



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
SANTA FE, ARGENTINA

PRODUCCION DE HORTALIZAS A PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA CON HIDROPONIA

Trabajo Final para optar por el grado académico:

Especialista en Cultivos Intensivos

Alumno: Martínez Francisco

Director: Dr. Carlos A. Bouzo

Esperanza, Santa Fe, Argentina

Año: 2020

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de manera especial a quien resulta ser mi director para este Trabajo Final Integrador, el Dr. Carlos A. Bouzo. Principalmente quiero agradecer el tiempo que ha dedicado en servirme de guía en el mismo, teniendo en cuenta la posición que ocupa en el área académica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNL con todas sus responsabilidades. Realizar este Trabajo Final resultó una tarea bastante ardua por la gran cantidad de información que uno debe procesar y transformar en un escrito formal de nivel académico, lo cual requiere mucho tiempo y dedicación. En este sentido la ayuda del Dr. Bouzo fue muy importante y sirvió para facilitar enormemente dicha tarea. Todo esto sin contar además los conocimientos brindados en general a lo largo del cursado de la Especialización de Cultivos Intensivos y más específicamente en la asignatura Nutrición Vegetal la cual ha dictado, cuyos conceptos sustentan la producción de vegetales mediante hidroponía. Además quiero agradecer en general a los profesores de la Especialización de Cultivos Intensivos, considero que han hecho una buena labor a la hora de transmitir su conocimiento, el cual siento que he asimilado muy bien y me ha permitido obtener un mejor panorama del accionar de un ingeniero agrónomo en cuanto a su labor profesional dentro de los cultivos intensivos que el que he obtenido con el título de grado. Es decir, considero que a través de ellos me he vuelto más sólido en muchos conceptos específicos de los cultivos intensivos y me siento más seguro a la hora de formular respuestas en el área. También debo hacer un agradecimiento final a mis compañeros de cursado a través de los cuales, por el intercambio de experiencias laborales, he fortalecido mis conocimientos en las áreas de la especialización.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	- 1 -
Palabras Claves	- 1 -
ABSTRACT	- 2 -
KeyWords	- 2 -
INTRODUCCION	- 3 -
OBJETIVO GENERAL	- 4 -
OBJETIVOS ESPECIFICOS	- 4 -
DESARROLLO DEL TRABAJO	- 4 -
Definición y descripción de técnicas hidropónicas	- 4 -
¿Qué es la hidroponía?	- 5 -
Hidroponía en el mundo	- 5 -
Descripción de las diferentes variantes de los sistemas hidropónicos	- 9 -
Producción de lechuga hidropónica por NFT en la localidad de San Jorge: Experiencia realizada junto a la Municipalidad y la Escuela Fiscal N° 271 “Justo José de Urquiza”. Actores involucrados en el desarrollo de la experiencia y planteo	- 12 -
Secuencia y descripción de las actividades realizadas	- 13 -
Conclusión y comentarios generales	- 16 -
Elaboración de una propuesta para el desarrollo de iniciativas de producción hidropónicas urbana	- 17 -
Objetivo	- 17 -
Técnica de hidroponía	- 17 -
Unidad de producción y elección de especies a producir	- 17 -
Diseño de la Unidad de Producción	- 18 -
Proceso de producción	- 24 -
CONCLUSION	- 26 -
BIBLIOGRAFIA	- 27 -

TABLA DE FIGURAS

- Figura 1: Reconstrucción del aspecto que habrían presentado los denominados ‘Jardines Colgantes de Babilonia’. - 6 -
- Figura 2: Representación del aspecto que presentaban las denominadas ‘Chinampas Aztecas’. - 7 -
- Figura 3: Esquemas de las principales variantes utilizadas en los sistemas de hidroponía más comunes. - 9 -
- Figura 4: Aspecto que presenta un sistema de producción de lechuga mediante la técnica de NFT, en donde puede apreciarse la disposición de las cañerías para la recuperación de la recirculación de la solución nutritiva y un mejor aprovechamiento de la luz. - 12 -
- Figura 5: Primeras etapas de crecimiento de plantas de lechuga con el sistema de hidroponía con NFT. A) Aspecto que presentaron las plantas a los 12 días de transplantadas. B) Detalle de una planta a los 15 días de iniciado el cultivo. - 14 -
- Figura 6:A) Detalle en conjunto de las plantas a los 25 días de iniciado el cultivo hidropónico. Se observa que los plantines superiores (particularmente los de la parte delantera) tienen mayor tamaño presumiblemente por encontrarse expuesto a una mayor irradiación solar, aspecto que obligaría a realizar modificaciones en posteriores experiencias. B) Detalle del sistema radicular de una planta a los 35 días de cultivo. - 15 -
- Figura 7: A) Estado de desarrollo de las plantas a los 39 días de iniciado su cultivo, en donde además se puede apreciar la estructura total del conjunto de hidroponía. B) Estado de las plantas de lechuga el día previo a su cosecha, en donde puede apreciarse el excesivo alargamiento del tallo. Este defecto sin embargo no involucró al color y la sanidad, atributos de calidad de la planta que fueron destacables. - 16 -
- Figura 8: Perspectiva general del sistema hidropónico propuesto en este trabajo. - 23 -
- Figura 9: Vista complementaria del sistema hidropónico. - 24 -
- Figura 10: Vista del sistema con un esquema piramidal en pleno funcionamiento. - 24 -
- Figura 11: Imagen en donde pueden observarse un conjunto de plántulas germinadas en espuma fenólica. - 25 -
- Figura 12: Detalle de una macetilla y espuma germinadora la cual a su vez actúa de sostén de la planta. - 26 -

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivos la presentación de una revisión de las principales técnicas de producción mediante hidroponía, el reporte de una experiencia en pequeña escala mediante el sistema conocido como 'técnica de película de nutrientes' (NFT), y una propuesta de transferencia al medio urbano de la ciudad de San Jorge (Santa Fe) y su región de influencia para la producción mediante este sistema, de hortalizas para el auto-consumo o para su posible comercialización.

En una primera instancia se describen las técnicas hidropónicas más conocidas actualmente, luego se expone la realización de una experiencia con alumnos y docentes de nivel primario para la producción de lechuga mediante un sistema NFT, y finalmente se realiza una propuesta para su posible utilización a nivel familiar.

Palabras Claves

Técnicas hidropónicas, NFT, medio urbano, auto-consumo, nivel familiar.

ABSTRACT

The objective of this review was to present main hydroponics production techniques, a description of results of a small-scale experience through the system known as the "Nutrient Film Technique" (NFT), and a proposal for use this technique in San Jorge urban area and surroundings for produce vegetables for self-consumption, as well as its possible commercialization. In first instance, the best known hydroponic techniques are described, then an experience with students and teachers of primary level for the production of lettuce through an NFT system is presented, and finally a proposal is made for its possible use at the family level.

KeyWords

Hydroponic techniques, NFT, urban area, self-consumption, family level.

INTRODUCCION

La hidroponía puede definirse como una técnica de cultivo en donde se reemplaza al suelo como medio de disponibilidad de nutrientes para las plantas, por agua con nutrientes disueltos en ella (2, 3,5, 7, 8, 10, 11, 14, 16). De esta manera se entrega a las plantas en crecimiento, y de manera fácilmente accesible, aquellos elementos que requiere en cantidades adecuadas, realizando un uso más eficiente de recursos (agua y nutrientes). Es decir que, la eficiencia de utilización de los minerales y del agua es muy alta debido a que la mayor parte es absorbida y utilizada por la planta para la generación de tejidos vegetales (2, 3, 8, 11, 14, 16). Bajo esta perspectiva, en lugares donde algunos recursos para la producción vegetal son limitantes, en especial el agua con calidad para riego, la hidroponía se convierte en una importante alternativa de producción vegetal.

