

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y
ALIMENTOS**

TESIS PROFESIONAL

**CREACIÓN DE CULTIVO
HIDROPÓNICO EN EL HUERTO
UNIVERSITARIO “*MUIL ITAJ*”**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN NUTRIOLOGÍA

PRESENTA

ANDRÉS ARREOLA CASTAÑEDA

DIRECTOR DE TESIS

ING. ABELINO GÓMEZ TALAGUARI



TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.

MAYO, 2022



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
30 de mayo de 2022

C. Andrés Arreola Castañeda

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Nutriología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Creación del cultivo hidropónico en el huerto universitario "Muil Itaj"

En la modalidad de: Tesis Profesional.

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

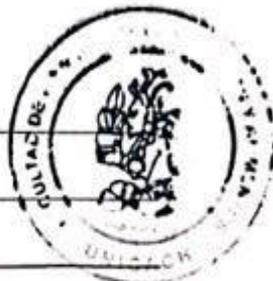
ATENTAMENTE

Revisores

Dra. Adriana Caballero Roque

Mtra. Patricia Ivett Meza Gordillo

Ing. Abelino Gómez Talaguari



Firmas:

Ccp. Expediente

COMITÉ DE TITULACIÓN

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Anayanzi y Raymundo que siempre estuvieron ahí para mí, cuidándome y procurando mi futuro, nunca dejaron de apoyarme y amándome a pesar de todo.

A mis hermanos con los que por su competitividad sana hemos mejorado aspectos que sin duda son de gran valor para mí.

A la vida que me permite seguir y disfrutar. Que siempre me enseña sus lecciones a través de las consecuencias de mis actos.

A mis amigos parte fundamental de mi desarrollo personal y a todas esas personas con las que me he topado a través de estos años de las cuales he aprendido mucho.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos	6
MARCO TEÓRICO	7
HIDROPONÍA.....	7
Huerto.....	8
Presente	9
Desarrollo a nuestro alrededor.....	10
Historia	11
Características.....	13
Tipos de huertos hidropónicos	15
Principales sustratos	16
Lana de roca:	17
Perlita	17
Arenas	17
Turbas	17
Fibra de coco	17
Tezontle	17
Otros sustratos	17
Plagas	19
Fisiopatías más importantes en los sistemas de cultivo sin suelo	19
Pie de elefante	20
Deficiencia de Fósforo	20
Población dirigida.....	20
Problemática	21
Futuro de la hidroponía.....	21
El costo y rentabilidad	22
Antecedentes del problema.....	23
Su desarrollo en el mundo	24

Desarrollo en México	25
Desarrollo en el Estado de Chiapas	26
Método raíz flotante	27
Ventajas de la variedad de huerto hidropónico raíz flotante	27
Desventajas de la variedad de huerto hidropónico raíz flotante.....	28
Lechuga.....	28
Importancia del cultivo del cultivo de lechugas	28
Origen sobre cultivo de la lechuga	28
Variedades.....	30
Temperatura.....	31
Acelga	31
Importancia económica y distribución geográfica	32
Variedades.....	32
Temperatura.....	32
Cilantro	33
Importancia del cultivo.....	33
Origen del cultivo.....	33
Descripción botánica.....	33
Condiciones ecológicas.....	34
Labores culturales:.....	34
Temperatura.....	34
Perejil.....	34
Origen del cultivo.....	34
Descripción botánica.....	35
Variedades.....	35
Temperatura.....	35
Valor nutricional.....	36
HIPÓTESIS.....	37
METODOLOGÍA	38
Materiales del huerto	38
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	38
Población	38

Muestra	38
Muestreo	38
Variables	39
Independientes	39
Dependientes	39
Criterios	39
Inclusión	39
Exclusión	39
Instrumentos de medición	39
Descripción de técnicas de medición	39
ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	41
CONCLUSIÓN	43
PROPUESTAS Y/O RECOMENDACIONES	44
GLOSARIO.....	45
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Chinampas convencionales.....	8
Figura 2 Huertos convencionales.....	9
Figura 3 Huerto hidropónico en la luna.....	11
Figura 4 Planta de tipo herbácea.....	12
Figura 5 Técnica de tutorado.....	12
Figura 6 Erosión de la tierra.....	13
Figura 7 Huerto hidropónico aeroponía	15
Figura 8 Variedad en sustratos.....	18
Figura 9 Problemas de cultivos por solución nutritiva.....	18
Figura 10 Huerto hidropónico.....	31
Figura 11 Acelgas hidropónicas.....	33
Figura 12 Cultivo hidropónico.....	34
Figura 13 cultivo de perejil hidropónico colombiano.....	35
Figura 14 Gráfica producción de hojas de acelga.....	41
Figura 15 Porcentaje de producción de lechugas.....	41
Figura 16 Gráfica de producción de perejil.....	42
Figura 17 huerto en construcción.....	56
Figura 18 Mesa en preparación.....	56
Figura 19 Mesa hidropónica lista para trasplante.....	57
Figura 20 Plantas adaptándose al medio acuoso.....	57
Figura 21 Observación de raíces.....	58
Figura 22 Plantas en crecimiento.....	58
Figura 23 Lechugas hidropónicas huerto " <i>Muil itaj</i> "	59
Figura 24 Valoración de raíces.....	60
Figura 25 Hortalizas afectadas.....	60
Figura 26 Plantas en recuperación.....	61
Figura 27 Hortalizas desarrolladas	62
Figura 28 Perejil desarrollado.....	62
Figura 29 Lechugas en precosecha.....	63

Figura 30 Plantas en cosecha.....	63
Figura 31 Cosecha de lechugas huerto <i>Muil itaj</i>	64
Figura 32 Cosecha de acelgas.....	64
Figura 33 Perejil hidropónico huerto <i>Muil itaj</i>	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales sustratos.....	16
Tabla 2 Principales cultivos hidropónicos	25
Tabla 3 Producción de lechugas a nivel mundial.....	29
Tabla 4 Valor nutricional de la lechuga.....	30
Tabla 5 Materiales de la cama hidropónica.....	37
Tabla 6 Problemas presentados en el huerto hidroponico.....	54

INTRODUCCIÓN

El inminente crecimiento de las urbes y las malas cosechas provocados por cambios climáticos e infertilidad de las tierras dan lugar a irse por alternativas que puedan sustituir las grandes cosechas de los huertos tradicionales. Este es el caso de la hidroponía. La importancia de este tipo de huerto va cobrando gran relevancia para el ámbito de la producción de hortalizas, la hidroponía permite tener un mejor control en el crecimiento de los vegetales y de los frutos además de tener cualidades que le permiten ser amigable con el medio ambiente. El huerto hidropónico es una variante del huerto tradicional en la cual no existe un sustrato nutritivo en la que la planta pueda absorber sus nutrientes para su óptimo crecimiento, en esta variante se trabaja el agua con el fin que por ella se nutran las raíces de la planta. Se tienen muchos registros de intentos de hidroponía a lo largo de la historia y en distintas culturas en su mayoría exitosos, uno de estos registros cuenta con una historia peculiar que data del año 600 a.C. El rey de Caldeos quiso hacer un regalo a su fiel esposa que añoraba tener paisajes verdes y extensos con los que estaba acostumbrada a observar en su tierra natal (oriente medio). Para hacer sentir bien a la Reyna se mandó a construir en el palacio grandes extensiones de áreas verdes en donde constaban de plataformas gigantes que eran rodeadas por el agua proveniente del río Éufrates. Al pasar los siglos el regalo se convirtió en una de las Maravillas del Mundo Antiguo por su increíble arquitectura, ingeniería y del paisajismo era nada menos que los famosos Jardines Colgantes de Babilonia.

El primer gran auge que tuvo fue durante la segunda guerra mundial en la cual se buscaba el desarrollo de grandes cantidades de alimentos en espacios muy pequeños para satisfacer las necesidades alimenticias de todos los soldados que participaron en este gran hecho histórico. Durante este primer gran auge se notó una versión científica, los huertos hidropónicos eran cada vez más seguros, más sofisticados y mejor comprobados para su propósito principal. Básicamente la hidroponía se desarrolla ampliamente con el estudio la forma en la que las plantas se alimentaban; filósofos, científicos y grandes pensadores de miles de años atrás ya se preguntaban sobre esto. Dos factores importantes por el cual los métodos hidropónicos resultan muy atractivos es el gran aumento de la población mundial por la cual se necesita la mayor producción de alimentos posibles en el menor espacio y los monocultivos, estos últimos de los que casi no se comentan, son aquellas grandes extensiones de terrenos en los cuales se cultivan

una sola especie de planta u hortaliza que resulta ser contraproducente ya que terminan por destruir la fertilidad de la tierra además de lograr una mayor erosión en ella y que además no permiten una biodiversidad de flora. Estas variantes de huertos se contraponen ante estos problemas sobre saliendo de los huertos tradicionales. Las ventajas que ofrece son numerosas, estas van desde el control de plagas, control de enfermedades, altos estándares de calidad, cuidar el agua y hasta una muy probable disminución de la canasta básica familiar y es responsable con el medio ambiente. Por ser un huerto en el cual ocupe muy poco espacio esta alternativa resulta muy útil en ciudades donde es imposible encontrar cultivos cerca. Lo que nos da esta práctica se ve reflejado en sus resultados tanto es así que la hidroponía ya salió de nuestro planeta colocándose en transbordadores y naves espaciales en la cual cuentan con estas huertas y alimentan a los astronautas. Actualmente, gran porcentaje de vegetación existente en nuestro planeta es proveniente de la hidroponía, esto, por crecer naturalmente en los océanos y cuerpos de agua.

JUSTIFICACIÓN

En México, existen diversos lugares de donde se pueden obtener alimentos, se tiene variedad de donde se puede escoger, sin embargo, no se sabe a ciencia cierta que se utiliza para aumentar el crecimiento de frutas y hortalizas y tampoco que sustancias utilizan como pesticidas. Se ha investigado que los plaguicidas son productos químicos que se utilizan en la agricultura para proteger los cultivos contra insectos, hongos, malezas y otras plagas. Además de usarse en la agricultura, se emplean para controlar vectores de enfermedades tropicales, como los mosquitos, y así proteger la salud pública. Sin embargo, los plaguicidas también son potencialmente tóxicos para los seres humanos. Pueden tener efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, provocar cáncer o acarrear consecuencias para los sistemas productivos, inmunitario nervioso. Antes de que se autorice su uso, los plaguicidas deben estudiarse a fin de determinar todos sus posibles efectos para la salud, y los resultados deben ser analizados por expertos que evalúen cualquier riesgo que los productos puedan entrañar para las personas (OMS, 2016).

Este medio productivo brinda la seguridad de lo que se consume sabiendo la proveniencia de los alimentos y así evitar todos los problemas de salud que conlleva el consumo de pesticidas e insecticidas que se encuentran en frutas y verduras, además de ser productos orgánicos.

La creación de huertos hidropónicos resulta relevante teniendo en cuenta que podemos tenerlos en espacios muy pequeños siendo estos muy eficaces y eficientes llevándolos de la mejor manera claro. A nivel mundial se estima que los cultivos hidropónicos generan ingresos por 821 millones de dólares con un crecimiento anual de 4.5 % de 2011 a 2016, de acuerdo al informe de IBIS World. En Norteamérica, el tomate representa el 56 % de la superficie hidropónica, mientras que en Sudamérica es la lechuga con el 49 % de la superficie de cultivos hidropónicos y los principales cultivos establecidos en hidroponía son: tomate, lechuga, pimiento y pepino. Lo anterior se debe a que son cultivos altamente demandados, por lo que su rentabilidad es alta. (INTAGRI, 2017). En México, los cultivos establecidos en horticultura protegida son: tomate (54 %), pepino (16 %), pimiento (15 %), berenjena (10 %), otros (5 %) (SIAP, 2016). Se estima que, del total de los cultivos establecidos bajo cubierta, aproximadamente el 50 % se encuentra cultivada en hidroponía (agua, fibra de coco, lana de roca, turba, tezontle, etc.) (INTAGRI, 2017). La inserción de este método de producción brinda un huerto del tamaño que se necesite en el lugar que se requiera además de ser amigable con nuestro planeta. Dentro de los beneficios que brindan son el ahorro del agua ya que esta se reutiliza siendo aconsejable en lugares donde

esta es escasa, evitar la erosión de la tierra ya que en estos cultivos no se utiliza además se evita el uso de pesticidas e insecticidas.

