

## DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMAS AEROPÓNICOS PARA FARMACIAS VIVAS PARTE I

a Ma. Del Rosario Munguía Fuentes  
rosariomunguiafuentes@gmail.com  
bDiana Laura Esquivel Valentino  
desquivelv1300@alumno.ipn.mx  
bJosé Elevi Estrada Roque  
jestradar1300@alumno.ipn.mx

aDepto. Ciencias Básicas  
bUPIITA - Instituto Politécnico Nacional

Boletín No. 88  
1o. de enero de 2022

### Abstract

Due to the climatic instability generated by adverse conditions for agricultural activities, alternative cultivation techniques such as aeroponics have been developed. This document aims to show the development of automatic system for crops, using the aeroponic technique, said aeroponic embedded system is integrated to control the pH, read the light intensity value, concentration of the nutrient solution, and other variables necessary on this diffuse control, it is also able to determine the frequency of root irrigation based on the intensity of the light and the temperature of the environment, with a virtual monitoring interface.

### 1. Introducción

Los primeros trabajos documentados con técnicas de cultivo que no precisaban de un suelo agrícola se basaron en la hidroponía. El término hidroponía proviene de los vocablos griegos, hydros (agua) y ponos (cultivo o labor). La hidroponía es una alternativa de cultivo para plantas, donde la raíz nunca está en contacto con el suelo, pero sí con una solución acuosa de sales minerales, mediante la cual se nutre la planta. En 1699 Jhon Woodwar consiguió cultivar, tras muchos experimentos, una planta de menta en agua, obteniendo mejores resultados que en tierra. A mediados del siglo XVIII Antoine de Lavoiser demostró, mediante el método científico, que las plantas pueden crecer y fructificar en una solución de sales minerales, pero fue hasta 1929 que William F. Gericke, de la Universidad de California, desarrolló el primer cultivo hidropónico comercial logrando cosechar una tonelada de jitomate en tan solo 9 metros cuadrados y fue quien acuñó el término hidroponía (Samperio Ruíz, Hidroponía Básica, 2005).

En 1964, en Kiev y Moscú, se llevó a cabo la primera Conferencia de Hidroponía. Por otra parte, La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Sociedad Internacional de Horticultura celebraron en 1969 el Primer Congreso Mundial de Hidroponía; en ambas reuniones se enfatizó la importancia que puede tener el cultivo hidropónico en la economía agraria mundial para

la lucha contra el hambre y el aprovechamiento de millones de hectáreas de arenales, pedregales y tierra improductiva. Al estallar la segunda guerra mundial los ejércitos norteamericano e inglés desarrollaron cultivos hidropónicos en algunas bases militares por sus condiciones geográficas. En la actualidad, la aeroponía, técnica derivada de la hidroponía, es practicada en forma comercial en diferentes países como Estados Unidos, Japón, Alemania, Israel y Holanda (Samperio Ruíz, Un paso más en la Hidroponía, 2005). La aeroponía se caracteriza por el desarrollo de la planta en un entorno aéreo con un sistema de aspersión continuo, aplicado directamente, para las obtención de las diferentes sustancias nutritivas que permiten el desarrollo adecuado de la planta, sin hacer uso del suelo y sin estar sumergida en ningún tipo de sustrato a la raíz entorno (Hernandez y Piñeros 2013).

Los sistemas hidropónicos son una alternativa rentable y sustentable para la producción de hortalizas. En México en el año 2000 se contaba con mil hectáreas para la producción de cultivos en invernadero de hidroponía, y para 2010 se contaba ya con 15 mil hectáreas en todo el país, principalmente en Jalisco, Sinaloa, Sonora, Baja California, Oaxaca, Puebla, Estado de México, Michoacán y Morelos con cultivos de jitomate, pepino, chile, pimienta, hortalizas, fresas, flores de crisantemos, rosas, claveles y alstroemeria.

Para poder hacer frente en el nuevo panorama ambiental es crucial subsanar el déficit a nivel tecnológico en la cuestión agraria nacional, optando por alternativas tecnológicas de alto rendimiento agrícola que no comprometan los recursos preexistentes y así asegurar nuestra autonomía agrícola.

Si bien estas técnicas presentan un alto rendimiento agrícola, de bajo consumo hídrico y en espacios reducidos o poco convencionales, éstas pueden potencializarse, al automatizar el control del conjunto de variables que rigen el crecimiento de las hortalizas.

Actualmente los cultivos aeropónicos solo son implementados a pequeña escala en México, ya que se requiere un costo inicial elevado por la infraestructura y el equipo para automatización necesario para el desarrollo de esta clase de cultivos, por lo tanto, la importancia de este proyecto, radica en generar una alternativa rentable a nivel comercial, a mediana y gran escala, para la producción de plantas medicinales, incrementando la eficiencia en la fase de riego, proporcionando la solución de nutrientes cuando el metabolismo de la planta es estimulado por la luz solar y considerando la temperatura del entorno (Figura 2). Ambas variables son las principales para inhibir o estimular la actividad fotosintética en un entorno con una adecuada disposición de nutrientes minerales y CO<sub>2</sub> en el aire.

