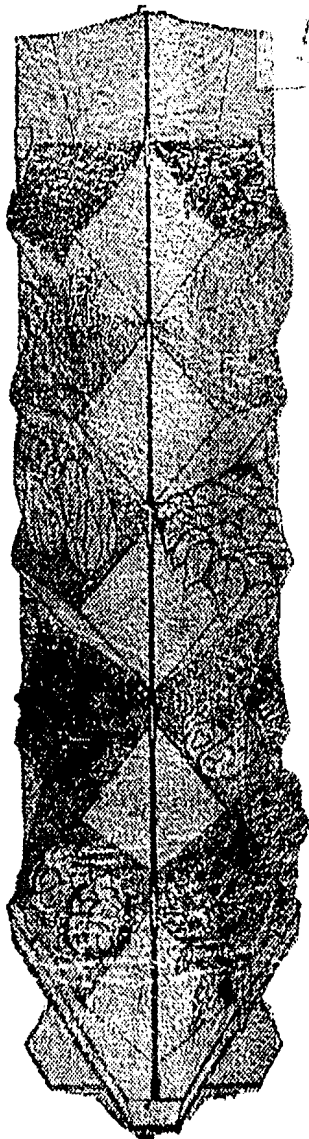


TESIS PROFESIONAL

28
5



UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL

DISEÑO INDUSTRIAL

ROBERTO NUÑEZ
DEL PRADO A.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

<u>INDICE</u>	<u>Pags.</u>
Introducción	1
Alternativa tecnológica	16
Sistema hidropónico	23
Ventajas	27
Beneficios	29
Posibilidades	31
Principios económicos	33
Antecedentes históricos	34
Perspectivas	43
¿Qué es hidroponia?	49
Los 14 elementos simples de la hidroponia	57
¿Qué se entiende por pH	77
Ventajas del material de sustentación constituido por medio suave inerte	84
Consejos suplementarios	85
Otras consideraciones	87
Desechos y reposición de las soluciones	88
El período más riguroso para controlar las soluciones nutritivas	95
Una alternativa	102
El magnesio y el fósforo	102

Pags.

Síntomas de las plantas que permiten reconocer los excesos y deficiencias de elementos nutritivos en las soluciones nutritivas	105
El invernaciolo o invernadero	119
El nitrato natural de Chile	122
No es necesario un gran laboratorio	123
Cultivo hidropónico de hongos	129
Cultivo de fresas	133
Reactivos para la determinación de los nitratos	135
Ciudad y campo	137
Cultivo vertical	141
El huerto familiar y el hidromódulo familiar urbano	145
La Unidad Hidropónica vertical	150
Materiales	152
Color	154
Estructura	155
Forma	156
Procesos de fabricación	157
Energía	159
Temperatura	161

	<u>Pags.</u>
Sistemas de irrigación	163
Substrato	167
Nutrientes	172
Mini-invernaderos	176
Análisis de costos	177
Ergonomía	186
Diagrama de operaciones	189
Conclusiones	199
Tiempo Libre	202
Bibliografía	205
Apéndice	

INTRODUCCION

El hambre no es un descubrimiento de los últimos años, todo indica que se trata de "un padecimiento crónico de la humanidad". Este ha estado presente en todas las épocas y edades y de cuyos orígenes habla la biblia.

En la memoria de todos y cada uno de los individuos se encuentra presente el hambre. Esta se fija como una sensación fisiológica desagradable, producida por la información estimulada de los ácidos del estómago sobre las paredes del mismo, causado por la falta de alimento, a la hora regulada por el reloj biológico.

Esta sensación se traduce en debilidad, autoconsumo, adelgazamiento, demacración, cansancio, precoz, etc. Quizás el estímulo más característico del hambre sea la insalivación, perfectamente demostrado a través del experimento de Pavlov.

Técnicamente, se define como la incapacidad social para suministrar los insumos básicos para la vida, en la cantidad y la calidad suficiente y necesaria para restituir la pérdida de energía de la fuerza de trabajo.

Sociológicamente, el hambre es un fenómeno producido en la población por la baja ingestión de alimentos, caracterizado por la disminución sustancial de las calorías diarias por debajo de las 2,500 repercutiendo en la salud mental y física de los individuos, así como en la productividad. La explicación a este fenómeno se encuentra en el desequilibrio producido por las altas contradicciones del sistema productivo en condiciones de explotación, desempleo, sub-empleo, marginación, injusticia social y desorden económico.

Económicamente, se trata de un fenómeno social, cuya explicación se encuentra en la incapacidad del sistema económico productivo para hacer frente al déficit de alimentos frente al crecimiento demográfico, la pérdida del poder adquisitivo del salario del trabajador y a un desorden económico de un sistema en franca decadencia.

- Inflación galopante y descontrolada.
- Altísimo endeudamiento exterior.
- Sobreimportación respecto a las exportaciones.
- Déficit en la balanza de pagos interna como externa.
- Armamentismo estimulado.

- Corrupción administrativa.
- Abandono del campo.
- Dependencia tecnológica.

En la realidad actual, el hambre se ha convertido progresivamente en una enfermedad de cuatrocientos millones de personas en todo el planeta y es la principal causa de la mortalidad infantil antes de los cinco años.

El hambre mata diariamente más seres humanos que todas las guerras juntas.

Esta enfermedad se llama "desnutrición". En muchos lugares la desnutrición ha llegado a tal punto que se ha observado degeneración progresiva.

Para quienes tienen alguna relación con las estadísticas antropométricas, es obvia la diferencia de tamaño, peso, mortalidad infantil, etc., entre las poblaciones de los países desarrollados o industrializados y los del tercer mundo o en vías de desarrollo.

Durante los primeros meses de gestación la insuficiencia alimenticia causa deterioros neuronales en el cerebro de los niños, mismos que son irreversibles; por esta causa muchos de ellos no podrán superar los primeros años de su educación básica. Esta insuficiencia ocu

re primordialmente por la baja ingestión de alimentos con alto contenido de hierro. En algunos países, como la Unión Soviética y Cuba, se sobrealimenta a las madres en unidades maternas especiales desde el cuarto y quinto mes de embarazo, a fin de evitar problemas posteriores de retraso mental, etc.

Es totalmente obvio que para todos aquellos casos individuales de desnutrición, la solución es la provisión inmediata de alimentos. Sin embargo desde un punto de vista mas general diremos que el hambre es, en su causa:

- Un problema tecnológico.
- Un problema productivo.
- Un problema económico.
- Un problema político.

en su efecto es:

- Un problema social.
- Un problema administrativo.
- Un problema médico.
- Un problema político.

Existe una correspondencia entre la generación de alimentos y la cantidad de individuos. Teóricamente la cantidad global de alimentos deberá ser igual o mayor que la can

tividad necesaria y suficiente para alimentar a la población. Esta podrá provenir de la producción agraria interna o de la importación a través del intercambio de otro recurso.

Esta es la razón por la cual la insuficiencia alimentaria hace de los países menos desarrollados dependientes de los imperios tecnológicos.

Nuestra producción agrícola es insuficiente por varias razones, lo cual nos obliga a importar alimentos.

Nuestras áreas cultivables se encuentran limitadas por varios factores:

- Geográfico (altura, temperatura).
- Hidrográficos (de riego, temporal).

El factor metereológico agudiza la situación por medio de las inundaciones, sequía, heladas, granizadas, etc. Aquí el elemento más crítico es la sequía, dado que en los demás casos aunque las pérdidas son cuantiosas, parte de la producción se puede salvar.

Es evidente que el principal problema por el que atraviesa el mundo es la carencia y la falta de alimentos. La UNICEF afirma que el hambre es la principal causa de la elevadísima mortalidad infantil y causa principal de las enfer

medades y padecimientos de la humanidad; la O.I.T., opina que el hambre es el escoyo más grande que tiene la productividad; la FAO se pronuncia al respecto como el problema social número uno; la O.M.S. dice que la enfermedad llamada desnutrición mata más individuos que todas las guerras juntas.

Para los gobiernos de toda la tierra y en especial de los países del tercer mundo o en vías de desarrollo, el hambre ha dejado de ser un simple fantasma para convertirse en el flagelo de sus pueblos que limita y en muchos casos frustra su desarrollo.

Pero es en el hombre común y corriente, que la magnitud del problema se hace real; reflejándose en incapacidad, insatisfacción, impotencia, pereza, desesperación, frustración y violencia.

El sistema agrario tal cual lo conocemos ha pasado por diferentes etapas evolutivas que corresponden a las mismas etapas de la evolución del hombre. Tanto en lo social, económico administrativo, como en lo tecnológico, han habido transformaciones de fondo. Desde los comienzos o albores de la humanidad, las distintas formas de organización social determinaron el tipo y la forma de la explotación agraria; en un principio fue un comunismo primitivo basado en el coopera

tivismo de la fuerza de trabajo, luego el vasallaje tributario de las grandes culturas primarias, luego fue la sociedad esclavista de los grandes imperios, después la sociedad feudal; la revolución francesa en los comienzos del capitalismo impuso el latifundismo de las grandes familias adoptando una forma de explotación semifeudal.

El avance tecnológico provocado por la mecanización de la era industrial, echó por tierra aquellos esquemas de producción basados en la explotación de la fuerza de trabajo en condiciones deplorables, que crearon profundas depresiones y diferencias sociales entre la clase trabajadora y la clase terrateniente u oligarquía. Surgen los primeros movimientos sociales que dan lugar a la reivindicación de la clase trabajadora campesina a través de la reforma agraria. Sin embargo, estas reivindicaciones se hacen efectivas solamente en aquellos lugares en donde los movimientos sociales o de masas se dieron a través de un planteamiento científico, económico-social. En América se frustra la revolución popular, así como todos los intentos por realizar una reforma agraria de carácter científicista, la oligarquía encubierta vuelve a tomar posición, el intermediarismo y la falta de recursos económicos y de tecnología rezagan a los países, muchos de los cuales, se vuelven de la noche a la mañana en monocultores bajo el yugo de empresas transnacionales, como es el caso de los países del caribe centroamericano.

Conforme pasa el tiempo las distancias tecnológicas ubican a los países en la parte que corresponde en su evolución tecnológica dentro de los tres mundos considerados.

Si bien es cierto que en base de tecnología científica los países mas altamente desarrollados han logrado superar el problema agrario; también otros lo han hecho combinando la tecnología básica, con la organización social, tal es el caso de la China, Unión Soviética, Cuba, Yugoslavia, Hungría, etc., a esto se ha dado por denominar "tecnología intermedia".

De otro lado, el hecho de resolver el problema desde el punto de vista tecnológico para muchos países de economía no planificada, no les garantiza el suministro adecuado de alimentos en las cantidades suficientes para cubrir la demanda de los mismos, debido a la concentración urbana y al crecimiento demográfico incontrolado respecto a la producción de alimentos, amén de otros vicios tales como, el desperdicio de los recursos del suelo en el cultivo de productos como la vid, así como la quema o destrucción de alimentos para mantener los precios en el mercado. La falta de planificación en los cultivos también resulta un problema no resuelto, dado que muchas veces con fines de exportación se dedican mas recursos a un cultivo que a otros o se sobreproducen algunos y se carecen de otros.

Existe una correspondencia estadística en el aumento proporcional de la producción progresiva anual de alimentos determinada por el valor de los índices del crecimiento demográfico en el mundo. Los índices actuales indican que la población actual registrada por las Naciones Unidas que sufre hambre es de cuatrocientos cincuenta millones de individuos; para 1986 se espera que esta cifra se eleve a seiscientos cincuenta millones. Esto indica que el crecimiento demográfico ha sobrepasado en mucho al aumento en la provisión de alimentos debido a dos causas principales:

1. Recesión en la producción de alimentos.
2. Baja en el ingreso per cápita, debido a la inflación. Déficit-productividad y consumo.

La recesión en la producción de alimentos es debido a tres situaciones en particular.

1. Estancamiento de la producción debido a una merma en la incorporación de nuevas tierras al cultivo por falta de agua.
2. Disminución de la eficiencia productiva, que incide en el estancamiento de la productividad y de la capacidad instalada. Falta de tecnología.
3. Riesgos debido a las inclemencias, plagas, falta

de agua, abonos, maquinaria.

Lejos de considerar todos estos ponderables, existen otros factores llamados imponderables, los cuales son parte del ecosistema, cuya presencia es determinante para el tipo de agricultura, pero que a veces son la catástrofe mas grande. Estos se pueden pronosticar con relativa anticipación, a veces hasta de quince días mediante información computarizada de las variaciones del perfil espectral infrarrojo captada por los satélites metereológicos. Sin embargo, este lapso resulta ser, en la mayoría de los casos muy corto aún en aquellos lugares donde la tecnología es parte intrínseca de la producción. En los otros casos, que constituyen la mayoría, la información metereológica avanzada sólo es un dato periodístico, sin uso práctico. Este es el caso de América Latina, la India, etc. Pero aún en los países de avanzada tecnología, el mal clima sigue ocasionando daños incalculables producidos, principalmente, por los siguientes factores.

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| - Sequía. | - Chubascos, inundacio- |
| - Helada. | nes. |
| - Granizada. | - Huaycos (desprendimien |
| - Escarcha. | tos de tierra, provoca |
| - Ventizcas, monzones. | do por la lluvia). |
| - Huracanes, tornados. | |
| - Lluvias, aguaceros | |

Un caso típico de este tipo de imponderables constituye la Unión Soviética, que ha visto mermada su producción agrícola a pesar de su enorme producción y gran tecnología.

Otro azote bíblico de la producción agraria son las plagas, como la langosta, el mosco del mediterráneo, el chinche barrenador, la roya del cafeto, el cuqui del maní a los cuales sólo se les ha dado solución temporal.

Pero el azote tecnológico más grande y peligroso se llama contaminación del agua, de la tierra y del aire. La contaminación del aire y de la tierra afecta las plantas, pero la contaminación del agua termina por contaminar al hombre mismo y cuyas secuelas, elevan peligrosamente, nuestras estadísticas médicas. Es así, que después de la desnutrición, la segunda enfermedad en cuantía es la amibiasis, pero tal vez la enfermedad más grave sea la sistisercosis, la cual se aloja en el cerebro y que para la cual no existe solución.

En la mayoría de los casos, las enfermedades gastro-intestinales producidas al ingerir alimentos contaminados por aguas negras o infectadas o por alimentos en condiciones higiénicas sospechosas, tienen su origen

natural en la formación y transmisión de bacterias en las plantas, especialmente legumbres y raíces. Esta formación de bacterias puede tener dos orígenes:

- a) El riego con aguas contaminadas.
- b) Por degradación biológica de los abonos naturales de animales enfermos en contacto con la luz.

En un 90% el uso de abonos naturales corresponde a desechos fecales de mamíferos y murciélagos, en sustitución del guano de las islas de alta calidad, pero más caro y escaso en algunas latitudes. El abono sintético está sin embargo substituyendo a este último y a largo plazo se impondrá por su bajo costo, buena disponibilidad y rentabilidad, amén de las ventajas para la salud y las normas gubernamentales, para dicho efecto.

De todas maneras existe un escollo más grande que los abonos, fertilizantes, etc., y es el de los insecticidas y pesticidas de gran espectro, los cuales ingerimos inevitablemente con gran perjuicio para la salud, dado que muchos de ellos están prohibidos en los Estados Unidos al haberse encontrado indicios de la incidencia en algunas neoplasias malignas provocadas por su ingerencia; mismos que se venden y usan en latinoamérica

indiscriminadamente, debido a su bajo costo y falta de regulación sanitaria efectiva. .

Podríamos decir en resumen que los problemas por los que atraviesa el campo imponen el uso de la ciencia y la tecnología en la busca de nuevas alternativas con las cuales subsanar el tremendo déficit que nos impone el reto enorme de alimentar a la humanidad en los próximos años. Las soluciones tendrán que presentarse como opciones a corto plazo y con la máxima eficiencia.

La historia de la humanidad nos enseña que si bien la pobreza es soportable no lo es así el hambre. Este ha sido siempre el desencadenante más importante de los conflictos sociales en el presente siglo. Muchos especialistas en la materia afirman que, de no cubrirse el déficit de alimentos a corto plazo, se agudizarían tanto los problemas sociales que estallarían guerras fratricidas, lo que arrojaría un costo social tan alto que no podría ser repuesto.

Sin embargo y ante la adversidad, la tecnología pone al servicio de la humanidad el beneficio de la evolución científica, y con ello la opción es más viable en la práctica. La experiencia de los últimos años ha

demostrado con hechos feacientes y avalada por más de treinta y seis años de investigación científica que el empleo de la "Hidroponia" ha hecho tradicional que países importadores de alimentos se hayan convertido, en pocos años, en exportadores y proveedores importantes de alimentos. Tal es el caso de Israel, que usa el desierto y del cual ha obtenido excelentes resultados, ampliamente conocidos en el mundo entero.

Como se dijo anteriormente, muy aparte de considerar al hambre un fenómeno natural, este puede ser provocado artificialmente como un medio de presión de los intereses coloniales, o por medio de la guerra. Este es el caso de la gran mayoría de países de América Latina y del tercer mundo, donde se usa a los alimentos como un medio de presión política contra la decisión de los gobiernos que quieren realizar reformas progresistas en sus territorios: En otros casos, la guerra ha dejado inútiles ingentes campos de cultivo, por la radiación atómica o por la guerra bacteriológica.

Por lo anteriormente expuesto podemos desprender las siguientes conclusiones:

- El hambre es un padecimiento crónico de la humanidad, que se ha agudizado en los últimos años.

- Existe una crisis mundial de alimentos debido a factores económicos, sociales y políticos.
- El fantasma de la guerra amenaza con profundizar dichas crisis.

ALTERNATIVA TECNOLÓGICA

Los estudios más avanzados nos demuestran por ejemplo, que del total de veintiseis millones de hectáreas cultivables en México veintiun millones de hectáreas son de temporal y sólo cinco millones de hectáreas poseen sistemas de riego. Si a esta cantidad le restamos el área de bosques y de terreno en condiciones de sequía, nuestras áreas cultivables se reducen de la siguiente manera:

13'000,000 de hectáreas de temporal

5'000,000 de hectáreas de riego, dando un total de

18'000,000 de hectáreas.

Nuestra eficiencia agrícola se ve limitada por los siguientes factores:

Factores meteorológicos:

- Sequía
- Lluvias torrenciales
- Inundaciones
- Granizadas

Factores económicos:

- Falta de planificación adecuada
- Financiamiento
- Intermediarismo
- Insuficiencia de insumos básicos (fertilizantes y semillas).

Factores infraestructurales:

- Falta de tecnología
- Planificación económica
- Mecanización incipiente
- Control de plagas.

Factores del suministro:

- Control sanitario (pesticidas)
- Abastecimientos
- Control de enfermedades
- Transporte
- Distribución.

Problemas de agua:

- Desperdicio
- Irracionalización del consumo
- Aguas contaminadas.

Contaminación:

- Contaminación de la tierra
- Empleo de aguas contaminadas (negras)
- Contaminación ambiental

Todos y cada uno de estos factores, limitan la producción y, en muchos aspectos, representan el Talón de Aquiles de nuestro sistema alimentario.

Sin embargo, existen otros factores que perjudican grandemente la producción de alimentos, estos son factores humanos conocidos como:

Intermediarismo

Acaparamiento

Amén de los ya conocidos problemas sociales, el consumo obligado de algunos productos agrícolas genera un problema de salud considerado, dadas sus características de grave.

- Amibiasis
- Sisticerosis

Para combatir estos y otros gérmenes se emplean parasiticidas prohibidos en los E.E.U.U., y por O.M.S. Estos parasiticidas contaminan la tierra y los frutos de las plantas que luego ingerimos.

La tierra es el soporte de las plantas y el medio en el cual se fijan las sales minerales que constituyen los nutrientes de las mismas. Esta es la razón por la cual se requiere la rotación de la tierra, que no es más que el reciclo de los nutrientes consumidos en el proceso productivo.

La rotación de la tierra exige de un esfuerzo muy grande por concepto de:

- Maquinaria
- Insumos
- Mano de obra

Del total del volumen de agua para riego, se desperdicia aproximadamente un 82%, ya que sólo el 18% es realmente aprovechado, el resto es absorbido por el subsuelo o se evapora.

Es por eso que actualmente se está racionalizando el consumo de agua por medio de aspersión o por goteo. Sin embargo, estos sistemas requieren de costoso equipo y suministro constante, su empleo se reduce a una cantidad porcentual muy baja.

Todo este asunto parece representar una escena sombría y a los ojos del ciudadano común, un callejón sin salida. Sin embargo no es así, existen alternativas reales de producción, las cuales nos brindan excelentes expectativas.

Una alternativa tecnológica ampliamente utilizada en

diferentes partes del planeta y que está evolucionando la producción de alimentos en México es la hidroponia.

La hidroponia consiste en la técnica de la producción de alimentos sin el uso de la tierra, por lo tanto la producción hidropónica se caracteriza por la obtención de alimentos libres de gérmenes patógenos, dado que se cultiva en un medio inerte.

Sin embargo ésta no constituye su característica principal. Los beneficios de la hidroponia podrían estar resumidos de la manera siguiente:

- El rendimiento comparativo por hectárea productiva en relación al rendimiento agrícola en la tierra es 15 veces mayor.
- Se obtienen de 6 a 13 cosechas anuales en aquellos productos en los que normalmente se dan 2 a 3 cosechas al año.
- No se corren los riesgos provenientes de la propagación de plagas.
- Las características intrínsecas del producto, tales como su sabor y color, son de absoluta excelencia.

- La calidad de encuentra estandarizada.
- El suministro de alimentos es constante obteniéndose cosechas y productos en épocas no acostumbradas.
- No se emplea maquinaria.
- No se emplean pesticidas.
- No existen contaminantes.
- Se optimiza el uso de la mano de obra.
- No es necesaria la rotación.
- Se optimiza el transporte.
- Se racionaliza el consumo de agua a 5,000 litros por acre por día, que es lo que consume y desperdicia una familia promedio en una semana.
- Es de fácil aplicación y rápido aprendizaje.
- Se puede producir a escala industrial, comercial y familiar.
- Se está produciendo con éxito en distintas partes del país donde en algunos casos se obtienen cosechas de 10,000 lechugas diarias, gracias a la programación computarizada.
- En muchos lugares como CANCUN, BAJA CALIFORNIA y el NORTE del país este tipo de producción es el idóneo.

- En el estado de Michoacán y Morelos se producen flores con vistas a la exportación.
- Las áreas muertas constituídas por azoteas, balcones, jaulas y patios de los edificios y casas en las distintas ciudades del país es de más de un millón de hectáreas. Su aprovechamiento mediante el cultivo hidropónico haría descender la demanda de ciertos alimentos en grado considerable, mediante una política de autoconsumo o huerta familiar.

SISTEMA HIDROPONICO

Se entiende por sistema hidropónico, aquel que no requiere del uso del suelo (tierra) para el cultivo de productos alimenticios, plantas medicinales y de ornato.

El interés por la hidroponia se está desarrollando rápidamente en América. Se trata de una forma de cultivo altamente eficiente que puede realizarse a nivel doméstico familiar o a gran escala. A nivel doméstico en el área de una zotehuela, un balcón hasta el alféizar de una ventana. A nivel industrial, a gran escala en grandes invernaderos.

Este sistema no sólo solucionaría el ya de por sí agudo problema alimenticio, sino que ante la disposición de alimentos de primerísima calidad a corto plazo y en grandes volúmenes, se haría descender el precio de los artículos de primera necesidad, o por lo menos detenerlos en relación con la inflación, convirtiendo en mero mito el fenómeno de la sobrepoblación respecto a la disponibilidad de alimentos. Pero creo que el lugar donde se reciente con más fuerza el problema de la sub-alimentación, es en la productividad y el área de la salud. Al disminuir sustancialmente el suministro energético de la fuerza de trabajo medido en calorías diarias, disminuye proporcional

mente la capacidad productiva del trabajo. Esta es la razón fundamental por la cual los países mejor alimentados son los más productivos.

Desde el punto de vista ecológico, contribuye a la restitución de los bosques y áreas arboladas a corto plazo con el uso de invernaderos hidropónicos para la germinación de árboles que luego podrán ser transplantados. Pero la ventaja mas grande ecológicamente hablando, es la posibilidad de poder usar materiales que constituyen el desperdicio plástico altamente contaminante con sorprendentes resultados, desde el punto de vista de la reducción de los costos de la inversión por concepto de insumos básicos.

El sistema hidropónico se podría parametrar mediante cuatro puntos de relación:

- Características
- Ventajas
- Beneficios
- Posibilidades

CARACTERISTICAS.

El ya mundialmente conocido sistema de cultivo sobre medio suave es fundamentalmente un sistema hidropónico.

co, pero sin los problemas de la hidroponia pura, capaz de ser usado por personas que no hayan tenido ningún entrenamiento en agricultura o química.

Como todo sistema hidropónico, la base de sustentación es un medio inerte que puede retener agua en cantidad suficiente para efectuar las labores de nutrimento de las raíces de las plantas, su expansión, y que además tenga la cualidad de ser fototrópicamente negativo.

El sistema debe funcionar dentro del rango de temperaturas comprendidas entre los 10° C - 35° C. Por debajo de este rango deberán emplearse invernaderos atemperados a una media de 18° C. Si la temperatura es constantemente mayor de 26° C se puede prescindir del invernadero utilizando el método a cielo abierto. La temperatura considerada optima oscila entre los 18° C y los 26° C.

Al no requerir de maquinaria, el sistema requiere como condición suficiente y necesaria, la disposición de un equipo básico que deberá adaptarse a las condiciones de alta producción computarizada y diseñada a partir de la teoría general de sistemas. Hasta el día de hoy podemos decir que no existe tal equipo considerado como una unidad de producción coherentemente diseñada e integrada totalmente, sino diversos equipos adaptados como alternativa a tal o cual situación en específico y de diversas procedencias,

lo cual hace muchas veces difícil y demasiado costosa su adquisición.

Es sorprendente que en las condiciones actuales y con todas las deficiencias de espacio, equipo adecuado y costo de inversión elevado se obtengan tan elevadas producciones, a tan bajo costo y con tan grandes ventajas y beneficios.

En algunos casos se requieren de ventiladores a fin de hacer descender la temperatura en el zenit de los días de mas intenso calor del verano, pero por su elevado costo se prefiere provocar convección de aire exterior por medio de una entrada y salida o improvisar una cortina de agua.

VENTAJAS

El sistema hidropónico en medio suave posee tres ventajas fundamentales:

- a.- En relación al sistema agrario tradicional.
- b.- En relación a la hidroponia pura.
- c.- En relación al costo operacional.

En relación con la agricultura tradicional:

- No requiere de maquinaria.
- No requiere de abonos.
- No requiere de insecticidas.
- No requiere de pesticidas.
- No requiere de grandes extensiones de terreno.
- No desperdicia el agua.
- No está expuesto al ataque de plagas.
- No depende de las estaciones.
- No está expuesto a las variaciones del clima.
- No está expuesto a las inclemencias (granizadas, heladas).

Todas estas ventajas garantizan una cosecha continua

y uniforme sin riesgos, asegurando la inversión todo el año.

En relación con la hidroponia pura:

- Desde el punto de vista de los insumos, es más ba
rata.
- No requiere personal especializado.
- El sistema de irrigación es por aspersión en vez de absorción lo que optimiza el consumo de nutrien
tes.
- Se puede realizar a cielo abierto.
- En muchos de los casos se puede prescindir de las camas.
- Es un sistema autónomo que puede reciclar el exce
dente de su consumo.

En relación al costo de las operaciones:

- Optimiza la fuerza de trabajo al requerir del mf
nimo de personal.
- En la producción computarizada no existen tiempos
muertos.
- Minimiza los fletes.

BENEFICIOS

Están en razón directa con las ventajas. Estas pueden ser de carácter económico y de carácter social, aunque existe una muy fuerte interrelación y/o dependencia de una respecto a la otra, por ser copartícipes del mismo proceso.

Entre los beneficios sociales podemos enumerar:

- La producción está libre de gérmenes, insecticidas y toda sustancia contaminante.
- El suministro de alimentos es constante y en buena cantidad.
- Puede hacer autosuficiente a las ciudades.
- La calidad de los alimentos así como su tamaño y peso es muy superior a la producción del campo.

Entre los beneficios económicos están:

- La producción constante y cada vez más numerosa puede hacer descender los precios o al menos detener el alza de los mismos.
- Se puede hacer posible el suministro de una gama extensa de productos no tradicionales en épocas no acostumbradas.

- Se pueden cultivar productos nunca antes cultivados en el país, por falta de las condiciones necesarias.
- Se puede estandarizar la producción mediante la clonación.
- Se puede diversificar la producción de acuerdo a la estratificación de mercado.

POSIBILIDADES

Las posibilidades del sistema hidropónico se encuentran determinadas de la siguiente manera:

- Posibilidades actuales
- Posibilidades futuras

Las posibilidades actuales son la concretización productiva de alimentos mediante el sistema hidropónico. Podríamos decir que la producción hidropónica de alimentos en México ha comenzado con gran éxito en Pastejé, Edo. de México, Veracruz, Edo. de Hidalgo, Tlanepantla, Edo. de México y en el Distrito Federal. La nueva tecnología tiene el deber y la obligación de ponerse al servicio de la nación, a fin de solucionar el déficit alimenticio que venimos arrastrando desde el pasado.

