa muy válida para la mejora del ingreso, la alimentación y la calidad de vida de sus pobladores.

La hidroponía popular representa un enfoque casi único “a través del cual se puede hacer productivo el tiempo disponible de las amas de casa y de los niños de los sectores populares, que muchas veces permanecen la mayor parte del tiempo en su vivienda.

La capacidad de cultivar productos hortícolas casi perfectos, que demuestran ser competitivos y sanos en los mercados más exclusivos, no solamente mejora la

autoestima de los hidrocultores, sino que les permite acceder a formas de organización y de gestión, tales como microempresas, que generan procesos culturales de promoción personal y superación de pobreza”.

También desde su Colombia natal, el Ing. Cesar Marulanda viene trabajando hace unos años en proyectos afines. Su labor desarrollada principalmente en cerca de 15 países latinoamericanos y africanos ha sido llevada a cabo con la intención de ayudar a paliar el hambre de algunas poblaciones carenciadas. Su experiencia con la hidroponía más sencilla y económica posible es ampliamente reconocida y apreciada.

Las familias podrían cultivar vegetales en sus patios o pequeños espacios expuestos al sol” dice en uno de sus escritos. Y agrega más adelante, “con la familia suministrando la mano de obra, vegetales limpios y frescos podrían ser producidos para alimentar a los integrantes de la misma o para vender a sus vecinos. Las cocinas comunitarias de la actualidad donde la gente come en grupos de 150 personas o más, son notorias por la falta de vegetales y frutas”.

Gracias a la visión de Cesar Marulanda Tabares y al esfuerzo puesto por él en la conducción de su proyecto, muchas familias con dificultades alimentarias en países tales como Zimbabue, México, Tanzania, Sudáfrica, Guatemala, El Salvador, y otros, así como también su natal ciudad de Armenia en Colombia donde un devastador terremoto dejó sin posibilidades vitales a mucha gente, han aprendido o están aprendiendo a producir su propia comida en jardines hidropónicos

5.4 LA AGRICULTURA URBANA

En los últimos años ha cobrado creciente interés una idea ancestral. Alrededor de 2500 años atrás, el joven Rey Nebuchadnezzar y sus arquitectos diseñaron y construyeron a los costados planos del río Éufrates, cerca de lo que hoy es Bagdad, una serie de edificios en forma de ladera de pequeños cerros con el

objeto de satisfacer los deseos de su esposa, una princesa que venía de las montañas. Nació allí entonces una de las famosas siete maravillas del mundo: los Jardines Colgantes de Babilonia.

Con el transcurso del tiempo, este modelo de la antigüedad se está transformando en la base histórica del más importante avance tecnológico para el siglo XXI. La producción de alimentos en las ciudades es económica y factible, representando una respuesta sensible a los problemas de las ciudades y sus habitantes en la época actual. Obtener alimentos cerca del lugar donde ellos son requeridos es el mejor método para garantizar la frescura y por ende la máxima calidad alimenticia de los mismos.

En la actualidad, millones de hombres y mujeres en ciudades de países del tercer mundo dedican parte de su tiempo a la agricultura. A lo largo de sus calles, usando terrenos, edificios abandonados, u otro lugar disponible apto, estos ciudadanos, generalmente de muy bajos recursos o definitivamente pobres, transforman tierras marginales en uso productivo, generando en muchos casos un ingreso para el agricultor urbano además de mejorar ostensiblemente la calidad de frescura de los alimentos locales.

De esta forma, los beneficios potenciales tanto para los pobladores como para las ciudades son considerables. Entre otros se pueden mencionar trabajo y recursos para ellos, mayor frescura de los alimentos, incremento en la limpieza ciudadana, más eficiente ataque a plagas y roedores, etc.

En vista de esto, muy recientemente en el mundo ha comenzado a gestarse un gran movimiento promotor de este tipo de agricultura urbana.

Algunos países desarrollados, como es un ejemplo Canadá, impulsan a través de diversas instituciones internacionales este tipo de soluciones ciudadanas y desde ellas, e inclusive gubernamentalmente, están promoviendo la investigación en el tema. Si bien al presente gran parte de los agricultores

ciudadanos continúan con la práctica de la agricultura tradicional, el uso de tecnología moderna ya ha comenzado.