La creación de este huerto es importante para la Universidad ya que es otro ejemplo para desarrollar la sustentabilidad en las casas, enseña a los estudiantes en su capacitación para desarrollar estas técnicas a nivel comunitario para aprovechar espacios dentro de estas y también ser opción para un huerto urbano promoviendo su baja inversión que esta requiere al inicio, además de ser amigable con el ambiente.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para conocer de mejor forma en la que se trabaja en los huertos hidropónicos, se debe definir lo que es la hidroponia. El término se deriva del griego hydro que significa agua y ponos que significa trabajo o actividad, es decir, ‘trabajo del agua’ o ‘actividad del agua’. También se conoce como cultivo sin suelo, nutricultura, quimio cultura, cultivo artificial o agricultura sin suelo (FAO, 2003). La hidroponia tuvo su origen en el siglo XIX, derivada de los estudios sobre las vías de absorción de los nutrientes por las plantas que realizaron fisiólogos como Woodward y De Saussure. En los últimos sesenta años se ha trabajado en el desarrollo de nuevos sistemas que ayuden a solventar esos problemas. Uno de los más representativos es la hidroponia, que ofrece una alternativa para producir alimentos, no sólo en las áreas con problemas de contaminación de suelos y carencia de agua sino también en el medio doméstico.

Actualmente el huerto universitario presenta diferentes espacios en el que se observaron huertos muy funcionales para su fin que es la enseñanza sobre el manejo de las plantas y la producción de hortalizas de manera tradicional; sin embargo, el huerto hidropónico daría un plus al conocimiento del estudiante puesto que esta variante de huerto es muy conocido en toda Europa y muy utilizado en Sudamérica teniendo grandes exponentes como Colombia, Perú, Chile y Uruguay (FAO, 2010). Teniendo esta opción de aprendizaje se podría brindar mejor información sobre la producción de hortalizas y abriendo un abanico de opciones para las personas en las que esta variante podría darle mejores resultados. México cuenta con una gran diversidad de climas; sin embargo, la estacionalidad marca la recolección de la cosecha. Así vemos fluctuar los precios de los productos perecederos con un patrón que se repite año con año, consecuencia de la oferta y la demanda. Debido a esta situación, resulta atractivo, económicamente hablando, implementar el uso de cultivos protegidos que permitan al agricultor ofrecer sus productos en la época en que disminuya la oferta.

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar huertos hidropónicos para mejorar la producción de hortalizas de hojas en el huerto universitario.

Objetivos específicos

Definir el tipo de huerto hidropónico conveniente al terreno.

Cultivar lechugas, acelgas y perejil.

Identificar posibles correcciones en la evolución del huerto.

Evaluar la eficiencia del huerto hidropónico.

MARCO TEÓRICO

HIDROPONÍA

El cultivo en hidroponía, es una modalidad en el manejo de plantas, que permite su cultivo sin suelo. Mediante esta técnica se producen plantas principalmente de tipo herbáceo, aprovechando sitios o áreas no convencionales, sin perder de vistas las necesidades de las plantas, como luz, temperatura, agua y nutrientes (Beltrano, 2015).

Como se ha venido hablando los huertos hidropónicos son aquellos cultivos que se realizan sin necesidad de sustrato ¿cómo se realizarían sin un sustrato? En este tipo de huerto la planta adquiere lo que necesita de una solución que proviene del agua con la que es tratada a modo de obtener lo necesario para su crecimiento. Son llamados huertos urbanos ya que no necesitan mucho espacio para su realización y el uso de agua es poco comparado a un huerto convencional. Si bien, la hidroponía ha ido evolucionado con el paso del tiempo, inició siendo de manera muy primitiva hasta convertirse en un proceso en que la química aporta muchísimo para dichos resultados esperados.

Desde un punto de vista práctico, los cultivos hidropónicos pueden clasificarse en dos: cultivos hidropónicos únicamente sobre agua con nutrientes adecuados para el crecimiento óptimo de la planta y en cultivos sobre algún sustrato que químicamente dejan el intercambio catiónico. La historia de esta ciencia relata que empieza como una técnica milenaria que se utilizaba como un sistema de riesgos de uso estético, esto, porque el primer registro que se tiene de esta técnica fueron los famosos Jardines Colgantes de Babilonia. Estos archivos relataron la historia de un monarca realizó un gran paisaje con ayuda del río circundante a su reino como regalo a su reina.

La hidroponía ha sido esporádica en tiempos antiguos ya que no todas las civilizaciones del mundo antiguo tenían un dominio sobre esta técnica, sin embargo, se sabe que ha existido alrededor del mundo e inclusive en Latinoamérica se pudo dominar por medio de las chinampas en el centro del país de México en donde existían grandes caudales de agua causadas por el lago de Xochimilco que era rico en nutrientes orgánicos depositadas por la fauna local para darle el sustento a las pequeñas islas artificiales que los Mexicas construyeron. Las chinampas representaron a esta zona del país que le dieron un gran sustento a la población de ese entonces, en esta parte del país se sembraban el maíz, frijol, calabazas, y pimientos. Actualmente quedan muy pocas chinampas alrededor del lago de Xochimilco y las pocas que quedan se utilizan para

la floricultura siendo flores que se comercializan en gran parte del país y algunas hortalizas. “El término hidroponia se deriva del griego hydro = agua y ponos = trabajo o actividad, es decir, ‘trabajo del agua’ o ‘actividad del agua’. También se conoce como cultivo sin suelo, nutricultura, quimiocultura, cultivo artificial o agricultura sin suelo” (Zárate, 2014).



Figura 1 Chinampas de Xochimilco (FAO, 2018).

Huerto

Para un mejor entendimiento se requiere de dichas definiciones para sobrellevar de mejor manera la lectura. Empezando con la primera palabra de este variante huerto se define de esta forma: “Es un lugar donde se cultivan hortalizas, granos básicos, frutas, plantas medicinales, hierbas comestibles, ornamentales” (FAO, 2009). Dicho de esta forma un huerto es aquel espacio en el cual se predestina para la siembra y cosecha de plantas u hortalizas previamente seleccionados. Un huerto puede presentarse de todos los tamaños, siendo cualquier recipiente en el que se desea sembrar alguna semilla o plantar, tradicionalmente se tiene en cuenta que en un huerto se mantiene una extensión de tierra, sin embargo, con el paso de la historia la humanidad ha desarrollado diferentes procesos en el cual preservar plantas. Este concepto de huerto se ha diversificado por su propia evolución a través del tiempo.



Figura 2 Huertos convencionales (info.Agro, 2020).

Presente

Actualmente países como Francia e Italia lideran al rededor del mundo en producción hidropónica teniendo producciones a gran escala de nivel comercial. Alemania, Holanda, Inglaterra y Suiza son países en los que las flores se cultivan en medios hidropónicos para la producción comercial especializándose en claveles. Estados Unidos tiene producción fuera de su país teniendo invernaderos en el este asiático y al sur de su país cuentan con poco más de 40 “*hidroponic farms*”.

África central, África del sur, África oriental, Australia, Islas Bahamas, Brasil, Colombia, Cuba, España, Irán, Israel, Kuwait, Malasia, países escandinavos, Polonia, islas Seychelles, Singapur y Nueva Zelanda, son países en donde se ha establecido el cultivo hidropónico y que ya empieza a resultar de uso continuo. La zona del caribe siendo los países de México y Puerto Rico exportan frutas y verduras a los mercados canadienses y estadounidenses provenientes de la hidroponia. La situación hidropónica en México ha ido al alza en los últimos 50 años dando pasos pequeños ya que no se cuenta con una sólida cultura a esta alternativa. En Rusia se desarrollan cultivos bajo cristal en áreas de 2.5 ha. cerca de Kiev, así como invernáculos, granjas, jardines hidropónicos e instalaciones semejantes cerca de Moscú y Leningrado; y en Erivan, ciudad de Armenia, en la zona del Cáucaso se ha establecido un Instituto Hidropónico. Existen centros experimentales en Grossbeeren, Wollup, Leipzig, Erfurt, sin dejar de mencionar el Instituto Botánico de Postdam. Sin embargo, las innovaciones más modernas las constituyen las empresas de cultivos de esquejes que han surgido en el sur de Italia, a lo largo de la costa frente a Sicilia en el ámbito del Estrecho de Mesina, mientras que, en toda la zona mediterránea, incluida la Isla de Malta, pueden encontrarse actualmente otras instalaciones. Finalmente cabe destacar las

instalaciones que de cultivos hidropónicos poseen compañías petroleras en el Desierto del Sahara, así como en las desoladas arenas de la Península Arábiga, para proporcionar hortalizas frescas a sus empleados, que son tan necesarias a la salud.

Desarrollo a nuestro alrededor

El panorama de la agricultura actual no puede ser más desolador, pues si bien en las últimas décadas se ha conseguido aumentar la producción agrícola mundial, ello ha sido a costa de un grave y en algunos casos irreversible deterioro ambiental: grandes regiones desertizadas, aguas subterráneas y ríos contaminados por los nitratos y restos de herbicidas, lagos eutrofizados por excesos de fosfatos o suelos intoxicados por plaguicidas organoclorados de larga persistencia, son algunas de las realidades cotidianas que asoman como la punta de un gigantesco iceberg, cuyas consecuencias a largo plazo son a todas luces imprevisibles. Durante años la falta de conciencia ciudadana no ha hecho más que empeorar la situación al exigir al agricultor – incluido ganadero- mayor producción a menor precio. Pero, a la larga, el precio pagado por esos alimentos -low cost- termina siendo muy elevado si tenemos en cuenta los graves trastornos para la salud que ocasiona el consumo de alimentos desequilibrados por el abuso de abonos químicos sintéticos y saturados de restos de plaguicidas, muchos de los cuales tienen claros efectos cancerígenos, son dos ruptores hormonales o alteran los procesos biológicos del organismo (Bueno, 2015).

La hidroponía ha sido tan punzante con sus resultados que inclusive se han desarrollado huertos fuera de este planeta, en el 2014 se empezó a desarrollar un programa de llamado Veggie y su fin es cultivar plantas a bajo costo con mayor rendimiento además de lograr un gran valor nutricional en el espacio exterior. Este mecanismo permite desarrollar vegetales a través de una cámara donde las plantas se sostienen mediante sustratos inertes. Una herramienta útil con la que se pueden producir alimentos para el autoconsumo que sean nutritivos, seguros y frescos en cualquier condición.



Figura 3 Huerto hidropónico en la luna (Planetario de Bogotá, 2016).

Historia

A finales de la década de 1920, el doctor William Gericke, de la Universidad de California, convirtió las técnicas de laboratorio a métodos prácticos para la producción de alimentos. Más tarde, estos conocimientos fueron utilizados por soldados británicos y estadounidenses, que durante la Segunda Guerra Mundial mantuvieron cultivos hidropónicos en sus bases militares (IDESIA, 2018). A partir de entonces, la técnica se ha extendido por todo el mundo, se practica en muchos países y algunas compañías transnacionales la utilizan para producir de manera intensiva. La característica más importante de la técnica hidropónica es que en ninguna de las etapas de crecimiento se requiere del suelo como soporte o fuente de nutrimentos del cultivo; la planta toma los nutrientes directamente del agua, donde se encuentran disueltos (Zárate, 2014). La principal ventaja del sistema es que puede adaptarse a cualquier espacio, condición climática y economía.