Sin embargo las posibilidades del futuro son mucho más alagüeñas. Se puede pasar de la producción de alimentos, a la producción de alcaloides con propósitos medicinales para la industria químico-farmacéutica y a la producción clónica altamente especializada. En la hidroponía el futuro no es una meta a largo plazo, sino que se encuentra a la vuelta de la esquina.

Actualmente estamos realizando lo que hasta hace pocos años era un sueño del futuro; es casi increíble que en una sola hectárea se puedan cosechar diez mil lechugas diarias.

PRINCIPIOS ECONOMICOS

En la actualidad el costo de la inversión para obtener un sistema hidropónico de alta producción en una hectárea es de varios millones de pesos, sin embargo esta inversión es rápidamente recuperable en cuatro o cinco meses después de la primera cosecha.

De optimizarse el uso de los espacios muertos y masificando los costos por concepto de compras de equipos y accesorios al extranjero, amén de los costos del invernadero o invernaderos creo que podrían surgir dos situaciones:

- Sobre la misma capacidad operativa, el costo de la inversión por medio del equipo sería aproximadamente del 40 al 50% menor.
- Sobre una capacidad del doble o el triple de la producción el costo se haría igual o un 15% encima del actual.

ANTECEDENTES HISTORICOS

La hidroponia ^{*]} como la conocemos actualmente se desarrolló en el presente siglo. Sin embargo se sabe que en la antigüedad se utilizó un sistema parecido en los jardines colgantes de la ciudad de Babilonia y que los Incas, Aztecas y Chinos también hicieron lo propio.

En América quedan vestigios de aquellos sistemas muchos de los cuales están todavía en operación en los canales de Xochimilco y la Ciudad de Pisac, en México y Perú, respectivamente, aunque en mucho menor escala.

En México las terrazas o bancales formaban parte de las innovaciones técnicas prehispánicas de esta región. Por medio de éstas se extendió la superficie cultivable, se retuvieron los nutrientes químicos del suelo y evitó el deterioro ecológico. En la cuenca de México, específicamente en la región de Iztapalapa-Texcoco, la evidencia más antigua de las terrazas prehispánicas data del preclásico terminal, y es más o menos contemporáneo a los campos drenados. El uso de cementeras en las chinampas es una solución técnica que lleva al máximo la productividad agrícola. Las cementeras consisten en gruesas capas de lodo que posteriormente se dividen en pequeños bloques llamados chapines. Una vez hechos los chapines se depositan las semi

*] Sistema tecnológico por medio del cual se pueden cultivar plantas medicinales, alimentos y flores, sin el uso de la tierra.

llas en el centro de cada uno de ellos y luego se cubren con abono de diversos orígenes. Cada chapín se transplanta dentro de la propia chinampa. De esta forma aún cuando se carecía de animales de tiro y de carga y de las herramientas de metal convencionales, el pueblo de México antiguo tuvo capacidad de desarrollar sistemas agrícolas de alta productividad.

Las chinampas son el sistema agrícola más intensivo y productivo de mesoamérica. Según se estima la productividad del maíz en el sur de la cuenca sugiere que el sistema chinampero pudo mantener aproximadamente a 171,000 habitantes con 160 kilos de consumo per-cápita. Incluida la zona de Texcoco se calcula por lo menos de 300,000 las personas que pudieron alimentarse por medio de este sistema. Con el dominio de la zona pantanosa por medio de las chinampas, los pueblos de la cuenca de México colonizaron gran parte del lago Chalco-Xochimilco, incluso de los lagos de Texcoco y Zumpango-Xaltocan. La construcción de chinampas no sólo se extendió a las lagunas naturales, sino también -según lo sugieren algunos documentos- a las artificiales que se habían formado en las zonas pantanosas o terrenos secos en la región de Texcoco, Teotihuacán y Cuautitlán.

El área chinampera representaba una gigantesca red

hidráulica que se sustentaba en el drenaje de la tierra y en la utilización de los recursos lacustres. Además el sistema estaba íntimamente ligado a la construcción de diques y canales, lo cual se explica de la siguiente manera: primero se cerraba un área aislándola de la masa de agua salobre; luego se le drenaba aprovechando los ciclos de la sequía y de la lluvia. Se le convertía en una zona de agua dulce, valiéndose de la conexión de los ríos, canales y acueductos; cuando se terminaban estas etapas se construían las chinampas.

Dado que con la tecnología de entonces no se podía resolver el problema del drenaje, las chinampas fueron la solución más ingeniosa en la larga historia precolombina. De esta manera las chinampas, se convertían en islas artificiales en los lagos de agua dulce. Respecto de la técnica de construcción, se describía técnicamente de la siguiente manera: primero se cortaban tiras de césped de tamaño regular (frecuentemente de 5 a 10 m de ancho y hasta 100 m de largo); tres o cuatro tiras semejantes eran movidas como balsas al lugar seleccionado, en donde se superponían hasta que la tira superior emergía ligeramente sobre el nivel freático. La superficie se cubría entonces con cieno extraído del fondo del lago o tierra tomada de chinampas viejas. De esta manera se levantaban islotes con capas alternas del lodo sacado del fondo del lago y de césped

ped, ramas, raíces y hojas recolectados de la superficie. Las chinampas recién formadas quedaban todavía flotantes, entonces se clavaban estacas de sauce (*Salix acuminata*, llamado ahuejote en México, proveniente del náhuatl *aué-xotl*), en su perímetro. Estas estacas enraizaban y con el tiempo se convertían en árboles de sauce que servían no sólo para fijar o anclar las chinampas, sino para retener la tierra en esos islotes. Al cabo de cinco o seis años la chinampa se asentaba sobre el fondo del lago.

Recientemente, se ha planteado otra hipótesis acerca de la construcción de la chinampera. Según ésta, las chinampas nunca fueron islotes flotantes, sino que se levantaron directamente sobre la parte elevada del fondo del lago, aprovechando la topografía natural de esta zona. Por dicha razón, la parte del lago donde el nivel freático es más alto, es decir, donde el fondo es más profundo, nunca se convirtió en chinampas. El levantamiento de estos islotes se facilitó por la construcción de una red inmensa de diques de drenaje, que redujo gradualmente el agua contenida en el suelo, hasta el punto en que el cultivo era practicable.

Independientemente, el suelo de la chinampa era muy rico en materia orgánica y su textura era porosa por la descomposición de las plantas. Por regla general era de

forma rectangular alargada y angosta, que facilitaba el mantenimiento, humedad y riego de mano. Después de repetidas adiciones de suelo, la chinampa alcanzaba la mayor elevación y la menor humedad. El fértil suelo de la chinampa se enriquecía con plantas acuáticas en descomposición, limo del lago y material orgánico humano y de murciélago.

En el Perú, el imperio del Tahuantinsuyo, erróneamente llamado de los INCAS (Tahuantinsuyo; voz quechúa que significa tahua-cuatro y suyo-camino, debido a los cuatro caminos y regiones en que se dividió el imperio con fines político-administrativos), enfrentó dos situaciones a las cuales dió solución de la manera más ingeniosa y productiva. La primera situación estaba determinada por la altura, la presión atmosférica y la temperatura, que hacían imposible tanto para las plantas como para los seres humanos el desarrollo de la vida en condiciones extremas. Por esta razón ubicaron sus campos de labranza en los valles profundos como el Valle Sagrado de Urubamba, en donde existe la temperatura ideal y buena disposición de agua dulce del río Vilcanota.

La segunda situación estuvo determinada por la orografía de la región que en su mayoría es montañosa y a la erosión causada por la inclinación del terreno en las fal

das de los cerros y las torrenciales lluvias.

Por lo tanto estas dos situaciones plantearon dos problemas a solucionar: el primero de ellos era el aumento y el uso total del terreno con fines productivos; esto se debía principalmente al escaso terreno disponible en la superficie plana del lecho de los ríos en comparación con el área de las faldas de las montañas. El segundo problema fue la inclinación y la erosión, la inclinación en algunos lugares es de 45° o más, por lo tanto es de imaginar la fuerte caída de agua y la erosión consiguiente.

El imperio del Tahuantinsuyo estaba ubicado en los andes centrales del Perú y abarcaba desde el nudo de Pasto en Colombia hasta el río Maule en Chile y el norte de la provincia de Tucumán en la Argentina, incluyendo entre sus límites las actuales repúblicas de Bolivia y Ecuador. Todo el imperio estaba unificado por un solo idioma, el quechua (keshua) y poseía ciudades importantes como Cuzco (kosko) Quito y Cajamarca. En todos estos lugares se impuso el uso de los "andenes" que eran jardines superpuestos y adyacentes en forma de escalera piramidal y en la cual cada escalón constituía un andén. De esta manera se logró masificar el uso del terreno, dado que si consideramos el terreno visto de arriba veremos las áreas de los escalones o andenes continuarse como si se tratara de terreno plano.

Los incas eran los amos y señores del imperio del Tahuantinsuyo, bajo su administración se construyeron impresionantes obras civiles, como las hidráulicas. Representaban el agua y la conducían por el interior de los cerros, para distribuirla por los andenes y por dentro de sus ciudades en la producción de alimentos; tales son los casos de Macchu Picchu y Ollantaytambo, conocidas en todo el mundo como excelsas obras de ingeniería. Cada andén poseía una mezcla especialmente formulada para servir de medio idóneo en la siembra de alimentos como la papa, la oca, el olluco, el maíz, etc., esta mezcla se irrigaba por medio de un sistema distributivo a base de vasos comunicantes de arriba abajo y en la base de cada andén se colocaba piedra, carbón y cascajo para permitir lo que hoy día conocemos como aereación de la raíz y drenaje.

La mayor parte de los andenes de la actualidad datan de aquella época y en muchos lugares están en operación. En el valle sagrado de los INCAS actualmente se obtienen mediante este sistema ancestral las mejores fresas del Perú.

Sin embargo y a pesar de los grandes logros en la agricultura de las grandes culturas precolombinas americanas, que al parecer tenían solucionado el suministro de alimentos, sus descendientes sufren de mal nutrición. Esto

se debe al quebranto del sistema tradicional por la imposición del sistema colonial de la conquista y que en gran medida continúa en ciertos países donde impera un sistema semi-feudal, que mantiene a los campesinos esclavos de su propia pobreza e ignorancia. No es que el Aylluy y el Callpulli hubiesen fracasado, sino que, por el contrario, el sistema colonial y la dependencia imponen un sistema agrario basado en la injusticia social, el abuso del poder, y la explotación de los campesinos por una clase social privilegiada llamada oligarquía, que les arrebató lo que en un tiempo fuera de ellos, hoy día de la nación y mañana de sus hijos.

Como se explica en la introducción, es justamente a esto que se han debido los principales movimientos de principios de siglo en América; sin embargo hoy por hoy se imponen cambios urgentes en la mentalidad de los países de Latinoamérica tendientes al cooperativismo científico inspirado en su esencia en aquellos maravillosos sistemas ancestrales pero con las exigencias del presente. Estas modificaciones tendrán que darse en base de mayor tecnología, incorporación de nuevas tierras y nuevos sistemas con el fin de producir alimentos, plantas medicinales y flores, en condiciones de surtir la demanda nacional y además la exportación.

Dentro de esas nuevas opciones tecnológicas se encuentra la hidroponia, que es una solución a corto plazo con amplios rendimientos comparativos y con una condición esencial que ha representado el talón de aquiles para los países del tercer mundo, no requiere de maquinaria ni el uso de abonos entre otras ventajas tales como la carencia de insecticidas y el uso de pesticidas, etc.

PERSPECTIVAS

En todo sistema hidropónico podemos distinguir los siguientes aspectos fundamentales:

- | | |
|------------------------|---|
| Infraestructura | <ul style="list-style-type: none"> - Terreno - Agua - Medio de cultivo - Instalación |
| Insumos | <ul style="list-style-type: none"> - Semilla - Nutrientes - Energía eléctrica - Fuerza de trabajo - Fuente luminosa solar
 artificial |
| Control | <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura - Humedad - Nivel de PH; nitrógeno-po-
tasio. - Enfermedades |

- | | |
|----------------|--|
| Administración | <ul style="list-style-type: none"> - Planificación de operaciones - Sistema computarizado - Suministro - Transporte - Mercado |
| Asesoría | <ul style="list-style-type: none"> - Asesoría Técnica especializada - Información adicional - Información suplementaria |
| Economía | <ul style="list-style-type: none"> - Capital inicial - Patrimonio - Gastos - Reserva - Costo |

En comparación con otros campos, el desarrollo de la hidroponia se puede considerar prematuro. Es algo así como los transistores para la electrónica, por lo mismo significa una revolución sin precedentes en el campo de la producción de alimentos. Sin embargo todavía requiere de aquellos aportes que coadyuven al logro definitivo del sistema y su propagación en beneficio de la humanidad.

Estos aportes deberán estar orientados dentro de objetivos específicos dentro de cuyos indicativos podrían estar:

- Optimización de recursos
- Reducción de costos
- Estandarización
- Substitución de importaciones
- Incorporación de áreas desperdiciadas
- Huerto familiar de auto-suficiencia
- Producción industrial urbana
- Difusión masiva
- Implementación económica.

La mayoría de los tratados actuales acerca de hidroponía se encuentra dentro de las siguientes áreas:

- Biología
- Bioquímica
- Energía solar
- Arquitectura
- Agronomía

A la arquitectura le toca resolver el problema de los invernaderos y el aprovechamiento de las áreas urba

nas desperdiciadas. Actualmente existe la tendencia de construir invernaderos dentro de los supermercados aprovechando el espacio de la bodega que queda entre el techo y el aparente o falso.

A la ingeniería le queda resolver aquellos aspectos concernientes al uso de la energía proveniente del sol, la energía del viento, la tecnología de materiales, la producción de nutrientes estandarizados, etc.

Al diseño industrial le toca utilizar tecnología para producir los objetos que la producción hidropónica necesita. La gran mayoría de ellos tienen que ser importados a precio de oro.

La hidroponía se basa fundamentalmente en desarrollo científico y tecnológico de lo que hoy día conocemos como civilización occidental. Este desarrollo se ha visto notablemente acelerado en los últimos años dados los aportes recibidos en los campos científico y tecnológico.

En el presente siglo varió sustancialmente el concepto de la ciencia por medio del método científico. Los resultados de este criterio salieron de las aulas y los laboratorios, siendo la simiente de la producción actual conocida como tecnología. La concretización del

conocimiento convertido en producción, ha revolucionado con sus avances todos los campos de la actividad humana haciendo posible lo anteriormente considerado imposible.

La hidroponia constituye el último aporte hecho en el sentido de la producción de alimentos; sus asombrosos beneficios son el resultado de la contribución científica y tecnológica basada en la investigación y el desarrollo con fines prácticos.

Comparado con otros campos, el desarrollo de la hidroponia es prematura. Es por esta razón que se requiere de un aporte final que contribuya de manera creativa e ingeniosa a elevar por medio del diseño la eficiencia del uso del sistema, tendiente a una integración tecnológica nacional de amplias perspectivas y cuyos indicativos pudieran ser los siguientes:

- Optimización de recursos
- Maxificación del espacio
- Racionalización de costos
- Estandarización (unificación)
- Substitución de importaciones
- Incorporación de áreas urbanas
- Cultivo familiar

- Producción mediana e industrial
- Optimización de la fuerza de trabajo
- Uso de la energía solar
- Heiolica.

Sin embargo este aporte final deberá ir acompañado de esfuerzos paralelos en otras áreas tales como:

- Estandarización de los nutrientes
- Energía solar
- Heiolica
- Semillas mejoradas
- Disposición de información especializada.

¿ QUE ES HIDROPONIA ?

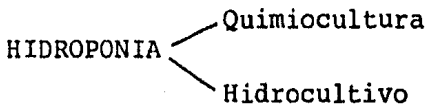
INVESTIGACION

HIDROPONIA:

"Cultivo de plantas sin tierra".

CONCEPTO:

Se entiende por cultivo sin tierra el método que consiste en proveer a las plantas de nutrígenos necesarios para su crecimiento de forma artificial por medio de una solución sintética, medio de cultivo receptáculo, y las condiciones adecuadas.



PRECURSORES:

Woodward 1699, logró hacer crecer hierbabuena en agua solamente.

Raulin 1914, cultivó hongos.

Sachs y Knop, cultivaron vegetales añadiendo sales minerales al agua.

F. Gericke, Prof. de UCLA en 1938, realiza hidropo-
nia en grande. El ideó la palabra hidroponia.

La tierra posee materias minerales más o menos so-
lubles según el grado de humedad y acidez del ambiente
en concentraciones muy variables, sustancias y microor-
ganismos, formándose interreacciones que hacen difícil e
inexacto el análisis de un factor determinado.

Con la hidroponia es posible establecer la composi-
ción de una solución hidropónica con un rigor muy grande
y determinar la acidez y alcalinidad exactamente reque-
ridas.

En los países más desarrollados la producción hi-
dropónica posee cuatro renglones.

- a) Producción hortícola
- b) Producción frutícola
- c) Producción floral
- d) Producción forrajera

La producción hidropónica puede realizarse de dos
formas:

- a) A cielo abierto (al aire libre)

b) En invernáculos o invernaderos

De acuerdo al sistema de cultivo la hidroponia se divide en:

- Hidroponia pura
- Hidroponia en medio suave
- Hidroponia marina

La hidroponia pura fue la primera en aparecer. Es la que se realiza directamente sobre el medio acuoso, en el cual se han depositado los nutrientes en forma de sales minerales. Este tipo de hidroponia requiere de altísimos costos por concepto de controles específicos de laboratorio, personal especializado y equipo automatizado.

La hidroponia sobre medio suave es la que mas se practica dado que es la más viable económicamente hablando.

Se practica con gran éxito desde la segunda guerra mundial, a gran escala. El ejército norteamericano fue el primero que instaló sendas huertas hidropónicas en la Isla de los Cocos (Hawaii), la Isla de Asención y Groenlandia.

Durante la ocupación del Japón, el ejército norteamericano se vió forzado a adoptar el método hidropónico en el territorio metropolitano del Japón. Pero aquí fue un motivo de orden subjetivo el determinante de la improvisada innovación. En efecto, el soldado norteamericano sentía repulsión ante la idea de consumir legumbres cultivadas en terrenos fertilizados con material humano que, según es bien sabido, constituye una práctica milenaria en la agricultura china y japonesa.

En 1953 las instalaciones hidropónicas más importantes eran realizadas por el ejército de los Estados Unidos en Japón, haciendo patente el célebre concepto napoleónico "los ejércitos marchan sus estómagos".

De estas instalaciones una cubría 7 hectáreas y otra 28.

El Water Master Corps., ha publicado un resumen muy elocuente acerca de sus operaciones hortícolas en estas grandes huertas también llamadas "jardines hidropónicos", por la magnífica, profusa y vigorosa vegetación.

La producción de una sola temporada en la Guinea Británica, China, Iwochima y Japón fue estimada como sigue:

Tomates	907	toneladas
Lechugas	150	"
Rábanos	100	"
Pepinos	200	"
Cebollas	77	"
Pimientos	27	"

Esta es sólo una parte de la estadística pero refleja por sí misma la expresión consagratoria de la moderna hidroponia.

Actualmente en Francia, en los establecimientos del Mullard, se explotan las técnicas hidropónicas en basta escala.

En Italia cerca de Génova, Goosebay y Labrador, Puerto Rico y Belice, se encuentran importantes cultivos hidropónicos.

Pero es en Israel y Africa del Sur, Estados Unidos y Canadá, donde se encuentran los cultivos más evolucionados.

En Israel se ha perfeccionado la hidroponia sobre arena convirtiéndose en poco tiempo en exportador de alimentos.

En Sudáfrica, Estados Unidos, Belice y ahora en México, el sistema Bentley se usa con mucho éxito.

La hidroponia en medio suave (sistema Bentley), consta básicamente de un recipiente de polietileno, de paredes opacas, de 20 a 30 cm. de profundidad por 25 de diámetro (de tratarse de un recipiente de múltiple o una cama hidropónica, considerar un módulo de 30 cm^3).

Este recipiente deberá tener perforaciones en la base para permitir el drenaje, pudiendo ser desde una maceta de barro, una pieza o adoquín de granito o ladrillo, hasta una bolsa negra de polietileno.

El medio de cultivo puede estar constituido por cualquier material hidropónico inerte tal como:

- Arena
- Grava
- Perlita
- Piedra pomex
- Tezontle
- Vermiculita

La formulación del medio deberá estar constituido por una mezcla tal que posea las siguientes propiedades:

- Una suavidad que permita la propagación sin problema de las raíces.
- Materia inerte.
- Capacidad de absorción y adsorción
- Que permita la completa aereación de las raíces.
- Que no penetre la luz.

Los nutrientes se suministran indirectamente a través del medio, en forma de humedad por medio de aspersión o de goteo, de tal suerte que la raíz no tenga que realizar ningún esfuerzo adicional para adquirir el alimento. Esta es la cualidad más importante del medio suave; de esta manera se logra ahorrar la energía que gastaría la planta en cualquier otro medio, por ejemplo, taladrando la tierra en busca de nutrientes en las capas más profundas, cuando éstas se agotan en las capas superiores.

Al proveer las sustancias nutritivas al alcance de la raíz, de forma fácil y abundante, manteniendo la humedad necesaria, el medio suave permite la aereación suficiente, evitando el deterioro de la raíz por el contacto constante con el agua, como sucede en la hidroponia pura.

Tal vez el beneficio más grande se encuentra en que estas propiedades proporcionan las condiciones ideales para el cultivo de plantas, donde se aprovecha este ahorro de energía en beneficio de productos de tallo y foliaje abundante y raíz pequeña o, por el contrario, de profundas raíces y forraje pequeño como en el caso de zanahorias, papas, rábanos, nabo, etc.

- La hidroponia marina se dedica a la producción de algas para la industrialización o para utilizarlas como insumo para la producción controlada de peces, que luego serán aprovechados para el consumo humano.

LOS CATORCE ELEMENTOS SIMPLES DE LA HIDROPONIA

En los cultivos con soluciones químicas intervienen 14 elementos simples, sea cual fuere la importancia de la instalación hidropónica.

Es posible que al investigar y analizar la composición química, se constate la presencia de otros elementos, pero es dudoso que éstos desempeñen algún papel en la vida vegetal. Circunstancialmente pueden encontrarse en la tierra, juntamente con aquéllos que son esenciales y ser incorporados a las plantas por las corrientes de absorción de las raíces. Pero como es lógico, esto no implica ventajas para las plantas.

De los 14 elementos indispensables 13 se incluyen en las fórmulas de las soluciones nutritivas; el décimo cuarto (carbono) procede del anhídrido carbónico del aire, que es respirado por ciertas partes celulares de las hojas.

Veamos someramente cada una:

Nitrógeno.- (factor de composición).

El nitrógeno entra en la composición de la clorofila y el protoplasma vegetal, ¿siendo el protoplasma la parte viva de toda célula viva vegetal? (figura formando compuestos como parte de varias sales, por ejemplo nitrato de potasio), resulta ser uno de los constituyentes de las proteínas y aminos. Los aminoácidos son sustancias intermedias en la formación de las proteínas. Estas últimas a su vez forman el protoplasma.

El nitrógeno es también muy importante porque a él le está asignado principalmente el rol del crecimiento y la formación del follaje, frenando asimismo los procesos de maduración para dar tiempo a que la planta se fortalezca creciendo. Sin embargo un exceso de nitrógeno produce en abundancia órganos débiles que, por su tamaño anormal, no han tenido tiempo de fortalecerse. A su vez, el déficit de nitrógeno origina hojas amarillentas e imperfectas.

Potasio.- (factor de crecimiento).

Se sabe que los hidratos de carbono de capital importancia en el metabolismo de las plantas, sólo pueden formarse con la presencia de suficiente cantidad de potasio. El potasio figura formando compuestos tales como el sulfato de potasio. Cuando en la solución nutritiva

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todos los que de una manera u otra han contribuido a hacer posible este trabajo.

Al Doctor Maxwell Bentley, por su magisterio científico; al Doctor Aurelio Reyes Castellanos, que con su ejemplo y dedicación frente al proyecto hidropónico del ISSSTE influyó decisivamente en el perfil de esta tesis. Al Instituto Nacional del Consumidor en la persona del Ing. Luis Juárez Suárez, Subdirector de dicho organismo, por su vehemente inquietud, apoyo al proyecto y amplia cooperación; al D.I. Arq. Antonio Ortiz Certucha, maestro, amigo y asesor de tesis, por su comprensión y dedicación; a su vez agradezco a la Unidad Académica de Diseño Industrial de la Universidad Nacional Autónoma de México por el carácter de su formación académica, intelectual y práctica; a mis maestros por los conocimientos ver

tidos a todo lo largo de la carrera; a mis compañeros por su amistad y a la silenciosa y dedicada labor del trabajador universitario, quien todos los días, hizo posible el trabajo de los que a las aulas llegamos.

Por último, hago extensivo mi agradecimiento a todos aquellos que en el ámbito familiar apoyan mis ideas y comparten mis realizaciones, a Tina, a Gladys, Betito, Tenoch, Chabuquita, Betito y en especial a Cuauhtémoc y Xochitl por su comprensión, amistad y solidaridad.

existe déficit de potasio, la planta no puede elaborar el almidón y aunque se le proporciona algún hidrato de carbono (azúcar por ejemplo), no se forman las proteínas correspondientes. Cuando las plantas se desarrollan con escasez de potasio producen mucho menos materia seca. Normalmente se encuentra gran concentración de potasio en los brotes de crecimiento y el déficit de este elemento vuelve precaria la división celular. Sin embargo, en estos casos, el crecimiento prosigue haciéndose a expensas del alargamiento de las células, de lo que resultan ramas débiles. El potasio puede ser substituído eventualmente por sodio. La eficiencia de éste último es menor que el potasio en la formación del aceite vegetal y de algunas proteínas.

Fósforo.- (factor de reproducción).

Se ha comprobado que el fósforo (figura integrando sales de fosfato), emigra siempre de las partes viejas de la planta a los brotes de crecimiento y las semillas en formación. Es un importante constituyente de las nucleoproteínas y a su vez participa en la división celular y en el crecimiento, el déficit de fósforo da lugar a que se acumule sustancia grasosa en las células; también dificulta la transformación de los almidones en hidratos de carbono, solubles en agua y da lugar a espesa

mientos en los tabiques de separación de las células, dificultando el crecimiento. El fósforo se localiza preferentemente en el núcleo, especialmente en los frutos y semillas.

Calcio.- (factor de neutralización).

Existe una relación bien definida entre la cantidad de calcio y la cantidad de nitrógeno que necesita una planta. Como ésta consume gran cantidad de nitrógeno, forma también gran cantidad de proteínas lo que entraña mayor producción de ácido oxálico y otros ácidos, que a su vez requieren mayor cantidad de calcio para neutralizar el exceso de acidez. Además la ausencia de calcio produce elevada acumulación de almidón, dando lugar a que las paredes celulares se formen imperfectas. El calcio evita la toxicidad por exceso de sodio y de magnesio. El calcio figura como nitrato de calcio, etc.

Magnesio.- (factor clorofílico de resistencia).

Es uno de los principales constituyentes de la clorofila cuya importancia es capital en la vida vegetal. El déficit de magnesio dificulta la formación del pigmento clorofílico de color verde. En este caso las hojas

aparecen pálidas, amarillentas, propio de las hojas marchitas prematuramente, a esto se le denomina clorosis.

El magnesio actúa como vehículo del fósforo por esta causa abunda como el primero, particularmente en los brotes. Contribuye a la formación de aceites vegetales, abundando en semillas, como en las hojas más que en el resto de la planta. Figura integrando varias sales, por ejemplo: Sulfato de magnesio.

El magnesio figura en estado de sulfato y está distribuido en toda la planta. Muy a menudo las semillas acumulan suficiente cantidad de este elemento como para abastecerse durante el período de germinación.

Cuando las plantas están privadas de magnesio no producen clorofila ni semillas. Es un elemento de resistencia contra las enfermedades más comunes que afectan a los vegetales vivos.

Azufre.- (factor de asociación).

El azufre se encuentra distribuido casi uniformemente en la totalidad de la planta. Es esencial para la formación de las proteínas. Figura formando sales de sulfatos. Su déficit reduce fundamentalmente el crecimiento, aunque aumenta el desarrollo de las raíces. Si bien es

cierto que no integra directamente la clorofila, su ausencia impide la formación de la misma, es decir, que actúa por acción o presencia catalítica. Aunque no se ha podido comprobar la relación directa que pueda existir entre el azufre y el nitrógeno, resulta siempre evidente que los sulfatos aumentan el contenido de nitrógeno de las plantas.

Hierro.- (factor catalítico).