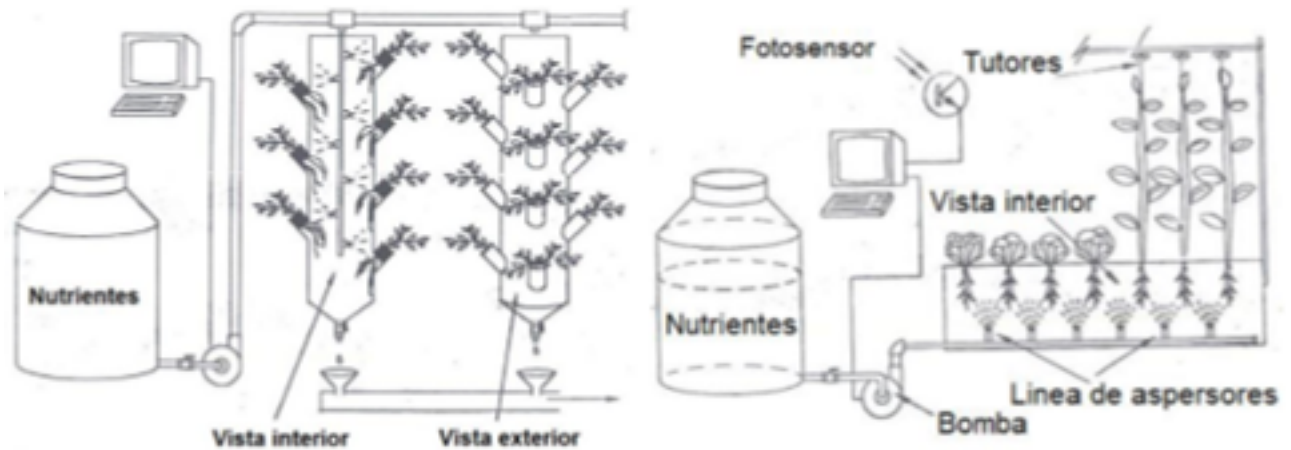
Los niveles de CO<sub>2</sub> atmosféricos han tenido una tendencia de incremento en las últimas décadas. Para fines agrícolas las hortalizas deben desarrollarse en un entorno rico en CO<sub>2</sub> superior a las 200 ppm pero inferior a las 2000 ppm y de esa forma evitar una intoxicación en los cultivos.

#### Antecedentes

Precisando en los cultivos aeropónicos, tienen sus orígenes en el instituto Research Laboratory en Tucson Arizona, los doctores Carl Hodges y Merle Jensen con el presupuesto de National Aeronautics and Space Administration (NASA) desarrollaron los primeros prototipos. En Israel, la compañía Adi Ltd. demostró, en 1982, que el sistema aeropónico era comercialmente rentable, obteniendo cosechas superiores, tanto en calidad como en volumen, a las obtenidas en sistemas hidropónicos tradicionales.

En la actualidad, los sistemas aeropónicos se clasifican en dos grupos con base en la forma de distribución de las plantas (Figura 1):

- Modelo colgante: se caracteriza por una distribución vertical de hortalizas de poca altura, sin necesidad de tutores para crecimiento.
- Modelo básico horizontal: viable para el cultivo de hortalizas de mayor altura, con o sin necesidad de tutores.

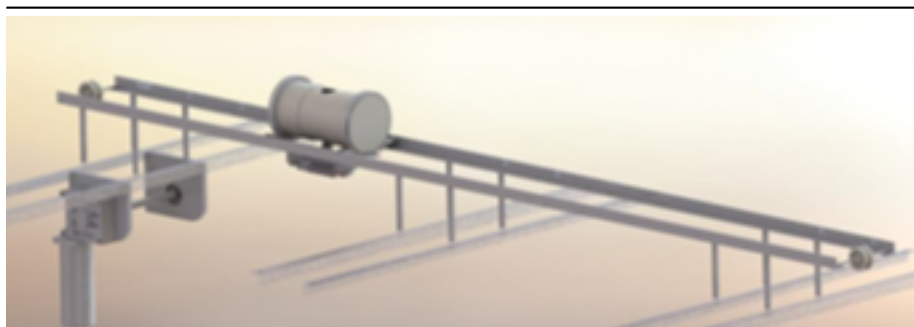


**Figura 1.** Gloria Samperio R., "Unidad aeropónica colgante (izquierda), unidad aeropónica básica horizontal (derecha)"