Diferentes factores sociales, económicos, políticos e incluso climáticos han provocado una transformación radical de la población rural de México. Por ejemplo, mientras que en 1952 cerca del 57% de los habitantes del País vivía en una zona rural, para 2010 el porcentaje decreció hasta llegar a poco menos del 23% del total de la población. Según diferentes analistas, dicha situación ha afectado de manera directa la producción agrícola nacional, de tal suerte que actualmente más del 70% de las unidades de producción rural es atendido por pequeños productores, campesinos e indígenas que apenas poseen superficies menores o equivalentes a cinco hectáreas. Por si esto fuera poco, la mayoría de su producción está enfocada en satisfacer las necesidades del autoconsumo. Lamentablemente sólo el 6% de los productores agrícolas está conformado como empresarios que logran colocar sus mercancías en el mercado nacional e internacional; y esta

situación no es favorable para las necesidades de consumo que tiene el País, tanto de productos alimentarios como de insumos o materias primas provenientes de la agroindustria (EDUCAMPO, 2016).

Herbáceo/ herbáceas

“Se le denomina en botánica a una planta que no presenta órganos decididamente leñosos. Los tallos de las hierbas son verdes y mueren generalmente al acabar la buena estación, siendo sustituidos por otros nuevos si la hierba es vivaz” (Levine, 1995).



Figura 4 Planta de tipo herbácea.

Se les llama herbáceas a aquellas plantas que prescinden de un cuerpo maderable constituyéndose totalmente de hojas siendo estas generalmente anuales además de ser manejables y blandas con una coloración en su mayoría de un color verde.

Tutorado

Es una técnica que se utiliza en la industria agrícola que básicamente consiste en la colocación de guías, en su mayoría en forma vertical y con ayuda de estacas para que algunas plantas que tienen zarcillos tengan soporte.



Figura 5 Técnica de tutorado (INCAP, 2016).

Erosión: arrastre o desprendimiento de diferentes partículas del suelo, que causan el desgaste de la capa fértil de la tierra. La erosión de las tierras presenta un grave problema para el planeta tierra. La manera acelerada en la que se da la erosión de suelos podría tener graves consecuencias para todos, se estima que para el 2050 más del 90% de los suelos podrían verse afectadas a consecuencia de esto. Los problemas que conlleva esto son la disminución de nutrientes que están disponibles en el suelo y son aprovechadas por las plantas. También afecta a los niveles hídricos presentes en la tierra bajando la cantidad de agua disponible. Un factor que se veía de manera rápida es la pobreza de las personas que viven y se alimentan de la agricultura aunado a una posible migración a las urbes más cercanas en busca de trabajo (FAO, 2019).



Figura 6 Erosión de la tierra (FAO, 2019).

Características

Es una técnica de cosecha medianamente sencilla, limpia y de bajo costo además de que el crecimiento de los vegetales es de forma más rápida siendo cosechas con alto valor nutricional. Se puede encontrar que el huerto hidropónico logra situarse en cualquier lugar adecuándose a las cantidades de cosecha que se requieren ya que solo se necesita de una estructura para poder sostener las plantas y las hortalizas. Se podría colocar en azoteas, balcones, patios y cualquier otro lugar en el que tenga una buena luz y un clima favorable para la producción de la planta. Otra gran característica es que es amigable con el medio ambiente en todos los sentidos y por ende inocuo para nuestro consumo. La hidroponía cuida el agua reciclándola y reutilizándola por supuesto volviéndola a tratar para garantizar que las plantas puedan nutrirse de la mejor forma, además de esto evita la erosión de suelos ya que como se sabe no se necesita de estos para lograr los resultados deseados. Se ha demostrado que huertos muy bien preparados y bien cuidados la producción de hortalizas es grande e inclusive mayor a corto plazo de tiempo que los huertos tradicionales en el que existe un sustrato nutritivo.

Ventajas

- No depende de fenómenos meteorológicos.
- Permite cultivar la misma especie ciclo tras ciclo.
- Rinde varias cosechas al año.
- Presenta buen drenaje.
- Mantiene el equilibrio entre aire, agua y nutrientes.
- Mantiene la humedad uniforme y controlada.
- Ahorra en el consumo de agua.
- Facilita el control de pH.
- Permite corregir deficiencias y excesos de fertilizante.
- Admite mayor densidad de población.
- Logra productos de mayor calidad.
- Rinde más por unidad de superficie.
- Acorta el tiempo para la cosecha.
- Reduce los costos de producción.
- Facilita la limpieza e higiene de las instalaciones.
- Utiliza materiales nativos y de desecho.
- No requiere mano de obra calificada.
- Reduce la contaminación del ambiente y los riesgos de erosión.
- Elimina el gasto de maquinaria agrícola.
- Recupera la inversión con rapidez.

Desventajas

- En cultivos comerciales, precisa tener conocimientos acerca de las especies que se siembran y de química inorgánica.
- Inversión inicial relativamente alta.
- Requiere mantenimiento y cuidado de las instalaciones, solución nutritiva, materiales, etcétera.

(UNAM, 2014)

Tipos de huertos hidropónicos

- Medio líquido: en este sistema se prescinde de sustrato por lo cual las raíces de los cultivos se encuentran directamente sobre el agua dentro de estos cultivos se encuentran sistemas como el de flujo profundo, sistema de bandejas flotantes y el sistema por lámina de agua.
- En sustrato: aquí se cultiva teniendo un sustrato inerte que le de solidez a la planta, estos se encuentran irrigados mediante el sistema de goteo, subrrigación o exudación. Los sustratos utilizados son lana de roca, fibra de coco y la perlita. De acuerdo a su estructura podría haber otra subdivisión que son los cultivos en surcos, cultivos en sacos, cultivos en contenedores o canales y los cultivos en superficie (enarenados).
- Aeroponía: es un cultivo mediante sistemas en la que la raíz se encuentra en un contenedor al aire libre donde la solución aplicada es en aerosol especial para la manutención de la planta.



Figura 7 Huerto hidropónico aeroponía (infoAgro, 2019).

Tutorado en la hidroponía

El uso de tutores facilita la cosecha y evita que los frutos estén en contacto con el suelo y se dañen. La colocación de tutores o espalderas debe hacerse en cultivos de mayor porte, como jitomate, tomate o chile y en cultivos trepadores, es decir, que cuenten con zarcillos que les sirven para trepar; por ejemplo, chícharo o pepino. El material que más se utiliza es el hilo de rafia.

La colocación en el invernadero o en el sitio donde se mantendrán las plantas se hace antes del trasplante. A cada planta corresponde un tutor; que debe amarrarse a la base de la planta, enrollarse a lo largo de ésta, y en el otro extremo atarse a una estructura de sostén. (infoAgro, 2015).

Principales sustratos

Se pueden clasificar en dos: sustratos orgánicos naturales y manufacturados y sustratos inorgánicos naturales y los manufacturados.

Tabla 1 Tipos de sustratos.

Sustratos				
Orgánicos		Inorgánicos		
Naturales	Subproductos de actividades agrícolas	Productos de síntesis no biodegradables	Naturales	Manufacturados
▪ Turbas	▪ Fibra de coco ▪ Virutas de madera ▪ Residuos del corcho ▪ Paja de cereales	▪ Espuma de poliuretano ▪ Poliestireno expandido	▪ Arena ▪ Gravas ▪ Tezontle	▪ Lana de roca ▪ Fibra de vidrio ▪ Perlita ▪ Vermiculita ▪ Arcilla expandida ▪ Ladrillo troceado

La selección de cada sustrato depende de la disponibilidad de los recursos, así como la variante del huerto hidropónico, la finalidad de la producción y la especie cultivada. Dentro de las

opciones por la cuales se escoge los sustratos se encuentra la experiencia de la persona que maneja el huerto, algunos de los sustratos tienen una mayor dificultad, algunos de estos también requieren de una mayor supervisión y por ende un mayor tiempo a dedicar a la manutención.

Lana de roca: tiene el origen en Dinamarca y posteriormente se desplazó a los Países Bajos, donde se desarrollan más de 3600 hectáreas. La lana de roca se obtiene por la fundición de un 60 % de diabasa, 20 % de piedra caliza y 20 % de carbón de coque en donde se introduce en un horno a 1600 °C. este material se utiliza más en semilleros.

Perlita: inicia su introducción en España después de la lana de roca, en 1990, aunque su crecimiento ha sido muy similar. Es un silicato de aluminio de origen volcánico. El material recién sacado se muele y es transformado industrialmente mediante un tratamiento térmico por medio de un pre calentamiento y después metido al horno consiguiendo el secado del material obteniendo gran porosidad y muy ligero (INCAP, 1997).

Arenas: sílice por naturaleza y de composición variable, dependiendo de la roca silícea original. Procede de canteras o de ríos que proceden de depósitos de formación aluvial. Por su gran resistencia es un sustrato permanente, presenta problema de suministro a lo largo plazo debido al impacto ambiental, principalmente de la que procede de extracciones de ramblas de río.

Turbas: es un sustrato orgánico de origen natural, son vegetales fosilizados. Existen distintos tipos de turbas y por su grado de descomposición, se encuentra la turbia rubia que es rica en materia orgánica, alta capacidad de retener agua, baja densidad, alta porosidad, alta capacidad de intercambio catiónico. La turbia oscura está fuertemente descompuesta, siendo de menor calidad a la rubia.

Fibra de coco: es un material vegetal procedente de los desechos de la industria del coco, es un material ligero y presenta una porosidad muy elevada, presenta cantidades de agua fácilmente disponible y está muy aireado.

Tezontle: es un sustrato natural granular con formas irregulares, es rugoso y con poros en su interior, siendo de origen volcánico, se pueden encontrar dos tipos de acuerdo a su color, el color negro y el color rojo.

Otros sustratos: se utilizan otro tipo por su disponibilidad, se usan arcillas expandida, la vermiculita, piedras volcánicas, gravas, espumas sintéticas o castilla de arroz (Aguilar, 2002).



Figura 8, Variedad de sustratos (INTAGRI,2015).



Figura 9 Problemas con los cultivos por solución nutritiva

Plagas

Los cultivos y plantineras pueden ser afectadas por plagas y enfermedades que reducen el vigor y capacidad de producción de las plantas. Las plagas tradicionalmente están constituidas por Artrópodos (insectos y ácaros); nematodos; caracoles; aves y roedores; en la actualidad estos últimos se agrupan en animales superiores (Vasicek, 2015).

“Organismos vivos que causa daño a los cultivos del huerto, provocando pérdidas y disminución de la cosecha”. (FAO, 2009). Se habla de plaga cuando un animal, una planta o un microorganismo, aumenta su densidad hasta niveles anormales y como consecuencia de ello, afecta directa o indirectamente a la especie humana (Brechelt, 2004).

Se denomina plaga al número elevado o al incremento sin límites de una población de seres vivos que pueden ser perjudiciales para los humanos, pueden ser animales, insectos y plantas.

Los cultivos hidropónicos también son susceptibles a adquirir alguna plaga en cualquier momento, en lugares donde los cuidados del huerto son estrictos y más controlados es difícil que se pueda tener algún tipo de estas, sin embargo, cuando se tiene un huerto al aire libre contrario a un invernadero totalmente cerrado el porcentaje de adquirir plagas es alto. Comparado con los huertos tradicionales la propagación de las plagas es menor en esta alternativa de huerto, un beneficio que tiene este huerto es que se pueden neutralizar cualquier tipo de plaga de manera más rápida esto gracias a la ausencia de sustrato nutritivo que llegan a tener jardineras o huertas.

“Para evitar el uso de pesticidas químicos se pueden usar bioinsecticidas que actúan principalmente como repelentes, o bien, productos orgánicos que son efectivos tanto para el control de enfermedades como para el combate de plagas” (Zárate, 2014).

Fisiopatías más importantes en los sistemas de cultivo sin suelo

Como todo huerto los hidropónicos no están libres de enfermedades en sus cultivos que puedan afectar o aminorar la cosecha. Las fisiopatías más importantes se dan a desequilibrios nutricionales y dentro de estos, los inducidos por factores ajenos a los elementos nutritivos (Baixauli, 2002). La temperatura, la humedad, y la radiación son los factores condicionan a la iniciación de fisiopatías nutricionales. En este tipo de cultivos la falta de inercia de los sustratos, hace que la raíz de la planta llegue a calentarse o, por el contrario, que se enfríe con una mayor rapidez que en sistemas convencionales, facilitando la aparición de fisiopatías.