Como factor de crecimiento el hierro es insustituible. Figura formando diversos compuestos férricos de sulfatos. Sin hierro las plantas no crecen. No obstante, las pequeñas proporciones que éstas absorben, el hierro se distribuye uniformemente en raíces, tallos, hojas, flores y frutos con la particularidad de que no todo él se encuentra en estado soluble. Sin hierro tampoco hay clorofila, pero lo curioso es que ésta no lo contiene, como en el caso del azufre. Las plantas que poseen suficiente hierro y son privadas de él, repentinamente muestran clorosis sólo en las hojas nuevas y presentan un marcado contraste entre el follaje nuevo y el antiguo, lo que indicaría que el hierro se encuentra fijo sin poder movilizarse de un sitio a otro en el interior de la planta. Las hojas privadas de hierro comienzan a morir por el extremo, en lugar de hacerlo por la base, como las que carecen de nitrógeno.

Boro.- (fijador del nitrógeno).

Es indispensable para el crecimiento vegetal, pero debe emplearse en cantidades ínfimas para que no resulte tóxico. (Figura formando boratos o ácido bórico). Las leguminosas necesitan mayor cantidad de boro que otras plantas, porque este elemento parece ayudar al proceso de fijación del nitrógeno. Es insustituible durante toda la vida de la planta. El déficit de boro motiva que las células de los brotes en crecimiento dejen de dividirse y que las hojas jóvenes mueran desde su base de implantación.

Zinc.- (¿factor catalítico?)

No se conoce bien su función, pero se admite que contribuye al proceso de fijación del nitrógeno. Cuando está en déficit las plantas crecen con cierta languidez. Parece ser un elemento que actúa por acción de presencia a la manera del hierro, acelerando las diversas reacciones biológicas. Es tóxico a poco que esté presente en proporciones que no sean mínimas. Figura formando sulfato de zinc.

Cobre.- (¿factor catalítico?)

Figura en el estado de sulfato de cobre. Pueden hacerse extensivas a este elemento las consideraciones referidas al zinc, con el agregado de que sirve como vehículo para el oxígeno, contribuyendo a acelerar la respiración de la planta.

El carbono, el hidrógeno y el oxígeno entran en la composición de todos los elementos orgánicos de las plantas y en esta condición forman el 95% de su materia seca. Ya hemos dicho que el carbono procede del anhídrido carbónico del aire siendo absorbido por las hojas. El hidrógeno y el oxígeno proceden en su mayor parte del agua; pero también el segundo es obtenido en cierta proporción del aire atmosférico.

Predominando en las plantas el anhídrido carbónico, se aplica en todo ambiente donde aquéllas se desarrollan, la atmósfera se purifica a favor del hombre cuyos pulmones, como es bien sabido, exhalan el anhídrido carbónico proveniente de las combustiones internas y que les es nocivo.

Definiciones Químicas.

Los 14 elementos necesarios para el cultivo hidropónico son:

PESO ATOMICO APROX.

(B)	Boro	11
(Ca)	Calcio	40
(C)	Carbono	12
(Cu)	Cobre	64
(H)	Hidrógeno	1
(Fe)	Hierro	56
(Mg)	Magnesio	24
(Mn)	Manganeso	55
(N)	Nitrógeno	14
(O)	Oxígeno	16
(P)	Fósforo	31
(K)	Potasio	39
(S)	Azúfre	32
(Zn)	Zinc	65

Estos catorce elementos se dividen en dos grupos:

	Esenciales	Secundarios
(N)	Nitrógeno	(B) Boro
(Ca)	Calcio	(C) Carbono

(K)	Potasio	(Cu)	Cobre
(S)	Azufre	(H)	Hidrógeno
(Mg)	Magnesio	(Fe)	Hierro
(P)	Fósforo	(Mn)	Manganeso
		(S)	Azúfre
		(Zn)	Zinc

Cada uno de estos elementos se encuentra formando compuestos que dan origen a las fórmulas nutritivas de las sales minerales. Estas sales minerales se pueden obtener en el mercado de dos maneras diferentes:

- a) Sales para uso industrial.
- b) Sales químicamente puras.

Las sales para uso industrial no son químicamente puras; contienen impurezas. En la práctica hidropónica se emplean indistintamente, sin embargo tratándose de instalaciones familiares que no disponen de laboratorio de análisis para controlar el miligramo los productos a emplearse son admitidos los productos de uso industrial aún, cuando este procedimiento sea un tanto empírico, pero los resultados son prácticamente iguales a los productos químicamente puros. Estos últimos se emplean en las grandes instalaciones comerciales con el fin de eli-

minar toda causa de desperdicio y abaratar de este modo los costos de producción.

Los productos de uso industrial que se usan en la hidroponia corriente deben ser los correspondientes a los seis elementos esenciales o mayores; los ocho elementos secundarios se descuentan y figuran en aquéllos al estado de impurezas cuya proporción sobrepasa comunmente el mínimo requerido por las plantas sin estar en exceso.

No todas las sales químicas son solubles en agua pero en hidroponia sólo se utilizan sales solubles en esta sustancia.

Una regla general es que sea cual sea la fórmula adoptada, la solución no deberá tener en último término una concentración en sales superior al 3%, siendo el óptimo entre 1.8 gr. a 2 gr. por ciento de agua. Asegurando esta concentración global, se estará seguro de no quemar las raíces.

Fórmulas químicas para preparar las soluciones nutritivas.

No. 1. De Beckhart y Connors, estación experimental de Nueva Jersey.

Sulfato de amonio $\text{SO}_4 (\text{Na}_2)^2$	30 grs.
Fosfato de potasio $\text{KH}_2 \text{PO}_4$	57 grs.
Sulfato de magnesio (monoóxido)	
$\text{MgSO}_4 \text{H}_2\text{O}$	114 grs.
Nitrato de calcio $\text{Ca} (\text{NH}_2)^2 \text{H}_2\text{O}$	436 grs.
Disolver en 200 lts.	

No. 2 Colegio de Agricultura, Universidad de California.

Nitrato de calcio $\text{Ca} (\text{NH}_2) 2\text{H}_2\text{O}$	90 grs.
Nitrato de potasio NKO	90 grs.
Fosfato ácido de amonio	20 grs.
Sulfato de magnesio $\text{MgSO}_4 \text{H}_2\text{O}$	30 grs.

Para disolver en 400 litros de agua el hierro en forma de solución de tártaro de hierro a 0.5% a razón de 5 cc por cada 400 cc de la solución principal, aproximadamente dos veces por semana o atendiendo a la mitad de las plantas. El sulfato de hierro puede también ser empleado en la misma proporción. No obstante es preferible el tártaro.

- b) Manganeso en forma de cloruro de manganeso para obtener una concentración de 0.5 por millón. Mayor concentración puede ser venenosa.
- c) Boro en forma de ácido bórico o borax para obtener 0.5 por millón de solución de Boro (2.5 a 5.0 partes por millón resulta venenoso).
- d) Zinc en forma de sulfato de zinc para obtener 0.05 partes por millón.

No. 3 Recomendada por R. B. Farnham y R.P. White de la estación experimental de Nueva Jersey.

Sulfato amónico	$SO_4 (NH_4)_2$	15 grs.
Fosfato monopotásico	KH_2PO_4	28.5 grs.
Sulfato de magnesio	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	57
Nitrato de calcio	$CA (NA_2)^2$	

Para mejorar el rendimiento de esta fórmula debe variarse su acidez PH 6 a 7 para Rosas, 5.5 a 6.5 para claveles 4.5 a 5.5 para gardenias.

Para 100 litros de agua

No. 4	Fosfato monopotásico KH_2PO_4	60.8 grs.
	Nitrato de calcio $CA (NH_2)^2$	226.0 grs?

Sulfato de magnesio $MgSO_4$. 113.0 grs.

Para 100 Hs de agua idem. especificaciones para
P.A.

No. 5 Recomendada por Robert Withrow de la Univer
sidad de Purdue.

Sulfato de magnesio	$MgSO_4$	26.0 grs.
Superfosfato triple	$(PO_4)_2A_4Ca$	31.0
Nitrato de potasio	NO_5K	88.0
Sulfato amónico	$SO_4(NH_2)^2$	

Para 100 lts. de agua.

No. 6 Sulfato de magnesio Anhídrido 50 mg.

		6.5 grs.
Superfosfato triple	$(PO_4)_2A_4Ca$	15.5 grs.
Nitrato de potasio	NO_3K	110.0
Sulfato de calcio	SO_4Ca	76.0
Sulfato amónico	$SO_4(NH_2)^2$	14.0

No. 7

Sulfato de magnesio anhídrido	SO_4Mg	52.0 grs.
Superfosfato triple	$(PO_4)_2A_4Ca$	62 grs.

Nitrato de potasio	NO_3K	66 grs.
Nitrato de calcio	$(\text{NO}_3)_2 \text{Ca}$	42 grs.
Sulfato amónico	$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$	

Para 100 lts. de agua.

No. 8

Sulfato de magnesio anhídrido	SO_4Mg	6.5 grs.
Superfosfato débil	$(\text{PO}_4)_2 \text{A}_4\text{Ca}$	15.5 grs.
Nitrato de potasio	NO_3K	66.0 grs.
Nitrato de calcio	$(\text{NO}_3)_2 \text{Ca}$	72.0 grs.
Sulfato amónico	$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$	7.0 grs.

No. 9 Fórmula procedente de la estación experimen
tal de Ohio.

Nitrato de potasio	NO_3K	61 grs.
Sulfato Amónico	$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$	11 grs.
Sulfato de magnesio	SO_4Mg	51 grs.
Sulfato monocálcico	$(\text{PO}_4)_2 \text{A}_4\text{Ca}$	28 grs.
Sulfato de calcio	SO_4Ca	122 grs.

No. 10

Nitrato de potasio	NO_4K	67.2 grs.
Sulfato amónico	$\text{SO}_4(\text{NA}_4)2$	17.0 grs.
Sulfato de magnesio	SO_4Mg	5.6 grs.
Fosfato monocalcico	$(\text{PO}_4)2 \text{A}_4\text{Ca}$	11.2 grs.
Nitrato de calcio	$(\text{NO}_3)2 \text{Ca}$	11.2 grs.

Agregar 1 cc de solución de sulfato ferroso al 0.5% y 20 cc de solución de sulfato de magnesio al 1%.

No. 11 Fórmula original de H. Hill y M.B. Davis de la granja experimental Central de Ottawa; Ontario; Canadá, especialmente recomendada para el cultivo de crisantemos, pero de resultados generales muy buenos.

Sulfato de magnesio	SO_4Mg	125 grs.
Fosfato monopotásico	$\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$	67 grs.
Cloruro de calcio	Ca_2Cl	138 grs.
Nitrato de Potasio	NO_3K	150 grs.
Nitrato amónico	$\text{NO}_3(\text{NA}_4)2$	338 grs.

Para 100 lts. de agua.

Fórmula técnica de Matlin

Constituyen un grupo de tres fórmulas, destinadas a realizar cultivos en los que se controla rigurosamente el estado de la solución con el objeto de que las plantas dispongan estrictamente de los elementos necesarios, y puedan apreciarse en su desarrollo los efectos de las variantes que el hidrocultor realiza de propia iniciativa para obtener cualidades novedosas en los polares de las flores y en la consistencia y calidad de las frutas, etc. También se aconseja esta fórmula para las experiencias de orden científico botánico.

El empleo de la misma requiere que se utilicen sustancias químicas puras, desechándose por lo tanto las de uso industrial. Las tres fórmulas complementarias se titulan A, B y C.

Solución A:

Nitrato de potasio	KNO_3	60.04 grs.
Nitrato de calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	45.04 grs.
Sulfato de magnesio	Mg SO_4	22.68 grs.
Fosfato ácido de potasio	KH_2PO_4	22.68 grs.

Para disolver en 100 Lts. de agua.

Si los recipientes de cultivo son de menor capacidad, puede conservarse el que no se emplea de inmediato, pero para esto se aconseja disolver por separado cada ingrediente en botellas de medio litro de agua, utilizándose se a medida que se necesite reponer la solución.

Solución B:

Nitrato de manganeso	$Mn(NO_3)_2$	5.40 grs.
Sulfato de zinc	$ZnSO_4$	0.44 grs.
Sulfato de cobre	$CuSO_4 \cdot H_2O$	0.005
Potasio iodado	KI	0.04
Acido Bórico	H_3BO_3	0.20

Disuélvase cada ingrediente en un litro de agua con excepción del ácido bórico. De esta solución utilícese 50 cc por cada 94 litros de la solución, a la que serán agregados semanalmente comenzando desde la tercera semana de iniciado el cultivo. Igual cantidad se agrega de la solución de ácido bórico, que deberá ser conservada en botella aparte.

Solución C:

Nitrato férrico	$\text{Fe} (\text{NO}_3)_3$	8.00 grs.
Acido cítrico C.P.	$\text{C}_6 \text{A}_8 \text{O}_7$	25.00 grs.
Hidróxido de calcio	$\text{Ca} (\text{OH})_2$	22.68 grs.

El nitrato férrico será disuelto en un litro de agua. Cada semana, desde el principio, se agregará a la solución de cultivo 100 cc o con más frecuencia para conservar las hojas verdes.

El ácido cítrico se disuelve en 200 cc de agua y deberá usarse de esa solución agregando gotas de la misma solución de cultivo para mantener el debido de acidez de la misma.

El hidróxido de calcio se disuelve en un litro de agua. Se le empleará excepcionalmente, cuando se constata que la solución de cultivo está demasiado ácida lo que perjudicaría ciertas plantas.

Nota:

La anterior triple fórmula de Matlin, está destinada a ser empleada cuando se trata de aguas fluviales, que comunmente poseen una buena proporción de sales de calcio y magnesio, lo mismo que muchas aguas de pozo.

Para el caso de disponerse agua pura de lluvia, que no contiene aquellos minerales, es más conveniente sustituir la solución por la siguiente que ofrece ligeras variantes:

Solución A:

Nitrato de potasio	KHO_3	85.00 grs.
Fosfato ácido de calcio	$\text{Ca} (\text{A}_2\text{PO}_4)_2$	17.00 grs.
Nitrato de calcio	$\text{Ca} (\text{NO}_3)_2$	70.88 grs.
Sulfato de manganeso	MgSO_4	22.68 grs.

Para disolver en 100 litros de agua.

Acidez y alcalinidad de las soluciones.

El punto inmediato a considerar es el grado de acidez o alcalinidad que deben poseer las soluciones nutritivas para satisfacer las exigencias de las diversas especies de plantas.

Está comprobado que el grado de acidez o alcalinidad de la solución empleada tiene gran influencia en los resultados y que, si bien al adoptar una de las fórmulas expuestas se sobreentiende que prácticamente queda asegurado el punto aproximado de acidez o alcalinidad más conveniente, es importante saber cómo pueden expresarse esas condiciones, qué significan y el modo de modificarlas.

Uno de los factores más importantes en químicocultura vegetal, es el de mantener la debida acidez o alcalinidad. A veces, el fracaso es debido a ese factor, pero con un poco de afinación puede ser remediado fácilmente. Si nuestra solución nutritiva resulta demasiado ácida, puede corregirse añadiendo una sustancia alcalina y si resulta demasiado alcalina puede corregirse añadiendo una sustancia ácida.

¿Qué se entiende por pH?

El término empleado para expresar el grado de acidez o alcalinidad de una solución es su pH. La escala varía del pH0 al pH14.

Las soluciones con pH 4 ó 9, no deben emplearse para la producción vegetal, porque las primeras son demasiado ácidas y las segundas demasiado alcalinas. Una solución en pH7 es neutra; si el pH es inferior a 7 corresponde a acidez; si es superior a 7 corresponde a alcalinidad. Una escala aproximada de apreciación del pH, suficiente a nuestro objeto, puede ser la siguiente:

pH	4	muy ácida
pH	5	moderadamente ácida

pH	6	ligeramente ácida
pH	7	neutra
pH	8	ligeramente alcalina
pH	9	moderadamente alcalina
pH	10	muy alcalina

La variabilidad del pH, está determinada por los elementos químicos compuestos que figuran o integran las fórmulas. Así el sulfato de magnesio es una sal alcalina, el ácido bórico es un compuesto ácido, los ácidos son neutros. En último término la solución resultará con un determinado pH de acuerdo a los porcentajes de los productos químicos, ácidos, alcalinos o neutros que la integran.

Cómo se aprecia la acidez o la alcalinidad.

Existen procedimientos físicos y químicos para establecer con absoluta precisión el pH. Esto exige técnicas especiales que no pueden estar al alcance de quienes no poseen una práctica técnica.

Para nuestros fines podemos echar mano de un recurso económico y simple que mediante un poco de prácti-

ca permite apreciar el pH con suficiente aproximación. Como único elemento se requiere de un papel tornasol azul o rosado especialmente elaborado y que venden los comercios de material para laboratorios de análisis. Generalmente se ofrecen en tabletas o tirillas de papel azul o rosado.

Su empleo es muy sencillo. Si sumergimos por uno de sus extremos una tirilla de papel azul o rosado en la solución nutritiva pueden ocurrir dos cosas:

PAPEL TORNASOL	REACCION ACIDA	REACCION ALCALINA	REACCION NEUTRA
1. Rosado	no se modifica	vira al azul	no se modifica
2. Azul	vira al rosado	no se modifica	no se modifica

Si el color azul vira al rosado es porque la solución nutritiva posee una reacción ácida y si el rosado vira al azul la reacción es alcalina.

En resumen el viraje al azul corresponde a alcalinidad y el viraje al rosado a acidez, si no cambia de color es neutra.

Algunos cultivadores de E.E.U.U., desechan el papel tornasol porque no lo consideran suficientemente sensitivo. Para mediciones más exigentes se aconseja el papel nitrazine, preparado por "E.R. Squildo & Sons de Brooklyn, N Y Otra firma, la "Co. La Motte Chemical Products" de Baltimore ofrece preparada y con instrucciones pertinentes, una solución de Nitrazine; igualmente un analizador "Teskit" y una placa de color que permite determinar con sencillez, rapidez y exactitud, la condición pH con 0.1 grado de precisión.

Cuando la solución contiene mucho álcali puede obtenerse el punto deseado agrupando unas gotas de cualquiera de estos ácidos

- Acido sulfúrico
- Acido fosfórico
- Acido nítrico
- Acido cítrico.

Diferidos en agua el décimo o vigésimo. Por el contrario, para combatir el exceso de ácido en la solución, se incorpora a ésta una solución que puede ser de:

- Carbonato de calcio

- Hidrato de sodio.

En ambos casos se procederá al tanteo controlando cuidadosamente para no excederse.

La mayoría de las plantas prefieren cierto grado muy atenuado de acidez, muy pocas toleran la alcalinidad, generalmente el óptimo es pH 6.5, es decir ligeramente ácida.

pH aprox. para diferentes plantas.

4.5	hasta	5.5	papa dulce
"	"	"	camelia
"	"	"	gardenia
"	"	"	everlasting pearl
"	"	"	rosas
"	"	"	orquideas
5.5	hasta	6.0	cacahuate
"	"	"	clavel
"	"	"	dalias

"	"	"	guisante de olor
"	"	"	melones
"	"	"	nabo
"	"	"	menta
"	"	"	sandía
"	"	"	tomates

6.7 hasta 7.0

alhelp	apio
repollo	adormidera (amapola)
espinaca	azafrán
fríjol	betabel
fresas (*)	begonia
geranio	limón
gladiolas	maíz
girasol	coliflor
habas	chícharos
girasol	chile
rábanos	cebolla
tabaco	espárrago

zanahoria

nabo

violetas

naranja

tulipanes

pH 7 hasta 7.5

alfalfa

ciruelos

peras

algodón

calabazas

papas (**)

avena

durazno

papaya

cebada

frambuesa

trigo

cerezas

grosellero

uva crespá

clavo de especie

manzana

vid

cañamero

melones

pepinos

VENTAJAS DEL MATERIAL DE SUSTENTACION CONSTITUIDO
POR MEDIO SUAVE INERTE.

1. No reacciona con la solución lo que elimina los materiales calcáreos y hace adoptar arena, los pedregullos o materiales cilíceos.
2. Retener suficiente solución para evitar el secamiento de las raíces.
3. No presenta aristas agudas para evitar que las raíces se lastimen al hacer los repicados.

La profundidad mayor es de 30 cm y el largo ad-libitum de acuerdo con la importancia de la instalación.

Nota:

En las instalaciones debe evitarse el uso de alquitrán de hulla por su toxicidad. Si se emplea tubería de metal, ésta deberá ser de hierro negro no siendo apta la cañería galvanizada por su contenido de zinc.

En el manejo y preparación de las soluciones nutritivas deben contemplarse imprescindiblemente ciertos factores:

1. Cualquiera que sea la fórmula adoptada, la concentración nunca debe ser mayor de 3 gr por ciento de agua,

considerándose como óptimo la de 2 gr %. De este modo se evitará irritar las raíces.

2. La acidez conviene mantenerla en el pH ya estudiado.
3. Al adoptar determinada fórmula o realizarse en ellas las variantes que cada uno crea oportuno, ha de tenerse en cuenta la necesidad de que figuren los 14 elementos ya ennumerados, en particular los seis esenciales.

CONSEJOS SUPLEMENTARIOS.

- Para evitar las numerosas pesadas que implica el dosaje de las sales, preparar una solución madre concentrada, multiplicando por ejemplo, las concentraciones por litro indicadas en las fórmulas, por 50 para los elementos mayores o esenciales. Así, bastará agregar 20 cc de esta solución madre por litro de agua para obtener la solución nutritiva a emplearse.
- Los elementos o elementos menores, entran en juego en cantidades mínimas, están ya presentes en el estado de trazos e impurezas en las sales de la solución presidente, siempre que ésta haya sido preparada con sales de uso industrial.
- En el caso de haber adoptado una fórmula con elemen-

tos esenciales químicamente puros, conviene disolver aparte, en un litro de agua:

- 15 grs. de ácido bórico.
- 15 grs. de sulfato de manganeso cristalizado.
- 5.5 grs. de sulfato de cobre cristalizado.

Agregar 1 cc de esta preparación por cada 10 lts de la solución nutritiva ya preparada con los 6 elementos esenciales.

Además, por separado pueden agregarse 10 mg de sulfato de hierro por litro de solución esencial y ácido necesario para que la acidez o pH sea correcto.

Con relación a esto último procédase como sigue:

- Determinese por ejemplo por adición de ácido sulfúrico con una pipeta o probeta graduada y controlando con un cuenta gotas, gota a gota, la evolución de la acidificación por medio del papel tornasol. Si se deduce por ejemplo que hacen falta 0.20 cc de ácido para obtener el pH deseado, prepárese una solución al 20% agregando 20 cc de ácido a 1 lt de agua.
- En cuanto al sulfato de hierro, prepárese una solución aparte a razón de 10 grs en un litro de agua y

de ella empléase un centímetro cúbico por litro de la solución nutritiva.

- Finalmente para preparar la mezcla inicial de la solución nutritiva al principiar los cultivos, agréguese las soluciones ya preparadas como acaba de ser especificado en el siguiente orden al recipiente de cultivo:

1. Hierro y ácido.
2. Solución con las sales principales.
3. Oligo-elementos.

Otras consideraciones.

En el curso del cultivo, deben ser compensadas las pérdidas de agua por evaporación natural y utilización, agregando para ello la cantidad necesaria con el fin de restablecer el nivel.

Corrija la alcalinización y la insolubilización del hierro, siempre posibles, aportando después del pH las dosis convenientes del hierro y de ácido. Lo anterior se aconseja porque en el transcurso del cultivo además de empobrecerse la solución de elementos nutritivos, puede perder el necesario grado de acidez y alcalinizarse, en cuyo ca

so el hierro que es soluble tan solo en medio ácido tiene tendencias a precipitarse, formando un segmento insoluble que las plantas no podrán absorber, viéndose privadas de un elemento que les es muy necesario. Prácticamente se obtiene la normalización agregando cada 3 ó 4 días, la mitad de las dosis iniciales que hemos aconsejado o sea, 0.5 cc por litro de solución nutritiva en el recipiente de cultivo.

En E.E.U.U., es ya costumbre aprovechar las soluciones empobrecidas como riego fertilizante de los cultivos de tierra. Esto es útil para quienes realizan como profesionales o como simples aficionados, ambos sistemas simultáneamente.

Desechos y reposición de las soluciones.

Muchos investigadores han aconsejado el sistema de preparar una solución nueva frecuentemente y desechar la solución vieja. Sin embargo, esto es antieconómico e innecesario comercialmente hablando, pero justificable cuando se trata de cultivos familiares, aficionados o sólo cuando se trata de cultivos destinados a investigación científica muy rigurosa.

Desde luego que para obtener el grado de conservación o concentración de sales que mantiene la solución al calor

de un plazo de cultivo, se necesita la realización de aná lisis tal como se hace en las grandes instalaciones comer ciales. No disponiéndose de este recurso, como puede ser el caso de aficionados sin conocimientos y prácticas de química, puede saberse con bastante aproximación si la so lución se ha empobrecido inconvenientemente guiándose por los síntomas y signos de las plantas. Esta sintomatología con un poco de experiencia y espíritu de conservación cons tituye la base de un control útil.

¿Por qué hemos de despreciar una mayor o menor cantidad de excelente nitrógeno o potasio no utilizados, cuando puede darse a la solución la debida concentración añadiendo una pequeña cantidad de los productos gastados?

Algunas reducciones aplicables a los cultivos comerciales son extensivas en los cultivos realizados por quienes no disponen de laboratorio químico, prescindiendo éste y guiándose en la forma que hemos mencionado.

Al principio de un cultivo con solución nueva, se ana lizaba la solución diariamente, pero comprobaron que las soluciones resultaban tan pequeñas que no necesitaban efec tuar agregados.

Muchas veces el déficit o exceso de algunos elementos es ya algo apreciable, pero las plantas muestran signos

que sirven de gufa.

En verano las plantas consumen aproximadamente la tercera parte de nitrógeno y la mitad más o menos del fósforo.

Esto puede dar lugar a que algunos elementos sobrantes de la desintegración molecular se precipiten en el recipiente o en el medio de cultivo dando lugar a impurezas. Sin embargo, lo anterior es excepcional. En efecto puede haber efectivamente algún seguimiento pero éste no es tan grande como podría imaginarse. De todos modos puede convenir en algunos casos, utilizar la misma solución sin renovación total durante el largo período de un año porque el factor que regula el tiempo que debe utilizarse en la misma solución no es ciertamente relativo a los precipitados, las impurezas y la debilitación de la solución.

Observando el follaje con frecuencia, comprobando el aspecto general de las plantas, se puede afinar en el sentido práctico y llegar a dominar con eficiencia el control en las variantes de la solución.

Lo esencial es mantener cubiertas todas las necesidades alimenticias de las plantas.

Es comprensible que si se desea llevar a cabo los cultivos con un rigorismo científico también el control tiene

que ser riguroso.

Veamos lo que ocurre con los rosales y los claveles con relación a dos de los elementos químicos que les son necesarios. A las rosas se les puede dar en todo tiempo tanto nitrógeno como puedan utilizar, sin almacenarlo en las hojas.⁶ Si por medio de un análisis químico se comprueba que existen indicios de nitrógeno en la base del pecíolo de una hoja joven, ello significa que se está dando demasiado nitrógeno. Si se estuviera empleando demasiado potasio el follaje y los tallos viejos se hacen quebradizos; si el exceso continúa los órganos pueden volverse tan quebradizos que las hojas se desprenden al menor contacto.

En estos casos la hidroponia constituye el medio más eficaz para el estudio de la dietética y el metabolismo de las plantas en sus más íntimos aspectos. Por lo tanto lo menos difícil es establecer el debido equilibrio entre el nitrógeno y el potasio.

Equilibrio entre nitrógeno y potasio.

La fragilidad en las plantas acusa el equilibrio entre ambos elementos. En la práctica se procura en lo posible aumentando el nitrógeno, disminuyendo el potasio o haciendo ambas cosas a la vez. El equilibrio mencionado no quiere decir que deba mantenerse en todo tiempo una rela-

ción de uno a uno o de tres a uno, por ejemplo: significa simplemente que los efectos del nitrógeno y del potasio se contrarrestan, y que debe mantenerse la debida relación entre ellos.

Esta relación varía con la calidad y la cantidad de la luz de que disponga la planta. A un rosal le puede beneficiar en verano una solución que contenga, por ejemplo, 45 de nitrógeno y vegetará en mejores condiciones cuando la solución nutritiva contenga 17 de potasio (si bien esta cantidad debe reducirse, por ejemplo a 8 ó 9 cuando la planta dispone de buena cantidad de luz solar. En cambio en invierno la planta se desarrollará mejor si el nitrógeno se reduce a 10 y el potasio se aumenta a 80 o más en tiempo nublado prolongado en días solares cortos.