Por otro lado el cultivo de las plantas mediante la hidroponía se sustenta bajo el concepto de *trofobiosis*, el cual sostiene que un mayor o menor ataque de plagas y enfermedades sobre los vegetales puede ocurrir según el estado nutricional de la planta. Es decir que el cultivo al recibir todos los nutrientes necesarios para su correcto crecimiento y desarrollo en momento y cantidad adecuados, lograría defenderse con éxito de la presencia de insectos y hongos fitófagos. Esto además permitiría disminuir sensiblemente la cantidad de agroquímicos necesarios para mantener una sanidad recomendada para obtener vegetales de calidad comercial y nutricional (2, 7).

Teniendo en cuenta las dos importantes cuestiones mencionadas en los párrafos anteriores, este trabajo intenta proyectar a la técnica de hidroponía como una alternativa de producción en el área centro-oeste de la provincia de Santa Fe (en particular en la ciudad de San Jorge y su periferia), superando así dos cuestiones bien conocidas que en estos tiempos atentan contra la calidad de vida en dicha región, a saber: por un lado la falta de agua de riego de calidad, al encontrarse lejos de cursos de agua dulce importantes (50 a 100 km de distancia), y por el otro al disponer de agua procedente de acuífero su salinidad es elevada, no siendo apta para riego ni consumo humano. Adicionalmente a esto, la actividad agrícola extensiva que se desarrolla

en el área de manera importante, utiliza grandes cantidades de agroquímicos ocasionando malestar en la población urbana y amplios debates sobre cuestiones ambientales. En este contexto, resulta de importancia la introducción de nuevas técnicas de producción vegetal que disminuyan su uso o puedan incluso llegar a eliminarlo.

OBJETIVO GENERAL

Generar una guía básica para realizar cultivos mediante hidroponía a pequeña y media escala para el área de la ciudad de San Jorge.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Describir la técnica de hidroponía y sus variantes.
2. Describir una experiencia de aplicación del sistema NFL a pequeña escala, y analizar su aplicabilidad.
3. Elaborar una propuesta de aplicación local adaptada a las condiciones del ejido urbano de San Jorge Santa Fe.

DESARROLLO DEL TRABAJO

El trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera: primero se realiza una breve introducción del cultivo mediante la técnica de hidroponía, dando a conocer sus variantes y su implementación en otras regiones del mundo; seguidamente se describe una experiencia de pequeña escala desarrollada en conjunto con una institución educativa, para finalmente presentar una propuesta de trabajo adaptada al área de estudio, que se espera pueda ser tomada como modelo para emprendedores locales y comunidad en general contribuyendo a la mejora continua de la alimentación y la salud en la zona.

Definición y descripción de técnicas hidropónicas

El término hidroponía deriva de las palabras griegas *hidro* (agua) y *ponos* (trabajo), cuyo significado traducido sería “trabajo en agua”. Actualmente existen muchas definiciones sobre el término, cada autor de un artículo sobre hidroponía tiene su propia definición, pero básicamente todas llegan a aceptar que se trata de producir un cultivo sin suelo, por lo que para lograr un concepto general se puede formular la definición de hidroponía a través de una pregunta (2).

¿Qué es la hidroponía?

Hidroponía, es un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo. La hidroponía permite mediante el uso de estructuras simples o complejas producir plantas principalmente de tipo herbáceo aprovechando sitios o áreas como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos, invernaderos climatizados o no. A partir de este concepto se desarrollaron técnicas que se apoyan en sustratos (medios que sostienen a la planta), o directamente en sistemas con aportes de soluciones de nutrientes estáticos o circulantes, sin perder de vistas las necesidades de la planta como la temperatura, humedad, agua y nutrientes. Puede definirse luego a un cultivo hidropónico como un sistema aislado del suelo, utilizado para cultivar plantas cuyo crecimiento es posible gracias al suministro adecuado de los requerimientos hídricos y nutricionales, a través del agua como vehículo además de la solución nutritiva. Con la técnica de cultivo sin suelo es posible obtener hortalizas de excelente calidad y sanidad, permitiendo un uso más eficiente del agua y los nutrientes. Basados en la experiencia, los rendimientos por unidad de área cultivada son altos debido a una mayor densidad, mayor productividad por planta y eficiencia en el uso de los recursos agua, luz y nutrientes.

No es una metodología moderna para el cultivo de plantas, sino una técnica ancestral; en la antigüedad hubo culturas y civilizaciones que utilizaron esta metodología como medio de subsistencia. Generalmente asociamos esta forma de cultivo con grandes invernaderos para el cultivo de plantas y el empleo de la más compleja tecnología; sin embargo, los orígenes de la hidroponía fueron muy simples en su implementación. El desarrollo actual de la técnica de los cultivos hidropónicos, está basada en la utilización de mínimo espacio, mínimo consumo de agua y máxima producción y calidad (2).

Hidroponía en el mundo

Tal como se expresó anteriormente, en la actualidad se considera que los comienzos del cultivo en hidroponía datan desde tiempos antiguos. Se sostiene que una de las siete maravillas del mundo antiguo, como fueron los Jardines Colgantes de Babilonia, constituyen el primer cultivo hidropónico del que la humanidad tenga conocimiento (Figura 1). Consistían en un sistema de terrazas escalonadas de piedra (formando una pirámide), donde se acondicionaban canteros con vegetación (herbácea y arbórea). Estos se irrigaban mediante una red de canales o acequias que era abastecida de agua proveniente de un pozo. El agua era elevada a la parte central más alta mediante una noria y a partir de allí discurría por las terrazas inferiores por gravedad.

Otro ejemplo de su aplicación en épocas pasadas tiene origen en la cultura Azteca en el lago Tenochtitlán (México), con los llamados Jardines Flotantes o ‘Chinampas’, las cuales consistían en balsas que flotaban sobre el agua, las que estaban construidas con cañas a las que llenaban con lodo proveniente del fondo del lago el cual era rico en nutrientes (Figura 2). En estas balsas crecían los cultivos los cuales con sus raíces atravesaban el fondo de las mismas succionando agua del lago mismo. Existen evidencias que este sistema fue utilizado por los Aztecas debido a que en los inicios de su organización social sufrían presión de tribus rivales perdiendo tierras de cultivo y conquistando entonces las márgenes del lago para poder producir (2, 8, 14).



Figura 1: Reconstrucción del aspecto que habrían presentado los denominados ‘Jardines Colgantes de Babilonia’.
Fuente: (2)



Figura 2: Representación del aspecto que presentaban las denominadas ‘Chinampas Aztecas’.
Fuente: (13)

Además de estos ejemplos mayormente conocidos de la antigüedad, existen datos que indican que también en otras regiones del mundo se tenía conocimiento de los cultivos hidropónicos, como por ejemplo en el antiguo Egipto a orillas del Río Nilo, o en Asia con el desarrollo de jardines flotantes en China (2, 7, 8, 14). Sin embargo, los mayores avances en el campo de la hidroponía ocurrieron entre los siglos XVI y XIX derivados de sucesivos descubrimientos en el campo de la nutrición vegetal, que fueron dando origen a la primera solución nutritiva, la cual disuelta en agua permitía la obtención de cultivos con éxito. Dicha solución fue propuesta por Julius Von Sachs, conocido como “el padre de la cultura en agua”, en el año 1860. Nuevos descubrimientos posteriores, lograron establecer todos los nutrientes necesarios para el correcto crecimiento de los cultivos que debían contener las soluciones nutritivas. Los macronutrientes necesarios, es decir los que la planta requiere en grandes concentraciones: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio y calcio; y los micronutrientes necesarios, requeridos en menores concentraciones pero indispensables para distintos procesos metabólicos y enzimáticos: hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, molibdeno y cloro (2, 7, 8).