Hoy en día, la agricultura urbana es mucho más factible de llevar a cabo con éxito. En parte ello es debido, como se verá en adelante, gracias a aquella vieja iniciativa del joven rey babilónico, los caprichos de su reina y la suma tecnológica que los años han provisto. Con los términos hidroponía y acuaponía se denominan en la actualidad las primitivas tecnologías empleadas en aquellos antiguos jardines del rey de la Babilonia, Nebuchadnezzar, y su amada, la princesa de las montañas.

Los techos son lugares importantes
para la producción de alimentos
en las ciudades del mundo

LOS TECHOS DE LAS CIUDADES



Figura N°32. Fuente -Propia. LÓPEZ. 2015. Producción de “zapallo loche” hidropónico en un techo familiar

Vistas del sector de la granja



Figura N°33. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001



Figura N°34. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

La limitación de los espacios en las ciudades y principalmente en aquellas muy superpobladas ha requerido imaginación. Se ha establecido así que los techos son lugares importantes para la producción de alimentos en las ciudades del mundo. La obtención de vegetales frescos, el enriquecimiento en oxígeno y la reducción del alto nivel de dióxido de carbono en el aire ambiental, la ayuda para el enfriamiento y para la reducción del brillo de los edificios, e incluso la disminución de insectos, son algunas de las ventajas que la agricultura de las terrazas ofrece a los pobladores ciudadanos.

Como líder de esta idea innovadora se debe mencionar a Singapur, una pujante ciudad- estado del sudeste asiático. Por supuesto no es la única ciudad en usar estas técnicas.

Se conoce que Toronto, Moscú y Stuttgart ya están trabajando dentro de la misma filosofía de agricultura en los techos ciudadanos.

Pero el caso de Singapur es hoy en día el mejor ejemplo. Con mucha decisión el visionario gobierno de la isla ha tomado partido para apoyar tanto proyectos comerciales como particulares tendientes a establecer más y mejores tecnologías agro-industriales. Dado que prácticamente Singapur no tiene tierra agrícola, la creación de un gran parque agrotecnológico dentro de la ciudad ha sido uno de sus grandes logros.

La agricultura de los techos ha ocupado también un lugar en el plan gubernamental de Singapur. Un interesante ejemplo es el recientemente inaugurado Changi General Hospital, cuyas terrazas han sido proyectadas con propósitos múltiples. Otros ejemplos sólo satisfacen a los propietarios de edificios de apartamentos o a sus respectivos usuarios.

Como ocurre en todo emprendimiento bien orientado, negocios colaterales ya están comenzando a desarrollarse allí. La renta de espacios útiles para cultivos

hidropónicos en los techos y la unión o cooperativización de propietarios para la producción, son dos de los nuevos hechos dentro de este proyecto innovativo.

No obstante, algunas objeciones se han alzado. Todas ellas están relacionadas con las estructuras actuales de los edificios. Pero una nueva arquitectura urbana ya está apareciendo dispuesta a corregir rápidamente los defectos en principio encontrados. Arquitectos y urbanistas están trabajando en nuevas reglas para la incorporación de la producción de alimentos y la horticultura ornamental en las nuevas construcciones.

Es muy interesante aquí resaltar la experiencia del Granji General Hospital. Los norteamericanos tuvieron una excelente reacción durante la 2ª Guerra Mundial en las islas del Pacífico cuando observaron el uso terapéutico de la hidroponía en la recuperación de los heridos. El mismo fenómeno está siendo también reportado en el Granji. Los cultivos hidropónicos contribuyen a la distracción y los ejercicios ligeros de los pacientes en condiciones ambulatorias.

Cuatro puntos importantes revelados en la experiencia de la granja hidropónica sobre los techos de este super modernos hospitales son:

- Ayuda a reducir el problema del excesivo calor y del brillo reflejado sobre el 4º piso, el inmediato debajo de la terraza, en los días muy soleados.
- Ofrece a todos los empleados interesados en el tema del hospital un interesante proyecto para manejar en conjunto. Y en efecto muchos de ellos lo están haciendo con entusiasmo.
- Provee a los pacientes ambulatorios y/o en sillas de ruedas de un ejercicio suave al aire fresco.
- Produce al hospital un considerable ahorro anual como resultado de un mejor manejo ambiental y una mayor conservación de energía.

Todo un esquema de trabajo preciso y simple permite cultivar con éxito en los techos del hospital tomates cherry, pepinos japoneses, albahaca, menta, etc. los cuales son utilizados luego en la cocina del establecimiento.