Los análisis frecuentes de las soluciones nutritivas han demostrado que en una semana absorben las plantas la tercera parte del nitrógeno, sin que aparezcan nitratos en las hojas. Esto prueba que el nitrógeno no se está almacenando en las hojas. Durante los cortos días de mediados de invierno, si se conserva la solución nutritiva con una concentración por ejemplo de 10 de nitrógeno, sólo extraerán las plantas cantidades muy pequeñas sin que sea preciso añadir a la solución nutritiva en el recipiente de cultivo nuevas cantidades de nitrógeno. En cambio si

se mantiene la solución de potasio durante el mismo periodo en 45 por ejemplo, se comprueba que es absorbida en una semana la cuarta parte de este elemento. Si las plantas consumen mayores cantidades de potasio, debe aumentarse la concentración de las sales potásicas, sabiendo de ante mano que pueden resistir altas concentraciones durante los días invernales del tiempo sombreado o poco soleado. El análisis de las hojas del clavel siempre revela la presencia de nitrato. El hecho de que las plantas estén absorbiendo un exceso de nitrógeno se aprecia por la blancura y debilidad de los tallos a diferencia de los rosales. El exceso de potasio en los claveles se aprecia del mismo modo, los tallos se hacen tan quebradizos que se rompen por los entrenudos al menor contacto. Si se observan los síntomas de los claveles se puede regular fácilmente la solución nutritiva. Como se deduce, los claveles y las rosas son de un modo general muy similares en sus exigencias de estos elementos, ambas plantas necesitan en invierno una pequeña cantidad de nitrógeno y gran cantidad en verano, tanto una como otra variedad necesitan mucho nitrógeno y poco potasio. La proporción aproximada de uno a otro debe ser la siguiente:

- a) Para 40 de nitrógeno sólo de 8 a 9 de potasio en verano.
- b) En invierno la proporción debe ser para 10 a 15

de nitrógeno, 40 a 60 de potasio. La mayor parte de las otras especies y variedades de plantas requieren proporciones similares de nitrógeno y potasio, es decir:

- En verano mucho nitrógeno y poco potasio.
- En invierno mucho potasio y poco nitrógeno.

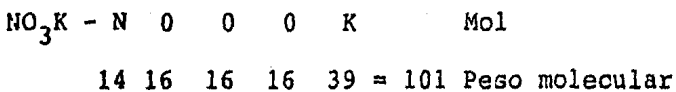
EL PERIODO MAS RIGUROSO PARA CONTROLAR LAS SOLUCIONES
NUTRITIVAS.

Para desarrollar con éxito un cultivo hidropónico es útil el conocimiento elemental de algunos principios fundamentales de la química, en particular cuando se trata de hacer rendir los cultivos comerciales.

No todas las sales son solubles en agua como ya lo establecimos, pero en hidroponía sólo se usan las sales solubles. Al establecer las fórmulas químicas se adopta una medida tipo de la cantidad de cada sal u otra substancia que existe en la solución, con el fin de poder establecer su concentración. Para ello se ha ideado lo que se llama la "solución molar". Una solución molar se prepara disolviendo en agua el peso molecular en gramos del compuesto, diluyendo la solución hasta completar el litro.

El peso molecular de una substancia expresada en gramos se llama "mol". Por ejemplo para obtener la solución molecular de nitrato de potasio puro (NO_3K) debemos conocer su peso molecular.

Así:



Por lo tanto si disolvemos 101 gr de nitrato de potasio puro, lo que es lo mismo un mol de esta sal en una pequeña cantidad de agua y después le añadimos el agua necesaria para completar un litro, habremos obtenido la solución molar de nitrato de potasio. Esta solución es demasiado fuerte para las plantas y por ello se le atribuye al milésimo (1: mil), obteniéndose la "solución milimolar". Disolviendo un mol (101 grs) de nitrato de potasio en mil litros de agua resulta la solución milimolar de esta sal.

Ahora bien, como muchos de los compuestos o sales que se usan en hidroponia no son puros, se deben efectuar ciertos cálculos para preparar las soluciones nutritivas. Para ello es preciso conocer los integrantes de estas sales impuras, de lo contrario el cálculo molar nos conduciría a resultados apropiados.

Con el fin de orientar mejor, se expone mas adelante la composición de las sales compuestas impuras más frecuentemente ofrecidas por el comercio de la química industrial.

Tenemos que calcular el peso exacto de cada una de las sales que han de integrar la fórmula de solución nutritiva elegida, de acuerdo a la capacidad de los recipientes de cultivo. Pongamos por caso que estos tengan una capaci

dad de 1,300 litros y supongamos que vamos a preparar la solución nutritiva de acuerdo con la siguiente fórmula:

Nitrato de calcio	$(\text{NO}_3)_2 \text{Ca}$	6 milimoles
Nitrato de potasio	NO_3K	8 milimoles
Sulfato de magnesio	SO_4Mg	2 milimoles
Superfosfato doble	$(\text{PO}_4)_2 \text{H}_4 \text{Ca}$	2 milimoles

Supongamos que el nitrato de calcio utilizado tiene una pureza del 90% y que se necesitan 180 grs. para preparar 1000 litros de la solución milimolar. Se necesitan pues, 6 veces más o sea 1 080 grs. para preparar 100 de solución que tengan los 6 milimoles por litro requeridos para la fórmula. Los recipientes admiten 11,300 litros de modo que para una solución 6 veces milimolar necesitamos 12,204 grs. ($1080 \times 11,300 = 12,204$), de nitrato de calcio.

Sabemos que un gramo de un elemento en 1,000 litros de agua equivale a una parte por millón (p p m), de este elemento en la solución. Por la tabla de los pesos atómicos encontramos que el peso atómico del nitrógeno es 14. La fórmula del nitrato de calcio nos dice que hay dos átomos de nitrógeno $-(\text{NO}_3)_2 \text{Ca}-$ por cada molécula.

Como utilizamos 6 moléculas -gramo- (6 moles), al preparar la solución tenemos $(2 \times 14 \times 16) = 168$ p p m de nitrógeno en esta solución.

Después se calcula en fórmula análoga la cantidad de nitrato de potasio que debe ponerse. Supongamos que de acuerdo con el conocimiento de su composición, esta sal tiene una impureza de 95% y que la cantidad correspondiente a un mol es de 110 grs que disueltos en 100 litros dan la solución milimolar. La fórmula contiene 8 milimoles, de modo que el cálculo será:

$$100 \quad \times \quad 8 \quad \times \quad 11.3 \quad = \quad 9.040$$

100 grs x 1000 lts. para 1 milimol.	No. de milimoles de la fórmula	No. de miles de lts del depósito.	grs. para preparar una solu- ción 8 ve- ces mili- molar.
--	-----------------------------------	---	---

Se necesitan por lo tanto 9040 grs de nitrato de potasio para esta parte de la fórmula.

La fórmula del nitrato de potasio es (NO_3K) , es decir, un átomo de potasio y un átomo de nitrógeno en cada molécula. Como el peso de potasio es 39 tenemos $(39 \times 8 = 312 \text{ p p m})$, de potasio.

El peso de nitrógeno es $(14 \times 8 = 112 \text{ p p m})$, de nitrógeno. Teníamos 168 p p m de nitrógeno en el nitrato de

calcio, de modo que en conjunto obtendremos con las dos sales la solución 280 p p m de nitrógeno.

Calculando la idéntica manera y sabiendo por ejemplo que la sal de sulfato de magnesio que vamos a emplear tiene una pureza de 45% y que necesitamos 260 grs para un mol, cantidad que disuelta en 1,000 litros de solución milimolar (1 milimol por litro), el cálculo será:

$260 \times 2 \times 11.3 = 5,876$ gramos de sulfato de magnesio para
suministrar esta parte de la fórmula
lo cual nos dá

$24 \times 2 = 48$ p p m de magnesio.

La cantidad de superfosfato doble se calcula de la misma manera:

$310 \times 2 \times 11.3 = 7,006$ gramos de fosfato monocálsico (PO_4)
 $2 H_4Ca$ en los recipientes de cultivo. Esto da ($2 \times 31 \times 2 = 124$ p p m)
de fósforo.

Destaquemos que los cálculos anteriores permiten preparar en cada caso una tabla que será muy útil al industrial o al aficionado que busca la perfección y ahorra mucho trabajo en el futuro. Preparadas las tablas se obtendrá la fórmula

mula, las p p m de cada elemento principal y la cantidad de gramos que hay que emplear en cada sal para uno o varios tanques de nutrientes de capacidad en solución nutritiva preestablecida.

Cualquiera que sea la fórmula, se adoptará el mismo método de cálculo, para determinar los gramos de cada sal y las p p m de cada elemento. Es conveniente establecer una tabla para cada fórmula y para cada volumen de recipiente incluyendo la tabla una columna con el número de gramos de cada sal necesaria para obtener una p p m en los recipientes de cultivo. Este número se calcula sencillamente dividiendo el número de gramos de la sal requerida por el recipiente entre el número del p p m que da esa cantidad de sal.

En la tabla que damos al final y que puede tomarse como modelo encontramos que 12,200 gramos de $(NO_3)_2$ Ca dan 168 p p m. Por consiguiente $12,204 \div 168 = 72.64$ gramos o lo que prácticamente es lo mismo 73 gramos de calcio que dan un p p m de nitrógeno.

Cuando llega la época del año en que es preciso aumentar el nivel del nitrógeno en 50 p p m bastará multiplicar $73 \times 50 = 3,650$ y habrá que añadir 3,650 gramos de nitrato de calcio para dar el debido equilibrio de la solución.

De modo análogo encontramos que en caso de nitrato de potasio (O_3K), el número de gramos necesarios para obtener un p p m de nitrógeno y para el potasio ($9.944: 312 = 31.87$), o sea 32 gramos de sal para obtener un p p m de potasio (K). Del mismo modo para el sulfato de magnesio (SO_4Mg), tendríamos $5,876: 48 = 112$ ó sea, 112 gramos de sulfato de magnesio para un p p m de magnesio y para el superfosfato doble (PO_4) $2H_4 Ca$ ($7,006: 124 = 56$).

O sea, 56 gramos para obtener 1 p p m de fósforo (P).

Calculadas las cantidades que hay que poner en la solución de acuerdo con la capacidad del recipiente, se procede a pesar aquellas con una buena balanza, que a menos que se esté trabajando en escala experimental rigurosa permita apreciar hasta medio gramo.

Las pesadas deben ser muy exactas y la disolución en el agua cuidadosamente efectuada para que la solución tenga una concentración perfectamente uniforme.

La tabla siguiente es un ejemplo de las que deben establecerse para cada tamaño de recipiente y para cada sal adaptada.

S A L	MILIMOLES	CANTIDAD CO RRESPONDIEN TE A 1 MOL GRAMO	P P M	GRAMOS NECESA RIOS PARA EL DEPOSITO	GRAMOS PARA OBTENIR UN P P
$(NO_3)_2 Ca$	6	180	168 (N)	12,204	73
$NO_3 K$	8	110	312 (K), 112 (N)	9,944	32, 39
$SO_4 Mg$	2	260	48 (Mg)	5,876	122
$(PO_4)_2 H_4 Ca$	2	310	124 (P)	7,006	56

Una alternativa.

Cuando Robert Withsow comenzó hace algunos años sus investigaciones y experiencias sobre el cultivo en soluciones nutritivas, empleó fertilizantes comerciales en lugar de sales químicamente puras que tienen mayor precio. Como ya lo hemos advertido, es indudable que se puedan producir plantas excelentes con fertilizantes como sales de calidad insuperable. Lo importante es que la planta disponga de los elementos esenciales, siendo indiferente su origen. Pero como se ha advertido, las sales de uso industrial y los fertilizantes agrícolas evitan la necesidad de añadir algunos elementos menores u oligoelementos que figuran en aquéllos como impurezas en cantidad suficiente.

El magnesio y el fósforo.

El magnesio y el fósforo son esenciales en todo tiempo.

po para la integración de las sustancias nutritivas, aunque no parece que desempeñan un papel tan importante como el nitrógeno y el potasio en la regulación del crecimiento vegetal. Es admisible mantener las cifras de las fórmulas todo el año. Si se utilizan sales comerciales o fertilizantes agrícolas como el fosfato monocálcico, debe emplearse mayor cantidad cuando se utiliza el superfosfato triple. Estos pueden contener algo de fluor, pero nunca se ha comprobado que sea un perjuicio para las plantas. No obstante, es preferible usar una concentración algo menor cuando se emplea superfosfato y si la planta causa signos de déficit de fósforo y ya se había empleado superfosfato triple, es preferible compensar empleando fosfato monocálcico que contiene, siempre, mayor impureza de fluor.

Como el amonio dificulta la determinación del potasio no conviene emplearlo, sino proporcionar todo el nitrógeno en forma de nitratos cálcicos o potásicos. Si se necesita mayor cantidad de nitrógeno es conveniente no utilizar dos o tres sales nitrogenadas a un tiempo, como el nitrato de calcio, el sulfato amónico y el nitrato de potasio, siendo preferible compensar con una solamente de las tres sales. De este modo, se simplifica el cálculo o apreciación de la concentración. Algunos expertos rechazan el empleo de las sales de amonio opinando que las plantas consumen directamente el amonio, lo cual sería inconveniente; otros admiten que sólo se absorbe el nitrógeno en forma de nitratos, por-

que lleva la ventaja de poder determinarse con más sencillez el potasio de la solución. Además, está comprobado por algunos expertos, que las plantas utilizan el amonio durante los días largos y luminosos del verano y durante los días cortos y sombreados del invierno, el mismo elemento amonio tiene un efecto tóxico sobre el vegetal.

SINTOMAS DE LAS PLANTAS QUE PERMITEN RECONOCER LOS EXCESOS
Y DEFICIENCIAS DE ELEMENTOS NUTRITIVOS DE LAS SOLUCIONES.

1. Los efectos se manifiestan en toda la planta o están localizados en las hojas viejas.

A. Los efectos se manifiestan en toda la planta, aunque con frecuencia se da a conocer amarillez y muerte de las hojas viejas.

1. Follaje verde claro. Planta desmenuada, tallos delgados y muy pocas ramificaciones. Hojas pequeñas, las inferiores de color amarillo más claro que las superiores. La amarillez va seguida de desecación con color castaño claro, generalmente con poca caída de hojas, esto significa deficiencia de nitrógeno.

2. El follaje verde oscuro. Crecimiento retardado. A veces las hojas inferiores amarillean entre los nervios, pero con mayor cantidad toman una coloración purpúrea en el pecíolo.

Las hojas se caen pronto.

(*) Esto significa deficiencia de fósforo.

B. Los efectos se manifiestan generalmente en las hojas más viejas (inferiores).

- 1) Hojas inferiores moteadas, generalmente con manchas necróticas, cerca de la punta y de los márgenes. La amarillez empieza en los márgenes y continúa hacia el centro. Más tarde, los márgenes toman color castaño y se encorvan hacia él en vez, y las hojas viejas se caen.

(*) Esto significa deficiencia de potasio.

- 2) Las hojas inferiores manifiestan clorosis (amarillez), pero no presentan manchas hasta las últimas fases. La clorosis empieza en la punta de las hojas, y se extiende hacia abajo y hacia el interior o a lo largo de los bordes y entre los nervios. Los márgenes de las hojas pueden curvarse hacia arriba, o dar a la hoja el aspecto de arrugado. Rara vez se presenta esta deficiencia en soluciones con un pH 5.5 o más.

(*) Esto significa deficiencia de magnesio.

II. Los efectos están localizados en las hojas nuevas.

A.- La yema terminal permanece viva.

1. Las hojas muestran clorosis (amarillez), entre

los nervios; estos permanecen verdes.

- a) Generalmente no hay manchas necróticas. En los casos extremos, se secan los márgenes de las hojas y estos se caen de las ramas.

(*) Esto significa deficiencia de hierro.

- b) Generalmente hay manchas necróticas, esparcidas sobre la superficie de las hojas.

Aspecto escaqueado producido por los pequeños nervios que permanecen verdes. Caída de las hojas. Las hojas jóvenes se quedan descoloridas, floración deficiente y crecimiento débil.

(*) Esto significa deficiencia de manganeso.

2. Hojas verde claro con los nervios más claros que la superficie adyacente.

Aparición de algunas manchas necróticas. Poca o ninguna desecación de las hojas viejas.

(*) Esto significa deficiencia de azufre.

3. La yema terminal muere.

1. Alteraciones de las hojas jóvenes en la pun

ta y en los márgenes. Las hojas jóvenes quedan a veces definitivamente retorcidas de las puntas.

(*) Esto significa deficiencia de calcio.

ta y en los márgenes. Las hojas jóvenes quedan a veces definitivamente retorcidas de las puntas.

(*) Esto significa deficiencia de calcio.

Se observará que la forma en que está establecida esta clave, requiere distinguir tan sólo entre dos síntomas fácilmente apreciables y así conduce directamente la averiguación de la deficiencia.

Clave descriptiva.

(Universidad de Ohio).

Deficiencia de nitrógeno:

1. Mal desarrollo. Plantas de menor altura. Hojas pequeñas y raquílicas. Planta desmenuada. Entrenudos cortos.
2. Las hojas se vuelven de color verde amarillento y, más tarde, completamente amarillas.
3. Los nervios toman con frecuencia color purpúreo.
4. Las flores son más pequeñas de lo normal.
5. Las raíces toman con frecuencia mayor desarrollo que la parte aérea.

6. La deficiencia se presenta en primer lugar en las hojas inferiores.

Deficiencia de fósforo:

1. Primer período: Las hojas amarillean en los márgenes.

Período avanzado: Muerte y caída gradual de las hojas de la parte inferior de la planta.

2. Desarrollo imperfecto.
3. Sistema radicular deficiente.

Deficiencia de potasio:

1. Amarillez de los márgenes de las hojas en el primer período, seguida de color castaño o la muerte de esas zonas amarillas. Esto da la apariencia de planta chamuzcada.
2. Mas tarde aparecen manchas en los nervios.
3. Las plantas son más susceptibles a los insectos y enfermedades.
4. La deficiencia se presenta en las hojas inferiores.

Deficiencia de hierro:

1. Clorosis, amarillez del follaje.
2. Aparece primero en la parte superior de la planta.
3. Retrazo en el crecimiento.
4. En las últimas faces las hojas cloróticas se queman intensamente. Esto empieza en la punta y los márgenes y se extiende hacia el interior.

Deficiencia de magnesio:

1. Planta desmadrada.
2. Clorosis. Los nervios permanecen verdes, en tanto que las áreas intermedias se vuelven amarillas.
3. Las hojas se arrugan.
4. Esta deficiencia se manifiesta primero en las hojas de la parte inferior de la planta.
5. Hojas pequeñas. El pecíolo de las hojas es corto.
6. En las últimas faces aparecen regiones muertas entre los nervios de las hojas. La aparición de

esas regiones muertas es casi repentina (dentro de un período de 54 horas).

7. La floración se retrasa. Las flores tienen mal olor.

Deficiencia de calcio:

1. Las raíces alimenticias mueren casi todas.
2. La planta muy desmenuada.
3. El extremo de la planta y los extremos de las hojas superiores mueren.

Deficiencia de manganeso:

1. Clorosis. Color verde amarillento entre los nervios y el resto verde oscuro. A diferencia que en el magnesio, la deficiencia se presenta en forma de clorosis en la parte superior de la planta.
2. Plantas algo raquíticas.
3. Las hojas tienden a abarquillarse en los márgenes hacia envés.

Deficiencia de azufre:

1. La deficiencia se manifiesta primero en la parte superior de la planta.
2. Clorosis que difiere de los otros tipos, en que los nervios toman un color amarillo, mientras que el resto de las hojas permanece verde.
3. La planta toma menor altura.
4. En la base de las hojas aparecen manchas púrpuras de tejido muerto.

Sales para corregir deficiencias.

La lectura detenida de las claves anteriores y la observación atenta de las plantas, permitirá al hidrocultor orientarse para saber en cualquier momento qué elemento químico está en déficit en las plantas o cuál está en exceso, pudiendo así efectuar las correcciones necesarias, agregando lo que falta o reduciendo lo que está en exceso.

Para corregir las deficiencias no es necesario emplear gran número de sales. Son suficientes cuatro:

- Nitrato de calcio $(\text{NO}_3)_2 \text{Ca}$
- Nitrato de potasio NO_3K
- Fosfato monocálcico $(\text{PO}_4)_2 \text{H}_4\text{Ca}$
- Sulfato de magnesio $(\text{SO}_4) \text{Mg}$

Estas cuatro sales suministran:

- Nitrógeno
- Potasio
- Fósforo
- Magnesio
- Calcio
- Azufre

Porcentaje de impurezas de las sales y fertilizantes más empleados en hidroponia.

Ya hemos visto en la parte correspondiente al "mé todo más riguroso para controlar las soluciones nutritivas que disolviendo en 1,000 litros de agua un mol (peso molecular en gramos), de una sal obtuvimos la solución milimolar. También se ha indicado que al preparar la fórmula debe hacerse la corrección del mol en razón de las impurezas de la sales. Por ejemplo si se trata del nitrato

to de potasio, NO_3K $\text{K}=39$, $\text{N}=14$, $\text{O}_3=48$ el mol vale 101 grms. En la tabla de impurezas que se dá a continuación observamos que el producto empleado tiene una pureza del 95%. Por lo tanto. 101 es exactamente el 95% de la cantidad que necesitamos para preparar una solución milimolar.

$101 : 95 \times 100 = 106$ y aproximando esta cifra en menos de 10 grs. que es suficiente para nuestros fines obtendremos 110 grs. que es lo que aparece en la tabla.

Los cálculos para las otras sales se realizan de un modo análogo.

Tabla para sales y fertilizantes comerciales empleados en las soluciones nutritivas.

SALES NITROGENADAS	NITROGENO	PUREZA (%)	CANTIDAD CORRESPONDIENTE A UN MOL GRAM
Sulfato amónico	$\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$	94	140
Nitrato amónico	$\text{NO}_3 \text{NH}_4$	98	80
Nitrato sódico	$\text{NO}_3 \text{Na}$	97	90
Nitrato cálcico	$(\text{NO}_3)_2 \text{Ca}$	70 (1)	260
Nitrato cálcico	$(\text{NO}_3)_2 \text{Ca}$	90 (2)	180

F O S F A T O S (3)	P_2O_5 (%)	PUREZA (%)	CANTIDAD CORRESP. A UN MOL - GRAMO
Fosfato monocalcico			
$(PO_4)_2 H_4 Ca H_2O$ (superfosfato doble)	48	75 (1)	310
Fosfato monocalcico			
$(PO_4)_2 H_4 ca H_2O$ (calidad alimenticia)	55	92 (1)	270
Fosfato monopotásico			
$PO_4 H_2 K$		97	140
SALES POTASICAS	$K_2 O$ (%)	PUREZA (%)	CANTIDAD CO- RRESP. A UN MOL - GRAMO
Nitrato potásico NO_3K	44	95	110
Sulfato potásico SO_2K_2	48	90	200
Cloruro potásico Clk	60	95	80
SALES MAGNESICAS		PUREZA %	CANTIDAD CORRESPON- DIENTE A UN MOL - GRAMO
$SO_4 Mg 7 H_2O$ (sal de Epsom comercial)		45 (1)	260
Sulfato de magnesio anhidrido $SO_4 Mg$		92	130

SALES CALCICAS	PUREZA %	CANTIDAD CORRESPON- DIENTE A UN MOL - GRAMO
Cloruro cálcico $C_{12} Ca$	75 (1)	150
Sulfato cálcico $SO_4 Ca$ (yeso)	70 (1)	190

- 1) La pureza está señalada sobre la base de la fórmula indicada.

El agua de cristalización se considera como impureza. Al realizar los cálculos debe emplearse el número molar correspondiente a la sal utilizada para preparar la solución nutritiva.

Por ejemplo se observará que el número molar del sulfato magnésico hidratado (sal de Epsom), es de 260 grs. mientras que el del sulfato magnésico es de 130 grs.

- 2) El nitrato de calcio que se considera aquí, es el de la Synthetic Nitrogen Products Company y tiene una pureza de 90%.
- 3) No figura el fosfato amónico porque suele contener un alto porcentaje de fluor que es nocivo para las plantas.

Es así en la práctica corriente, cuando no se emplean sales químicamente puras. Ya sabemos que utilizando fertilizantes o sales de uso industrial, las cuatro sales mencionadas contienen los restantes elementos en forma de impurezas y generalmente en cantidades suficientes salvo la posible excepción del hierro y el manganeso que en este caso serán compensados utilizando soluciones preparadas en la forma que ya se ha indicado.

EL INVERNACIELO O INVERNADERO

El invernadero está constituido por un espacio cerrado donde se substituyen las condiciones de humedad y temperatura imperantes en el exterior, por aquéllas que son más favorables para el desarrollo óptimo de las plantas. Constituyen un valioso auxiliar en aquéllos hogares donde la temperatura se encuentra por debajo del mínimo, ya sea constantemente o por la noche, dependiendo del área geográfica o la estación de que se trate.

Los cultivos realizados en invernadero son de suma importancia por las siguientes razones:

1. Flores y frutos logrados resultan de mejor calidad a los obtenidos al aire libre.
2. Pueden obtenerse fuera de estación durante todo el año.
3. Al poseer un ambiente controlado muchas especies tropicales, flores, frutos y legumbres, son fácilmente cultivables en todo tiempo.

El invernáculo está constituido generalmente por una estructura y una superficie translúcida que atrapa en su interior los rayos de luz de onda larga, mismos que aumentan la temperatura.

Actualmente existen una serie de materiales que substituyen a la madera y al vidrio, tales como estructura tubular y angular de acero, aluminio y plástico, así como lámina corrugada de fibra de vidrio, lámina lisa de polietileno, etc. La ventaja más importante de estos materiales es su bajo costo, aunque existen ventajas adicionales tales como su bajo peso, impermeabilidad y fácil instalación.

El invernadero puede ser calentado o enfriado con el equipo apropiado por medio de ingeniosas innovaciones del diseño aprovechando, por ejemplo, las cualidades físicas de la conservación de aire. Un mechero bunsen, un bracero de carbón, un ventilador, hasta equipo industrial, como calefactores a gas y líneas de ventilación eléctrica, puede ser utilizado dependiendo de la dimensión del cultivo.

La temperatura interior depende de las especies de plantas que se cultivan. Para la mayoría de las legumbres, espárragos, tomates, lechugas, etc., puede ser alrededor de 18 grados sobre todo en la noche; en el día puede ser de unos 59 grados. Flores como: claveles, lirios, rosas, chícharos de olor, orquídeas, prefieren temperaturas nocturnas entre 10 a 18 grados y diurnas entre 15 y 24 grados. El estado de humedad relativa ambiente conviene que sea aproximadamente de 75%.

Los invernáculos destinados al cultivo hidropónico requieren, en realidad, menos humedad que los cultivos en tierra, debido a que en éste último se emplea demasiada agua para el riego. Esta variación de humedad favorece a muchas de las enfermedades de las plantas como el milden, manchas negras de las rosas, moho de las hojas en las to materas y la roya de los claveles.

Los hidrocultores experimentados saben apreciar si la humedad es conveniente, pero se comprenderá aún sin ser indispensable un pequeño hidrómetro resultará siempre útil. Cuando la humedad es baja se corrige regando siempre el suelo de los pasillos.

EL NITRATO NATURAL DE CHILE

Se considera de interés para la hidroponia ensayar este producto natural utilizado universalmente como fertilizante. Extraído de los yacimientos del suelo Chileno, es considerado un nitrógeno heterogéneo, producto complejo resultante de lentas transformaciones telúricas.

Es soluble en agua y proporciona a los cultivos 16% de nitrógeno nítrico. El nitrato natural potásico del mismo origen contiene de 15% a 15.5% de nitrógeno nítrico y 10% de óxido de potasio, ambos solubles en agua. Contiene además en dosis menores, boro, zinc, cobre, yodo, manganeso y otros elementos en número no menor de treinta, entre los cuales deben incluirse sin duda los oligoelementos que actuarían como elementos catalíticos en el metabolismo de las células vegetales.

NO ES NECESARIO UN GRAN LABORATORIO

Se requiere de poco espacio en una habitación bien ventilada, donde haya agua corriente disponible, para realizar debidamente el análisis de las soluciones nutritivas. Para trabajar de noche es conveniente iluminar con una lámpara eléctrica de 150 vatios de vidrio azul (foco tipo luz de día), teniendo en cuenta que al utilizar los métodos colorimétricos es necesario la luz adecuada. Un recipiente de 20 litros destinado al agua destilada con un orificio en la parte inferior donde se conecta un tubo de goma para dar salida al agua o en su defecto una llave, constituye la instalación esencial.

Como elementos de labor se necesita:

- Una probeta graduada de 100 c c
- Un frasco lavador de medio litro
- 2 ó 3 pipetas de 10 c c
- 2 ó 3 gradillas de madera o metal con tubos de ensayo.
- Una placa de porcelana o loseta blanca con 12 cavidades
- Varios vasos para precipitado

- Matraces o recipientes de 100 c c
- Tubos de ensayo de repuesto
- Embudos de vidrio
- 2 m. de tubo plástico de 6 mm de diámetro
- Estrangulador de tubo plástico
- Papel de filtro
- Papel tornasol azul y rosado
- Frasco para contener reactivos (algunos transparentes y otros de color ambar)
- Algunos frascos cuenta gotas

Como los reactivos son muy baratos es preferible prepararlos con las proporciones necesarias, de este modo, se evita el tener que disponer de una balanza de precisión.

Técnica de laboratorio. En el laboratorio debe existir una imaculada limpieza; especialmente en el material de trabajo, (tubos de ensayo, probetas, etc.). Los productos químicos estarán contenidos en frascos bien tapados.