En tiempos más recientes (finales del siglo XIX), William Frederick Gericke, por entonces profesor de la Universidad de California, contribuyó en gran medida a impulsar la hidroponía a escala comercial en el mundo en la primera mitad del siglo XX. Gericke diseñó un sistema con el cual pudo obtener con éxito diversos cultivos. Dicho sistema fue tomado como ejemplo por diversas instituciones educativas y comerciales consiguiendo una expansión del cultivo en hidroponía principalmente en regiones donde la agricultura tradicional resultaba de difícil aplicación, como en zonas desérticas y con poca disponibilidad de agua de riego (2, 7, 8).

En la actualidad con los distintos avances logrados en el conocimiento de la producción vegetal, fundamentalmente en lo que respecta al desarrollo de materiales componentes de los sistemas de producción, a través de diferentes tipos de plásticos, sistemas eléctricos, ordenadores y sensores, han permitido implementar la hidroponía a escalas comerciales disminuyendo los costos y facilitando el acceso a esta tecnología por parte del público en general. En adición, el crecimiento de las áreas de producción bajo invernadero, como técnica de producción de cultivos de manera controlada en cuanto al ambiente en que se desarrollan, y que permite hacer un uso más eficiente de recursos (agua y nutrientes), ha acompañado el crecimiento y desarrollo de la hidroponía en diversas regiones del mundo.

La hidroponía es vista como una de las más fascinantes ramas de la ciencia agronómica y es responsable de la alimentación y de la generación de ingresos para millones de personas alrededor del mundo. Esta técnica se emplea permanentemente en áreas desérticas como Israel, Líbano, Kuwait y el norte de Chile; en islas como Ceylán, Filipinas, Española y la Isla de Pascua; en las azoteas de Bogotá, Lima, Santiago, Santo Domingo, Caracas, Buenos Aires, Quito, La Paz, Asunción, Río de Janeiro, Calcuta, Nueva York, Roma, Madrid; en los pueblos desérticos de Bengala Oriental y Suráfrica; y en grandes extensiones comerciales protegidas con plástico en las Islas Canarias, el Caribe, Hawai, Columbia Británica y la Isla de Vancouver en Canadá, Moscú; en los submarinos nucleares rusos y norteamericanos; en las estaciones espaciales rusas y en los transbordadores y naves espaciales norteamericanas, al igual que en las plataformas de perforación en mar abierto (2).

También en los parques zoológicos y en lugares tan remotos como la Isla Baffin y Eskimo Point en el Artico (Canadá). Empresas comerciales producen alimentos y flores en gran escala en Holanda, La Sabana de Bogotá, en Colombia, Israel, India, Italia, Japón, China y el Sahara (2).

Descripción de las diferentes variantes de los sistemas hidropónicos

Existen múltiples variantes de los sistemas hidropónicos cada una de las cuales deberá adaptarse a cada situación particular según los recursos disponibles y el fin perseguido. Cada una de ellas posee mayor o menor grado de complejidad y difieren básicamente en el modo de poner en contacto la solución nutritiva y las raíces de las plantas (Figura 3).

A continuación se realiza una breve mención de los sistemas más comunes utilizados en la actualidad presentando las principales ventajas y desventajas de cada uno, haciendo especial hincapié en el sistema NFT (del ingl. Nutrient Film Technique o “técnica de película de nutriente”).

Tipos de sistemas hidropónicos

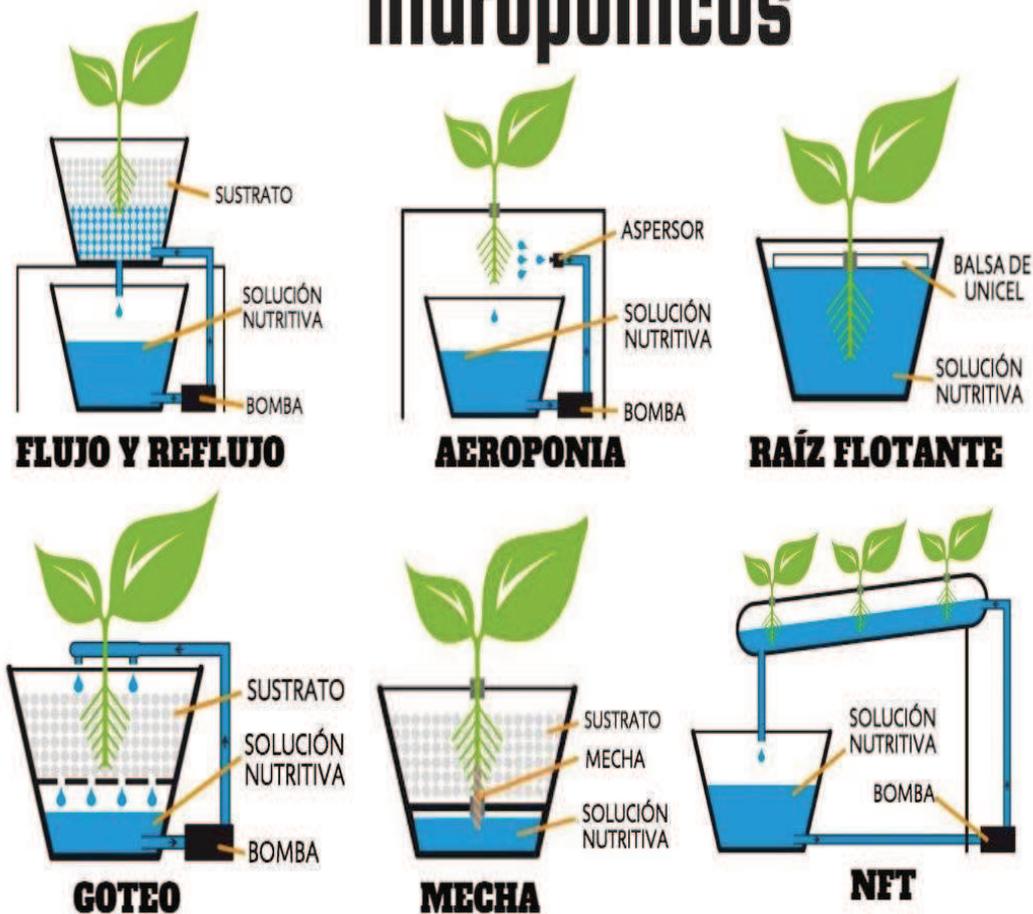


Figura 3: Esquemas de las principales variantes utilizadas en los sistemas de hidroponía más comunes.

Fuente: (15)

Sistema de Flujo y Reflujo

En este sistema las raíces de las plantas se encuentran en contacto con un sustrato y reciben la solución nutritiva desde el tanque que la contiene por medio de una bomba que impulsa el líquido a determinado intervalo de tiempo. La solución luego de mojar el sustrato de las macetas cae por gravedad mediante conductos hacia el mismo tanque, siendo nuevamente impulsada por bombeo en el próximo ciclo de irrigación. Se requiere un mayor nivel de tecnificación y materiales para su confección pero se adapta a muchas especies (15).

Aeroponia

En este sistema no existe sustrato y la planta está sujeta en placas perforadas. Las raíces permanecen expuestas al aire en un medio carente de luz y reciben la solución nutritiva desde el tanque mediante asperjado o neblina. Se maximiza de esta forma la eficiencia en uso de agua y nutrientes pero debe tenerse un estricto control de las nebulizaciones periódicas para evitar que las raíces se sequen (8, 13, 15).