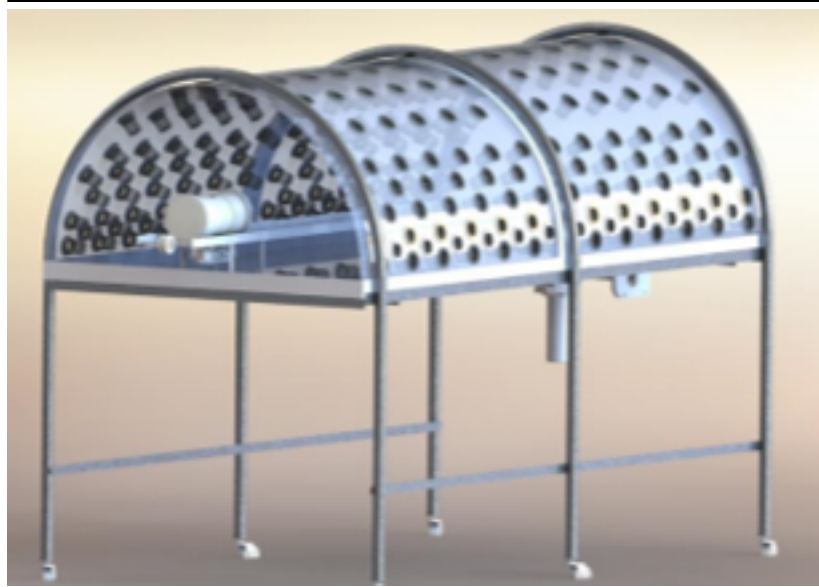
A continuación se presenta una primer parte de los materiales y métodos que se llevaron a cabo para el diseño de un prototipo que permite el cultivo de plantas de manera aeropónica, con capacidad de cultivar hasta 48 especímenes en distintas etapas de desarrollo, así como el monitoreo de temperatura, humedad e intensidad luminosa en las que se desarrollan; un mecanismo de riego móvil con capacidad de cubrir 1 m lineal de cultivo con un ángulo de 180° y un alcance radial de 0.5 m; un sistema de mezclado para homogeneizar la solución nutritiva utilizada y evitar la formación de sedimentos, el monitoreo de pH y Conductividad Eléctrica en la solución nutritiva y el uso de una interfaz gráfica que permite al usuario monitorear y controlar el sistema.

#### Materiales y métodos

El punto de aspersión móvil está compuesto por 5 nebulizadores dispuestos de forma radial para generar una aspersión en forma de abanico, desplazándolo de forma longitudinal en la cavidad de desarrollo radicular. El punto de aspersión móvil cuenta con un depósito de solución nutritiva cuyo principal requerimiento es tener la capacidad de almacenar solución nutritiva para completar un recorrido máximo de 8 metros, la frecuencia de riego máxima es aproximadamente cada 2 minutos, el punto de aspersión móvil al menos debe concluir la trayectoria de ida y regreso (16 metros) en un tiempo no mayor a 2 minutos, por lo cual se debe desplazar aproximadamente a 8 m/min. Esto implica que los 5 nebulizadores se encontraran accionados al menos por 2 minutos, generando un consumo de 0.76 Lpm, por consiguiente, el depósito móvil debe tener una capacidad mínima de 1.52 L. El depósito está compuesto por un tubo de PVC de 110 mm de diámetro, su longitud se ha fijado en 20 cm con sus respectivas tapas laterales, contando así con una capacidad de 1.9 L. Su desplazamiento longitudinal es mediante un conjunto de poleas y un motor eléctrico de corriente directa; el diseño final se muestra en las Figuras 2 y 3:



**Figura 2.** Sistema de riego.



**Figura 3.** Ensamble del modulo.

#### Referencias

1. Comisión Nacional del Agua. (2014). *Monitoreo de Sequía de América del Norte CONAGUA*[recurso en línea] en [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=236&Itemid=74](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=236&Itemid=74), México, enero 2014, [Fecha de consulta: 26 de febrero del 2014].
2. Gilsanz Juan (2007). *Hidroponía INIA*[recurso en línea] en [http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad\\_509.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad_509.pdf), INIA, Montevideo, Uruguay, septiembre 2007, [Fecha de consulta 2 de enero del 2013].
3. Hydroponics Grow Shop (año). *Hydroponics Grow Shop*[recurso en línea] en <http://www.hydroponics-growshop.es/hidroponia-c-23/sistemas-aeroponicos-s-31>, [Fecha de consulta 1 de marzo del 2014].
4. Luxim (s.a.). *Grow lighting* [recurso en línea] en <http://www.luxim.com/products/grow-lighting>, [Fecha de consulta 23 de abril del 2014].
5. Autor (año). *Título del artículo libro, revista o nombre de la página web* texto restante. <https://www.lipsum.com/feed/html>
6. Samperio Ruiz Gloria (2005). *Hidroponía Básica* Editorial Diana, México, 2005.
7. Samperio Ruiz Gloria (2005). *Hidroponía Comercial* Editorial Diana, México, 2005.

8. Samperio Ruiz Gloria (2005). *Un paso más en la Hidroponía* Editorial Diana, México, 2005.
9. Urbano Terron Pedro (2001). *Tratado de Fitotecnia General* Ediciones Mundi-Prensa, España, 2001.
10. Wightman Kevyn Elizabeth (2000). „*Los nutrientes de las plantas*”, en *Prácticas adecuadas para los viveros forestales, traducción de Nora A. de Allende*, [recurso en línea] en <http://www.worldagroforestrycentre.org/NurseryManuals/CommunityESP/LosNutrientes.pdf>, [Fecha de consulta 1 de marzo del 2014]. Majestic Printing Works, Nairobi Kenya, 2000