Todas las medidas han de ser rigurosamente exactas. Así, por ejemplo, cuando se utilizan las pipetas de vidrio o plástico, que deberán ser graduadas exactamente con líneas grabadas horizontalmente en el vidrio, se introduce la punta de la pipeta en el líquido, se aspira con la boca cuidadosamente, haciendo subir el nivel del líquido en el interior de aquella, un par de centímetros más que el punto en que debe de estar al hacer la indicación. Se tapa rápidamente el extremo de la pipeta con el dedo índice para retener la columna del líquido y se saca del interior del frasco. Aflojando un poco el dedo índice el líquido caerá de la pipeta gota a gota y alcanzando el nivel deseado se retendrá en el interior de la pipeta la cantidad necesaria que se lleva al recipiente preciso, dejando caer el líquido con sólo aflojar la obturación del extremo opuesto.

Si se derrama alguna cantidad de un producto químico nunca debe volverse al frasco pues puede estropear el contenido de éste. Una vez usadas las pipetas deben lavarse inmediatamente, bien limpias para no contener rastros del reactivo utilizado anteriormente.

Los tres reactivos para determinar el pH.

A continuación se exponen la preparación de los reactivos precisos para los ensayos del pH de los nitratos. Los tres reactivos cuya preparación exponemos dan resultados satisfactorios en la gama 3.8 a 7.5 lo cual es suficiente para nuestros fines.

Reactivo No. 1. Para prepararlo se disuelve 0.04 grs. de azul de bromotimol (polvo) en 5 cc de alcohol etílico rectificado al 95%; se añade 95 c c de agua destilada y luego gota a gota, solución de 0.2 normal de hidróxido de sodio hasta que la solución tome un color verde amarillento. El reactivo queda así preparado y sirve para valores de pH comprendidos entre 5.8 y 7.5.

Reactivo No. 2. Se disuelve 0.04 grs. de verde de Bromocresol (polvo) en 5 c c de alcohol etílico; se añade 95 c c de agua destilada y se ajusta el reactivo ajustando gota a gota solución 0.2 normal de hidróxido de sodio hasta que el indicador tome un tinte verde amarillento; este indicador sirve para valores de pH entre 3.8 y 5.5.

Reactivo No. 3. Se disuelve 0.04 grs. de rojo de clorofenol en 5 c c de alcohol etílico, se añaden 95 c c de agua destilada; se le ajusta añadiendo, gota a gota

solución 0.2 normal de hidróxido de sodio hasta que tome un color naranja rojizo. Este indicador sirve para valores de pH entre 4.9 y 6.2.

Empleo de los tres reactivos del pH. Se necesita una loseta con excavaciones. Para comprobar la acidez de la solución nutritiva se colocan unas gotas de aquella en tres de las excavaciones de la loseta. En una de ellas se añaden 102 gotas del indicador o reactivo No. 1 (azul de Bromotimol) en otra una o dos gotas del reactivo No. 2 (verde de bromocresol) y en la tercera se añade a la solución nutritiva una o dos gotas del reactivo No. 3 (rojo de clorofenol).

Resultados:

Si el reactivo No. 1 da un color azul bien definido, indica que el pH de la solución nutritiva examinada es de 7.4 o más. Si el color resulta gris azulado el pH es de 7.0; si es verde amarillento el pH es de 6.6; si es amarillo verdoso, el pH es de 6.2, y si es amarillo brillante el pH es de 5.8 o menos. Supuesto el caso de haberse definido un amarillo brillante con el reactivo No. 1, debe recurrirse a la prueba del reactivo No. 2, en la que un color azul bien definido indica un pH de 5.4 ó más pero si

el viraje da un color verde azulado indica un pH de 5.0, si da verde amarillento un pH de 4.6; si da amarillo verdoso, un pH de 4.2 y si da amarillo brillante un pH de 3.8 o menos.

El reactivo No. 3 se emplea excepcionalmente cuando hay interés en lograr una aproximación mayor. En este caso los resultados pueden ser como siguen:

Si el color es rojo definido, el pH es de 6.1 o más. Un color naranja rojizo indica un pH de 5.0; si da verde amarillento un pH 4.6, 5.5; un color naranja amarillento indica un pH 5.2 y un color amarillo bien definido indica un pH de 4.9 o menos.

CULTIVO HIDROPONICO DE HONGOS

Se puede asegurar que el éxito en el cultivo de hongos es seguro, pero a condición de extremar los cuidados y ajustarse a normas exigidas por los apetitosos agaricus que son algo más complejas que las requeridas en el cultivo de otras variedades.

La técnica hidropónica debe crear las condiciones que más se aproximen a las naturales en que se desarrollan los hongos, particularmente en cuanto a su nutrición, buena ventilación, temperatura y atmósfera húmeda. Es muy importante la selección de la variedad de hongos.

Los recipientes deberán tener una altura mínima de 25 cm y la cantidad de superficie que se desee. Se utilizará una solución nutritiva preparada con alguna de las fórmulas que se indican aparte.

La reproducción de los hongos se efectúa con semillas o esporas que son fáciles de encontrar en los comercios del ramo. Los venden en forma de tabletas que serán divididas en trozos pequeños (12 a 15) para sembrarlos a 2 cm. de profundidad y espaciarlos de 20 a 25 cm., también

puede desmenuarse la tableta y esparcirla en toda la superficie haciendo una especie de rastrillado para cubrir. La germinación se efectúa a las dos semanas poco mas o menos y se hace evidente por la aparición de numerosos misellos con aspectos de hilos blancos.

Entre los 30/35 días los hongos comenzarán a dar fruto.

Prácticamente no existe el peligro de cultivar hongos venenosos, puesto que las semillas y esporos se obtienen de comercios especializados que ya han hecho la selección. Es conveniente no obstante, las características en previsión de error.

Los venenosos poseen fuerte coloración amarilla, azulada o roja. Son de duración fugaz de tejido flojo o fibroso, al cortarlos despiden jugo lechoso o colorado, olor desagradable acre y fétido.

Los hongos comestibles son de color gris claro, blanco o crema; se secan sin descomponerse; poseen un pedicelo maciso y consistente; carne consistente sin ser leñosa ni corasea; olor agradable y característico. La especie más recomendable es la del género *Agaricus*.

Para cultivar hongos son preferibles los sitios sombreados; en verano pueden elegirse los sótanos o las galerías donde se hayan corrientes de aire porque si bien conviene una atmósfera renovada, también es indispensable que exista cierto grado de humedad. La temperatura más apropiada es entre los 15/20° C, aunque se admite que sea más alta precisamente para que la evaporación aumente y con ella la humedad relativa.

No hay duda que uno de los requisitos mas necesarios a guardar para el buen desarrollo de los hongos es ambientarlos debidamente. En caso, tanto en la adecuada nutrición radica el secreto del éxito.

Fórmulas apropiadas para los hongos:

A.-	Fosfato de potasio (monobásico)	1.5 grs.
	Nitrato de potasio	8.0 grs.
	Nitrato de calcio	11.0 grs.
	Sulfato de magnesio	4.0 grs.

Para 10 litros de agua.

B.-	Nitrato de potasio	15.0 grs.
	Acetato de calcio	9.0 grs.

Sulfato de magnesio 4.0 grs.

Fosfato básico de amonio 5.0 grs.

Para 10 litros de agua.

CULTIVO DE FRESAS

La fresa necesita mucha tierra de fertilidad, humedad y no alcalinidad. No siempre es posible disponer útilmente de estos factores. Por ello se vuelve muy factible el obtener buena cosecha en forma cómoda utilizando el sistema hidropónico.

Su siembra puede hacerse en junio y/o julio. Para obtener los mejores resultados se utilizan las plantas más jóvenes originadas por estolones, pues así, arraigan mejor que las no fructificadas.

Puede utilizarse el sencillo método con arena o medio suave y la siguiente fórmula nutritiva:

Sulfato de magnesia	6.5 grs.
Superfosfato triple	15.5 grs.
Nitrato de potasio	110.0 grs.
Sulfato de calcio	76.0 grs.
Sulfato amónico	14.0 grs.

Para 10 litros de agua

Siendo la fresa una planta ávida de hierro, es conveniente preparar por separado una solución de sulfato

de hierro al 2% en agua, la que se agregará a la solución principal cuando se observe algún retraso en el crecimiento o empalidecimiento en el verde de las hojas.

REACTIVOS PARA LA DETERMINACION DE LOS NITRATOS

Reactivo No. 1. Se disuelve un gramo de defilaminina en 100 c c de ácido sulfúrico concentrado (no debe olvidarse que la solución es muy corrosiva). Es preferible guardarla en frasco de vidrio y evitar que caigan salpicaduras en la piel y ropa. Si el reactivo toma con el tiempo un color rosado o azul debe desecharse, pues en este caso habrá perdido las condiciones debidas para el análisis.

Este reactivo se utiliza para determinar la fijación del nitrógeno en el follaje de las plantas. (Interesa no tanto establecer el nitrógeno fijado como asegurar lo de que no se ha fijado nitrógeno).

Para esto se emplea un plátillo de porcelana que puede ser una loseta con excavaciones. Se raspa la otritura del pecíolo de una hoja tierna y se pone un poco en una de las cavidades de la loseta. Se añade una gota o dos del reactivo. Si se produce un azul claro indicará que existen nitratos en las hojas. Un azul oscuro indicará que la cantidad de nitratos es muy grande. Por ejemplo, en el follaje de los rosales no deben existir nitratos y si se comprueba esta circunstancia indicará que la

solución los contiene en exceso. No resulta práctico quitar el exceso de nitrógeno que existe en la solución, por lo que la corrección se limita a no añadir más nitrógeno hasta que la solución muestre su escasez. Por lo demás la solución del nitrógeno se puede contrarrestar aumentando la concentración de potasio.

Se advierte que el exceso de nitrógeno en los clones no está necesariamente condicionado a la presencia de éste en las hojas. Para el análisis del potasio, el fósforo, el calcio, el magnesio y el hierro, se prefiere aconsejar que se utilicen equipos sencillos y prácticos con instrucciones bien accesibles a quienes no poseen preparación en la materia, de otra manera habría que recurrir a las técnicas de laboratorio clásico para la determinación cuantitativa de los elementos químicos entre los que se incluyen aquéllos que como el potasio, el fósforo, el calcio, el magnesio y el hierro, sirven para la alimentación de las plantas.

Indudablemente para ello se requiere una preparación técnica mínima, que no es factible exigir a quienes no se han dedicado particularmente a la química, que es precisamente lo que ocurre con la mayoría de los hidro cultores comerciales.

CIUDAD Y CAMPO

En todas las épocas de la historia de la humanidad, los insumos indispensables para la vida han proveni-
do del campo, que a pesar de los continuos saqueos, cons-
tituyó el soporte sobre el cual se edificaron las ciuda-
des.

Las ciudades en su acelerado crecimiento, se fue-
ron desvinculando poco a poco, sentando las bases de una
cultura diferente y a veces contradictoria, las ciudades
concentran la diversión, la comodidad, la educación, la
cultura, el progreso individual y el lujo; el campo sig-
nifica entonces el trabajo duro y sucio, el atraso, la
marginación y la explotación, las bases en las cuales se
establece la explotación campesina, determina una margina-
ción progresiva en desigualdad de condiciones.

La ciudad se convierte en un polo de atracción
irresistible para gran parte del campesinado joven que
emigra a las ciudades, asinándose en cinturones de mi-
seria.

Al concentrarse la riqueza en las ciudades, ésta
adopta la forma del capital financiero, controlando el
transporte y los medios de distribución de los productos
provenientes del campo. Esta manipulación trae como con-

secuencia, la imposición de una escala de precios arbitraria, basada en las fluctuaciones de la curva marginal. La oferta y la demanda fija y sujeta los precios y los costos de la producción agraria al capricho especulativo.

Al hacerse evidentes las contradicciones, la relación pasa de la desigualdad a la injusticia y de aquí al absurdo. Las migraciones campesinas causan el abandono de la tierra, una parte de ésta cae en manos del latifundismo encubierto y la otra frena su producción o deja de producir, dado que en la mayoría de los casos los precios de producción se encuentran por debajo de los costos de producción, cuando se llega a este punto, parte considerable de la producción agraria se vuelve de autoconsumo.

Al detectarse las primeras deficiencias en suministro de alimentos, el intermediario se convierte en acaparador, provocando de manera artificial el desequilibrio de la curva marginal, haciéndose descender la oferta respecto a la demanda, ocasionando el alza automática de los precios.

Estos vicios agudizan las contradicciones y hacen más profunda la brecha, las grandes megalópolis han dividido a nuestros países en dos mundos diferentes en espacio y tiempo, uno de adelanto y el otro de atraso. Los

intereses creados tienden una cortina de humo acerca del verdadero problema. La educación propiamente urbana ha perdido contacto con la fuente.

La contaminación no deja ver el horizonte, la contaminación del agua pasa al campo y ahora amenaza a la propia ciudad.

La inflación afecta la producción de alimentos y ésta unida al desempleo causa carestía.

La solución a esta terrible dicotomía podría posiblemente encontrarse en la respuesta social planificada, dentro del corto, mediano y largo plazo. En el corto plazo deberán sentarse las bases para la creación de un sistema tecnológico capaz de orientar la producción urbana de alimentos hacia el autoconsumo. En el mediano plazo deberán producirse aquellos alimentos considerables estratégicos y en el largo plazo deberá considerarse la posibilidad de un cambio de mentalidad productiva que logre integrar ciudad y campo.

La contaminación de algunos alimentos hace imperativo el empleo de una alternativa productiva que logre contrarrestar el gravísimo problema de la amibiasis, sis

ticercosis e intoxicación progresiva producto del uso de insecticidas. Este último produce estragos de tipo genético a largo plazo, mismos que son irreversibles.

Cuando nos referimos al aspecto estratégico de los alimentos básicos, tenemos que considerar que la producción de alimentos por medio de hidroponia conlleva la planificación necesaria que aquellos alimentos que sin producir dificultades de tipo tecnológico, sean importantes proveedores de minerales, proteínas, vegetales y vitaminas.

Esbozando una primerísima etapa, podríamos considerar la producción de lechugas, acelgas, tomates, cebollas, apio, coles, berros, fresas, coliflores, hierbas de olor y hongos de la variedad agaricus.

CULTIVO VERTICAL

Desde algunos años que los cultivos en forma vertical han cobrado verdadera importancia.

A comienzos del presente siglo ocurren cambios sociales que dan como resultado un nuevo sistema de producción basado en el minifundio. Este sistema fue posteriormente conocido como "Reforma agraria". Aunque no se dió en todos los países al mismo tiempo, su implantación sólo fue cuestión de tiempo y en los países en donde se dió, los latifundios fueron sustituidos progresivamente por fundos más pequeños.

En los Estados Unidos, el fenómeno fue distinto. La guerra de secesión dividió los grandes latifundios del sur entre los vencedores y los sobrevivientes de dicha conflagración en parcelas de menor tamaño. Los esquemas productivos de la sociedad industrializada del norte imponen la mecanización de la agricultura y ésta trae como consecuencia transformaciones que se dieron fundamentalmente en lo cultural y tecnológico, dado que estas transformaciones requerían una nueva forma de ver las cosas y una nueva capacidad de respuesta basada en educación tecnológica producto de un nuevo concepto de la producción.

Este cambio de mentalidad se debió a transformaciones producidas por una revolución tecnológico-científica e industrial proveniente de Europa y que se aloja en los Estados Unidos. La mecanización conquista los mercados imponiendo su esquema productivo, sin embargo sólo aquellos países que poseen infraestructura industrial o aquellos de economía planificada desarrollan, los demás se hacen dependientes. La mecanización permite desarrollar un nuevo concepto productivo llamado productividad y dentro de este concepto nace lo que hoy conocemos como teoría de sistemas.

Al plantearse la cuestión de la productividad aparece una variante económica llamada "eficiencia" que revisa la utilización máxima de los recursos y los insumos a fin de lograr la máxima productividad.

En muchos lugares el mundo ya no es posible incorporar más tierras al cultivo por diversas razones:

- Falta de infraestructura (carreteras, sistemas de riego)
- Carencia de lluvias
- Falta de medios de transporte

- Tierras salitrosas, azufrosas, arenosas, pantanosas, etc.
- Falta de tecnología y maquinaria.
- Problemas de la altura, temperatura, relieve del terreno.

En otros casos las variaciones climáticas han ocasionado una sequía permanente reduciendo sustancialmente el espacio cultivable. Esto ha obligado a la búsqueda de sistemas y métodos de cultivo más eficientes que hagan rendir al máximo el espacio disponible.

Esta respuesta surgió de lugares donde las condiciones para el cultivo eran extremadamente críticas y donde a base de ingenio, creatividad, esfuerzo, investigación y tecnología se ha hecho de la sobrevivencia un milagro.

Este milagro ha sido posible en los desiertos de medio oriente, Africa Septentrional y en las regiones próximas a los polos. Un proverbio popular dice que los extremos se juntan. Ambos casos poseen elementos comunes, en los desiertos se carece esencialmente del vital líquido, mismo que se emplea con máxima racionalidad y en las zonas árticas el problema es la temperatura negativa.

Pero esto sólo era el comienzo dado que la arena del desierto no contiene elementos nutritivos y el agua del deshielo tampoco.

El desarrollo de la hidroponía ha resuelto este problema técnico, logrando a través del agua, en un medio de cultivo diferente a la tierra y con temperatura controlada suministrar a las plantas los nutrientes en forma de sales minerales en solución.

En un principio se utilizó la distribución horizontal de las plantas en el cultivo hidropónico a cielo abierto, sin embargo el aumento de espacio redundó en un aumento de los costos por empleo de equipo adicional. En áreas cerradas donde no es posible aumentar el espacio útil se ha comenzado a utilizar con ostensible éxito en Israel, Sudáfrica, Estados Unidos, Canadá, Japón, Los Emiratos Arabes y Argentina, el sistema de disposición vertical.

EL HUERTO FAMILIAR Y EL HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

Las ciudades que conocemos, se iniciaron como pueblos pequeños de unas cuantas familias estratégicamente situados. Con el transcurso del tiempo se fueron integrando hasta formar las ciudades actuales, mismas que dada su evolución histórica han tenido que ir transformando sus características urbanas a medida de su crecimiento. Algunas ciudades americanas ya eran importantes centros urbanos mucho antes del descubrimiento de América, sobre ellas se construyeron nuestras actuales ciudades, otras se fundaron durante la colonia y se desarrollaron como importantes centros urbanos poseedores de riqueza cultural y gran arquitectura.

La importancia política y económica, convirtieron en poco tiempo algunas de esas ciudades en las grandes megalópolis de nuestro tiempo.

Nuestras capitales acogen a gran cantidad de habitantes, mismos que constituyen en la mayoría de los casos de un quinto a un tercio de la población nacional. Ciudades como México, Buenos Aires, Caracas, Lima, Bogotá, etc., crecen acelerada y desordenadamente, haciendo precario en poco tiempo cualquier servicio, confinando a sus habitantes a espacios reducidos rodeados de natura-

raleza muerta. Ahogados por la contaminación, la inseguridad, y los problemas que involucra vivir en sociedad, los habitantes de la ciudad se refugian en sus escasas áreas verdes, el clamor general es urgente...

...¡Ya no vengan para acá ...!

Cuando en nuestras ciudades se contaba con grandes extensiones de terreno, eran comunes las huertas, mismas que fueron desapareciendo a medida que crecía la población. En la actualidad el espacio vital no contempla la huerta, dado que lo que justamente falta es tierra disponible; ésta sólo existe en parques públicos y jardines privados dedicados al ornato.

Algunos aficionados han empezado a producir alimentos en su jardín, sin embargo las limitantes de espacio, deficiencias nutrífenas del terreno, temperatura extrema y falta de tecnología adecuada, limitan las posibilidades de éxito.

La idea del huerto familiar se ha ido desarrollando, primordialmente por necesidad de tipo cultural dentro de los planes de estudios básicos y medios y a pesar de los grandes esfuerzos realizados por el sistema educativo esto sólo ha significado una gran frustración. Salvo el..

caso de la enseñanza de las villas agrarias cubanas, donde de los alumnos cultivan sus propios alimentos, todos los demás intentos en latinoamérica han sido palos de ciego en el inmenso mar de nuestras carencias. Ningún sistema educativo ha sido capaz de diseñar, evaluar, desarrollar y producir un sistema tecnológico que cumpliera cabalmente con estos fines, nuestros maestros se limitan a enseñar algunas labores de la tierra, sin darse cuenta que eso es impracticable en la ciudad.

Sin embargo el problema sigue siendo cultural, no se trata de enseñar eclécticamente la botánica facultativa, sino que por el contrario se requiere de una actitud revolucionaria que concrete los conocimientos científicos en la práctica productiva, con el apoyo de la razón y los últimos avances de la tecnología que podamos manejar. Nos hemos olvidado del olor de las flores y los frutos, saben cada vez más a insecticida

Como hemos dicho anteriormente, en las ciudades se carece de tierra para el cultivo, lo cual nos llevará necesariamente a sustituirla por un sistema tecnológico como la hidroponia que prescinde de ella y que además posee ventajas adicionales. El uso comprobado en la práctica productiva, la convierta en un sistema tecnológico altamente eficiente, de fácil y rápido apredizaje, pero tal vez lo más importante sea el sorprendente resultado.

Si bien no existe tierra disponible, tampoco el espacio suficiente, por lo tanto se tendrá que llegar a una solución que optimice al máximo el empleo del espacio mínimo.

Este concepto de eficiencia constituye el objetivo actual de cualquier sistema productor de alimentos, dado que en muchos lugares del mundo ya no es posible incorporar más tierras al cultivo. Problemas diversos tales como la disponibilidad del agua, tierra no apta para el cultivo, falta de tecnología y carencia de la infraestructura suficiente aunados a problemas de índole social, han determinado un crecimiento muchas de las veces negativo. En otros casos las variaciones climáticas han ocasionado sequías permanentes, reduciendo considerablemente el espacio cultivable y por consecuencia la producción.

Esto está obligado a la búsqueda de sistemas y métodos de cultivo más eficientes que hagan rendir al máximo el espacio disponible.

En Inglaterra, Israel, Holanda, los Emiratos Arabes, Sudáfrica y Japón, el cultivo hidropónico vertical constituye el avance más reciente. El hecho de poseer un espacio limitado por el equipo y las instalaciones,

hace que sea aprovechado al máximo. El cultivo vertical consiste principalmente de una columna de cultivo con salidas en la periferia para las plantas y provisión de nutrientes por la parte superior. Mediante este sistema se puede cultivar una cantidad mucho mayor de plantas por unidad de espacio que en el sistema horizontal. Esta característica lo convierte en el sistema idóneo para el cultivo en mediana y pequeña escala.

UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL

La UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL es un objeto producido industrialmente a partir de tecnología intermedia.

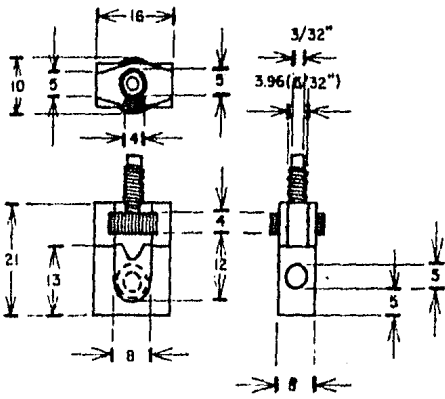
La unidad hidropónica posee tres lados y cinco módulos verticales. Cada uno de los lados cuenta con cinco jardineras obteniéndose un total de quince jardineras.

El sistema de irrigación está constituido por un tanque en la parte superior, mismo que reparte el nutriente por gravedad.

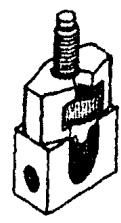
La base está constituida por dos plataformas triangulares, que permiten girar a toda la unidad 360° sobre su propio eje. Este movimiento rotacional es necesario para permitir una repartición de la luz más uniforme que si estuviera estático, dado que en la mayoría de los casos la luz procede de la calle al interior de las casas o departamentos y esto limita la entrada de luz diurna en un solo sentido. Este sistema como medio de repartición de luz nocturna artificial proveniente de una fuente de luz incandescente, fría o infrarroja es altamente eficiente y económica dado que sólo es necesario instalar una sola fuente de luz por cada unidad. El empleo de este sistema nocturno tiene por objeto una dismi

nución del ciclo biológico en aproximadamente la mitad. Este movimiento es comparable al que realiza la tierra en relación a la fuente de luz proveniente del sol, sobre su propio eje cada 24 horas.

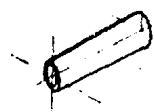
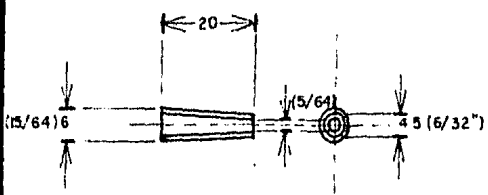
Esta base giratoria está provista de un motor de baja revolución a fin de lograr la propulsión y la velocidad apropiada.



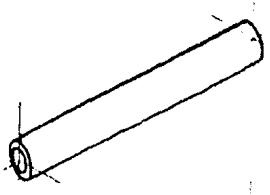
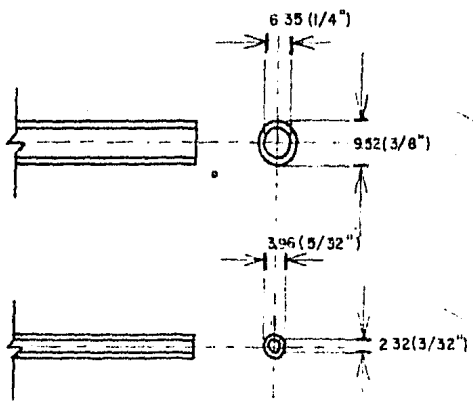
accesorios



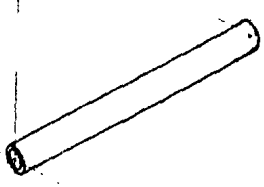
5



6



3



7

UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

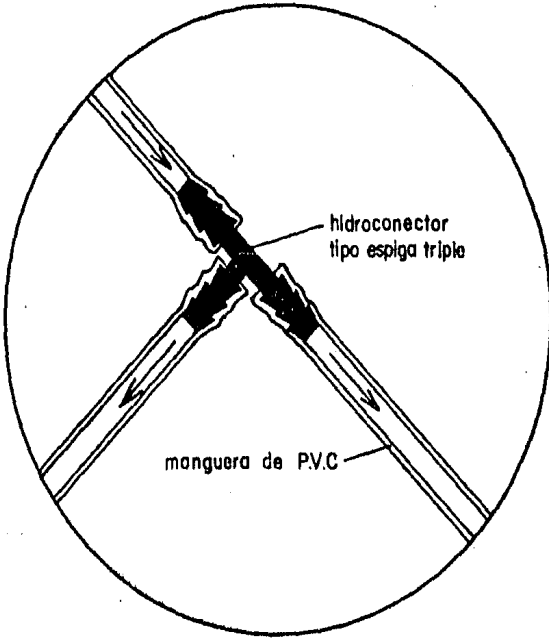
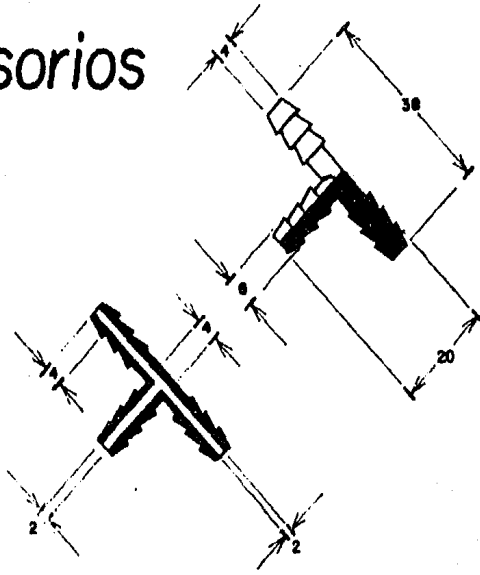
REDUCTOR DE FLUJO
CONECTOR Y MANGUERA

escala 1:1
ref mm
V.G. e. 1306/1985

UNAM

accesorios

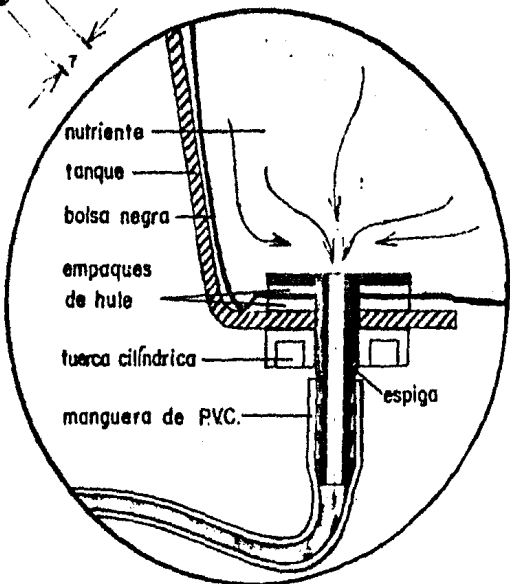
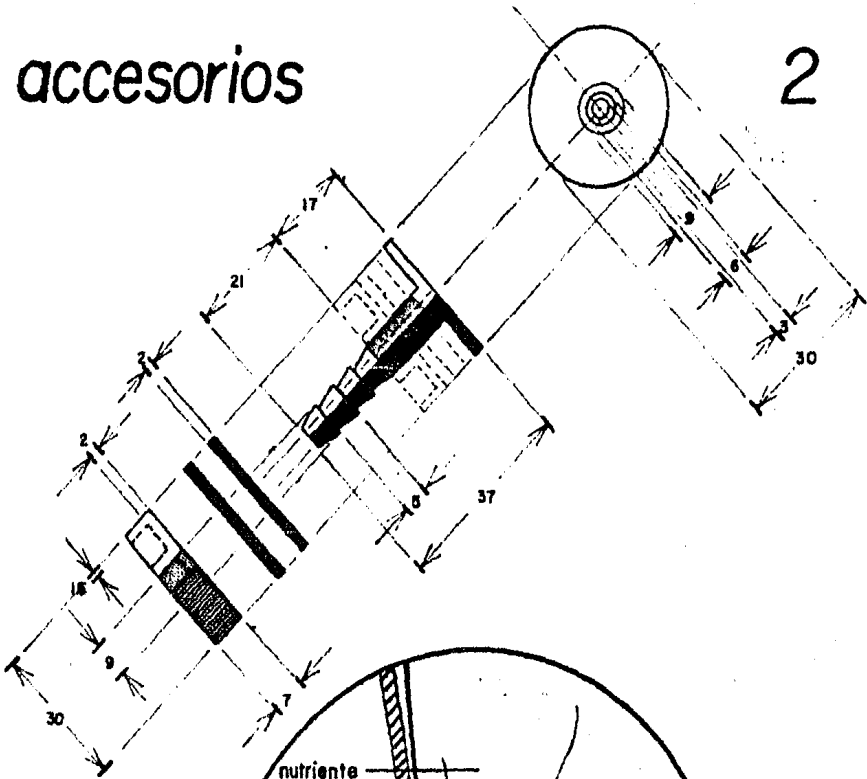
4



UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL	HIDROCONECTOR	escala	1:1	UNAM
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO	TIPO ESPIGA-TRIPLE	ref.	m.m.	

accesorios

2



UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

HIDROCONECTOR
TIPO ESPIGA-SIMPLE

escala 1:1
ref. mm.