Cracking: puede producirse en variantes de tomate sensibles, en condiciones de alta humedad relativa ambiental en los invernaderos. En sistemas de cultivo sin suelo esta fisiopatía puede verse acentuada por las características del manejo del riego (frecuencia y dotación) y la posible variación de los niveles de sales en lo que es el sistema radicular de la raíz.

Exceso de sales: en los sistemas hidropónicos es común llegar a un exceso de salinidad en las soluciones nutritivas. Estos excesos provocan desequilibrios nutricionales en las plantas, llegando a perder números en la cosecha. Dentro de sus síntomas pueden observarse desecaciones en las hojas, retraso del crecimiento, frutos con menor tamaño y una mayor disponibilidad a enfermedades.

Pie de elefante: se da en pimientos, consiste en un aumento anormal en la base del tallo en el que se forma un disco o callo que cicatriza mal y da posibilidades a enfermedades. Se da por motivos de excesos de humedad por encharcamientos en la zona de inserción del tallo.

Deficiencia de Fósforo: las bajas temperaturas afectan la absorción del fósforo por parte de la planta y en especial en cultivos sin suelo por enfriamiento del sustrato.

Población dirigida

Si es conocido los Huertos Hidropónicos pueden colocarse en espacios reducidos espacios relativamente pequeños para un huerto tradicional e inclusive en lugares en donde la superficie no es plana. El espacio destinado para el Huerto Universitario tiene diferentes superficies encontrándose lugares planos y un espacio con una pequeña pendiente en donde podría ser ubicado con grandes expectativas de funcionalidad. Teniendo en cuenta esta superficie el huerto podría modificarse a modo de adecuarse al terreno en donde se usaría otro tipo de estructura para su mejor aprovechamiento.

Si bien es cierto que el clima es importante para el crecimiento de algunas frutas y hortalizas se puede colocar en cualquier parte de la casa cuidándose el factor anterior y el factor luz que es necesario para la fotosíntesis de las plantas. Viendo eso se tiene pensado lograr que cada familia pueda lograr tener un espacio destinado para su huerto en su casa o en un lugar cerca de esta para abastecerse directamente de la hidroponía, con esto podrían abarcarse pilares que la seguridad alimentaria que son inciertos para algunas familias de bajos recursos (disponibilidad, accesibilidad).

Dentro de las poblaciones que pueden optar por esta alternativa son las que se encuentran en las regiones desérticas, esas poblaciones carecen de espacios en donde puedan sembrar, carecen de sustratos nutritivos porque los lugares al su alrededor son lugares extensos de arena en donde no crece ninguna hortaliza ni siquiera árboles frutales. Lugares como este donde no se encuentran sustratos nutritivos para la siembra convencional donde la disponibilidad de agua es escasa el huerto hidropónico sería la opción predilecta para empezar a cosechar en este tipo de alternativa.

Problemática

La hidroponía ha avanzado y se ha actualizado gracias al desarrollo de la bioquímica y muchos apuntan a una muy posible solución del futuro de la humanidad. Se podría colocar como una herramienta básica para combatir el hambre y la seguridad alimentaria que puede ser consecuencia de una super población mundial. Países de tercer mundo podrían aprovechar la hidroponía para acabar con problemas de escasez de suelos para el uso agrícola y países económicamente fuertes como Estados Unidos, Israel y China pueden ganar espacio y adquirir las ventajas que les ofrece esta alternativa.

Futuro de la hidroponía

Más que innovador comparándose con la agricultura tradicional se pretende que sea la forma en la que las personas adquieran sus frutas y hortalizas tratando de abarcar pilares de la seguridad que han resultado hasta mortales para gran población en estado crítico hablando de la economía de algunas familias. Como bien se sabe la población mundial crece a pasos agigantados consumiendo gran parte territorial en el planeta tierra, deforestando grandes extensiones territoriales que se utilizaran para la construcciones de nuevas urbes y grandes metrópolis que podrían llegar a existir en próximas décadas, este tipo de huerto brinda la oportunidad de poder cosechar en un espacio pequeño teniendo grandes resultados en poco tiempo y durante todo el año olvidándose de preocupaciones como las estaciones del año y fenómenos meteorológicos que pueden destruir las cosechas convencionales. Con pequeñas modificaciones se pueden lograr evadir las temperaturas extremas teniendo el huerto de manera más controlada y vigilada. No es para menos que el calentamiento global se acerca de una manera acelerada y con ella grandes sequías que podrían en los años próximos olvidarse de poder cosechar diversos frutos y diversas hortalizas demostrando que la hidroponía sale a flote ya que el agua puede reciclarse para no perder más agua y así cuidar de esta. Se pretende con esta alternativa puedan alimentarse muchas

más familias que hoy sufren de hambruna mundial, se podría mejorar y aumentar la disponibilidad de muchos alimentos que dependen de las estaciones del año. Al haber un aumento en la producción de muchas frutas y hortalizas se lograría alcanzar la accesibilidad para un gran número de personas que hoy sufren por no poder comprar los alimentos en el día a día.

También existen las limitaciones que tienen esta práctica de siembra, básicamente existen distintos cultivos que no solo necesitan de nutrientes añadidos, sino que requieren de más tiempo para poder cosecharse y su consumo energético es mayor siendo esto no redituable para alguna posibles empresas o comerciantes. La hidroponía se distingue en lograr alimentos herbáceos de excelente calidad y en tiempos muy rápidos.

En el 2014 dio inicio un nuevo programa llamado Veggie impulsado por la NASA y apoyado por el gobierno de los Estados Unidos dando resultados al mes logrando cosechar lechugas fuertes y sanas con un alto valor nutricional, todo esto claro en una aeronave en el espacio exterior. Los resultados son tan satisfactorios que se pretenden cultivar otras plantas y hortalizas para alimentar a los astronautas en sus largos viajes y así evadir mucha de la comida que se llevan en sus viajes, el fin de esto es sustituir esos alimentos que se encuentran en preservas.

El costo y rentabilidad

Los huertos hidropónicos requieren de una inversión inicial ya que se necesita la estructura para lograr dicho propósito, requiere la inversión en semillas y el nutriente con el que se alimentarán las plantas. Se puede optar por reciclar materiales bajando el costo de la inversión, los beneficios de un huerto bien estructurado y controlado son redituables ya que como se ha mencionado los resultados se obtienen de formas más rápido a las huertas tradicionales básicamente el huerto se podría mantener solo con las ventas o el ahorro que las personas podrían llegar a tener al obtener de ahí mismo sus alimentos. Se necesita de un cierto conocimiento sobre el tema de las plantas y los huertos hidropónicos, cierto manejo de herramientas y conocimiento en sustancias nutritivas para las plantas. Los beneficios que podría brindar son redituables con la inversión inicial.

“Por sus ventajas técnico-económicas la hidroponía ha despertado interés en investigadores y en productores agrícolas empresariales que cuentan con capital para invertir; pero se considera que aún hay camino que recorrer para que se incluya a la hidroponía como una opción importante en los planes y programas de desarrollo agrícola del país si se han de considerar los índices de

productividad agrícolas de los países más desarrollados; así como los niveles de ingreso de los productores de medianos y escasos recursos del país” (Espinosa, 2014).

Antecedentes del problema

Se tienen los registros de los primeros ejemplos de la hidroponía hace miles de años en los jardines colgantes de Babilonia y los jardines flotantes de China en donde eran plantas herbáceas de gran follaje que se utilizaban de adornos en las grandes construcciones que hacían vistosas la infraestructura de aquella época. Siendo los principios el agua, los nutrientes dentro de ella y un medio de cultivo que variaba de acuerdo al lugar en que se hacía esto, de acuerdo con sus vocablos griegos “hydro” que significa agua y “ponos” que significa labor, es decir, la mano de obra que es jardinería en este caso.

284 a.C Aristóteles establece el de que los vegetales se alimentan inmediatamente de las sustancias provenientes de los suelos y retirando la idea en ese entonces de que los alimentos provenientes del suelo comían tierra.

Se dan a conocer los primeros descubrimientos de información escrita acerca de la nutrición de las plantas en los años 1600 d.C. cuando en Bélgica Jav Van Helmont escribió sobre su experiencia acerca de que las plantas adquieren sustancias nutritivas a través del agua. En 1699 el inglés John Woodward cultivó diversas plantas en agua contenido diversos sustratos y encontró que el crecimiento de las plantas era el resultado de ciertas sustancias en el agua obtenidas por supuesto del suelo y no fue sino hasta que en 1804 cuando, Saussure expuso el principio de que las plantas están compuestas por elementos químicos obtenidos del agua y el aire.

En 1859 se comienzan las investigaciones sobre las soluciones nutritivas y en 1865 los científicos alemanes Wilhelm Knop y Julius Sachs logran elaborar soluciones totalmente aptas para las plantas cultivadas prescindiendo de tierras o abonos en condiciones muy controladas.

En los años veinte siendo globalmente aceptada las conclusiones de los científicos alemanes sobre las soluciones nutritivas el austriaco Hans Molisch recomendaba antes de la primera guerra mundial la implementación de grandes cultivos hidropónicos para el desarrollo comercial. En el comienzo de los años treinta surge el nombre para esta alternativa de huerto siendo William F.

Gericke catedrático de la Universidad de California quien la bautizó con el nombre de Hidroponia.

En 1940 William F. Gericke publica su primer libro “jardinería sin tierra” dando a conocer su método de cultivo. A partir de entonces, la técnica se ha extendido por todo el mundo, se practica en muchos países y algunas compañías transnacionales la utilizan para producir de manera intensiva.

Su desarrollo en el mundo

La Universidad de Reading de Inglaterra impulsó la propuesta de iniciar un huerto hidropónico para la Segunda Guerra Mundial instalándose en bases militares estadounidenses y británicas lográndose producir varias toneladas de vegetales.

Una primera instalación se realizó en la Isla Ascensión en el Océano Atlántico a 1,500 km. de África y 1,300 km. de la isla de Santa Elena, dedicándose varias hectáreas para construir charcas hidropónicas con tanques de concretos rellenos con pedregullo de rocas volcánicas y soluciones nutritivas según fórmulas recomendadas por el Dr. Gericke. En Goose Bay, Labrador, el gobierno de Canadá pudo producir legumbres y frutos frescos para sus soldados estacionados en el norte de Europa. De manera semejante se procedió en la Isla Wake, en Iwoshima, en Arinkson de la Guinea Británica, en Nanking (China) y más tarde las fuerzas estadounidenses de ocupación en Japón, se vieron obligados a utilizar el cultivo hidropónico. En este último caso el motivo fue de orden subjetivo pues los soldados tenían fuerte aversión al consumo de legumbres cultivadas en terrenos fertilizados con material humano que, según es sabido, constituye una práctica milenaria en la agricultura de China y Japón.

Todos esos cultivos hidropónicos también demostraron que los climas demasiado fríos (Groenlandia) o demasiado cálidos (Islas Guadalupe), pasando por otras variedades intermedias, no son impedimento para el éxito de estos cultivos.

La producción de una sola temporada en Guinea Británica, China, Iwoshima y Japón, alcanzó las siguientes cifras estimadas:

Tabla 2 Producciones anuales de los principales cultivos hidropónicos (Espinosa, 2014).

Tomates	2 000 000 libras
Lechuga	3 10 000 libras
Rábanos	200 000 libras
Pepinos	440 000 libras
Cebollas	170 000 libras
Pimientos	60 000 libras

Desarrollo en México

No se ha precisado cuando exactamente llegó al país, pero se piensa de manera muy aventurera que llegó a partir de la Segunda Guerra Mundial, no se han encontrado censos oficiales sin embargo se piensa que por medio de la divulgación de la información obtenida de diversos artículos de revistas de investigación y desarrollo existían a finales de la década de los cincuenta según la revista Síntesis Hortícola del año 2000. En el año de 1973 en los invernaderos de La Paz y en la entonces Escuela Nacional de Agricultura ambas instituciones del municipio de Texcoco del Estado de México se desarrollaron algunas experiencias básicas de investigación y producción en hidroponía. Y en los próximos años la hidroponía recorrió la parte central sur del país en estados alrededor del Estado de México cosechándose plantas ornamentales y en menor cantidad hortalizas, sin embargo, aún existe mucha reserva en la divulgación de este tipo de técnica dentro de México.