Con un proyecto técnicamente diferente los 30 propietarios del Tanjong Pagar Plaza, un edificio de apartamentos, se han unido meramente como simple aficionados durante el año 1997 para producir en sus techos vegetales por hidroponía. El jardín es un pequeño invernadero colocado en el 3er piso de su edificio.

Con una organización interna que toma las decisiones y se reparte las tareas en conjunto, en estos cuatro años han estado cultivando repollo, lechuga mantecosa, espinaca de agua («kankong») y espinaca común. Actualmente, el éxito alcanzado ya está siendo copiado con emprendimientos similares por otros tres grupos de propietarios.



Figura N°35. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001



Figura N°36. Fuente tomada de cultivos hidropónicos – H.M. Resh 2001

30 propietarios de los apartamentos se reparten el producido del cultivo en los techos del edificio Tanjong Pagar Plaza de Singapur

**Las metas siempre son: más productos,
de mejor calidad, en menos tiempo
Y ALGO MAS.**

Este trabajo quedaría inconcluso si todo se redujera sólo a lo expuesto.

Las técnicas hidropónicas modernas, a paso muy acelerado en los últimos años, ofrecen posibilidades nunca pensadas con anterioridad. Existen ya algunas combinaciones con otras disciplinas conexas que avanzan aún más en la meta vital de producción de los alimentos.

Más producto de mejor calidad en menos tiempo.

Este es un esfuerzo dinámico que comienza aquí. A medida que se vaya escribiendo su temática surgirán nuevas ideas e inquietudes. Se conocerán otros

desarrollos que serán volcados al mismo. Observe el lector que se sabe hoy donde empieza su tarea, pero no donde llegará a concluirlo.

Todo lo expuesto constituye la base del plan de trabajo. Para completar esta introducción se requiere una explicación del porqué de la importancia de la hidroponía en el futuro que espera a la humanidad. Para ello no hay nada mejor que comenzar aclarando, para quienes todavía no lo sepan, que es la hidroponía y su justificación.

REFERENCIAS Y ENLACES

Agricultura urbana y perurbana.- Red Aguila.- <http://www.ipes.org/aguila> (in Spanish and English).

Carbon Quest International.- Institute of simplified hydroponics.- <http://www.carbon.org> (en Inglés)

Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada.- <http://www.peck.ca/grhcc/greenbacks.pdf> (en Inglés)

Guía Técnica para la Hidroponía Familiar. - Cesar Marulanda.- Colombia.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.- Oficina Regional de la FAO para América Latina.- Santiago, Chile.- <http://www.rlc.fao.org>

Proyecto regional para la superación de la pobreza.- Hidroponía popular.- Zapp, J. 1992,PNUB-UNIFEM, Colombia.-

Red Hidroponía.- Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral.- Universidad Nacional Agraria, La Molina, Perú.- <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia>

Resh 2001 Cultivos hidropónicos Editorial Aedos – Barcelona
5ta edición.

UNDP, Urban Agriculture.- Foods, jobs and sustainable cities (UNDP, New York, 1995), pp. 119-120. (en Ingles)

Urban Agriculture Online.- Geof Wilson.- <http://www.urbanagricultureonline.com> (en Inglés)

Urban Agri-Culture and Microfarming.- N° 1.- January/February 2001.- (en Inglés)



LA HIDROPONÍA COMO TÉCNICA ALIADA DE LA MEDICINA

Dr. Jorge Luis Lopez Bulnes

Este texto enfatiza la falta de publicaciones en español sobre la hidroponía, una técnica de cultivo de plantas sin tierra. Aunque la mayoría de la literatura proviene de traducciones en inglés, el creciente interés en el mundo hispanohablante ha generado una demanda por información accesible en español.

El objetivo de esta obra es ofrecer una explicación sencilla pero profunda sobre la hidroponía, permitiendo que el público en general pueda comprender y acceder a esta técnica a un costo razonable. A pesar de asociarse hoy con tecnología avanzada y grandes invernaderos, la hidroponía es una práctica ancestral, empleada en antiguas civilizaciones de forma muy básica. Su evolución moderna se enfoca en maximizar la producción y calidad, utilizando el mínimo espacio y agua posibles.

ISBN: 978-612-49789-3-7



9 786124 978937