UNAM

especificaciones generales

No.	PIEZA	MATERIAL	PROCESO	ACABADO	COLOR
1	tanque		doblado	brillante	negro
2	conector "a"	"	"	"	"
3	jardinería	"	"	"	"
4	conector "b"	"	"	"	"
5	charola	"	"	"	"
(*) 6	base giratoria	lam. negra (cal. 18)	"	"	"

base giratoria

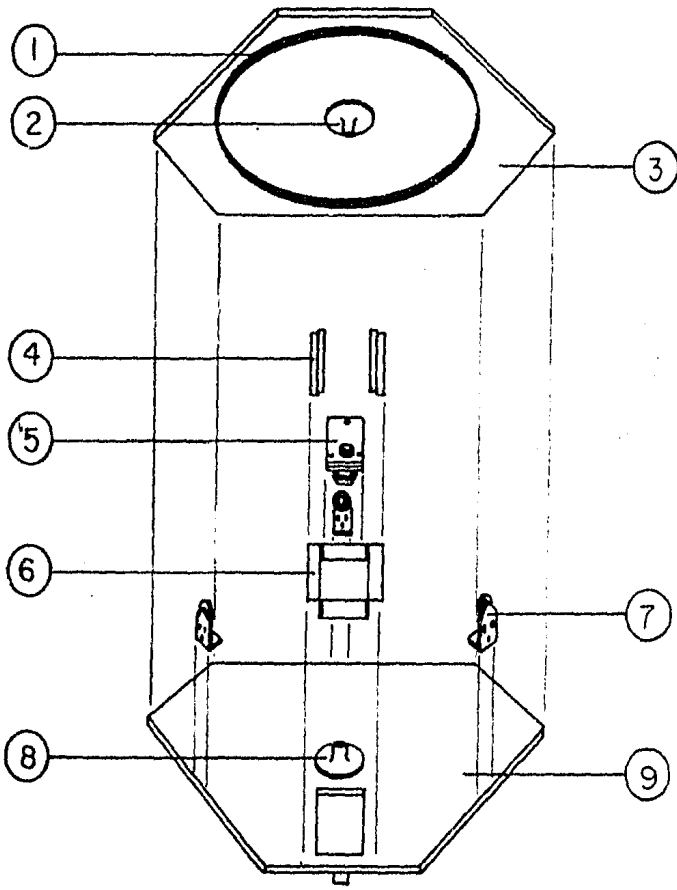
No.	PIEZA	MATERIAL	PROCESO	ACABADO	COLOR
1	aro de tracción	perf. aluminio	doblado/remachado	anod.	natural
2	eje central	could rolled	torneado/soldado	—	—
3	plataforma sup.	lam. negra (cal. 18)	doblado/soldado	pint. epoxy	negro
4	corredera	perf. lam. com.	rolado en frío	galvanizado	natural
5	motor	(5rpm)	comercial	—	—
6	portamotor	lam. negra (cal. 24)	cortado/doblado	galvanizado	natural
7	carretilas	metálicas	comercial	" " "	" " "
8	cople eje central	bronce	" " "	—	—
9	plataforma inf.	lam. negra (cal. 18)	doblado/soldado	pint. epoxy	negro

(*) base giratoria y sistema de irrigación opcional.

UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

ESPECIFICACIONES

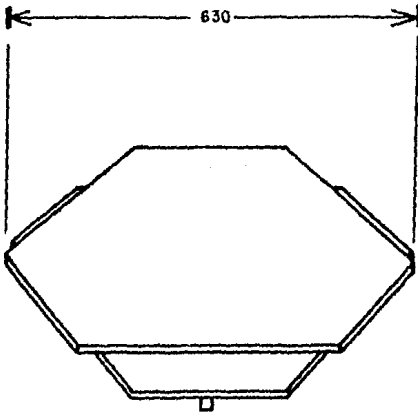
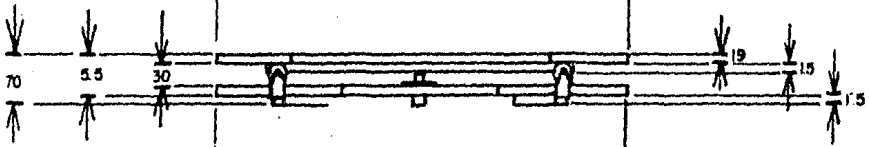
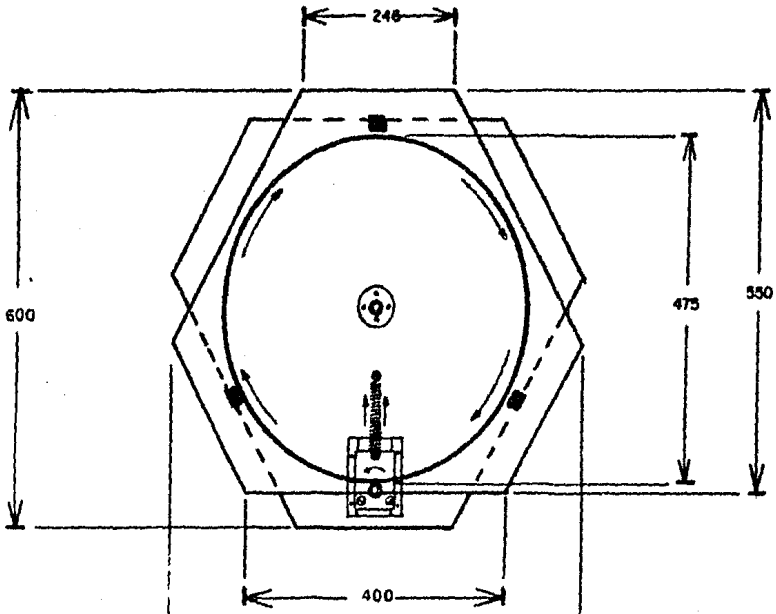
UNAM



UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
 PROMODULO FAMILIAR URBANO

DESPIECE - BASE
 GIRATORIA

UNAM

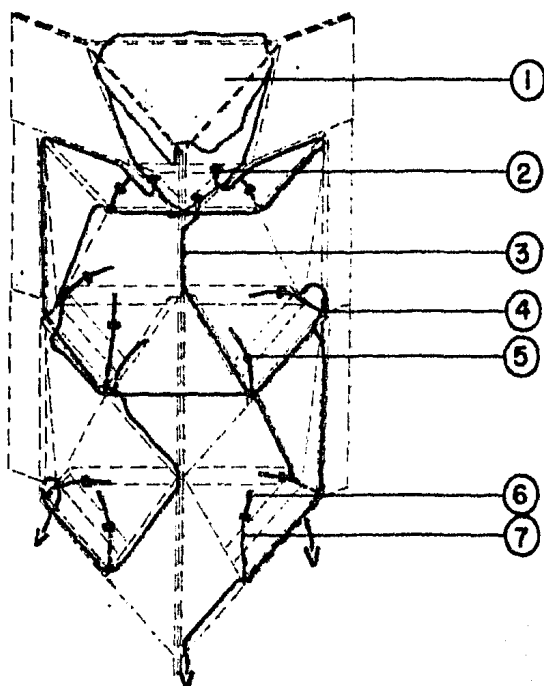


UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

BASE GIRATORIA

esc. 1:7.5
raf. mm
VG a isométrico

UNAM



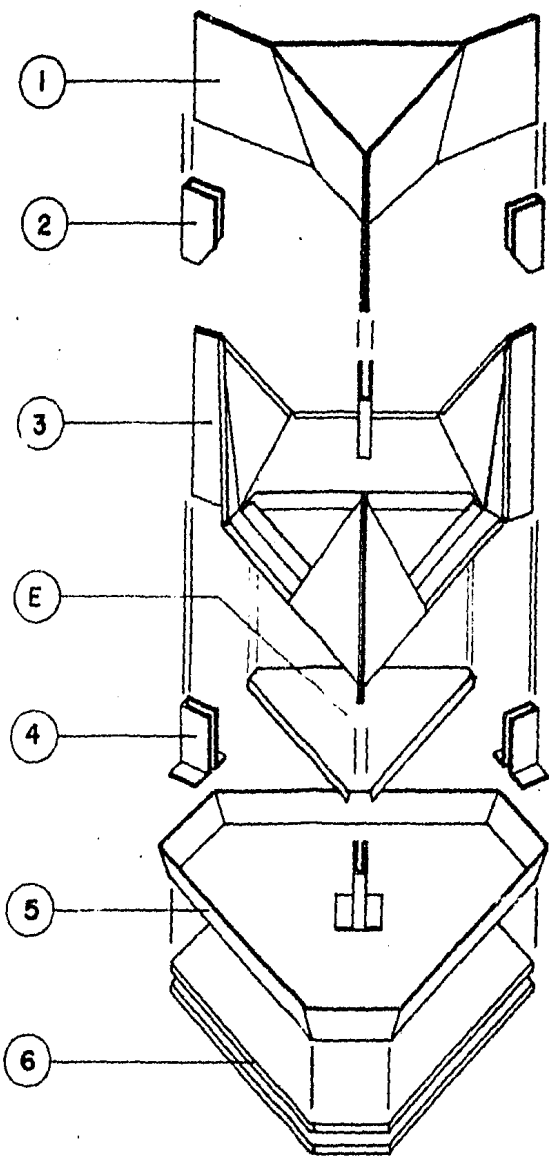
accesorios

No.	PIEZA	MATERIAL	PROCESO	ACABADO	COLOR
1	bolsa (nutriente)	polietileno	extruido/soplado	termosellado	negro (F-600)
2	hidroconector E.S.	P.V.C.	inyectado	_____	" "
3	manguera (3/16")	P.V.C.	extruido (comercial)	flexible	" " ó transp.
4	hidroconector E.T.	P.V.C.	inyectado	" " " _____	" "
5	reductor de flujo	P.V.C.	inyectado	" " " _____	" "
6	conector cónico	P.V.C.	" " " " " "	" " " " "	" " ó " "
7	manguera (1/8")	P.V.C.	extruido (comercial)	flexible	" " ó " "

UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

ESPECIFICACIONES

UNAM

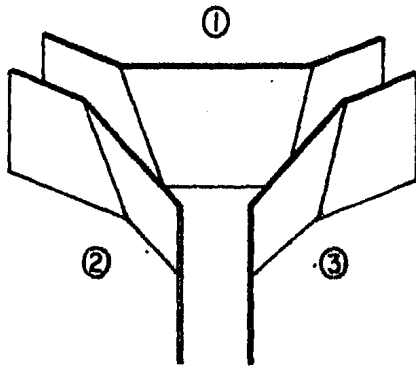


UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
 HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

DESPIECE

Isométrico

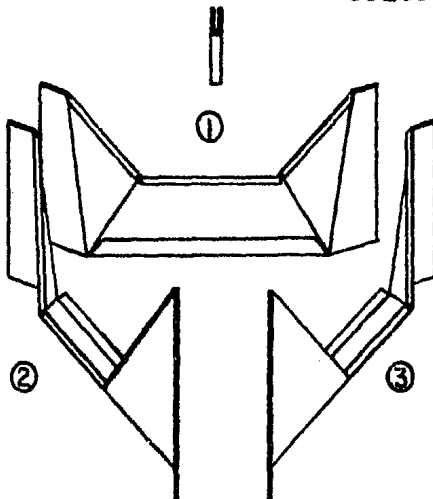
UNAM



JUEGO BASICO 1



JUEGO BASICO 2

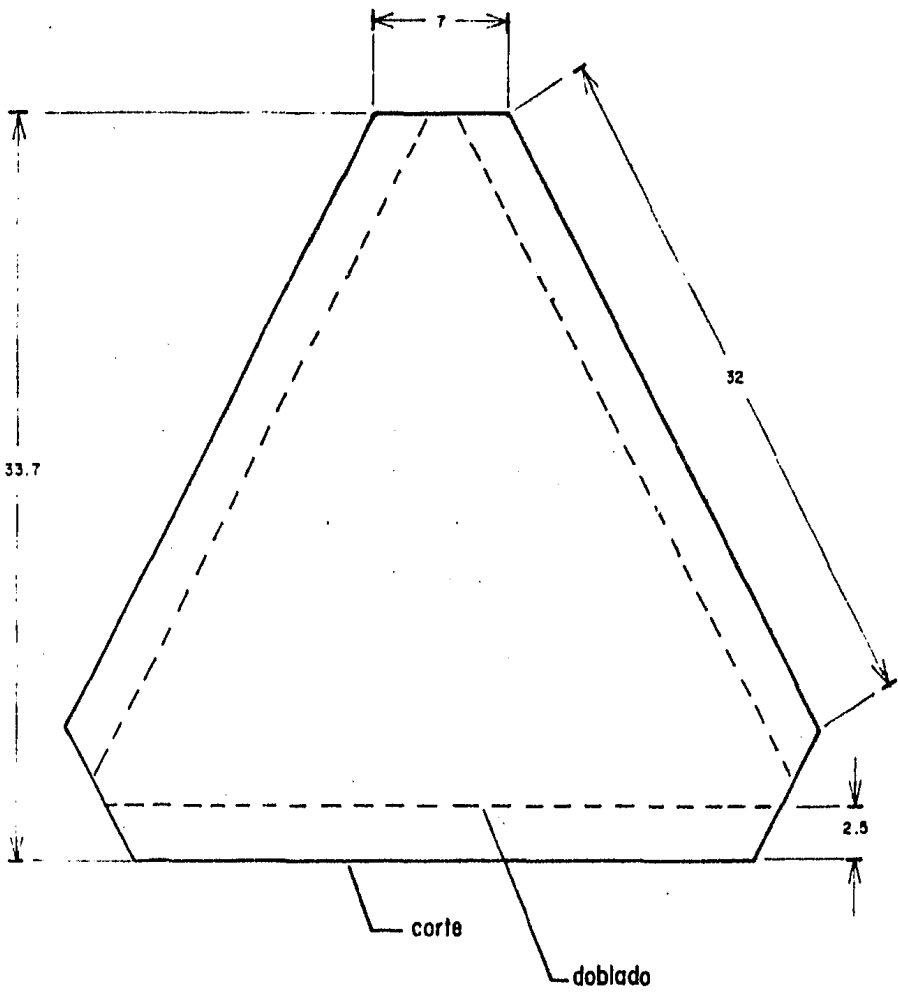


UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
 HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

ARMADO

Isométrico

UNAM



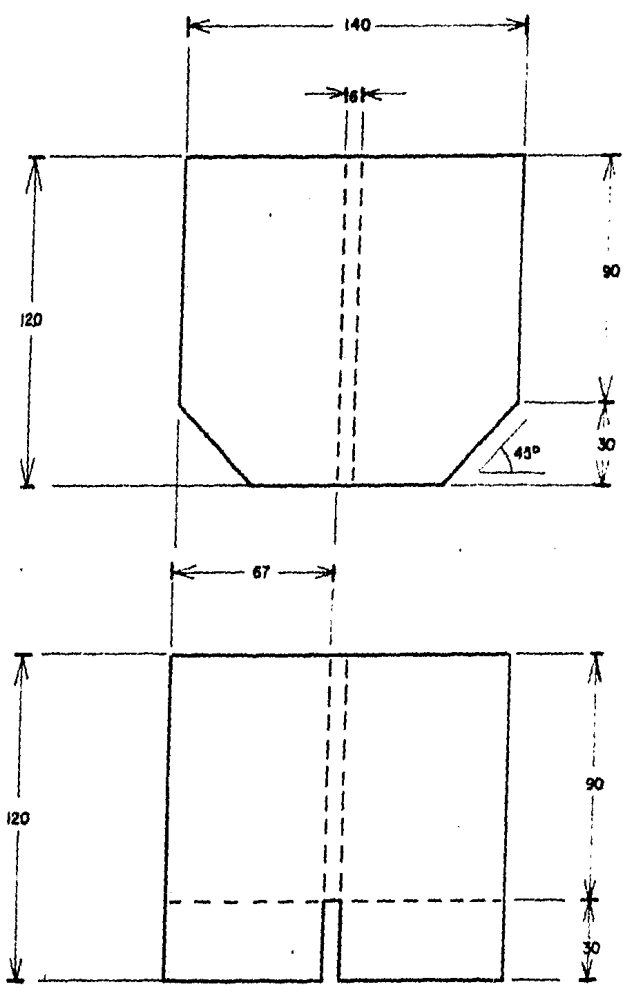
- De uso eventual, tapa o separador.

UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

PATRON DE CORTE
PIEZA "E"

ref.	cm.
esc.	1: 2.5
Patrón de corte	

UNAM

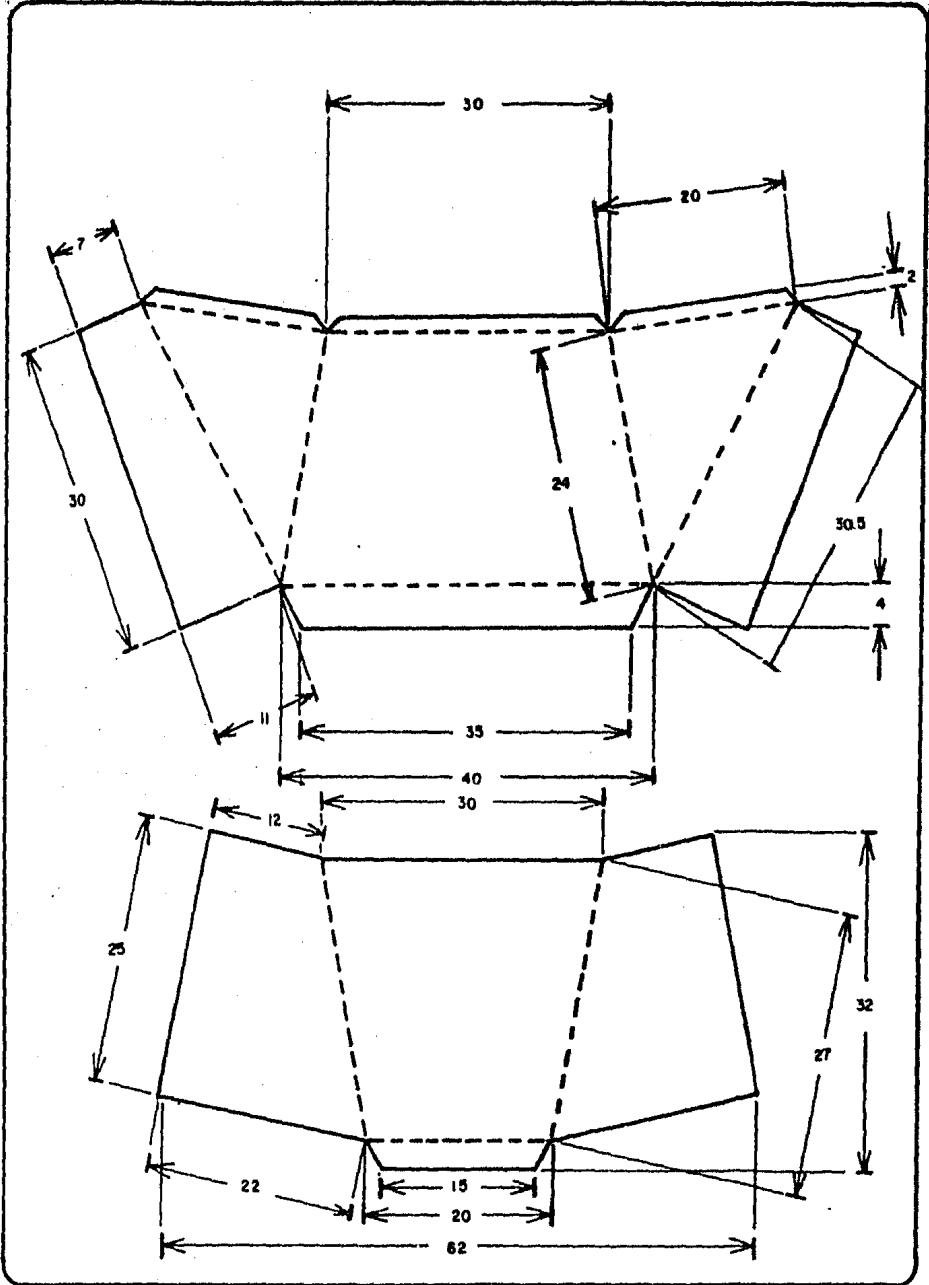


UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
 HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

PATRON DE CORTE
 CONECTOR "A" y "B"

escala 1:2
 ref. mm

UNAM

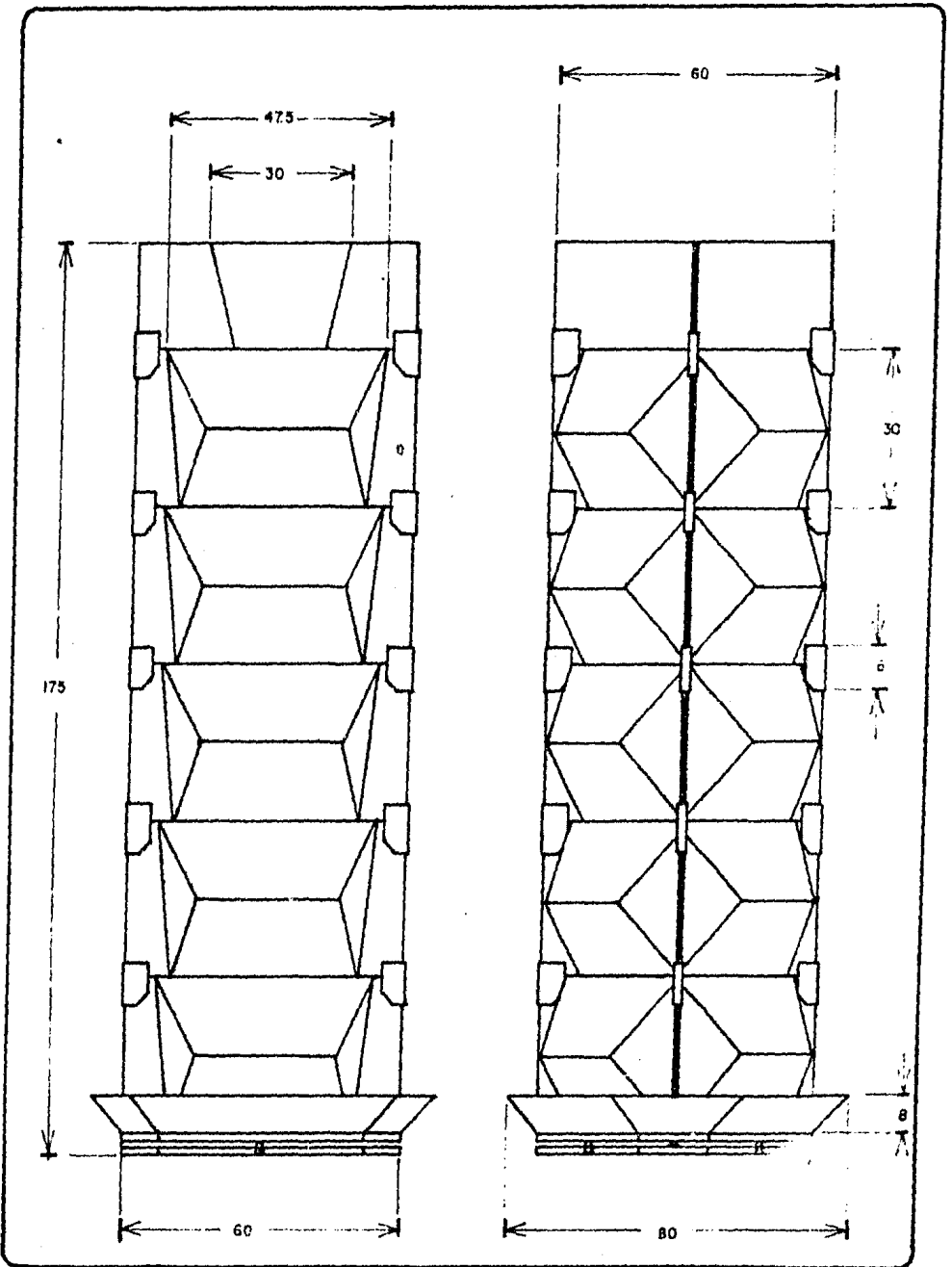


UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
 HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

PATRONES DE
 CORTE

ref. cm.
 escala 1:5
 desarrollo

UNAM

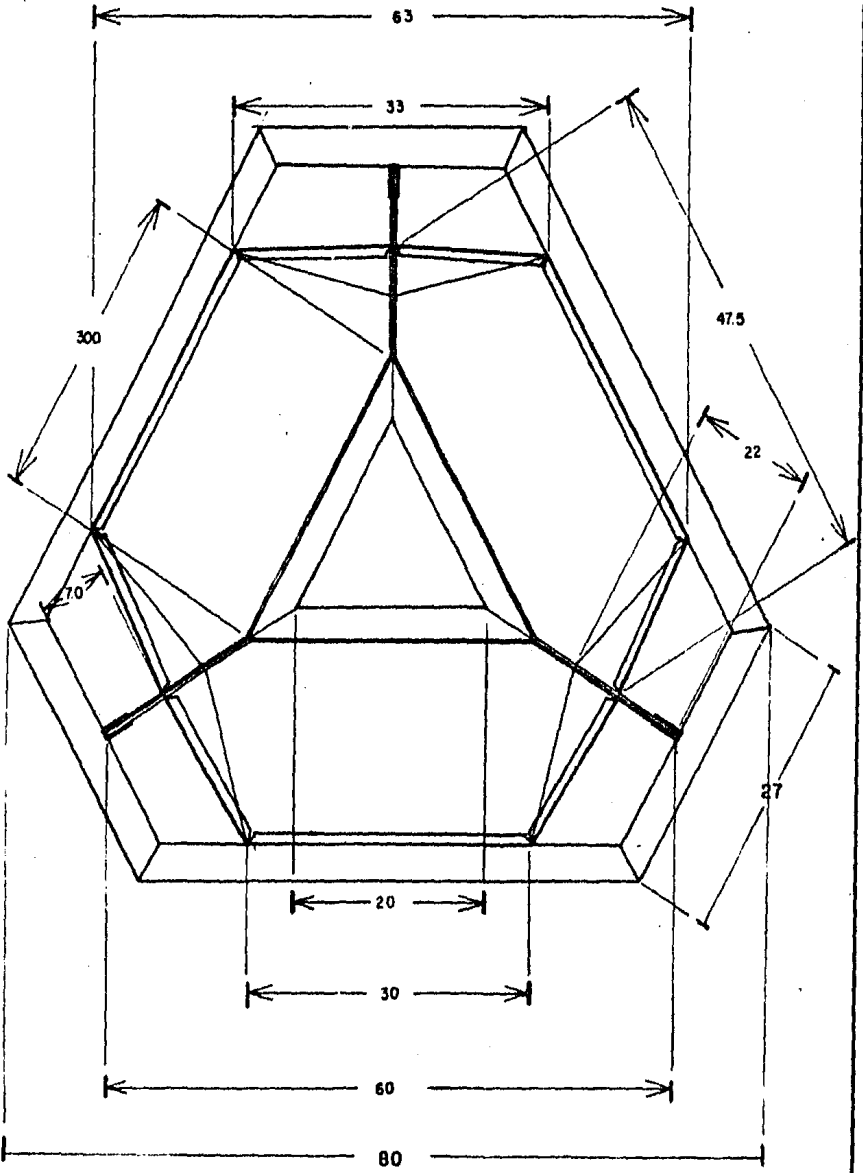


UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
 HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

VISTAS
 LATERALES

ref.	cm
BSC	1 10
VISTAS GENERALES	

UNAM

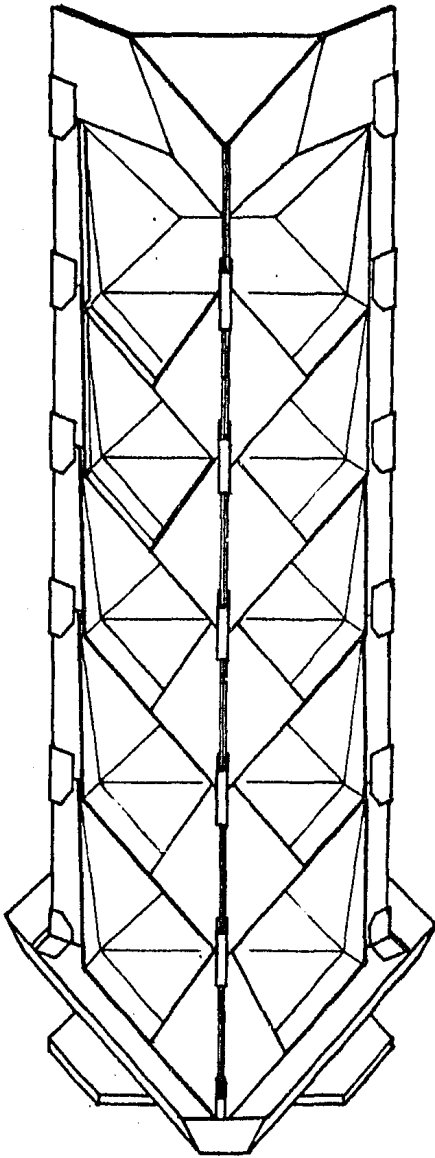


UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
 HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

VISTA SUPERIOR

Esc. 1:0
 Ref. c.m.
 VISTAS GENERALES

UNAM



UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

ISOMETRICO

escala 1:10

iso métrico

UNAM

MATERIALES

Los materiales han sido determinados por su función en relación con los principios físico-químicos y biológicos de la hidroponia, pero también por razones del orden económico.