En los últimos sesenta años se ha trabajado en el desarrollo de nuevos sistemas que ayuden a solventar esos problemas. Uno de los más representativos es la hidroponía, que ofrece una alternativa para producir alimentos, no sólo en las áreas con problemas de contaminación de suelos y carencia de agua sino también en el medio doméstico.

Para 1983 en el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca se realizó un pequeño ensayo demostrativo de producción en hidroponía y se logró obtener crisantemo Indianápolis de excelente calidad, vendiéndose a muy buen precio en esa localidad.

La Universidad Autónoma de Chapingo a través del tiempo ha generado un paquete tecnológico de producción de crisantemo en hidroponía; rentable, con buena eficiencia técnica y susceptible, de fácil aprendizaje para los productores. Comprende la autoconstrucción de invernaderos

sencillos y baratos con características de diseño que permiten adecuado control del medio ambiente con un mínimo de equipos y materiales.

En Zumpango existe una empresa de producción que está trabajando hidropónicamente superficies de una hectárea bajo cubierta. En el Estado de Morelos la transnacional "Mexpifel" produce en 14 hectáreas a cielo abierto, esquejes de geranio para exportación a partir de planta madre enraizada en confitillo de tezontle. Cabe mencionar que a nivel mundial es una superficie casi récord bajo este sistema. También en Tocuila y Boyeros, Estado de México, y en Tlapacoyan, Estado de Veracruz se cultiva el crisantemo en superficies de un cuarto a media hectárea.

Desde 1985 se creó en el Estado de México el Centro de Capacitación e Investigación Hortoflorícola de dicha entidad federativa; en el que se realizan, trabajos de investigación producción y difusión con cultivos ornamentales y hortícolas de alto valor en invernadero, incluyendo sistemas hidropónicos. En el país los huertos hidropónicos se encuentran dispersos, pero principalmente en los Estados de México, Michoacán, Morelos y Puebla, hay varios productores de plantas ornamentales y en menor grado de hortalizas que utilizan la hidroponía a escala comercial; pero lamentablemente todavía existe mucha reserva en la divulgación de las técnicas que desarrollan los productores. México cuenta con una gran diversidad de climas; sin embargo, la estacionalidad marca la recolección de la cosecha. Así vemos fluctuar los precios de los productos perecederos con un patrón que se repite año con año, consecuencia de la oferta y la demanda. Debido a esta situación, resulta atractivo, económicamente hablando, implementar el uso de cultivos protegidos que permitan al agricultor ofrecer sus productos en la época en que disminuya la oferta. La creación de huertos hidropónicos en cada casa haría que el consumo de frutas y hortalizas aumentará en cada una de las familias de nuestro país ya que se contaría con una mayor disponibilidad y accesibilidad de estas y por ende se mejoraría la salud de las personas. Teniendo esto en cuenta esto, se ahorraría mucho en el gasto familiar que se destina a los alimentos y que se compran en otro lado. Por otra parte, la manutención del huerto crea una convivencia familiar fortaleciendo los vínculos que se tienen en el núcleo familiar.

Desarrollo en el Estado de Chiapas

Chiapas puede hablar de que es un estado con mucha diversidad tanto de flora como de fauna, teniendo lugares grandiosos para conocer, sin embargo, la producción de hortalizas y frutas se dan de manera tradicional. Las partes del estado en las que se cultivan están dispersas por todo Chiapas, el alimento que más se cultiva en el estado es el maíz teniendo un 27 % del total de

alimentos cosechados en el estado, le sigue la caña de azúcar con un 11 % y después el plátano con un porcentaje del 10 %. (INEGI, 2017). Todo lo dicho anteriormente es sobre huertos y sembradíos tradicionales. En cuanto a huertos hidropónicos, en la parte fronteriza sur se ha estado trabajando con lechugas teniendo grandes resultados sacando producciones a mediana/grande escala libres de parásitos, libres de bacterias, libres de hongos y de la contaminación por el agua. Lamentablemente, aún hay muy poca información de estos huertos en el estado de Chiapas además que la inversión inicial es un poco elevada de acuerdo a la cantidad que se necesita cultivar, esto hace que existan muy pocos de estos huertos.

Método raíz flotante

Es un sistema hidropónico de los más sencillos que existen. La estructura de esta variante de huerto se basa en un recipiente que pueda contener el agua en el cual se le añade la sustancia nutritiva, esta parte principal de la estructura puede reposar sobre un mueble o sostén. Los materiales que regularmente se utilizan en esta variante son de plástico, pero, cuando se utiliza la madera como la materia prima de la estructura del huerto se le añaden patas a la pileta para sostenerse por sí sola y por mover y asignar un nuevo lugar cuando esta se necesite. La forma de este método permite una recirculación de la sustancia nutritiva por medio de una bomba de subida, para lograr esta recirculación la estructura requiere otro recipiente que contenga más de la sustancia nutritiva. En el caso de que no se pueda contar con otro recipiente que contenga más sustancia nutritiva se puede optar por colocar una bomba aireadora que permita la oxigenación del agua ya que de no contar con la oxigenación suficiente la raíz de la planta puede sufrir alteración perjudicando la planta y posteriormente reduciendo el número de la cosecha. En el caso de no contar con una bomba aireadora o una bomba de subida la oxigenación puede realizarse mediante un instrumento en forma de pala moviendo el agua dos veces al día. El sistema raíz flotante permite tener una inversión pequeña a comparación de la otra variante y por las características de la estructura da pauta a un sencillo ensamblaje de las partes que conforman el huerto.

Ventajas de la variedad de huerto hidropónico raíz flotante

- Inversión pequeña a comparación de las variantes
- Sencillo armado de las partes que conforman la estructura
- Sencillo manejo de las plantas
- Monitoreo fácil del huerto

- Las plantas crecen mucho más rápido
- Se pueden conseguir un mayor número de plantas que en huertos tradicionales

Desventajas de la variedad de huerto hidropónico raíz flotante

- Fluctuaciones en el pH de la solución nutritiva
- Mantenimiento en la temperatura de la solución

Lechuga

Importancia del cultivo del cultivo de lechugas

Las hortalizas son alimentos que por su calidad nutricional es de los alimentos con mayor demanda a lo largo del mundo. Una de estas hortalizas es la lechuga, resulta ser un cultivo de gran importancia económica a nivel nacional e internacional debido a su rutinario consumo en fresco para ensaladas y como decoración en la gastronomía, por su bajo contenido calórico es muy recomendado en los planes alimenticios. Una de sus características es su adaptabilidad a casi cualquier clima, ya que tolera los climas fríos como pocos cultivos.

En México la superficie sembrada en el año 2012 fue de 17, 315.21 ha y la cosechada de 16, 194.71 t ha (SIAP, 2013), dicho lo anterior, comparando con los datos que reportaron la FAO en 2008, para el año 2007 la producción promedio mundial es de 22.09 t ha por lo que se deduce que en México la lechuga que se produce no llega a la media mundial.

Origen sobre cultivo de la lechuga

Se sabe que especies de lechugas crecían de manera silvestre al principio de los tiempos. La domesticación de las lechugas condujo a una evolución de la planta para lograr tener la lechuga actual, aunque es una incógnita cuales fueron las especies involucradas en la evolución. Existen evidencias de que *Lactuca serriola* fue ancestro de las especies actuales. El punto de inicio probablemente sea entre Asia Menor y la cuenca del mediterráneo (Vavilov, 1992), pero la transición comestible tuvo lugar en el área del Mediterráneo oriental, quizás en Egipto, muy probablemente en la región de los Ríos Tigris y Eufrates (Ryder, 1999). Desde Egipto, la lechuga cultivada y comestible se extendió a Grecia, Roma y a toda la región Mediterránea, donde fue mencionada por Hipócrates en el 430 a.C.; y Columela, en Roma, describió varios tipos en el 42 d.C. La primera indicación de su cultivo en Europa Occidental fue encontrada en el herbario de Schöffer, en 1485, quien describió cuatro tipos de lechuga (de Vries, 1997). Fue traída al Nuevo Mundo por Cristóbal Colón en su segundo viaje; su presencia se reportó en la isla Isabella en

1494 (Ryder, 1999). En los siguientes 400 años de su introducción a América, una gran variedad de tipos y formas de lechuga han sido desarrollados y actualmente cultivados en prácticamente todo el mundo.

Importancia del cultivo de lechugas

Debido a la diversificación de las distintas variedades de las lechugas se ha registrado un gran aumento en el cultivo a nivel mundial.

Tabla 3 Producción de lechugas a nivel mundial (infoAgro, 2019).

PAÍSES	PRODUCCIÓN LECHUGAS AÑO 2001 (toneladas)	PRODUCCIÓN LECHUGA 2002 (toneladas)
China	7 605000	8 005 000
Estados Unidos	4 472120	4 352 740
España	972600	914 900
Italia	965593	845 5933
India	790000	790 000
Japón	553800	560 000
Francia	490936	433 400
México	212719	234 452
Egipto	179602	179 602
Belgica-Luxemburgo	170000	170 000
Alemania	166493	195 067
Australia	145000	145 000
Reino Unido	139200	149 900
Portugal	95000	95 000
Chile	85000	86 000

Tabla 4 Valor nutricional de la lechuga (infoAgro, 2019).

Contenido nutrimental en 100 gramos	
Carbohidratos	20.1 (Gr)
Proteínas	8.4 (Gr)
Grasas	1.3 (Gr)
Calcio	0.4 (Gr)
Fósforo	138.9 (Mg)
Vitamina C	125.7 (Mg)
Hierro	7.5 (Mg)
Niacina	1.3 (Mg)
Riboflavina	0.6 (Mg)
Tiamina	0.3 (Mg)
Vitamina A	1155 (U.I.)
Calorías	18 (cal)

Variedades

Existen variedades en las lechugas, estas se clasifican por grupos botánicos:

Romanas: *Lactuca sativa var. Longifolia*

No forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes enteros y nervio central ancho.

- Romana
- Baby

Acogolladas: *Lactuca sativa var. capitata*

Estas forman un cogollo apretado de hojas.

- Batavia
- Mantecosa o Trocadero

- Iceberg
- De hojas sueltas: *Lactuca sativa var. inybacea*

Son lechugas que poseen las hojas dispersas

- Lollo Rossa
- Red Salad Bowl
- Cracarelle

Lechuga espárrago: *Lactuca sativa var. angustana*

Se aprovechan por sus tallos, teniendo hojas puntiagudas y lanceoladas. Principalmente cultivada en Asia.

Temperatura: lo óptimo durante la germinación ronda entre 18-20 ° C. Durante el crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14-18 °C. El cultivo de lechugas soporta un máximo de 30 ° C y una temperatura mínima de -6 °C. Si en algún momento durante el cultivo las plantas soportan temperaturas bajas, las hojas pueden tornarse a una coloración roja.



Figura 10 Huerto hidropónico.

Acelga

Los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias (Vavilov, 1951). Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV a. C. La acelga ha sido considerada como alimento básico de la nutrición humana durante mucho tiempo. Su introducción en Estados Unidos tuvo lugar en el año de 1806. Perteneciente a la familia *Quenopodiaceae* el nombre científico de esta planta es *Beta vulgaris L. var. cicla (L.)*. Se constituye por hojas grandes las cuales estas son la parte más consumida de la planta.

Importancia económica y distribución geográfica

Gracias a que la acelga se cosecha durante todo el año el consumo en el estado fresco ha aumentado en el mercado. El cultivo de acelga tiene cierta importancia en zonas del litoral mediterráneo y del interior. Además de que ha existido un pequeño aumento en la producción de esta planta. Francia es el principal país que importa acelgas españolas.

Variedades

Las variedades de la acelga se distinguen por sus características:

- Color de la hoja: pueden encontrarse tonalidades verdes oscuras, verdes claro y color amarillo.
- Color de la penca: blanco o amarillo.
- Grosor de la penca: tamaño y grosor de la hoja.
- Precocidad.
- Recuperación rápida en corte de hojas.

