

# Sistema agrovoltáico para el estudio y comparación de técnicas de cultivo de hortalizas

Dr. Arturo Díaz Ponce, Ing. Alma Valeria Espinosa Loera, Dr. Luis M. Valentín Coronado,  
Dr. Martín Ortiz Morales, Dr. Iván Trejo Zúñiga y Dr. Martín Moreno Guzmán

En los últimos años, el sector agrícola ha tenido que evolucionar debido a la escasez del agua, las condiciones climatológicas y la creciente demanda del alimento.

La agricultura convencional es responsable de importantes impactos ambientales tales como: la contaminación del agua y la degradación de los suelos, esto debido a las prácticas de riego inadecuadas, la deforestación, el sobrepastoreo, el uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas, entre otros.

Así mismo, los efectos del cambio climático han influido en el desarrollo de los cultivos provocando la aparición de malezas, insectos dañinos y enfermedades, afectando de forma severa la calidad de los cultivos (SAGARPA, 2012).

Actualmente, la agricultura enfrenta el reto de aumentar su productividad aprovechando de forma eficiente los recursos naturales mediante la aplicación de tecnologías innovadoras agrícolas que produzcan alimentos de mejor calidad, con mayor frecuencia de cosecha y con el menor impacto ambiental posible.

La hidroponía se ha presentado como una solución ante las plagas y enfermedades en plantas, la escasez del agua, las condiciones climatológicas, el agotamiento de los suelos agrícolas, la creciente demanda de alimentos y la necesidad de aumentar la calidad de los cultivos. Esta técnica permite el cultivo de plantas utilizando sustratos y soluciones minerales nutritivas, sin requerir el uso de suelo.

La mayoría de los sistemas hidropónicos se implementan en invernaderos con la finalidad de controlar la temperatura, reducir la pérdida de agua por evaporación, controlar infestaciones de plagas, enfermedades y proteger los cultivos de elementos del ambiente (Herrera, 1999).

Entre las ventajas de esta técnica es que emplea un 90% menos de agua que la que se usa en la agricultura convencional (Bradley y Marulanda, 2001), se obtienen cosechas de alta calidad y son una excelente opción en regiones con suelos no fértiles (Beltrano y Gimenez, 2015).

Es importante mencionar que para la automatización de este tipo de sistemas se requiere electricidad y, la opción más rentable y sustentable actualmente, es generarla mediante módulos fotovoltaicos.

A este tipo de sistemas se les denomina "agrovoltáicos" debido a que aprovechan una misma superficie de terreno tanto para generar energía eléctrica como para la agricultura.

Entre las principales ventajas de un sistema hidropónico agrovoltáico se encuentran,

- Aumentar la calidad nutricional de los cultivos.
- Optimizar el consumo de agua.
- Permitir la reconversión agrícola.
- Promover la automatización de procesos en el sector agrícola.
- Monitoreo en tiempo real.
- Evitar la erosión del suelo.
- Disminución de bacterias, parásitos y hongos en cultivos.

Los sistemas hidropónicos se clasifican, según a la técnica de cultivo, en:

- I. Técnicas de medio líquido, como aeroponía y técnicas de película nutritiva (NFT, por sus siglas en inglés); y
- II. Técnicas con sustrato, como los cultivos en arena, grava o rocas porosas de origen volcánico

En este proyecto se empleará la técnica de medio líquido utilizando dos tipos de cultivo: NFT y aeroponía.

En un sistema NFT, la solución nutritiva es bombeada desde un depósito hacia canales de tubos de PVC en los cuales se encuentran las plantas que reciben los nutrientes a través del agua que recircula en los tubos, como lo muestra la Figura 1. Algunas ventajas de este tipo de sistemas son, un mayor control del entorno de las raíces, y el riego se simplifica dado que la solución nutritiva se puede controlar con facilidad.

En la aeroponía, las plantas crecen en un entorno cerrado o semi cerrado, las raíces se encuentran suspendidas en el aire y se nebulizan con solución nutritiva cada cierto tiempo, ver Figura 2. Algunas ventajas de este tipo de sistema son su facilidad de armado, mayor oxigenación y absorción de nutrientes de la planta (Chaudhry, 2019).