Sistema de raíz flotante

En este sistema las raíces de las plantas se encuentran directamente en total contacto con la solución nutritiva siendo cubiertos sus requerimientos nutricionales en su totalidad a través de la misma. Las plantas son situadas en placas perforadas las cuales se ubican sobre bandejas conteniendo el agua y los nutrientes solubles. La solución debe ser constantemente aireada para mantener un adecuado nivel de oxígeno en las raíces. Mediante este sistema se aprovecha al máximo el espacio disponible logrando mayor rendimiento por unidad de área que cualquier otro sistema (7, 8, 10, 13, 15).

Sistema de riego por goteo

En este caso se trata de una variante del sistema anterior, donde el agua llega desde la bomba por tuberías que terminan en goteros situados sobre el sustrato, siendo el mismo continuamente abastecido sin llegar a un nivel de saturación, evitando así la carencia de oxígeno (14, 15).

Sistema tipo mecha

En este sistema se coloca la planta en una maceta con sustrato y por debajo un depósito conteniendo la solución nutritiva, la cual llega a la planta por ascenso capilar mediante una mecha de tela en contacto con el sustrato o las raíces. Es un sistema simple de aplicar y de bajo costo dado que requiere pocos elementos para su confección. De preferencia se deben usar especies con bajo requerimiento de agua dado que la misma llega lentamente a las raíces de las plantas. Por otro lado, es menos eficiente en cuanto al uso de recursos, los cuales llegan en menor concentración al atravesar la mecha (7, 10, 15).

Sistema NFT

En este sistema las plantas se disponen generalmente sin sustrato en tuberías perforadas, en cuyos orificios se sitúa cada planta, haciendo circular por la parte inferior de las tuberías la solución nutritiva de modo que una pequeña lámina de agua cubra las raíces, permitiendo así la absorción de los nutrientes disueltos (Figura 4). El agua circula a través de las tuberías regresando luego a mismo tanque de donde es propulsada mediante una bomba. El ingreso de oxígeno a la zona radicular ocurre en parte por la mezcla del agua en movimiento con el aire circundante como también a través de la parte de las raíces no cubierta por agua. Esto es debido a que por tratarse de una lámina de agua dentro de la sección de los tubos, la mayor parte de los mismos queda sin ocupar por la solución nutritiva.

Este sistema es el que se encuentra más extendido para la producción comercial de hortalizas a nivel mundial. Llevando consigo una importante carga de automatización y contando con diversos diseños de las tuberías en base principalmente al espacio disponible (desde posiciones verticales tipo torre hasta semi-horizontales).

Las ventajas más importantes de este sistema son: mayor control sobre el agua y los nutrientes, mayor eficiencia por lo tanto en el uso de los mismos, mayor precocidad de cosecha, oportunidad de establecer un sistema de operación automático y buen aprovechamiento de los espacios. Dentro de las desventajas pueden mencionarse el alto costo inicial de la instalación, la necesidad de una vigilancia constante del estado de la solución nutritiva y del sistema en general (fallos de energía en bombas puede resultar en pérdida de plantas) (3, 4, 7, 8, 14, 15).



Figura 4: Aspecto que presenta un sistema de producción de lechuga mediante la técnica de NFT, en donde puede apreciarse la disposición de las cañerías para la recuperación de la recirculación de la solución nutritiva y un mejor aprovechamiento de la luz.

Fuente: (1)

Producción de lechuga hidropónica por NFT en la localidad de San Jorge: Experiencia realizada junto a la Municipalidad y la Escuela Fiscal N° 271 “Justo José de Urquiza”.

Actores involucrados en el desarrollo de la experiencia y planteo

En la primavera del año 2016, entre los meses de Septiembre y principios de noviembre, se realizó una experiencia con los alumnos de 5° grado del nivel primario de la escuela Fiscal N° 271 “Justo José de Urquiza”. El grupo de trabajo se compuso de cinco docentes con sus respectivos cursos, lo que involucró la participación de aproximadamente 120 alumnos. Este proyecto contó con la colaboración de la Municipalidad de San Jorge a través de la Secretaría de Medioambiente por medio de la Asesoría de Arbolado Público.

El grupo de docentes presentó en un comienzo una propuesta de producción en hidroponía para el cultivo de frutilla como medio para que los alumnos de la Escuela conocieran los beneficios que el agua brinda a la naturaleza en general. Es decir se propuso como uno de sus

objetivos explicar a los alumnos como actúa esta sustancia tan fundamental para la vida en la tierra, sirviendo como un vehículo además de otros nutrientes esenciales para las plantas. Posteriormente, luego de una primera búsqueda de material sobre el tema y teniendo en cuenta los recursos con los que se contaba (tanto en conocimiento como en materiales), la dificultad para acceder a capacitaciones técnicas y el tiempo para cumplir la propuesta (los docentes debían realizar la tarea antes de fin de año) se decidió realizar un cultivo de lechuga mediante la adquisición de un conjunto básico de hidroponía a la firma HidroponiaCáceres Hnos. (<http://www.argentinahidroponia.com/>) de la localidad de Concordia en Entre Ríos. Esta decisión posibilitó que inicialmente se simplificaran muchas de las tareas ya que se siguieron instrucciones brindadas por la firma a la que se adquirió el conjunto.

Secuencia y descripción de las actividades realizadas

En este apartado se presenta en secuencia cronológica los pasos seguidos para el establecimiento de la experiencia hasta la cosecha de las mismas. Su una duración total fue de 50 días.

Día 0: Se instaló el equipo de Hidroponía, sistema NFT con seis perfiles plásticos con lugar para seis plantas en cada perfil (36 plantas totales) dispuestos en forma vertical a dos lados (medidas de 1,2 m. ancho x 2 m. alto x 0,5 m. profundidad). El conjunto adquirido contaba con las semillas de lechuga, sales de solución nutritiva, bomba de agua, mangueras de circulación, macetillas, espuma de germinación, polietileno cobertor e instrucciones. El conjunto fue dispuesto de tal manera de lograr un cierto resguardo del sol directo, por lo que se construyó contra una pared en el lado Norte. Esta disposición, como fue observado posteriormente, disminuyó en forma importante la captación de luz y además favoreció la cantidad de luz difusa en relación a la directa que percibieron las plantas, provocando un efecto indeseable de alargamiento de los entrenudos. Se optó por este lugar teniendo en cuenta el espacio disponible por la escuela, su protección de posible vandalismo (muy común en espacios públicos) y la necesidad de su constante vigilancia para el cumplimiento correcto de las tareas.

Día 1: Se sembraron las semillas en espuma de germinación una a tres por espuma (cubos de 1 cm de lado) las cuales se colocaron en bandejas plásticas con una lámina de 5 mm de agua

en un lugar cálido e iluminado, se utilizaron semillas de variedad arpeollada. Esta tarea fue realizada por los alumnos de la escuela, colocando a germinar una cantidad mayor a la necesaria para completar el espacio disponible en el sistema de cultivo, para evitar falta de plantas al momento del transplante definitivo y para tener la oportunidad de seleccionar las más vigorosas.

Días 2 a 3: Período en que las semillas puestas a embeber comenzaron a germinar.

Día 8: Raleo, se eliminaron con cuidado plántulas indeseables realizando una selección de los mejores ejemplares a ser puestos en hidroponía.