Las más conocidas son:

- Amarilla de Lyon. Hojas grandes, onduladas, de color verde amarillo muy claro. Penca de color blanco muy puro, con una anchura de hasta 10 cm. Producción abundante, resistencia a la subida a flor. Muy apreciada por su calidad y gusto.
- Verde con la penca blanca Bressane. Hojas muy onduladas, de color verde oscuro. Pencas muy blancas y muy anchas (hasta 15 cm). Planta muy vigorosa, por lo que el marco de plantación debe ser ancha. Esta es la variedad más consumida.
- Otras variedades: Verde penca blanca, R. Niza, Green y Fordook Giant.

Temperatura: la acelga es una planta de clima templado, que vegeta bien con temperaturas medias; le perjudica bastante los cambios bruscos de temperatura. Las variaciones bruscas de temperatura, cuando las bajas siguen a las elevadas, pueden hacer que se inicie el segundo periodo de desarrollo, subiéndose a flor la planta.

La planta se hiela cuando las temperaturas son menores de -5°C y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de 5°C . En el desarrollo vegetativo las temperaturas están comprendidas entre un mínimo de 6°C y un máximo de 27 a 33°C , con un medio óptimo entre 15 y 25°C . Las temperaturas de germinación están entre 5°C de mínima y 30 a 35°C de máxima, con un óptimo entre 18 y 22°C .



Figura 11 Acelgas hidropónicas (CultivoHidropónico, 2020).

Cilantro

Importancia del cultivo

La cosecha llega en cuando la planta alcanza una altura de 25 a 30 centímetros y con una coloración verde intensa. Se estima que la planta logre alcanzar ese tamaño en un rango de 50 a 60 días. Actualmente el cilantro se posiciona como una de las especias de mayores implicaciones económicas, ya que tiene muy buen rendimiento además de contar con un buen precio internacionalmente teniendo crecimientos anuales de un 5 y 6% .

Origen del cultivo

El cilantro pertenece a la clase Dicotiledónea, de la familia Apiaceace la cual se considera originario de Europa, Asia y el norte de África y espontáneamente en zonas de España. Su introducción al continente fue en 1519 llegando a través de la conquista española.

Descripción botánica

El cilantro cuenta con un sistema radical pequeño y sencillo; siendo una planta que se hunde en la tierra como una extensión del tronco denominadas axonomorfas además de contar con una ramificación extensa. Esta hortaliza tiene un tallo delgado, cilíndrico, hueco, herbáceo y suave, por todo lo anterior convierte al cilantro en una planta difícil de trasplantar. Las hojas del cilantro son de una coloración verde intenso a verde-amarillo llegando a una altura de hasta 90

centímetros de altura; la floración del cilantro caracterizada por ser hermafrodita con un color



Figura 12 Cultivo hidropónico de cilantro en sólido (info.Agro, 2009).

blanco un tenue color rosado. Teniendo un fruto esquizocarpo de un diámetro de tres a cinco milímetros de un tono amarillo oscuro, dentro del fruto se pueden encontrar dos semillas de tres milímetros de largo (Avilez, 2019).

Condiciones ecológicas

El cilantro se encuentra en el grupo de plantas anuales de fácil y un rápido crecimiento. Esta planta se desarrolla de mejor manera bajo la luz del sol, aunque también se ha cultivado teniendo una sombra parcial.

Labores culturales:

Para lograr que las semillas puedan germinar es necesario dejarlas secar en la sombra durante tres meses después de su cosecha.

Temperatura

La temperatura óptima para la germinación de la semilla se encuentra entre 15 ° a 30 °C, los mejores resultados se obtienen entre 27° y 22°C.

Perejil

El perejil es rico en vitamina A y C, más que cualquier otro vegetal, destacándose además por su alto contenido en ácido fólico, vitamina k, tocoferoles y carotenoides.

Origen del cultivo

Originaria del mediterráneo, es una planta umbelífera bianual la cual se aprovechan sus hojas. Estas son rizadas o lisas, siendo divididas y aromáticas. Las flores son al igual que el cilantro de color blanco y es una planta con raíces profundas.

Descripción botánica

Es una planta vigorosa y de follaje verde intenso y abundante. Es una planta tallos erectos que suele alcanzar los 40 centímetros de altura. Las hojas son anchas y con bordes dentadas. Teniendo un olor peculiar y un sabor característico, esta es una planta de crecimiento rápido, siendo muy provechosa y productiva resistiendo al frío.



Figura 13 Cultivo de perejil hidropónico colombiano (info.Agro, 2009).

Labores culturales

El perejil, como alguno otros cultivos de hortalizas, resulta ser invadido por la maleza que la perjudican enormemente.

Variedades

- **Perejil rizado:** de hojas hendidas y extremadamente rizadas y generalmente más aromáticas. A comparación del perejil común esta variedad tiene la peculiaridad de ser de un tono de verde más bajo, teniendo un tallo erguido y compacto.
- **Paramount:** se conoce con este nombre por contar con una altura mediana comparándola con la variedad común, hojas normalmente más claras y encrespadas.

Temperatura

El perejil es una planta que prefiere temperaturas cálidas siendo este su clima perfecto, sin embargo, que puede resistir bajas temperaturas y por su adaptabilidad en cualquier tipo de suelos soporta todo tipo de climas.

Valor nutricional

Esta planta contiene una generosa cantidad de vitaminas las cuales se pueden encontrar la vitamina A, B1 y C además de encontrar minerales como hierro, potasio y el calcio. Se sabe que el perejil tiene la cualidad de estimular el jugo gástrico y eliminar gases.

Importancia de almácigos

Dentro de la siembra de hortalizas los almácigos juegan un papel muy importante siendo estos quien contendrán a las plantitas recién germinadas, tener buenos plantines nos augurará un buen crecimiento de las plantas y por consecuencia una buena cosecha. Normalmente en la siembra de hortalizas se considera un buen sustrato de germinación a aquél que es poroso porque permite un buen intercambio catiónico y que sea liviano esto debido al tamaño de las semillas que regularmente son de un tamaño muy pequeño.

En la hidroponía el uso de almácigos es una etapa previa al inicio de la vida acuática de la planta, es decir; el almácigo se utiliza para hacer germinar a las semillas de las hortalizas ya seleccionadas en donde pasarán un promedio de 15-20 días en la cual estas plantas alcanzarán el crecimiento y desarrollo adecuado para la replantación en la cama hidropónica. El sustrato que se utiliza en los almácigos es inerte, normalmente se utilizan arenas, fibra de coco o aserrín de maderas blancas en sus debidos porcentajes porque como se ha mencionado con anterioridad se busca que la plántula no reciba algún tipo de nutriente hasta llegar al medio líquido. El cuidado de los almácigos es de una vigilancia diaria debido a que requiere de riegos diarios en bajas proporciones para no desenterrar semillas o dañar plántulas con cantidades exageradas de agua, así como cuidar de altas temperaturas o de bajas temperaturas. El almacigo es un aliado que se mantiene durante todas las etapas del huerto, debido a que nada asegura el éxito del 100 % de las plántulas al momento de la resiembra o alguna baja por diversos motivos, por esto es que se debe seguir cuidando que el almacigo que siga germinando plantas para cambiarlas por las que no lograron mantenerse sanas.

HIPÓTESIS

Los cultivos hidropónicos mejorarían la producción de hortalizas de hojas del huerto universitario “*Muil itaj*”

METODOLOGÍA

Huerto hidropónico método raíz flotante

Materiales del huerto

Para realizar el huerto hidropónico se necesitó de tablas, reglas y polines de madera de pino, además de las herramientas para realizar el armado de este.

Tabla 5 Materiales de construcción del huerto.

Materiales
Madera de pino
Nailon color negro
Clavos de ½ pulgada
Tornillos de ½ pulgada
Placas de unicel
Esponjas

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El enfoque metodológico que rigió a la investigación fue el experimental dirigido a la construcción, evolución y los resultados del Huerto Hidropónico para analizar los beneficios y evaluarlo ante los huertos trabajados tradicionalmente en el Huerto Universitario.

Población

Plantas de tipo herbáceas adaptables al huerto hidropónico

Muestra

Lechugas (*Lactuca sativa*), acelga (*beta vulgaris var*) y perejil (*petroselinum crispum*).

Muestreo

Selección a conveniencia: se escogerán solo hortalizas de tipo herbáceas para producción en huerto hidropónico de tipo raíz flotante, por sus características estas plantas crecen de mejor manera en este sistema.

Variables

Independientes: la temperatura de la ciudad es gran importancia ya que podría verse afectadas las hortalizas y los insectos pueden dañar un gran porcentaje de las hortalizas e inclusive puede afectar el 100 % de todo el huerto en pocos días.

Dependientes: enfermedades de las hojas pueden afectar el crecimiento de las plantas alentando su crecimiento y causando bajas en las plantas. El desarrollo de las hortalizas y el crecimiento van de la mano con la solución nutritiva.

Criterios

Inclusión:

- Todas las hortalizas que sean herbáceas de hojas grandes y pequeñas

Exclusión:

- Hortalizas predisuestas por el clima frío
- Hortalizas provenientes de semillas transgénicas

Eliminación:

- Hortalizas de frutos
- Tubérculos y raíces

Instrumentos de medición

El instrumento de medición fue un formato en Excel en el cual se realizó una tabla con los meses, los días enseñando el número de encuesta y las bajas por enfermedades o por clima dentro del huerto hidropónico. Además, se realizaron graficas para comparar las cosechas que se dieron durante el año escolar para demostrar la comparación de los resultados.

Descripción de técnicas de medición

Tablas en Microsoft office: se elaboraron tablas en las cuales se colocaron de manera estratégica las fórmulas para obtener de manera correcta las cantidades en las cuales se agregarán a las formula nutritiva para alimentar a las hortalizas de muy buena manera. Se escribieron cuales son los nutrientes y la cantidad a agregar.

Manejo del cultivo

Protección del huerto

Inicia desde la supervisión continua de la cama hidropónica, durante el tiempo que estaba en uso el huerto se mantuvo una vigilancia donde se hacían visitas de tres días por semana de las cuales se iban observando el crecimiento de las hortalizas. Durante el primer mes era importante observar las plantas para ver su evolución a la adaptación del medio acuoso, se supervisaba el correcto funcionamiento de las bombas aireadoras para oxigenar el agua dentro del huerto.

Cuando las hortalizas ya habían alcanzado cierto tamaño se le rociaba con una infusión que se preparaba con días de anticipación la cual su función era repeler posibles insectos y hormigas que podrían lastimar las hojas de las plantas. Los ingredientes principales de las infusiones preparadas era cebolla, ajo y agua colocándose en un atomizador para rociar las hojas.

Con las visitas al huerto se observaba un desnivel que se fue componiendo poco a poco agregándole un polín en la parte central ya que el peso del agua contenida pandeó las tablas de dos metros de largo, así como también se cuidaba de posibles fugas o filtraciones de la bolsa plástica.

En los días próximos se cuidó el huerto de ráfagas de viento continuas que ocasionaban que los vasos de unicel que servían con recipientes de las plantas se voltearan. Esto dañaba las plantas dejando expuestas al sol a las raíces y reseándolas haciendo que su crecimiento disminuyera. En los primeros días del viento se recogían las maceteras en cada visita, así como se colocaban en su hueco los vasos de unicel para que la raíz se rehidratara de nuevo. Después se tomó la decisión de colocar una malla que detuviera las ráfagas de viento tapando los orificios con nailon que funcionara como rompeviento esta última se reutilizó del sobrante del plástico de la cama hidropónica.

Debido a que el huerto se encontraba en la intemperie contaba con la luz del sol directa esto lleva un posible problema que es la aparición de algas. Las algas se manifestaron hasta casi a los dos meses de haber iniciado el trabajo y de una manera tenue principalmente en las orillas de la cama exactamente entre la bolsa y las orillas de las placas de unicel. Otra parte en donde se presentaron algas fue en las esponjas que sostenían a las plantas estas se tornaban con un color verdoso intenso invadiendo casi por completo la esponja, esto era de tener cuidado porque si las algas llegaban a las raíces de las plantas iban a invadirlas totalmente y evitar su crecimiento

además que competir con las hortalizas por los nutrientes. Este problema se combatió de manera manual removiendo las algas que se manifestaron en las orillas además de agregar agua oxigenada a las esponjas que contaban con algas, el agua oxigenada erradica el punto verde y detiene el crecimiento de algas.