El material básico está constituido por estireno color negro, producido ex-profeso para ese cometido, aunque ya se puede adquirir para otros usos en un único espesor y tamaño. (3.175 mm. x 120 cm. x 90 cm).

Este material plástico es el más barato material laminado que produce la industria nacional con estas características:

- Excelente comportamiento estructural.
- Buena conducción de calor.
- Totalmente estéril.
- Totalmente opaco, no permite el paso de la luz.
- Totalmente impermeable.
- Poco peso.
- Fácil de trabajar.

El acabado brillante del exterior produce la falsa impresión del acrílico que cuesta aproximadamente el doble; se provee desde una lámina hasta una tonelada y la superficie no presenta alteraciones ni deformaciones estructurales con el doblado o formado al color.

COLOR

El color básico es el negro, mismo que deberá mantenerse por condición físico-biológica del comportamiento de las raíces que son fototrópicamente negativas.

Impide la formación de hongos y bacterias que de otra manera harían ineficiente la relación de la bio-masa.

Desde el punto de vista estético, el color negro no compite con el verdor del follaje y el colorido multi-color de las flores.

ESTRUCTURA

La estructura está formada por desarrollos geométricos a partir del triángulo equilátero. Esta figura posee características estructurales que la convierten en la figura geométrica indeformable por excelencia. Esta propiedad ha sido aprovechada en todo el conjunto, ya que como se observará, cada uno de los módulos al interconectarse se refuerzan por la base que es triangular. De allí que todos los elementos del conjunto tengan esa característica.

FORMA

Desde el punto de vista formal, la utilización del triángulo y el cuadrilátero, encuentra justificación en la estructura, sin embargo la forma en su conjunto tiene relación con aquellas formas utilizadas en el diseño de objetos con fines espaciales. De hecho el concepto de dicha forma fue sugerida por la forma del módulo de comando del programa espacial Apollo 16.

PROCESOS DE FABRICACION

Como se ha dicho anteriormente, los procesos de fabricación se encuentran enmarcados por el uso de un tipo de tecnología denominada "intermedia".

Las grandes contradicciones tecnológicas en Latinoamérica y en el tercer mundo han traído como consecuencia la consideración de algunas otras alternativas tecnológicas. El uso de la gran tecnología proveniente del primer mundo, con sus sofisticados procesos nos coloca en una situación de desventaja respecto a nuestras formas de producción y nuestra capacidad instalada. Esa desventaja produce en la mayoría de los casos serios problemas que afectan a nuestras economías.

El uso de la gran tecnología produce dependencia tecnológica y económica, por el uso de maquinaria adecuada y sofisticados procesos de producción. El empleo de procesos automatizados produce desempleo en países que dependen del uso intensivo de la mano de obra. Además de estos problemas, la gran tecnología proveniente del exterior nos convierte en poco tiempo en dependientes de las importaciones en todo sentido y al no haber una transferencia de tecnología a tiempo y en condiciones honorables se

desalienta la investigación y el desarrollo de productos nacionales que podían suplir estas importaciones.

Pero tal vez el trastorno más grave de la dependencia económica y tecnológica sea el producido por el desarraigo y la penetración cultural.

Es por estas razones que se ha preferido emplear gran cantidad de labor industrial controlada manualmente, tecnología universal y maquinaria considerada básica. La diferencia sustancial se encuentra en ciertos factores de innovación, respecto a la producción tradicional, como puede ser el contar con una dobladora térmica para material plástico laminado, enfriada por agua y el contar con contadores manuales y jeringas desechables de rehuso para el pegado de piezas, lo que hace posible la fabricación de la unidad en prácticamente cualquier lugar de latinoamérica donde se pueda contar con suministro eléctrico.

En el caso de contar con una prensa de suajado, ésta podrá reemplazar con ventaja la operación manual, sin embargo todas las demás operaciones deberán ser controladas manualmente. Dichos procesos se encuentran ubicados en el diagrama de operaciones.

ENERGIA

Las plantas son fuentes transformadoras de energía y ésta procede de tres fuentes:

- Luz
- Aire
- Nutrientes

La luz es un elemento energético indispensable para el crecimiento de cualquier vegetal, no sólo porque proporciona calor sino porque sólo con ella se puede realizar la función denominada fotosíntesis. Cuando en un hogar se cultivan plantas de ornato, se puede observar como las ramas y las hojas se orientan hacia la fuente de luz, que en la mayoría de los casos proviene de alguna ventana.

Las plantas son seres totalmente sensibles a la luz y en su crecimiento podemos distinguir dos tipos de comportamiento:

- Fototropismo positivo
- Fototropismo negativo

La primera constituye la presencia de luz en el follaje para el logro de la síntesis química de la clorofila.

La segunda es la ausencia de luz en el medio sustentador o substrato donde se alojan las raíces, razón por la cual también les afectan los descensos de temperatura. Sin embargo las raíces no soportan la luz, dada esta condición es preferible que el medio de cultivo o sustrato posea condiciones de ausencia lumínica, pero también buena aereación y suavidad. La luz también es factor determinante en la formación de micro-organismos, esta es la razón de la elección del color negro, mismo que absorbe la radiación circundante transformándola en calor, evitando por lo tanto el crecimiento de microorganismos que pudieran perjudicar el crecimiento de la planta y a la postre al ser humano.

Con el propósito de repartir la luz uniformemente, la unidad hidropónica vertical posee una plataforma giratoria, esto evitará que las plantas tengan que doblarse o deformarse en busca de la luz.

El aire es un proveedor importante de nutrientes, mismos que son absorbidos desde el exterior por las hojas y desde el interior por la raíz. A través del aire las plantas se proveen del oxígeno necesario para la oxidación de las sales y las raíces. El oxígeno es un energético indiscutible, pero no es el único que contiene el aire. Los nutrientes también aportan energéticos tales como nitrógeno e hidrógeno que se encuentran formando compuestos.

TEMPERATURA

Este es un factor considerado crítico en el crecimiento y desarrollo de las plantas. En la naturaleza la temperatura cambia con la presión determinada por la altura, esta es la razón por la cual la vegetación cambia conforme ascendemos o descendemos. Sin embargo existen depresiones que cambian radicalmente las condiciones de temperatura del lugar donde la agricultura se realiza plenamente, estas depresiones se denominan valles. En la agricultura artificial los valles podrían estar constituidos por aquellos espacios cerrados o abiertos donde se den las condiciones favorables de temperatura.

En aquellos lugares donde las temperaturas son extremas, los hidrocultivos podrán llevarse a cabo en invernaderos plásticos o en el interior de las viviendas donde la temperatura es estable entre los 12 y 25°C. En aquellos lugares donde la temperatura es intermedia, el hidrocultivo se dá con mucha profusión y donde la temperatura es demasiado alta, ha de tenerse mucho cuidado con la evaporación de los nutrientes y el sofocamiento nocturno de las raíces.

En las ciudades, la mejor temperatura es la que se puede encontrar en el interior de las viviendas, estas generalmente poseen los elementos necesarios para la regulación eficaz de la temperatura, tales como chimeneas, calentadores, cocina, ventanas, tragaluces, claraboyas, corrientes de aire, etc. Podríamos decir que en la generalidad de los casos, las viviendas poseen las condiciones ideales de temperatura para el cultivo hidropónico.

Actualmente se producen invernaderos familiares comerciales de 3 X 3 metros y las últimas tendencias arquitectónicas poseen características altamente eficientes en cuanto al uso potencial de la energía radiante, su almacenamiento y aislamiento. También los nuevos materiales contribuyen a lograr mejor aislamiento y menor pérdida de energía. En Europa y los Estados Unidos, las nuevas construcciones cuentan con espacios donde se produce el fenómeno de invernadero, mismo que se aprovecha para el cultivo de plantas de diversa índole, desde plantas de ornato hasta alimentos y orquídeas.

SISTEMAS DE IRRIGACION

En la unidad hidropónica vertical se puede utilizar tres sistemas de irrigación:

- Aspersión
- Sub-irrigación
- Goteo

El nivel de eficiencia de estos sistemas dependerá del nivel de interés y cuidado del hidrocultor. Cada sistema posee características diferentes y su elección dependerá del tipo de cultivo y la intensidad del mismo.

El sistema de aspersión es el más barato, está especificado en aquellos cultivos de carácter comercial, donde se requiere una repartición uniforme, intensa, general y constante de nutriente por línea aérea. Este sistema se emplea en cultivos a cielo abierto o en invernadero, constituyendo la línea aérea parte de la estructura, en este caso las unidades no requieren de plataforma giratoria dado que el cultivo se efectúa en el exterior. Este sistema requiere de un tanque de buena capacidad, bomba eléctrica o en su defecto la altura necesaria para el descenso de nutriente por gravedad.

El sistema de sub-irrigación está constituido por una línea central de distribución, cinco micro aspersores y un tanque de polietileno en la parte superior, se utiliza en aquellos casos en los cuales se cultiva grandes raíces, bulbos, etc. Este sistema permite poseer una gran concentración de humedad en el interior cuando se trata de cultivo en pequeña escala.

El sistema de goteo permite un control altamente eficiente de la distribución y el gasto de nutriente, directamente en el lugar donde se encuentran las raíces, evitando por consecuencia gastos adicionales de energía por parte de la planta en el crecimiento desmesurado de la raíz para alcanzar el nutriente. Esto permitirá obtener una planta más grande y mejores frutos.

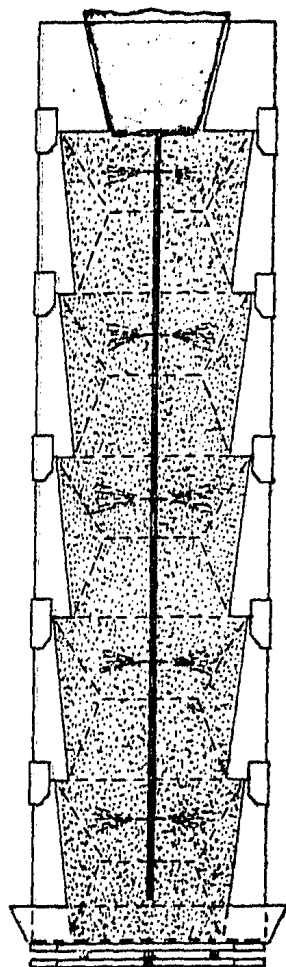
En la unidad hidropónica vertical el sistema de irrigación por goteo se encuentra oculto en el doblez de la caja que delimita la periferia en el borde de cada jardinera. La ramificación se obtiene a través de líneas con ductos de PVC interconectados por conectores plásticos de triple vía.

En todos los casos, la unidad posee una bandeja de desalojo en la parte inferior que recolecta el nutriente so

brante. En la práctica se recomienda el desalojo de este sobrante dado que en cantidad como en contenido de nutrientes su valor para estos efectos se puede considerar despreciable. Sin embargo pueden existir casos en los cuales las plantas no hayan absorbido una gran parte de nutriente o que por alguna razón éste se llegara a acumular en cantidad considerable en la bandeja de desalojo, en estos casos se utilizará una bomba sumergible o se podrá desalojar manualmente con el fin de reciclar el nutriente en el tanque superior.

Tanto en el sistema de sub-irrigación como en el de goteo se requiere de un tanque de nutriente individual, mismo que deberá alojarse en la parte superior de la unidad. Este tanque está constituido por un recipiente (bolsa de polietileno color negro F-600), con tres salidas, cada una de ellas verterá el vital líquido en una columna de jardineras. La salida del nutriente se efectuará por medio de tres conectores plásticos unidos a la línea de distribución. Los conectores deberán sellar perfectamente la bolsa a fin de evitar el desperdicio del nutriente.

sub-irrigacion



- sistema hidrodinámico
- sub irrigación

UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

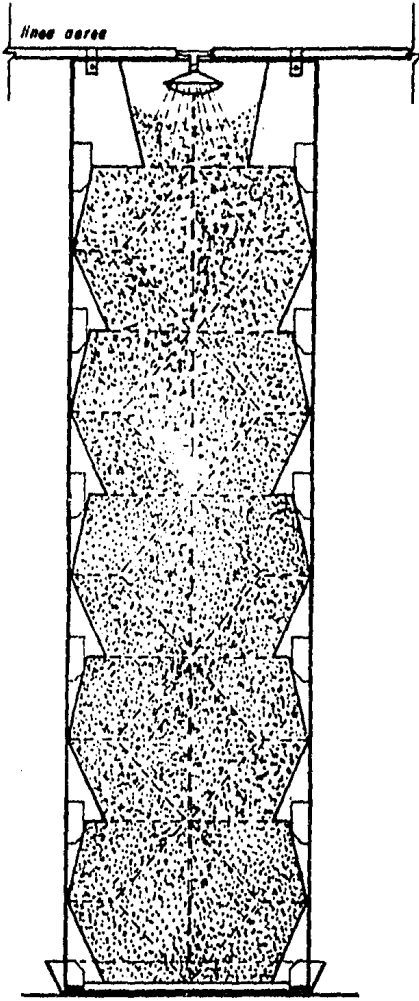
SISTEMAS
DE RIEGO

corte longitudinal

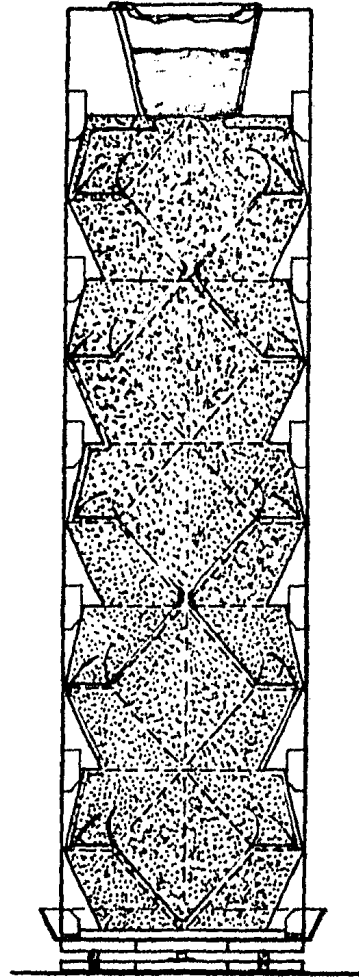
UNAM

aspersión

goteo



- sistema hidro-estático
- por aspersión.



- sistema hidrodinámico
- por goteo.

UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

SISTEMAS DE
RIEGO

carta longitudinal

UNAM

SUBSTRATO

Se denomina substrato al medio de sostén y crecimiento de las plantas, en la naturaleza este medio está constituido por la tierra, sin embargo como hemos visto anteriormente, en la actualidad ésta presenta una serie de inconvenientes de tipo físico y biológico que es necesario superar. En las ciudades no existe una buena disposición de tierra en condiciones óptimas de cultivo y en caso de encontrarse, el peso excesivo de la misma representa una dificultad física en aquellos departamentos ubicados en edificios donde no exista elevador, inclusive el desplazamiento o acarreo horizontal es tremendamente fatigoso y extenuante. Aparte de consideraciones como capacidad nutricional (contenido de sales minerales), contaminación y enfermedades, la tierra provoca la aparición de insectos y la propagación de polvo, mismos que provocarían serias restricciones de parte de los dueños de los edificios y quejas por parte de los vecinos.

El manejo de la tierra reviste algunos riesgos en personas ancianas y/o diabéticas, en las cuales se ven mermadas sus capacidades de defensa y donde cualquier corte o

infección pudiera ser de consideración.

Por estas razones y por algunas otras consideraciones de carácter productivo, esencialmente en el orden químico-biológico, el substrato deberá estar constituido por un medio considerado "suave" y que posea las condiciones óptimas de absorción, adsorción, aereación de las raíces y buena fijación de la humedad, pero la condición más importante del substrato artificial es que debe constituir un medio de cultivo estéril y totalmente inerte.

En el transcurso de los últimos años se han experimentado con muchos muy variados materiales tales como grava, arena de río, piedra pomex, tezontle, poliuretano, estireno, poliestireno, acrílico (fibra), etc. Algunos materiales como la grava y arena de río, son medios demasiado pesados, la piedra pomex es escasa en nuestro medio, el tezontle posee buena absorción pero muy deficiente adsorción, se comprime fácilmente y retiene excesivamente la humedad y los nutrientes. Algunos materiales plásticos excretan sustancias tóxicas, otros debido a su poca densidad y peso flotan en contacto con el agua y las fibras acrílicas favorecen la formación de hongos.

Con muchos de estos materiales, especialmente la grava, arena y piedra pomex, se pueden llevar a cabo cultivos hidropónicos, teniendo la precaución de lavarlos y esterilizarlos previamente, sin embargo por las razones anteriores resultan inoperantes para el cultivo en la unidad hidropónica vertical.

En búsqueda de materiales livianos que pudieran constituir un medio suave con las propiedades idóneas para el cultivo hidropónico, se comenzó a experimentar en Europa con mezclas a base de materiales volcánicos. El éxito del uso de estos materiales se debió en gran parte al t^ezón y perseverancia de grandes científicos como el Ph.D. Maxwell Bentley que en 1956 anuncia el uso con fines prácticos de un substrato que él denomina agregado a base de vermiculita. Este substrato es conocido actualmente como Bentley Mix o mezcla Bentley, contiene como su nombre lo indica una mezcla de distintos materiales tales como vermiculita, musgo canadiense (peat moss), y carbón vegetal sobre una base de grava. A esta mezcla se le agregan algunos productos químicos tales como superfosfato (P O ₂ 5), nitrato de potasio, sales de Epsom, borax (ácido bórico), y se-
cuestrene 138 de la marca Geigy.

Como recipiente se emplea una bolsa de polietileno negro calibre F-600 con tres perforaciones en la parte inferior como medio de drenaje. Este es el medio de cultivo hidropónico suave más eficiente, en México se consigue comercialmente con el nombre de mezcla hidropónica Bentley.

La vermiculita, que es el elemento primordial de este substrato es una mica que se obtiene calentando dicho material a una temperatura mayor de 1,400°C, de esta manera se obtiene la materia prima constituyente de los aislantes térmicos, eléctricos y acústicos industriales. Esta materia prima es la que se usa en la producción hidropónica de alimentos y es considerado el medio ideal.

En América existen varios yacimientos de vermiculita, estos no han sido explotados por falta de infraestructura o su explotación es precaria. La mayor parte de este material procede de Sudáfrica y se obtiene a través de los Estados Unidos de Norteamérica, dado que la mayoría de los países latinoamericanos no sostiene relaciones diplomáticas ni comerciales con el país racista.

El muzgo canadiense como la vermiculita, se importan, es por esta razón que dados los problemas derivados de la crisis económica, se ha hecho necesaria la substituy

ción de los componentes del medio suave por otros componentes nacionales de eficiencia similar.

En cumplimiento de este propósito, se están produciendo medios de cultivo suave con excelentes resultados. Uno de estos medios es el constituido por una mezcla proporcional de carlita, vermiculita (nacional) y carbón y cuya densidad hace innecesario el uso de grava. Este medio de cultivo es conocido como "hidromezcla" y podríamos decir que es el primer medio de cultivo suave para uso hidropónico totalmente nacional. Este medio es bastante ligero y su costo comparativo menor. Por su granulación específica no se comprime y proporciona una excelente aereación de las raíces. La hidromezcla es el substrato empleado en la Unidad Hidropónica Vertical.

NUTRIENTES

En la parte correspondiente a la técnica hidropónica se proporcionan las bases químicas suficientes y necesarias para la obtención de los nutrientes y el control del pH. Como allí también se menciona la preparación de dichos nutrientes, requiere de parte del hidrocultor de ciertos conocimientos de química elemental, mismos que son resueltos a modo de apoyo técnico.

Sin embargo, dadas las condiciones socio-culturales de América Latina, la gran mayoría de la población carece por completo de estos conocimientos, aún en los países altamente desarrollados, una parte muy pequeña de la población posee los rudimentos necesarios para llevar a cabo la preparación de los nutrientes sin problemas de carácter técnico, misma que está constituida por profesionales y técnicos de mando medio del área científica principalmente, inclusive en los estratos de educación superior, abogados, hombres de letras y científicos sociales tropezarían grandemente con esta dificultad que al igual que para el ciudadano común harían de la hidropónica una actividad complicada e inasequible. Por considerar que esta razón represen-

ta el principal escollo en la difusión masiva de la hidroponia, es que científicos y técnicos en la materia han estado desarrollando nutrientes de uso generalizado que no requieren de parte del hidrocultor de ninguna preparación anterior ni experiencia en el campo de la química.

Estos nutrientes de uso generalizado son tal efecto como los específicos en la medida de las exigencias y la diversidad de un cultivo en pequeña y mediana escala. El uso de estos nutrientes es tan sencillo que sólo basta diluir en un litro de agua corriente dos gramos o el contenido de un sobre en 400 litros. Cada planta usa de 1/2 lt. a 1 lt. de nutriente diluido cada tres días aproximadamente, dependiendo de la altura, estación y temperatura ambiente.

En México ya existen comercialmente este tipo de nutrientes mismos que se ofrecen como referencia en el apéndice correspondiente.

Otro de los avances significativos en este campo son los nutrientes foliares. Como su nombre lo indica, es un nutriente que se aplica en el follaje y es absorbido a través de las hojas. Como vehículo se utiliza un medio líquido capaz de romper la tensión superficial de las hojas,

penetrando a través de ellas. Este es el mismo principio que se usa para la vacuna humana supradérmica en la cual no se requiere de la aguja hipodérmica para la inoculación a través de la piel.

Este tipo de nutrientes también se ofrecen en la guía de referencia correspondiente a proveedores en el apéndice.

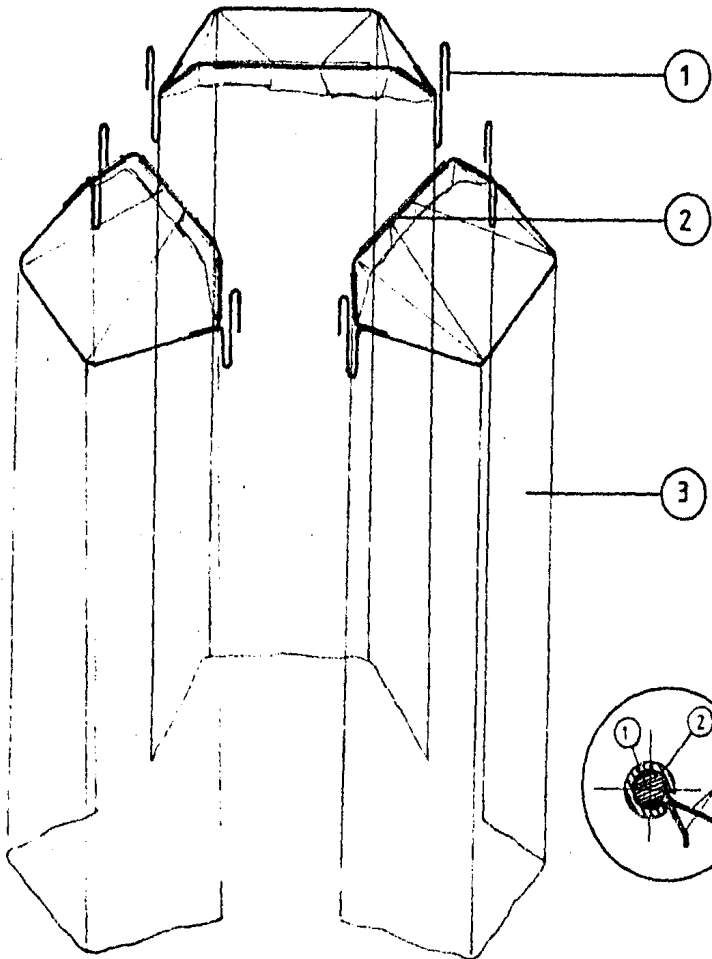
MINI - INVERNADERO.

Con el objeto de facilitar las condiciones externas de cultivo, la Unidad Hidropónica Vertical posee un sistema de invernadero modular integrado por tres mini-invernaderos desmontables colocados en la parte superior a modo de cortina. Estos mini-invernaderos están constituidos por una cubierta de polietileno transparente, sostenida por un soporte estructural metálico, doblado, soldado y recubierto con pintura epóxica por inmersión.

Cada uno de los tres mini-invernaderos opera independientemente en cada una de las tres caras de la unidad reteniendo humedad y proporcionando la temperatura adecuada para un mejor desarrollo de las plantas.

El polietileno transparente posee la cualidad de atrapar los rayos de onda larga que lo penetran convirtiéndolos en calor. Adicionalmente protege a las plantas de insectos voladores, lluvia pertinaz, granizada, escarcha y de la contaminación ambiental de partículas pesadas en suspensión, producto de la combustión de la gasolina y del polvo.