Día 12: Se colocaron las plántulas obtenidas en la espuma dentro del sistema de hidroponía en contacto con la solución nutritiva (Figura 5 A y B). Para esto se procedió a realizar una segunda selección de las mejores plántulas las cuales se colocaron en macetillas plásticas cubiertas con una capa de aserrín previamente lavado para eliminar una gran parte de resinas presentes en el mismo. Para la elaboración de la solución nutritiva se dispuso de 3 bidones de agua destilada donde se mezclaron tres conjuntos de sales resultando las soluciones: A y C, constituidas principalmente por macronutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio, etc.) y B, constituida por micronutrientes (Hierro, Boro, Cloro, etc.), posteriormente se preparó la solución para el cultivo mezclado 40 cm³ de la solución A, 20 cm³ de B y 30 cm³ de C en 10 litros de agua de lluvia (colectada y almacenada especialmente para la experiencia). Esta solución fue dispuesta en un tanque con una bomba de agua para su circulación a través de los perfiles plásticos conteniendo las macetas. La misma fue recambiada a los 15, a los 25 y a los 30 días de inicio del cultivo, y finalmente a partir de aquí, casi con frecuencia diaria debido al gran consumo final de las plantas en crecimiento.



A

B

Figura 5: Primeras etapas de crecimiento de plantas de lechuga con el sistema de hidroponía con NFT. A) Aspecto que presentaron las plantas a los 12 días de transplantadas. B) Detalle de una planta a los 15 días de iniciado el cultivo.

Días 13-49: Fase de crecimiento del cultivo (Figura 6 A y B, Figura 7 A y B). Se realizó vigilancia diaria del estado de las plantas, recambio de solución nutritiva, apertura y cierre de nylon cobertor y constatación del funcionamiento de bomba de agua. Se trabajó mayormente con la guía del proveedor del equipo. No se registraron datos de temperaturas ni otra medición adicional.



A

B

Figura 6: A) Detalle en conjunto de las plantas a los 25 días de iniciado el cultivo hidropónico. Se observa que los plantines superiores (particularmente los de la parte delantera) tienen mayor tamaño presumiblemente por encontrarse expuesto a una mayor irradiación solar, aspecto que obligaría a realizar modificaciones en posteriores experiencias. B) Detalle del sistema radicular de una planta a los 35 días de cultivo.



A

B

Figura 7: A) Estado de desarrollo de las plantas a los 39 días de iniciado su cultivo, en donde además se puede apreciar la estructura total del conjunto de hidroponía. B) Estado de las plantas de lechuga el día previo a su cosecha, en donde puede apreciarse el excesivo alargamiento del tallo. Este defecto sin embargo no involucró al color y la sanidad, atributos de calidad de la planta que fueron destacables.

Día 50: Cosecha. Una vez alcanzado un tamaño adecuado las plantas y cumpliendo con los plazos establecidos para la experiencia se realizó la cosecha de las plantas y se trabajó con los alumnos comparando las lechugas producidas con las adquiridas en las verdulerías locales. Observaron principalmente sus características organolépticas (sabor, forma y color), sin lograr detectar mayores diferencias entre ambos tipos de vegetales.

Conclusión y comentarios generales

La experiencia fue exitosa, evaluada tanto desde el punto de vista de la producción como el educativo, más allá de que no se realizara una evaluación económica de costos de materiales e insumos en relación a la cantidad producida en kilogramos de lechuga (lo cual sería necesario en un proyecto comercial). Se logró, con relativa facilidad plantas aptas para ser consumidas, por parte de alumnos de 5º grado, sin requerir una compleja preparación de los mismos. Por lo tanto, a nivel escolar y como experiencia primaria, resultó altamente satisfactoria para todos los actores involucrados. Por lo que es claro que producir mediante hidroponía es posible y está a nuestro alcance. Además dado que no hubo necesidad de aplicación de agroquímicos para combatir plagas y las plantas obtenidas no mostraron síntoma alguno de ataque (mostrando buena calidad visual), el sistema posibilita la disminución del uso de agroquímicos en la producción vegetal. Como contracara, el lugar seleccionado para la instalación, afectó la luz disponible, lo que generó el alargamiento excesivo de los entrenudos de las plantas lo que afectó su forma (menos compacta), lo pone en relevancia la importancia de una mejor elección del lugar de instalación del equipo (con mejor captación de luz).

Elaboración de una propuesta para el desarrollo de iniciativas de producción hidropónicas urbana

Objetivo

Crear un modelo de huerta hidropónica adaptado a la zona centro oeste de la Provincia de Santa Fe (San Jorge y alrededores).

Esta propuesta se encuentra dirigida hacia una escala de producción familiar tanto para autoconsumo como venta del excedente, para el incremento de los ingresos familiares (baja a media escala), y toma en cuenta las características de la región, principalmente en cuanto a sus recursos disponibles y las características climáticas.

Técnica de hidroponía

La técnica seleccionada para la realización de esta propuesta es NFT, ya que sus características técnicas (descritas al inicio de esta revisión), y la experiencia desarrollada a nivel escolar, demostraron su factibilidad para ser instrumentada a escala familiar, fundamentalmente por su simplicidad de manejo. Además, se puede destacar que mediante este sistema se pueden aprovechar espacios ociosos como azoteas, balcones o jardines. Finalmente, su automatización resulta sencilla lo que permite ahorrar tiempo, pudiendo esto resultar beneficioso para aquellas personas que no tengan mucha disponibilidad horaria entre sus actividades cotidianas.

En este caso, dada la diversidad de situaciones en que puede realizarse, se propondrá un sistema apto para la producción al aire libre con protecciones para fenómenos meteorológicos.

Unidad de producción y elección de especies a producir

Para comenzar a producir en hidroponía deberemos establecer la unidad de producción básica, es decir estableceremos la cantidad de plantas a ser cosechadas en una superficie determinada. Esto nos servirá tanto para el caso de auto-consumo, como para la venta, si lo que se desea es obtener ingresos económicos.

Para esto podremos recopilar información zonal sobre consumo de vegetales por persona o atenernos a nuestro propio consumo familiar.

Proyectaremos entonces un consumo mensual o anual para las distintas especies que se desean producir y con ello definiremos la unidad básica.

Con esto se estará de algún modo proyectando una situación deseada u objetivo de producción y en base a ello seguirán los pasos requeridos para lograrla. Sobre la base de esta información inicial generada, se estará en condiciones de conocer la cantidad de plantas que deberán ser producidas en un espacio y tiempo determinado pudiendo no obstante realizarse reajustes posteriores.

En esta etapa debe definirse también, como ya se mencionó, la especie o especies a producir, lo que dependerá del conocimiento que se tenga sobre las mismas y su adaptabilidad al medio hidropónico. Algunas de las especies sobre las que hay información relacionada a su posibilidad y éxito de cultivo mediante la técnica de NFT son por ejemplo: lechuga, acelga, espinaca, aromáticas, ají, pimiento, y algunas especies ornamentales (4, 8).

Diseño de la Unidad de Producción

Luego de definir la unidad de producción se procederá a su diseño teniendo en cuenta los siguientes factores: ubicación, provisión de agua de buena calidad y protección contra inclemencias meteorológicas.

Ubicación

El lugar donde se establecerá la huerta deberá estar bien iluminado con luz solar directa (por lo menos 6 horas diarias). Para la zona de San Jorge, por la latitud, es fundamental para lograr una mejor captación de luz que las hileras de cultivo (en este caso los perfiles de plástico) se encuentren orientadas en dirección este-oeste, con el cultivo de cara al norte. Además deberán estar escalonadas para evitar el sombreado entre plantas logrando una mejor distribución de la luz entre ellas. También es importante su resguardo de vientos (aspecto que se tratará a continuación). Con esto se preservaran tanto las plantas en crecimiento como la estructura del sistema en general. Deberá ser un lugar de fácil acceso, cercano a fuentes de electricidad para el accionamiento de bombas e iluminación artificial y a los tanques de almacenamiento de agua dulce (para evitar largas distancias de traslado), también deberá permitir su vigilancia de manera cómoda (2, 4, 5, 8, 10).