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se realizaron graficas de pastel y de barras para comparar los resultados mes a mes de las cosechas. Aquí se detalló los días y el mes en que se realizaron dichos formatos. Además de demostrar las bajas que se tuvieron en cada mes y el porqué de las bajas en cada mes.

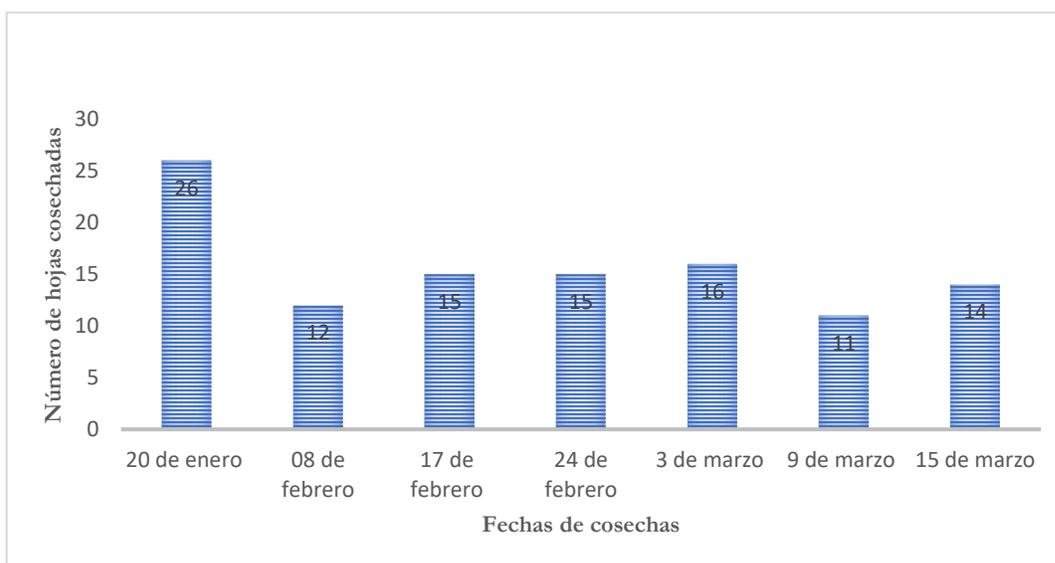


Figura 14 Gráfica de frecuencia en la cosecha de acelgas.

A diferencia de las acelgas, cuando se cosechan las lechugas se sacrifica toda la planta esto da pie a que se reinicie el ciclo de sembrado. Durante el tiempo que pasaron las lechugas en la cama hidropónica existieron factores que perturbaron el crecimiento y desarrollo de las hortalizas, uno de estos fue el clima; las altas temperaturas se acentuaron después de la semana número 9 por lo cual en el transcurso del final del mes de enero y el inicio del mes de febrero desistieron 5 lechugas de las 18 sembradas. El número de lechugas que lograron cosecharse fue un número de 13.

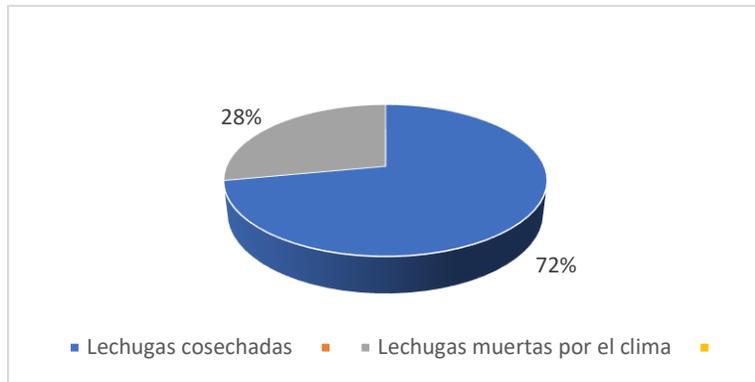


Figura 15 Porcentaje de producción de las hortalizas.

Esta hortaliza teniendo una estructura diferente a las demás plantas sobre la cama hidropónica se cosecha de manera diferente, el perejil se corta en casi un cien por ciento en el que solo se dejan sus pequeños y delgados tallos aprovechándose sus hojas y la parte del tallo más cercano a su follaje. El perejil una vez cortado para cosecharse crece con una mayor cantidad de hojas y tallos dando un aspecto de tener más volumen en sus próximas cosechas.

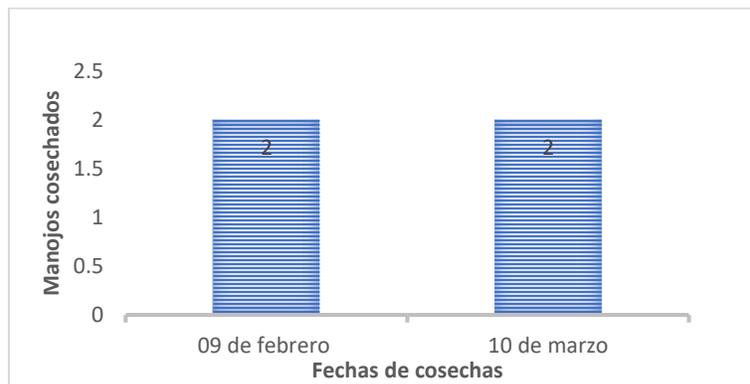


Figura 16 Gráfica de frecuencia en producción de perejil.

CONCLUSIÓN

Como se apreció en las imágenes anteriores el huerto hidropónico construido en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas generó resultados muy satisfactorios, la manutención del huerto hidropónico resultó ser sencillo sin embargo requiere de un cuidado constante y un conocimiento básico sobre las plantas y el tema de la hidroponía. El manejo de la cama hidropónica constó de visitas cuatro días de la semana como promedio, durante las asistencias al huerto se observaba la coloración de las plantas y sus raíces, revisión de la estructura de la cama y supervisión del nivel del agua, claridad el medio acuoso y observación en cuanto a plagas.

Comparando con los huertos tradicionales estos huertos llevaron la ventaja en cuanto a su producción semanal, su crecimiento y el rápido desarrollo hicieron que las cosechas se adelantaran teniendo una ventaja de casi un mes en relación a su producción promedio. Durante el tiempo en el que se mantuvo el huerto hidropónico se presentaron relacionados con la estructura ya que la superficie en el que estaba colocado no era plana manteniendo un ligero desnivel. Debido a sus materiales fuertes y resistentes la cama hidropónica pudo resistir a muy altas temperaturas, noches de lluvias y fuertes vientos que se presentaron al inicio del año.

PROPUESTAS Y/O RECOMENDACIONES

Propuestas

En el siguiente apartado se describen propuestas dirigidas al manejo y al mejor uso de los huertos hidropónicos.

- Para obtener mejores resultados es necesaria la disponibilidad de agua dentro del Huerto Universitario “*Muil itaj*”.
- Es necesario un conocimiento básico en cuanto a las hortalizas elegidas a cosechar.
- Conocimiento básico en conceptos del tema hidropónico.

Recomendaciones

En las cosechas se observó una disparidad en la cama hidropónica debido a factores como el viento y las altas temperaturas además de que el suelo es disparejo y desnivelado. Se recomendaría un suelo parejo para no tener problemas con el nivel del agua.

GLOSARIO

Acogollados: Con forma de cogollo

Axioma: Son aquellas verdades incuestionables universalmente validas y evidentes.

Axonormorfos: Raíz principal de la cual provienen las raíces de segundo orden

Chinampas: Método de cultivo que utilizaban los mexicas para ampliar el territorio en lagos y lagunas del valle de México en las cuales se cultivaban verduras y flores. La palabra “chinampan” proviene del náhuatl que significa “en la cerca de cañas”.

Cogollo: Se entiende por la parte interior y más apretada de las plantas como la lechuga.

Cracking: Enfermedad en la cual los frutos se ven afectados presentando pequeñas hendiduras parecidas a grietas en la cascara.

Dicotiledonea: Plantas que cuentan con flores cuyas semillas tienen dos cotiledonemas. Un cotiledón es una estructura con un gran parecido a una hoja que se ubica dentro de la semilla.

Esquizocarpo: Fruto indehisciente originado por un ovario de dos o más carpelos unidos, que en la madurez se separan los frutos parciales o mericarpos.

Exudación: Es la acción en la que un líquido o sustancia sale a través de los poros o de las grietas del recipiente que lo contenga.

Eutrofizados: Consiste en un enriquecimiento de nutrientes, principalmente de nitrógeno y fosforo.

Horticultura: Desarrollo de cultivos en huertos. Este término también alude a los conocimientos y las técnicas que permiten llevar a cabo dicha actividad.

Intercambio catiónico: Es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener.

Inocuo: Lo que no hace o causa daño a la salud.

Invernáculos: Lugar cubierto y abrigado artificialmente para defender las plantas de la acción del frío.

Muil itaj: “Hoja tierna” en la lengua Tzotzil.

Nitratos: Es un compuesto químico formado por nitrógeno y oxígeno, este también se puede encontrar en los alimentos, aunque en niveles bajos.

Quimiosintéticos: Son un grupo de bacterias autótrofas que elaboran sus compuestos orgánicos por medio de la descomposición u oxidación de compuestos orgánicos.

Sustentabilidad: Aquella cualidad que puede sostenerse económicamente y sin afectar recursos naturales.

Umbelífera: En una planta encontrándose en el grupo de las angiospermas dicotiledóneas, con hojas por lo común alternas, simples, más o menos divididas y con pecíolos envainadores y de un fruto compuesto aquenios en los cuales solo se encuentra una semilla.

Zarcillos: Órgano filamentoso y delgado de algunas plantas que se enrolla alrededor de un soporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURA: Trabajo de siempre. Santiago, Chile, 15(23). Septiembre 2018.

ISSN 0901-1481

BARAS, Tyler. DIY hydroponic gardens: how to desing and build an inexpensive system for growning plants in wáter.1 ed. Estados Unidos. Edit. Cool springs press. 2018. 145 pag.

BOSQUES, Jorge. Curso básico de hidroponía. 2 ed. España:

Lulu.com, 2018, 56-59 pag.

CABRERA, Rodríguez L. y Villaseñor J.L.. Revisión bibliográfica sobre el conocimiento de la familia Compositae en México. México: *Biotica*, 1987 **12**:131–147.

- CASTELLANOS, J. Z. Manual de Producción de Tomate en Invernadero. Intagri. México. 457 p. - Inca. S. S. 2013. Automatización y Control del Sistema NFT para Cultivos Hidropónicos. Tesis de Licenciatura. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.2009. 112 p.

COLLINS, Waston. MASTERING HYDROPONICS 101: a quick start to grow fruits, vegetables and herbs without soil. 1 ed. Estados Unidos:

Edit. Desing Publisher. 2020.

GUIDES, Demeter. The kratky method: The cheapest and easiest hydroponic system for beginners who want to grow plants without soil. 1 ed. Estados Unidos

Demeter guides. 2020. 140 pag.

HOWARD, M. Hydroponics Food producción. 7ed. Canadá:

Edit. CRC Press, 2012.

KEITH, Robert, How to hydroponics. 3 ed. Estados Unidos:

Future Garden Inc. 2018, 81 pág.

INTAGRI. La Hidroponía: Cultivos sin Suelo. Serie Horticultura Protegida. Núm. 29. México Artículos Técnicos de INTAGRI. 2017. 5 p.

PALACIOS, Esteban. Huerta familiar. Sustentabilidad, (1): 30-32, 2017.

ISSN 4222-9912

ROSS, Nancy. Jardinería de invernadero. 1 ed. Perú:

Babelcubebook, 2014, 88 pag.

ROSS, Nancy. La guía completa de Hidroponía para principiantes. 1 ed. Perú:

Babelcubebook, 2016, 56-57 pág.