Estos mini-invernaderos poseen la cualidad de de-



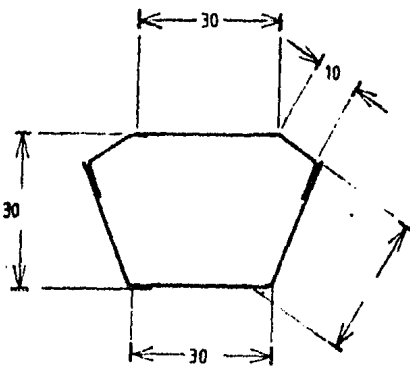
No	PIEZA	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
1	soporte estructural	alambre de fierro(1/4")	doblado	pintura epoxica
2	tubo flexible	PVC extruido	cutado long. _____	_____
3	cubierta plástica	polietileno	_____	_____

UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

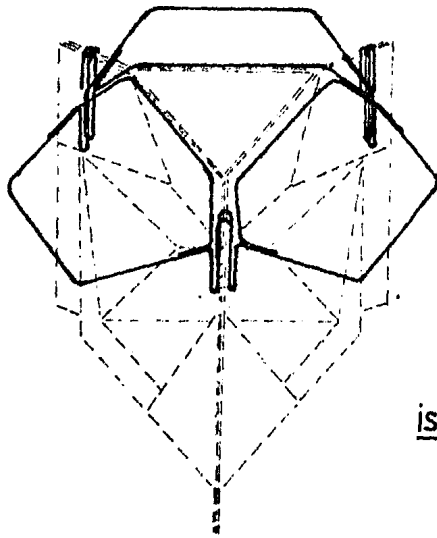
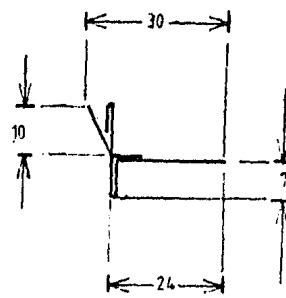
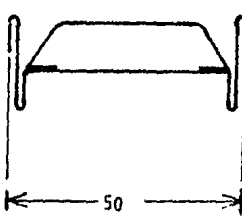
MINI-INVERNADEROS

isométrico

UNAM

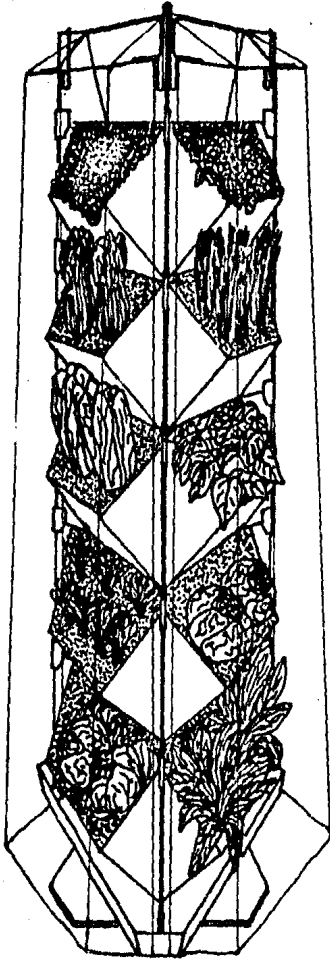


estructura y soporte del invernadero



isometrico

UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL	ESTRUCTURA	ref: cm	UNAM
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO	MINI-INVERNADERO	esc 1:10	
		VG a isométrico	



NIDAD HIDROPONICA VERTICAL
IDROMODULO FAMILIAR URBANO

PERSPECTIVA

UNAM

jar totalmente libre el área correspondiente al suministro de nutriente, evitando en consecuencia desmontajes innecesarios de las cubiertas de polietileno.

Análisis de costos.

El costo está calculado para una producción mínima de 150 unidades semanales, cantidad que podrá ir aumentando según la demanda.

Los valores relativos del costo y del precio están continuamente variando debido a la espiral inflacionaria, misma que eleva considerablemente los costos de la materia prima, obra de mano, maquinaria, combustibles y la energía eléctrica. Al elevarse los montos involucrados, los mismos porcentajes de ganancia se elevan. Hoy en día es muy difícil mantener el precio de los productos por más de treinta días, dado que el mismo poder del dinero se debilita rápidamente.

Actualmente ese poder se ha visto sensiblemente deteriorado, sin embargo cualquier inversión con el propósito de producir alimentos será altamente beneficiosa dado su rápido índice de recuperación y producción sin riesgos financieros.

Los factores relativos al costo están constituidos por los siguientes elementos:

- Costo directo:

- Insumos de producción (materia prima).

- Mano de obra

- Costo indirecto.

- Energía eléctrica.

- Agua.

- Combustibles.

- Depreciación de la maquinaria.

- Gastos de administración.

Los costos indirectos se calculan como un porcentaje fijo indirecto proporcional al costo directo.

INSUMOS DE PRODUCCION

	MATERIAL	MEDIDA	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
1.	Estireno negro cal. 100	120 X 90	6	1,098.10	6,588.60
2.	Lámina de fierro cal.18	120 X 90	1	1,045.05	1,045.05
3.	Pint.epóxica y reactor	1.20 m2	0.15	270.00	270.00
4.	Solvente para epoxy.	1.20 m2	20%	54.00	54.00
5.	Carretillas	2.54 cm	3	75.80	227.80
6.	Eje y contraeje central	2.54 cm	1	80.00	80.00
7.	Cable eléctrico	No.	2m	22.00	22.00
8.	Motor eléctrico	5 RPM	1	1,400.00	1,400.00
9.	Resorte	20 cm	1	142.00	142.00
10.	Anillo de tracción	1.38 cm	1	103.50	103.50
11.	Remaches "pop"	1/8"	8	4.25	34.00
12.	Conectores tipo "T"	1/4"	33	18.00	594.00
13.	Conectores tipo "espiga"	1/4"	3	22.00	66.00
14.	Tubo flexible PVC transp. 1/4"	15cm		30.00	450.00
15.	Tubo flexible PVC transp. 1/8"	5m		15.00	75.00
16.	Reguladores de flujo	1/8"	30	15.00	450.00
17.	Bolsa negra de poliet.	F-600	1	7.00	7.00
18.	Polietileno transparente	F-600	6Xlm	250.00	250.00
19.	Pegapol	-	50cc	-	34.00
20.	Sujetadores plásticos	-	96	0.68	65.28

21.	Alambre estructural				
	de fierro	1/4"	5m	87.00	87.00
22.	Soldadura	-	-	30.00	30.00
23.	Enchufe eléctrico	-	-	20.00	<u>20.00</u>
				TOTAL	12,094.63
	Mano de obra de 150				
	unidades	7días	20	680	634.00
					pers.
	Gastos indirectos	15%			<u>1,909.30</u>
					14,638.60
	Ganancia	30%			<u>4,391.80</u>
					<u>19,030.20</u>

Precios de piezas por separado.

1)	Tanque para suministro de				
	nutriente			1,760.00	1,760.00
2)	Jardinera modular			1,946.65	1,946.65
3)	Separador o tapa			326.95	326.95
4)	Charola inferior.....			1,023.00	1,023.00
5)	Sistema de irrigación por goteo.....			1,813.68	1,813.68
6)	Plataforma sin motor			2,679.67	2,679.67
7)	Plataforma con motor.....			4,888.95	4,888.95

8) Juego de tres mini-invernaderos..... 840.00

Una unidad hidropónica vertical podría estar compuesta por un número diferente de piezas, factor que en sí no significa mucho, sin embargo repercute en el costo, dado que el sometimiento de la variable crítica siempre exige un esfuerzo un esfuerzo adicional. Recíprocamente el aprovechamiento de los factores circundantes tales como la disposición de buenas horas de sol, temperatura media aceptable, agua potable, espacio disponible o la disposición de un pequeño invernadero plástico, haría descender considerablemente el costo. De esta manera los factores del costo de la unidad hidropónica vertical estarán determinados por las siguientes variables:

- Lugar donde se efectuará el cultivo:

a) Interior

b) Exterior

- Sistema de riego:

c) Por goteo.

d) Por asperción directa.

e) Sub-irrigación

- Forma de cultivo:

f) A cielo abierto

g) En invernadero

- Magnitud del sistema:

h) Una unidad

i) Varias unidades

Estas variables determinan a la vez el número de piezas implicadas, de esta manera cuanto más grande es el sistema de hidrocultivo menor el precio de cada unidad, dado que ésto podría en buena medida evitar mediante la implantación de sistemas comunes la adquisición de accesorios, por ejemplo, el suministro de nutriente por línea de distribución aérea evita la adquisición del sistema individual por goteo y el empleo de un invernadero común substituiría el empleo de mini-invernaderos, plataforma giratoria, etc. De otra forma la posibilidad de cultivar a cielo abierto donde la temperatura es excelente la mayor parte del año (Ciudad de Cuernavaca, Cuautla, Urubamba, Pucallpa, Arequipa), innecesario el uso de invernadero.

Al igual que en la electrónica, cuanto más pequeño y autónomo el sistema más alto el precio, dado que implican más elementos de control.

Según este punto de vista, podrían surgir diferentes alternativas por las variables anteriormente descritas.

VARIABLES											PIEZAS								
a	b	c	d	e	f	g	h	i	1	2	3	4	5	6	7	8	PRECIO		
x	x						x		1	5	1	1	1		1	3	19,030.20		
x	x						x		1	5	1	1	1	1		3	17,815.10		
	x	x			x		x		1	5	1	1	1			3	15,135.50		
x	x						x	x	1	5		1					13,406.93		

A fin de facilitar el cálculo posterior en relación a estos costos, la relación cambiaría del peso mexicano y el dólar estado unidense es a la fecha de 166 pesos por dólar.

Como dijera el Dr. Maxwell Bentley en su libro Hydroponics Plus, refiriéndose al costo marginal de los sistemas tecnológicos utilizados con fines de alta, mediana y pequeña producción instalados actualmente.

... el costo de cualquier sistema alternativo de producción de alimentos no posee ninguna relación comparativa de su costo por elevado que esté fuera con la oportunidad que puede representar en determinado momento la alternativa de poder y tener con que prolongar la vida, esto no tiene precio. Posiblemente esto sea lo que ya está ocurriendo en muchas partes de nuestro planeta.

Concepto modular.

El concepto modular de la Unidad Hidropónica Vertical está contenido en la repetición vertical de las jardineras, misma que crea en combinación con los diferentes sistemas de irrigación la versatilidad suficiente para llevar a cabo el cultivo hidropónico en la escala requerida. De esta manera no sólo se pueden repetir jardineras en forma vertical, sino que se pueden repetir unidades completas horizontalmente, permitiendo de esta manera cumplir el objetivo de acuerdo a las necesidades previstas, maximizando el uso del espacio y los recursos disponibles. Cuanto más grande es el sistema, menor es el número de piezas necesarias por unidad productiva. Así, en el caso de una sola unidad, es posible que el número de partes constituyentes

sea el mayor, es decir que se requiera de la base giratoria, motor eléctrico, bandeja de desalojo, jardineras, tanque de nutrientes y una cubierta de polietileno para crear el fenómeno de invernadero.

En el caso de más de dos unidades es posible que lo más conveniente sea la instalación de una línea aérea de distribución de nutriente. En este caso se podrá prescindir de la plataforma giratoria, el motor eléctrico, las líneas de distribución por goteo y la cubierta de polietileno. Dependiendo de las características climáticas del lugar podrá instalarse un invernadero plástico o bien cultivar a cielo abierto, dado que las condiciones de cultivo son cada vez más específicas.

ERGONOMIA

La Unidad Hidropónica Vertical ha sido diseñada teniendo en cuenta los factores derivados del trabajo. Lo ideal en todos los casos sería que esta actividad no costara ningún esfuerzo, sin embargo en condiciones reales todo trabajo productivo socialmente necesario requiere de la inversión de un esfuerzo llamado en términos sociales fuerza de trabajo. Si es necesario invertir trabajo, que éste se lleve a cabo en las mejores condiciones.

En el campo la actividad agrícola requiere de muchísimo esfuerzo, la mayoría del tiempo en posición agachado. La maquinaria agrícola ha contribuido mucho en la reducción de dicho esfuerzo haciendo más eficiente el trabajo, sin embargo muchas labores agrícolas deben realizarse todavía a mano con gran despliegue de personal y esfuerzo extenuante. Este es el caso del cultivo del arroz, la caña de azúcar, la cosecha de manzanas, duraznos, etc.

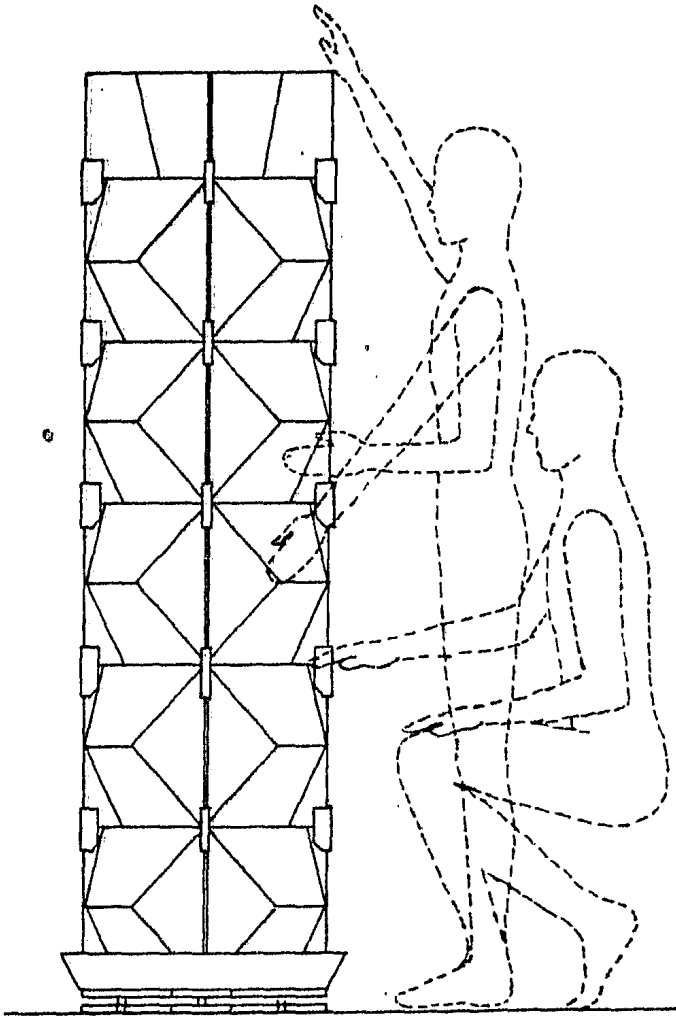
En hidroponía no se requiere de maquinaria, el uso intensivo del equipo y las instalaciones, reducen considerablemente el trabajo, mismo que se circunscribe al cuidado, observación y mantenimiento de las plantas, razón por la

cual es una actividad idónea para retirados o jubilados. Aunque existe esfuerzo físico, éste no se compara en mucho con la misma actividad en el campo. Sin embargo, existen posiciones inevitables dado que en síntesis es una labor productiva y ésta exige por condición la relación del trabajador con su medio productivo.

En la hidroponia de tipo horizontal se requiere de una constante posición de agachado o en cucliyas, así como de un desplazamiento también constante a través de todo el invernadero. En el cultivo vertical las diferentes alturas hacen menos monótono y cansado el trabajo, el esfuerzo del continuo desplazamiento se reduce considerablemente dado que en vez de tener que desplazarse en relación a las plantas, éstas lo hacen en relación con el hidrocultor, al hacer girar éste la Unidad Hidropónica Vertical sobre su propio eje, dando por esta razón más accesibilidad y dinamismo al trabajo con poco esfuerzo.

Sin embargo existen algunos esfuerzos inevitables, tales como el suministro de nutrientes, la germinación de las semillas, el transplante, control y cosecha, mismos que requieren más de paciencia y dedicación, que de esfuerzo físico, estas actividades no comprometen los límites de ca

pacidad física en ningún momento y el trato con los diferentes materiales es totalmente compatible con la naturaleza del hombre, por lo cual no existe el riesgo de contaminación, quemaduras en la piel, infecciones, etc.



UNIDAD HIDROPONICA VERTICAL
HIDROMODULO FAMILIAR URBANO

ERGONOMIA

UNAM

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE LA UNIDAD

HIDROPONICA VERTICALPIEZA No. 1

Almacén de materia prima (M.P.)

Transportar material a la mesa de cortado.

Marcar lugares de corte.

Cortar con cortador especial.

Trozar los bordes desprendiendo el desperdicio.

Transportar las piezas a la máquina de doblado térmico.

Doblar al primer lado usando escantillón (1.5 min.).

Prensar por medio de clips.

Enfriamiento de cinco minutos, almacenamiento temporal.



PIEZA No. 2

Almacén de materia prima

Transportar material a la sierra radial.

Cortar láminas de estireno longitudinalmente.

Cortar láminas de estireno transversalmente.

Cortar esquinas.

Transportar piezas cortadas a la máquina de doblado.

Doblado térmico en ángulo recto (1.5 min).

Enfriamiento (5 min).

Doblado térmico en "U" (1.5 min.).

Transportar las piezas terminadas.

Almacén de P. T.



Doblar el otro lado usando el escantillón. (1.5 min).

Prensar por medio de clips.

Enfriamiento de cinco minutos, almacenamiento temporal.

Quitar clips.

Transportar piezas dobladas a la mesa de trabajo.

Unir tres piezas prensándolas con clips.

Pegar las uniones con pegapól usando geringa desechable.

Esperar que el pegamento seque (15min).

Quitar clips.

Transportar al almacén de productos terminados (P.T.).



PIEZA No. 3

Almacén de M.P.

Transportar el material a la mesa
de cortado.

Marcar lugares de corte.

Cortar el material, usar cortado-
res especiales.

Transportar el material a la máqui-
na de doblado térmico.

Doblar aristas exteriores.

Sujetar con clips al escantillón.

Enfriamiento.

Doblar solapas interiores usando
escantillón.

Sujetar al escantillón con clips.

Enfriamiento (5 min.).

Quitar clips.



Transportar las piezas para el pe
gado.

Prensar con clips para pegar las unioo
nes.

Pegar las uniones con pegapol, usando
una geringa plástica.

Quitar clips.

Transportar las piezas terminadas.

Almacén de P. T.



PIEZA No. 4

Almacén de M.P.

Transportar el material a la sierra radial.

Cortar el material longitudinalmente.

Cortar el material transversalmente.

Cortar ranura interior.

Transportar las piezas cortadas a la máquina de doblado.

Doblado térmico en "U"

Doblado térmico en ángulo recto.

Doblado térmico en ángulo recto.

Enfriamiento y almacenamiento temporal.

Transporte al almacén.

Almacén de P.T.



PIEZA NO. 5

Almacén de M.P.

Transportar el material a la sierra radial.

Cortar el material.

Transportar las piezas cortadas a la mesa de trabajo.

Cortar entresaques con coladora eléctrica.

Transportar piezas para doblado térmico.

Doblar paredes laterales.

Inspeccionar uniones.

Pegar las uniones con pegapol

Esperar que seque el pegamento (15 min.).

Sellar con silicón.

Esperar que el silicón seque.

Transportar las piezas al almacén.

Almacén de P.T.



PIEZA NO. 6A. (Plataforma giratoria superior)

Almacén de M.P.

Transportar el material

Entintar la lámina

Marcar con puzón lugares de corte y doblado

Cortar el material

Cortar entresaque angulares

Transportar a la máquina de doblado

Doblar paredes largas

Doblar paredes cortas

Transportar

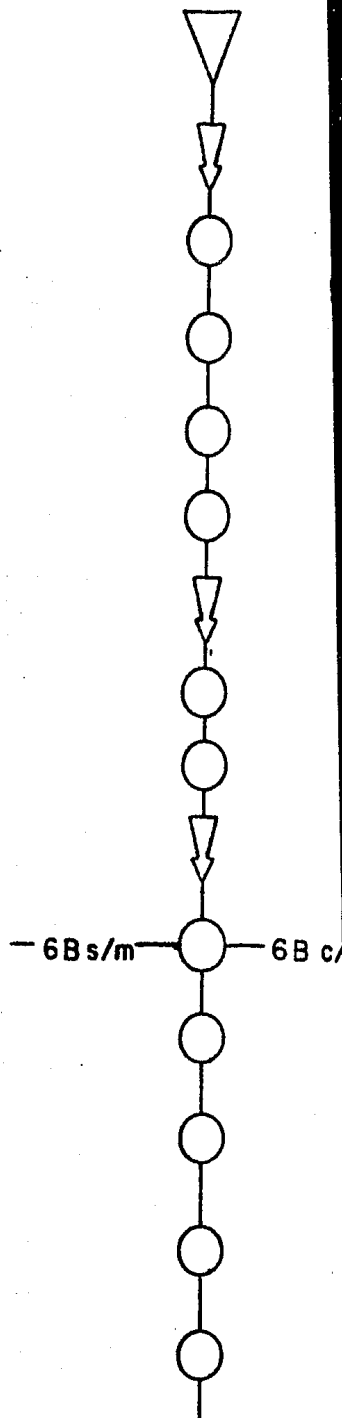
Soldar eje central (soldadura de arco)

Colocar anillo de tracción

Soldar anillo de tracción
transportar

Lavar la lámina con desengrasante

Secar con presión de aire



Pintar

Transportar al horno

Hornear (10 min. a 100° C)

Enfriar 10 min.

Transportar al almacén

Almacén de P.T.

PIEZA NO. 6B (plataforma inferior con motor)

Cortar con soplete autógeno

Esmerilar

Soldar rieles del motor

Transportar

Taladrar

Transportar

Lavar con desengrasante

Secar con presión de aire

Transportar al horno.

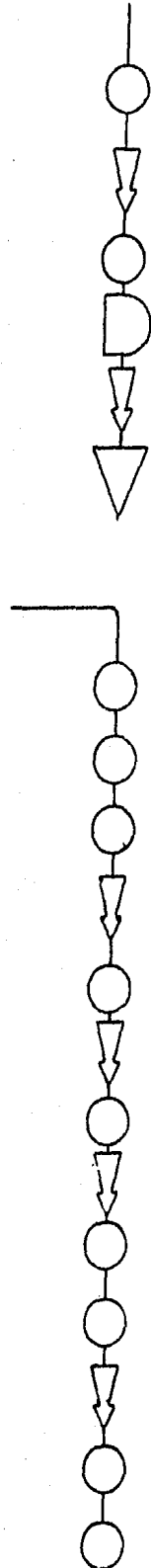
Hornear (10 min. 100° C)

Transportar a la mesa de ensamble

Colocar carretillas - Atornillar

Colocar el motor- ensamblar

Colocar resorte - rema char



Atornillar caja del motor.

Transportar.

Almacén de P. T.

PIEZA No. 6 B (Plataforma giratoria inferior sin motor).

Taladrar.

Transportar al departamento de lavado.

Lavar con desengrasante.

Secar con aire a presión.

Transportar al Depto. de pintura.

Pintar.

Transportar al horno.

Hornear 10 min. a 100°C.

Enfriar 10 min.

Transportar piezas terminadas al
almacén.

Almacén de P. T.



CONCLUSIONES

Tanto al inicio como al final, el fundamento que dió origen al diseño del objeto se hace vigente. La necesidad de realizar un esfuerzo se hace generalmente en relación al deseo insatisfecho. Este siempre ha sido el gran impulso generador de la cultura y de la tecnología, la respuesta es por lo tanto consecuencia del planteamiento y la solución propuesta un afán renovador, un reto.

La unidad hidropónica vertical es un sistema de cultivo que se propone servir de lugar, medio y vehículo a través del cual puede efectuarse el cultivo de alimentos, plantas aromáticas y/o de ornato, en pequeña y mediana escala.

La justificación de esta tesis se apoya en el hecho mismo de la realidad social del cual se desprende la respuesta en los siguientes términos:

- Lograr la producción de alimentos de origen vegetal en un reducido espacio, de manera fácil y altamente eficiente, superando los aspectos negativos de la agricultura tradicional.

- Resolver a través del cultivo hidropónico un problema de salud pública, evitando la propagación de enfermedades provenientes de alimentos contaminados (amibiasis y cistisercosis) y elevando la calidad de la dieta familiar a fin de contrarrrestar en la medida de las posibilidades la anemia y la desnutrición.

- Resolver a mediano plazo el problema cultural prevaleciente entre la ciudad y el campo, destruyendo tabúes y edificando una nueva relación cultural entre los individuos de la ciudad y la producción de alimentos, haciendo evidente el esfuerzo que significa la producción de los mismos. Estrechar de manera amena, divertida, entretenida e interesante los lazos familiares por medio de la acción gratificante de la producción de alimentos y del uso productivo del tiempo libre, en el nacimiento de una nueva cultura, que pudiera muy bien significar la puerta por la cual se de cabida al anhelo insatisfecho de la revolución verde.

- Este cuarto punto se fundamenta en la simple

idea de la necesidad del desarrollo científico y tecnológico de una alternativa para la vida, razón que en sí misma justifica cualquier esfuerzo.

o A nivel de resultados, la unidad hidropónica vertical es un instrumento del desarrollo tecnológico en el cual se involucran valores sociales. Criar plantas se convierte en una actividad recreativa como la de criar peces en un acuario, la diferencia estriba en el hecho de que los peces de ornato no se comen.

Las plantas siempre han producido una sensación estética agradable, percibida a través de la vista y el olfato, por esta razón el hombre ha tratado siempre de incluir las en su entorno habitual. Esta sensación estética fue enriquecida en el pasado con recipientes que constituyen en la actualidad patrimonio histórico, cultural y artístico de los pueblos. Muchos de estos recipientes ya no poseen valor como recipientes para plantas, sino como obras de arte de la cerámica y la porcelana.

La unidad hidropónica vertical no deja de ser un recipiente, compartiendo el espacio del hombre con otros objetos; por esta razón su carácter estético brinda al cultivo de alimentos una herramienta digna, acorde con la im

gen de su evolución tecnológica, ésta no pretende convertirse en una obra de arte, sino en un objeto de diseño industrial con alto valor de uso, cuyo valor estético no va ya más allá que para lo que fue creado, cumplir una vez más con la vida del rito del hombre.

TIEMPO LIBRE

Teóricamente, es el lapso destinado al disfrute de los beneficios sociales derivados del trabajo. Prácticamente es el tiempo que nos queda totalmente libre después del trabajo socialmente necesario y la reparación del mismo. Disfrutar de los beneficios sociales que éste proporciona es una conquista de la clase trabajadora obtenida en los últimos años, generalmente dedicada al descanso, distracción, esparcimiento, diversión, cultura, artes y turismo.

El tiempo libre posee la cualidad psicológica de romper con la rutina, estimulando la acción positiva del trabajo, como una salida eficiente al problema de las tensiones o "stress".

Antiguamente el ocio era patrimonio exclusivo de la gran burguesía, en la actualidad es un derecho que tien

de a elevar lo que se ha dado por llamar calidad de la vida. La disminución progresiva de las horas de trabajo a un nivel racional que permita el empleo del tiempo libre, acorde con un salario digno que permita el desahogo de las necesidades fundamentales, constituye todavía un objetivo a mediano plazo. El tiempo libre tal y como lo conocemos es un fenómeno de la posguerra que se fue gastando desde la revolución industrial. Hoy día la gente que trabaja po see más tiempo para dedicarlo a las relaciones familiares, culturales y sociales, este tiempo se distribuye de la si guiente manera:

- Un corto lapso diario de dos a cuatro horas.
- En los fines de semana o "weekends".
- En un período anual denominado vacaciones.

El descanso relacionado con una actividad suplementaria como leer, jugar, hacer ejercicio, deportes, ir a la playa, al campo, de pesca, etc., evitan el aburrimiento y restablecen el balance físico mental. Existen otras formas de emplear el tiempo libre y cuyos resultados la convierten en una actividad gratificante. Actividades co mo "hágalo usted mismo", el arreglo de la casa, etc., hacen que la actividad desarrollada además de divertida, sea

altamente provechosa.

La jardinería es una actividad muy difundida, especialmente entre las amas de casa y los jubilados, sin embargo, las dificultades de espacio, disposición de tierra y tecnología apropiada limitan su práctica intensiva.

La unidad hidropónica pretende suplir todas estas desventajas, aportando un instrumento idóneo para el empleo del tiempo libre de manera grata, amena, divertida, gratificante y altamente provechosa.

BIBLIOGRAFIA:

Bentley, Maxwell, Ph. D.; Growing plantas Whithout
soil, Sioux Falls South Dakota, U.S.A., O'Connor Printers,
1955.

Bentley, Maxwell, Ph.D; Commercial Hidroponice,
Facts and Figures, Sioux Falls, South Dakota, U.S.A.,
O'Connor Printers, 1974.

Bentley, Maxwell, Ph. D.; Hidroponics Plus, Sioux
Falls, South Dakota, U.S.A., O'Connor Printers, 1973 -
Cat. No. 74-77303 Biblioteca del Congreso de los E.E.U.U.

Hudson, Josel; Hidroponic, Greenhouse and Gar-
dening, Trask Avenue, Garden Grove, California, U.S.A.,
National Graphice Inc.

Sánchez del Castillo, Felipe; Escalante Rebolledo,
Edgardo R.; Hidroponia un sistema de producción, Univer-
sidad Autónoma Chapingo, México, 1981.

Go. O. Anterwal; Hidroponia, Lavalle, Buenos Aires,
Argentina, Edit. Albatros.

A P E N D I C E

Proveedores de material Hidropónico en la Ciudad de México.

Vermiculita y peat moss:

Aislantes Térmicos S. A. Tel. 527-35-00

Aislamientos Acústicos S. A. Tel. 250-18-61

Sustancias Químicas Anglomexicana
Andrómaco No. 2 Tel. 545-02-61

Bolsas de polietileno color negro
F-600:
Blaalex Patriotismo No. 28 Tel. 271-28-32

Casa Raúl, Fray Servando Teresa de
Mier

Hidromezcla:

Corporación Hidropónica de México
S. A. de C. V. Sagrado No. 84- Col.
San José Insurgentes C.P. 03900
México, D. F. Tel. 680-02-94

Nutrientes:

Química Foliar S. A. de C.V.
Calle Urbina No. 4, Parque Ind.
Naucalpan, Edo. de Mex. Tel. 676-52-88

Sustancias Químicas Anglomexicanas
Andrómaco No. 2 Tel. 545-02-21

Corporación Hidropónica de México
S. A. de C. V. Sagrado No. 84 Tel. 680-02-94

Invernaderos:

Agro-Técnica Moderna, S. A.
Golondrinas No. 21, C.P. 03340.
Col. Gral. Anaya.

Tel. 688-16-32

Semillas:

Productora Nacional de Semillas (PRONASE)
Av. Progreso No. 3 - Coyoacán Z.P. 21

Corporación Hidropónica de México, S.A.
de C.V.
Sagrado No. 84 - San José Insurgentes.