Provisión de agua dulce

Un aspecto fundamental a tener en cuenta en la zona de estudio es el difícil acceso a agua de riego en cantidad y calidad, dado que no existen en la cercanía cursos de agua dulce y el agua de acuíferos posee un elevado tenor salino que atenta contra la producción vegetal. Por este motivo el agua proveniente de las precipitaciones se convierte en la fuente principal a la que debe recurrirse. Por lo tanto, cualquier proyecto para instrumentar esta propuesta deberá contar con sistemas de captación de agua de lluvia (aljibes, tanques recolectores), con capacidad suficiente de acuerdo al agua que necesite en épocas de mayor demanda transpiratoria de las plantas, dejando para casos extremos el uso de agua corriente la cual podrá ser mezclada para diluir la concentración de sales (siempre tratando de no sobrepasar los límites de salinidad permitidos para las especies en producción) (2, 4, 5, 8, 10).

Protección contra vientos y precipitaciones

Dada la fragilidad de los componentes del sistema y los cultivos a producir, resultará de importancia atenuar los efectos nocivos del viento y las precipitaciones los cuales adquieren relevancia en la primavera y el verano cuando se presentan tormentas de forma regular. Se deberá situar entonces en el área circundante cortinas rompevientos, las cuales podrán ser establecidas mediante vegetación, tapiales o mallas plásticas. Esto dependerá de los recursos disponibles, la ubicación y el tiempo que se prevea la duración en producción del sistema. El lado sur reviste mayor importancia a la hora de realizar protección contra vientos dado que de este sector provienen los vientos de mayor intensidad. En caso de que resulte poco conveniente realizar cortinas en los cuatro lados, la protección que define el proyecto deberá estar al sur de la huerta por este motivo. Posteriormente se agregará el norte (vientos predominantes a lo largo del año). Los lados este y oeste podrán dejarse descubiertos. Para protección directa de las gotas de agua o granizo se deberá formar un techo rebatible con polietileno transparente el cual deberá ser agregado en días de probabilidad de lluvia (2, 4, 5, 8, 10).

Protección contra daño por congelamiento e insolación

Si se proyecta producir durante los meses de invierno o comienzos de la primavera, deberá estudiarse la implementación de medidas de protección contra daño por enfriamiento. En este sentido las cubiertas plásticas transparentes juegan un rol importante y de ser posible se deberá cubrir el sistema con dichas cubiertas para mejorar el balance calórico del cultivo. Se deberá mejorar la estructura de forma de crear un invernadero para proteger a las plantas del daño por frío. Un aspecto importante es que la calidad del polietileno a utilizar deberá ser tal que permita lograr un efecto térmico, por ese motivo al adquirirlo se deberá tomar la precaución que el mismo sea de Larga Duración Térmica (LDT) y en lo posible con un espesor mayor o igual a 150 micrones.

Otras medidas que se sumaran a la anterior para lograr una mayor protección térmica podrán ser: el uso de mantas térmicas de polipropileno; el riego en el suelo circundante al cultivo horas previas y durante la ocurrencia de heladas con agua de pozo aprovechando su temperatura y la cesión de energía en función de su calor específico, como así también en los casos más extremos por el calor liberado al pasar de forma líquida a sólida. También, dado que generalmente la hidroponía se dispone en espacios pequeños se podrán realizar fogatas

controladas distribuidas de manera uniforme, de tal modo que el calor irradiado de las mismas permita superar el daño por frío, o incluso en casos extremos las heladas. Complementando estos sistemas la respuesta del cultivo ante el daño por enfriamiento podrá ser mayor. No obstante, por tratarse de un proyecto orientado a su aplicación a nivel familiar, y estando el sistema debidamente protegido y con la utilización de polietilenos y mantas térmicas, siempre debiera desestimarse el uso de generación de calor.

Además de la protección contra daño por enfriamiento deberá ser necesario contar con protección en los días de verano frente a la alta intensidad de radiación y temperaturas excesivas. Por lo tanto se hará necesaria la aplicación de sombreo mediante mallas de polietileno negro (fácilmente accesibles y de bajo costo). Las mismas deberán cubrir el cultivo en las horas de mayor luminosidad (2, 5, 8, 10,11).

Materiales necesarios

Una vez determinada la unidad de producción, su ubicación y la superficie dispuesta para el sistema de hidroponía y previsto su protección del clima local, deberá determinarse los materiales necesarios para confeccionar la misma. Existen una variada cantidad de componentes que puede incluir un sistema de hidroponía según su complejidad. Dado que el fin de esta propuesta es que el sistema sea de fácil adopción por el público en general, se mencionará a continuación sólo los materiales fundamentales necesarios, dejando a la creatividad de cada usuario la introducción de elementos más complejos y especializados.

El sistema deberá constar de:

- a) Tanque colector: El tanque colector es el lugar que contendrá la solución nutritiva (dilución de sales en agua) que pasará luego por los canales de cultivo y además recogerá la solución proveniente del sistema una vez haya pasado por todas las plantas. Dicho tanque deberá tener capacidad suficiente como para contener toda el agua que circula por los canales, por lo que su volumen dependerá de la superficie de cultivo. Deberá contar con una alimentación externa de agua dulce, la cual mediante válvulas ingresará al mismo según el consumo de la solución por parte del cultivo. Del mismo modo deberá estar conectado a los depósitos de las soluciones madre o concentradas, siendo la misma inyectada dentro del mismo según requerimientos.

Es importante que el depósito se mantenga en oscuridad y este tapado dado que con frecuencia podrá formarse una capa de algas en superficie las cuales afectaran la

solución madre al consumir nutrientes y podrán también obstruir la bomba y cañerías. Otra medida a tomar en relación con esto consistirá en evitar que se eleve la temperatura de la solución más allá del óptimo para cada cultivo, lo cual podría repercutir negativamente en el cultivo al aumentar el consumo de energía para mantenimiento de las plantas y alterar el crecimiento de las distintas partes del vegetal. Otro aspecto a tener en cuenta es que el nivel del agua dentro del tanque deberá encontrarse a una distancia tal del tubo de descarga procedente de los canales de cultivo, que te permita el mezclado de la solución por gravedad, esto permitirá el ingreso de oxígeno al agua y evitara que las plantas sufran asfixia radicular (3, 4, 7, 14, 16)

- b) Bomba de Agua: Constituye el impulsor de la solución nutritiva desde el tanque colector hacia las tuberías de cultivo. Es importante que los componentes de la misma tengan resistencia a la acción corrosiva de los compuestos de la solución nutritiva, además deberá poseer un caudal de operación en relación con la altura manométrica total requerida (es decir deberá poder elevar la solución hasta donde este ubicados los canales de cultivo con el flujo necesario para mantener la película de agua constante). Deberá colocarse cercana a fuentes de energía eléctrica y al tanque colector (en caso de bomba no sumergible) o dentro del mismo (sumergible). Con válvulas de protección necesarias en caso de interrupciones en el flujo de líquido (3, 4).
- c) Mangueras de distribución: son aquellas que tendrán como función distribuir la solución luego de su paso por la bomba hacia los canales de cultivo donde se encuentran las plantas (3, 4).
- d) Canales de cultivo: Son tubos plásticos (sección cóncava o plana) perforados en su parte superior, cuya función será brindar soporte a las plantas en crecimiento poniéndolas en contacto con la solución nutritiva que procede de las mangueras de distribución. En su parte inferior es donde circula la solución nutritiva creando una leve película (la cual oscila en 4 a 5 mm de espesor).