RODRIGUEZ, Humberto. Cultivo hidropónico del Nopal. 2 ed. México:

Edit. Trillas, 2015. 30-62 págs.

RODRIGUEZ, Humberto. Tomate rojo. El sistema hidropónico. 3 ed. México:

Edit. Trillas. 2016. 44-58 págs.

SAMPERIO, Gloria. Hidroponia fácil para jóvenes. 1ed. Toledo:

Ed. Estempris, 2020. 99- 120 pg.

Trillas, Hidroponía. 2 ed. México: Edit. Trillas. 2019. 20-118 págs.

THATCHER, Thomas, Hydroponics gardening guide from beninger to expert. 2 ed. Estados Unidos. Edit. Independent Publisher. 2016. 100 pág.

URRESTARAZU, Miguel. Manual práctico del cultivo sin suelo.1ed. España:

Mundi-Prensa, 2015. 120 pag.

VAN PATTEN, George. Gardening Indoors with Soil & Hydroponics. 5 ed. Estados Unidos

Edit. Van Patten publishing. 2007. 98-105 págs.

LACARRA A. G.; & GARCÍA C. S. Validación de Cinco Sistemas Hidropónicos para la Producción de Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en Invernadero. Trabajo de Experiencia Recepcional. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 2011. 52 p.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1

Cama en llenado para la aplicación de solución nutritiva.



Anexo 2

Crecimiento imparcial de las plantas por nivelación del agua.



Anexo 3

Hortalizas afectadas por ráfagas de aire.



Anexo 4

Presentación de la primera cosecha desde el inicio del huerto hidropónico.



Anexo 5

Afectaciones por parte de las altas temperaturas.



Anexo 6

Tabla de los problemas que se presentaron durante las etapas del huerto

Problemas que se presentaron
<p>Cierre de la UNICACH: durante el mes de diciembre se negó el paso a la Universidad debido al cierre del semestre y problemas con el encargado de seguridad ocasionando interrupción de la supervisión y así pérdida de un par de hortalizas en la cama hidropónica.</p> <p>Viento: en los primeros meses del año las hortalizas sufrieron de un factor del cual las movió de sus vasos maceteras dejando expuestas sus raíces debilitándolas. En este caso se tomó la decisión de colocar una maya tapada con bolsas de nailon para proteger las hortalizas de las ráfagas de viento.</p> <p>Agua: uno de los problemas más graves que atacó el huerto fue la ausencia de agua, durante varios días se sufrió en el rellenado del agua. Al tener bajos niveles de agua la cama hidropónica comenzó a sufrir la ausencia de la solución nutritiva y el calentamiento del líquido restante en la cama.</p> <p>Temperatura: quizás este fue el mayor obstáculo del huerto, las altas temperaturas aletargaron el crecimiento del perejil y del cilantro, las lechugas crecieron de mala manera obteniendo una forma alargada hacia arriba y con hojas con tonos verdes pálidos y con un tamaño pequeño y delgado.</p>

Anexo 7

Solución nutritiva añadida

El éxito del huerto hidropónico debe al correcto manejo de los cultivos y también en parte a la solución nutritiva que se le añade al agua. La solución nutritiva que se utilizó en esta ocasión venía proveniente de Tapachula donde existe un trabajo en hidroponía más controlado teniendo invernaderos para protección y un mejor control de los huertos hidropónicos. La solución nutritiva constaba de dos botellas, una de macronutrientes y la otra de micronutrientes. La dosis de la solución que se añadían era de 5 ml por 1 litro de agua en macronutrientes y en micronutrientes se le añadieron 3 ml por 1 litro de agua. El precio de las botellas era de \$150 por las dos (macronutriente y de micronutriente) más \$100 del envío.

Anexo 8

Procedimiento de almacigo

El almacigo fue el inicio de la etapa de siembra en el huerto hidropónico, aquí se lograron germinar todas las plantas deseadas por cosechar. El material con el que se trabajó el almacigo fue de unigel teniendo una charola con cavidades pequeñas adecuadas para que germinaran las pequeñas semillas de las hortalizas seleccionadas. Como material adecuado se escogió la fibra del coco, esto por su porosidad, su disponibilidad y su precio además de ser un material muy ligero en cuanto a su peso.

La charola del almacigo contaba con 200 cavidades de las cuales se utilizaron 40 cavidades que se rellenaron únicamente con la fibra del coco dejando un espacio a la superficie de 2 centímetros para que se pusiera y allí germinara la semilla. Se regaba dos veces por día, en las mañanas y en las noches. El proceso del almacigo atrajo enemigos naturales como pájaros, insectos y roedores, por esto es que se le añadió un pequeño domo hecho de palitos de madera con malla mosquitera para proteger a las semillas y a las plantitas de estas alimañas.

Anexo 9

Observaciones

Se realizó una observación del terreno correspondiente al huerto universitario para decidir el método por el cual fuera la opción más viable. Se evaluaron las condiciones del terreno, el clima, el factor luz y la infraestructura eléctrica dando como mejor la cama del método raíz flotante.

Se realizó a través de uniones de las partes de la madera en la cual se obtiene la estructura de una mesa invertida, esto, porque al estar de esta forma se guarda el agua que conlleva la solución nutritiva en la que las raíces de las hortalizas flotarán.

Los materiales usados para el huerto se compraron en piezas y posteriormente se realizó una unión de los materiales con la que se utilizaron clavos de 1/2 pulgada para asegurar cada una de las partes.



Figura 17 Huerto en construcción.

Terminada la construcción del huerto lo siguiente en realizarse fue el armado de las piezas que lo conforman para terminar la implementación y añadido de las plantas.



Figura 18 Mesa en preparación.

La figura 18 se observa el inicio de la preparación de la mesa la cual se le recubrió con plástico grueso de color negro para poder almacenar el agua. La mesa tiene una capacidad de 250 litros de agua de las cuales solo se necesitaron 200 litros.

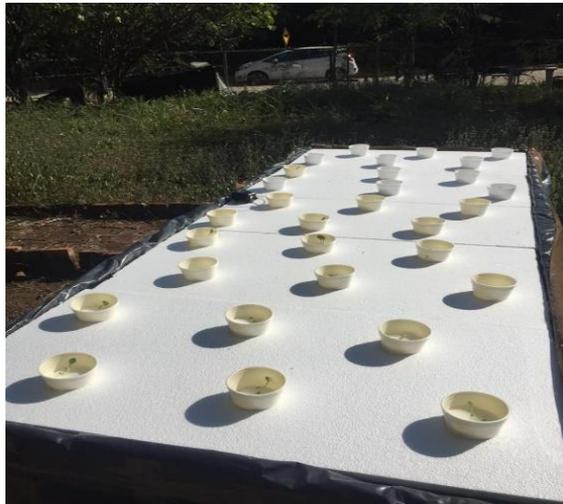


Figura 19 Mesa hidropónica lista para transplante.

Lo siguiente en realizarse fue la puesta de placas de unigel perforadas donde en cada perforación se le colocaría un vaso de unigel que haría la función de macetera y dentro de esta la esponja abrazando la plántula.

Durante los siguientes días el crecimiento de las plantas y su desarrollo se dio en segmentos de la cama hidropónica obteniendo el crecimiento en rincones diferentes.



Figura 20 Plantas adaptándose al medio acuoso.

La figura 20 se observa un crecimiento irregular en toda la cama, esto, por las bajas iniciales las cuales fueron causadas por no adaptarse teniendo un número del 30 % de las plantas inicialmente puestas sobre el huerto hidropónico. Comparando el huerto hidropónico con el convencional de la universidad los resultados iniciales disminuyen porque en este caso no existe un proceso de adaptación en el cual la planta viene de un proceso de germinación sólida y tiene que sufrir un estrés al someterse a un medio acuoso sin nada de solidez más que la esponja que la sostiene por ende es que se observan bajas debido a la adaptación de cada planta.



Figura 21 Observación de raíces.

La figura 21 pueden observarse una plántula de acelga la cual consta de 2 semanas de haber sido resembrada en la cama hidropónica. El crecimiento de la acelga hidropónica sobresale por encima de acelgas en huertos convencionales, esto debido a un mejor desarrollo obtenido del trabajo del agua por parte de la sustancia nutritiva.



Figura 22 Plantas en crecimiento.

El día 23 después del replantado las lechugas y acelgas lograron alcanzar un tamaño de entre 7 y 10 cm de altura teniendo una coloración de verde brillante en las acelgas y un verde intenso en las lechugas. Las plantas siguieron creciendo parcialmente en la cama y es muy probable a un problema de adaptabilidad por parte de plántulas débiles y el poco nivel de oxigenación que existía dentro del agua.

En la semana número 4 se registró un crecimiento de las lechugas parcialmente, específicamente en el centro de la mesa teniendo una apertura de las hojas de las lechugas de 20 centímetros de diámetro.



Figura 23 Lechugas hidropónicas en el buerto Muil Itaj.

Ciertamente el crecimiento de las lechugas se aceleró durante el mes de diciembre debido a que se mantuvo una temperatura ambiental ideal teniendo un clima de entre 19 y 25 °C. Se colocó la mano de referencia para evidenciar los 20 centímetros de diámetro de las hojas de las lechugas más grandes. Hablando de la coloración de las hortalizas se puede apreciar un tono de verde brillante con tintes de verde oscuro en las hojas nuevas. En su textura se apreciaron hojas suaves al romperse teniendo un follaje grueso y vigoroso.

Las raíces de las plantas presentaron un tono blanco totalmente limpio por tener un ambiente acuoso y limpio, el tamaño que lograron alcanzar las raíces fue hasta de 20-30 centímetros. Sus raíces fueron abundantes y resistentes además de no presentar hongos ni algas que puedan ralentizar el crecimiento de las hortalizas.



Figura 24 Valoración de raíces.

Sin embargo, a partir de la semana número 4 se presentaron problemas con el ingreso a la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, el problema en el huerto consistió en no mantener cierto nivel de agua perjudicando las orillas del huerto y con ello las plantas que se localizaban en esos lados. El escaso nivel de agua y la baja cantidad de solución de nutriente disponible en el agua retrasó el crecimiento de lechugas y acelgas.



Figura 25 Hortalizas afectadas.

A partir de la semana número 6 se autorizó la entrada y se empezó a trabajar la regulación de los niveles de agua y solución nutritiva para la restauración de las hortalizas. Durante esa semana se lograron normalizar las hortalizas dañadas y desarrollarse saludablemente.



Figura 26 Plantas en recuperación.

En el mes de enero el factor clima influyó mucho en el gran desarrollo y crecimiento de las lechugas haciendo que crecieran rápidamente y desarrollaran más follaje. Las lechugas y acelgas obtuvieron un color verde oscuro brillante que acentuaban la buena calidad de hortalizas. Durante esta semana se le dio entrada a una nueva hortaliza que es el perejil.



Figura 27 Hortalizas desarrolladas.

El crecimiento del perejil se dio en el transcurso de esa semana obteniendo mayor cantidad de hojas, el crecimiento de estas y una coloración intensa.



Figura 28 Perejil en desarrollo.

Al cumplirse los 2 meses del inicio de la siembra del huerto hidropónico se decidió cosechar las lechugas de mayor tamaño ya que habían alcanzado el tamaño ideal teniendo una altura de 30 centímetros al igual que las hojas de acelgas debido a su rápido crecimiento.



Figura 29 Lechugas en precosecha.



Figura 30 Plantas en cosecha.



Figura 31 Cosecha de lechugas.



Figura 32 Cosecha de acelgas buerto Muil itaj.

La segunda semana de febrero se logró la primera cosecha de perejil del cual se obtuvieron dos manojos grandes con abundante y verde follaje.



Figura 33 Perejil hidropónico Huerto Muil itaj.

El trabajo de las acelgas en cuanto a su cosecha se realizaba una vez por semana en el cual existió un promedio de 15 hojas por semana teniendo hojas de un tamaño considerable que pasaban los 20 centímetros de altura con su peculiar color verde oscuro brillante. El trabajo constaba en cortar con tijeras desde el peciolo de las hojas que ya alcanzaban cierto tamaño deseado. El tiempo en realizarse la primera cosecha fue en un lapso de poco menos de 60 días.