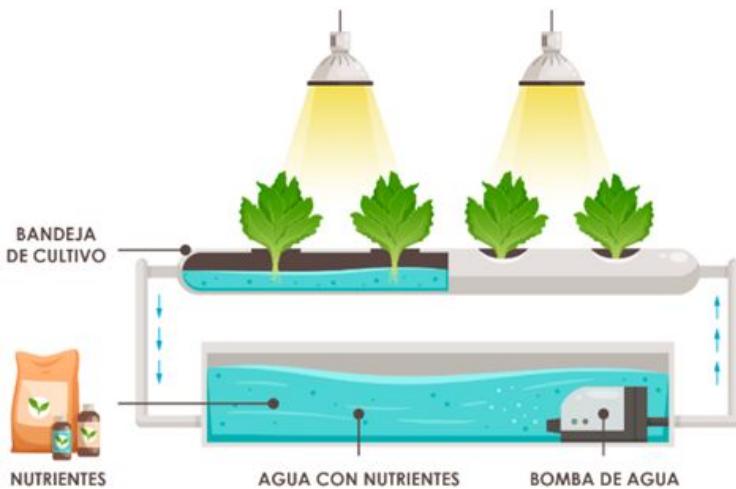


Figura 1. Sistema hidropónico NFT

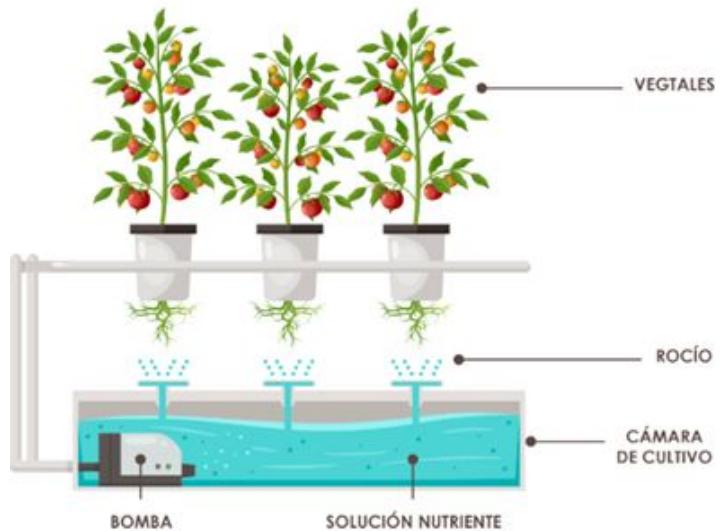


Figura 2. Sistema Aeropónico.

En este sistema también se utilizarán técnicas de fotoestimulación, las cuales se basan en el empleo de luz artificial para aumentar la producción y/o modificar la morfología de plantas con el objetivo de acelerar el tiempo de cultivo y la calidad nutricional de hortalizas y, en un futuro, en otros cultivos.

Además, se trabajará en la automatización de los sistemas hidropónicos con el objetivo de generar tecnología de bajo costo que pueda ser trasferida a agricultores.

Así mismo, el empleo de sistemas fotovoltaicos permitirá la optimización de terrenos, la generación de energía eléctrica para el autoconsumo, el bombeo solar de agua subterránea y la circulación de nutrientes en sistemas hidropónicos.

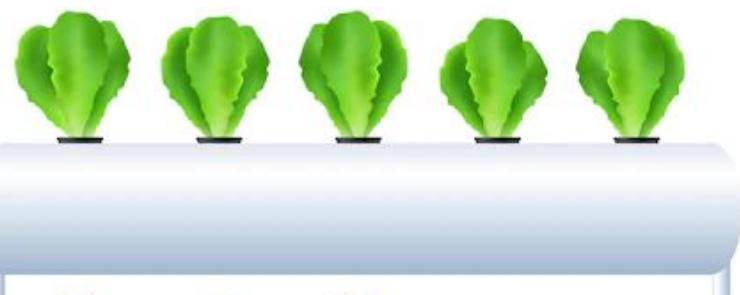
Por último, la tecnificación del campo permitirá implementar las siguientes tecnologías vanguardistas:

- Generación de electricidad descentralizada, fuera de la red y en zonas urbanas.
- Disminución de radiación solar en climas áridos.
- Circulación de nutrientes en la hidroponía horizontal y vertical.
- Control de la cantidad y tipo de la Iluminación artificial para sistemas hidropónicos.
- Generación de microclimas controlados.

Por lo anterior, en 2021, con el apoyo del Instituto para el Desarrollo de la Sociedad del Conocimiento del Estado de Aguascalientes (IDSCEA), del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), el Centro de Investigaciones en Óptica unidad Aguascalientes y la Universidad Tecnológica de San Juan del Rio (UTSJR) crearon el Laboratorio de Innovación Energética y Agricultura Inteligente y Sostenible (LEISSA, por sus siglas en inglés), en el cual se trabaja en el desarrollo de un sistema hidropónico agrovoltaico para la producción de hortalizas de hoja verde mediante diferentes métodos de cultivo y la fotoestimulación de las plantas.

Es importante mencionar que este proyecto está alineado con los objetivos de la Planeación Agrícola Nacional 2017-2030 y del Plan Estatal de desarrollo del Estado de Aguascalientes. Además, también se alinea con el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2021-2024 del CONACyT.

Las instituciones participantes en este proyecto están convencidos de la importancia del uso de la energía solar como una fuente de energía alternativa, y del uso de nuevas tecnologías que sean amigables con el medio ambiente, de bajo costo y que incrementen la calidad, el rendimiento y la rentabilidad de la producción de alimentos.



## Referencias

Bradley, P. and Marulanda, C. (2001). SIMPLIFIED HYDROPONICS TO REDUCE GLOBAL HUNGER. *Acta Hortic.* 554, 289-296

Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2015). *Cultivo en hidroponía*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).

Chaudhry, A. R., & Mishra, V. P. (2019, March). A Comparative Analysis of Vertical Agriculture Systems in Residential Apartments. In *2019 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)* (pp. 1-5). IEEE.

Herrera, A. L. (1999). Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra latinoamericana*, 17(3), 221-229.

## INVERNADERO HIDROPÓNICO NFT · CIO UNIDAD AGUASCALIENTES ·

CONACYT · CIO · Agrosol · INSTITUTO PARA EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES · UT SAN JUAN DEL RÍO TECNÓLOGA