En la producción hidropónica a escala comercial se utiliza una lámina de espuma de poliuretano que envuelve a las plantas ajustándolas a las perforaciones, con esto se obtiene mejor resultado frente al daño mecánico que se ejerce sobre las raíces y el tallo de las plantas durante los trasplantes, además de obtenerse una mejor sujeción a las tuberías. Otro método de sujeción que puede ser recomendable para un

emprendimiento familiar consiste en sujetar a las plantas mediante pequeñas macetillas plásticas permitiendo que sus raíces anclen en las mismas y puedan atravesarlas llegando a la solución.

La pendiente de los canales de cultivo deberá ubicarse entre el 1 al 2%, pendientes menores dificultaran el retorno de la solución al tanque colector y pendientes mayores dificultaran la absorción de la solución por parte de las plantas dada la mayor velocidad de flujo. Su longitud no deberá superar los 15 metros de largo para asegurar correcta oxigenación y uniformidad en la distribución de la solución (3, 4).

- e) Canal colector: Podrá o no estar presente. Corresponde a un tubo maestro que recolecta el líquido nutritivo una vez ha circulado por los canales de cultivo. El mismo desembocara luego en el tanque colector. Deben existir saltos entre los canales de cultivo y el canal colector y a su vez de este con el tanque recolector. Esto asegurará la oxigenación de la solución (4).
- f) Solución Nutritiva: Dado que el fin que se persigue es crear una guía práctica de fácil acceso al público en general, se recomienda la adquisición de la solución nutritiva a diversos proveedores de acuerdo al tipo de cultivo que se realice. Existen en el mercado diversas formulaciones fácilmente accesibles que ahorraran el trabajo de formular las soluciones nutritivas (lo cual requiere mayor nivel técnico y práctico por parte de los usuarios). Según el tipo de cultivo a producir y el volumen necesario de líquido a utilizar en el ciclo de cultivo dependerá el tipo de solución a utilizar. La misma podrá ser recambiada a intervalos determinados para evitar que la variación de pH y que la eventual falta de nutrientes ponga en riesgo el cultivo. Conforme se vaya adquiriendo mayor experiencia en la práctica sobre la respuesta de plantas, podrá intentarse la formulación de soluciones caseras y realizar su seguimiento mediante análisis de pH y salinidad constantes, midiendo por ejemplo su conductividad eléctrica, de manera de realizar las correcciones necesarias y optimizar así el uso de recursos (2, 3, 4, 5,7, 8, 10, 11, 14, 16).
- g) Esquema de producción: a continuación se presentan imágenes a modo de ejemplificar lo que se debería lograr confeccionar con los materiales propuestos. Cabe mencionar que al realizar la ubicación y alineación de los canales de cultivo, los mismos deberán irse colocando de manera de dar al sistema cierta inclinación vertical, esto permitirá mejor captación de luz por parte de las plantas y evitará posibles goteos de humedad y

líquidos de la parte superior a la inferior. Esto se sumará a la inclinación longitudinal de los canales de cultivos arriba mencionada.

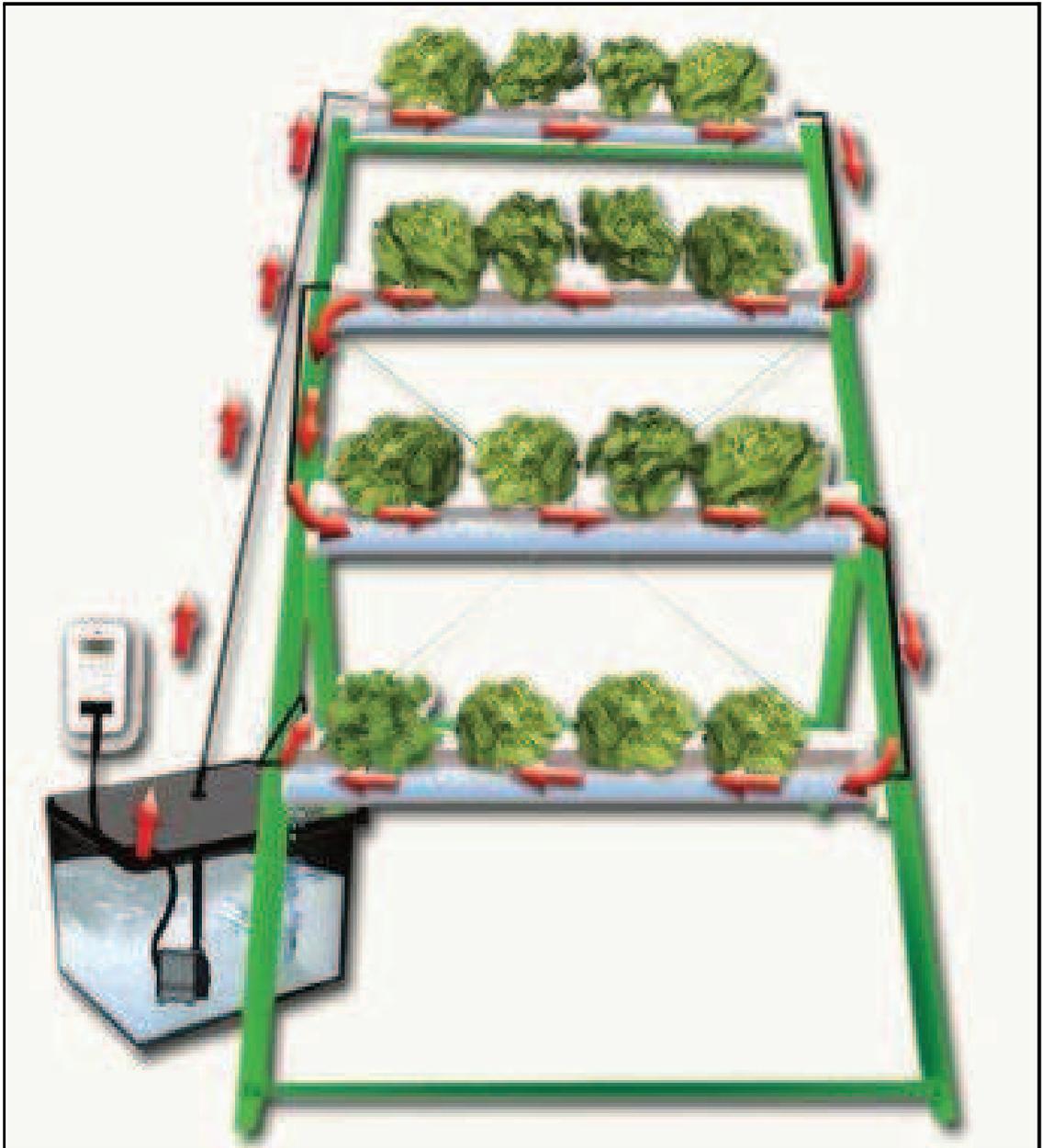


Figura 8: Perspectiva general del sistema hidropónico propuesto en este trabajo.
Fuente: (1)



Figura 9: Vista complementaria del sistema hidropónico.
Fuente: (12)



Figura 10: Vista del sistema con un esquema piramidal en pleno funcionamiento.
Fuente: (6)

Proceso de producción

Una vez dispuesto el sistema podrá darse inicio a las labores de cultivo. El proceso de producción implicará controlar y manejar aspectos asociados a las diferentes fases del cultivo:

inicio o siembra, transplante, seguimiento del cultivo y cosecha. A continuación se detallan los aspectos generales a tener en cuenta en cada una de las etapas.

Inicio del cultivo

En general en este sistema será necesario iniciar en cultivo mediante platines formados, por lo que deberemos realizar almácigos para obtener los mismos. Se recomienda la adquisición de espuma fenólica, un material que absorbe y retiene la humedad. Aquí se sembraran las semillas y serán humedecidas iniciando el proceso de germinación (Figura 11). Existen en el mercado modelos disponibles y de bajo costo que facilitan mucho la labor y que además se encuentran esterilizados (libres de hongos y bacterias). Esta espuma tendrá una labor importante hasta que el sistema radicular de la planta se encuentra desarrollado pues pondrá en contacto la solución con la plántula debido al ascenso capilar que se producirá al ponerla en contacto con la solución (4, 5, 7, 10, 14, 16).



Figura 11: Imagen en donde pueden observarse un conjunto de plántulas germinadas en espuma fenólica.

Trasplante

Una vez que los plantines han germinado y alcanzado un tamaño suficiente para ser introducidos en el sistema de hidroponía, los mismos deberán ser acondicionados en macetillas de plástico con un sustrato inerte el cual servirá de sostén a la planta en crecimiento, por ejemplo aserrín previamente hervido en agua y secado. Este sustrato mostró excelentes resultados durante la experiencia descrita previamente y realizada con alumnos. A

escala comercial se suele usar una espuma de poliuretano que recubre la planta como puede observarse en la figura 12 (4, 5).



Figura 12: Detalle de una macetilla y espuma germinadora la cual a su vez actúa de sostén de la planta.
Fuente: (9)

Seguimiento del Cultivo

Una vez superadas estas dos primeras etapas sólo restará realizar vigilancia sobre el estado del cultivo, controlando constantemente el nivel del agua y el funcionamiento adecuado de la bomba. Se realizará además la reposición o el reemplazo de la solución nutritiva según especificaciones de uso de cada vendedor particular (estas indicaciones se adquieren junto con el producto adquirido). Se realizará además monitoreo y control de insectos y enfermedades.

Cosecha

Una vez alcanzado el estado deseado de los cultivos, se procederá a la extracción de las plantas del sistema y a la limpieza general del equipo para su posterior utilización. Esto significará desarmar los distintos componentes (tubos, tanque recolector, bomba, cañerías, etc.), procediendo luego a limpiar y desinfectar los mismos del polvo acumulado, posibles algas e insectos y restos de solución nutritiva.

CONCLUSION

Según se ha podido observar a lo largo del presente trabajo podemos establecer que la técnica de cultivo mediante hidroponía es una alternativa sumamente interesante para la producción vegetal en la actualidad, tanto para el productor comercial, como para el productor familiar o de autoconsumo.

A lo largo de la historia son numerosos los ejemplos de éxito de la misma en diferentes culturas en el mundo y en la actualidad, el conocimiento sobre hidroponía es abundante y detallado. La mejora actual además en materiales necesarios para su práctica, la reducción de sus costos y fácil acceso a los mismos, la ubica al alcance del público general con mayor o menor grado de capacitación.

Entre los diversos sistemas que cuenta la producción de hidroponía, el NFT, ha logrado establecerse como uno de los más recomendados, justamente debido a su accesible modo de operación, además de poder aprovechar espacios ociosos dentro de hogares y predios urbanos y periurbanos. La experiencia desarrollada con alumnos y maestros de nivel escolar primario sirve como prueba de todo ello. Es decir, se logró producir vegetales, con un grado mínimo de conocimiento y habilidad en esta materia.

Con base en lo expuesto anteriormente se considera que el cultivo en hidroponía es actualmente una alternativa promisoriosa para el desarrollo de la horticultura familiar en la zona de San Jorge. Mayormente teniendo en cuenta que, con ella, se logran superar varias dificultades para la producción hortícola en la zona, principalmente lo relacionado a la escasez de agua de calidad para riego, competencia con tierras agrícolas de secano y suelos de textura pesada. Además, se puede realizar un cultivo satisfactorio sin o con reducida utilización de agroquímicos, los cuales se vuelven día a día un problema mayor y un desafío a resolver por parte de los profesionales que trabajan en agricultura. En este sentido la hidroponía también deberá ir actualizándose y complementándose con nuevas técnicas, fundamentalmente en el uso de materiales renovables o reciclables o soluciones nutritivas de formulación natural, para lograr menor impacto sobre el bienestar humano y del medioambiente.

El presente trabajo constituye entonces un primer acercamiento a la técnica de hidroponía para autoconsumo o comercialización a pequeña o mediana escala y brinda las primeras herramientas para su fácil adopción, además de tender a la conservación del medioambiente natural.

BIBLIOGRAFIA

1. Agricultureros, red de especialistas en agricultura. 2015. Aprende sobre el sistema hidroponía NTF. En: <http://agricultureros.com/aprende-sobre-el-sistema-hidroponia-nft/>. Acceso 02/10/2017.
2. Beltrano, J. y Gimenez, D. O. 2015. Cultivo en hidroponía. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. La Plata. Argentina. 182 p.
3. Birgi, J. A. 2015. Producción hidropónica de hortalizas de hoja. En: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_produccion_hidropnica_de_hortalizas_de_hojas.pdf. 25p. Acceso 02/10/2017.
4. Carrasco, G. e Izquierdo, J. 1996. La empresa hidropónica de mediana escala: la técnica de solución nutritiva recirculante (“NFT”). Editorial de la Universidad de Talca. Talca. Chile. 62 p.
5. Castañeda et Al. 1997. Manual de cultivos hidropónicos populares: producción de verduras sin usar tierra. INCAP. Guatemala. (Versión: Agosto de 2001.). Disponible en: https://www.academia.edu/6239089/MANUAL_DE_CULTIVOS_HIDROPONICOS_POPULARES_PRODUCCION_DE_VERDURAS_SIN_USAR_LA_TIERRA. 36 p. Acceso: 02/10/2017.
6. Fundación Caja Rural Burgos. 2015. Hidropónico casero con 168 plantas. En: <http://fundacioncajaruralburgos.es/como-crear-un-sistema-hidroponico-casero-con-168-plantas/>. Acceso 02/10/2017.
7. Gilzans, J. C. 2007. Hidroponía. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Montevideo. Uruguay. 32 p.
8. Guzmán Díaz, G. A. 2004. Hidroponía en casa: una actividad familiar. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José. Costa Rica. 25 p.
9. Hydroenvironment h-e.mx. 2017. Nuestros Productos. En: https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=product_info&products_id=191. Acceso 02/10/2017.
10. Marulanda, C. e Izquierdo, J. 2003. 3era ed. La huerta hidropónica popular. FAO América Latina. Santiago. Chile. 131 p.
11. Montalba, J. N. 2009. Cultivo hidropónico del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Tesis de grado. Universidad de Magallanes. Punta Arenas. Chile.

12. Pinterest. Descubre ideas sobre horticultura. 2017. En:
<https://www.pinterest.es/pin/551268810617323874/?!p=true>. Acceso 02/10/2017.
13. Pinterest. Marlon A. Agricultura. En:
<https://ar.pinterest.com/pin/711146597390816466/>. Acceso 02/10/2017.
14. Soria Campos, J. A. 2012. (Versión: 2012.). 6° Curso de hidroponía básica para principiantes. En:
http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_247_Curso%20Hidroponia%20Basica.pdf. 51p. Acceso 02/10/2017.
15. URVEG Cultivo Hidropónico Urbano. Métodos Hidropónicos En:
<http://urveg.blogspot.mx/p/hidroponia-metodos-hidroponicos.html>. Acceso 02/10/2017.
16. Zarate Aquino, M. A. 2014. Manual de hidroponía. Editorial de la Universidad Nacional autónoma de México. México, Distrito Federal. 40 p.