

# CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor

## Hidroponía: una tecnología inevitable para la producción agrícola en zonas áridas y semiáridas

La Paz, B.C.S., a 28 de julio de 2013



Raúl López, Enrique Troyo, Arturo Naranjo, Guadalupe Rodríguez y Armando Lucero  
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

raulroviroso@gmail.com

### Resumen

El CIBNOR ha estado estudiando técnicas hidropónicas, por más de 10 años, para adaptarlas y difundirlas en el Noroeste de México. Mediante hidroponía se están produciendo higos y uvas de alta calidad y mayor peso. En casas-sombras con nivel tecnológico intermedio, que incluyen hidroponía, es posible producir de 180 a 240 t ha<sup>-1</sup> de tomate y 240 a 300 t ha<sup>-1</sup> de pepino. La producción de forraje en hidroponía utiliza 30-50 veces menos agua para producir los mismos rendimientos que las de los principales especies forrajeras cultivadas en suelo, pero en una superficie 100 veces menor y sin utilización de agroquímicos.

**Palabras clave:** hidroponía, ahorro de agua, rendimiento.

### Abstract

CIBNOR has been studying hydroponic techniques, for more than 10 years, to adapt and disseminate them in northwest Mexico. Currently, figs and grapes of high quality and greater weight have been produced by hydroponics. In net-covered greenhouse with intermediate technology level, that includes hydroponics, it is possible to produce between 180 to 240 t ha<sup>-1</sup> of tomato and 240 to 300 t ha<sup>-1</sup> of cucumber. The yields of hydroponic fodder are similar to those of the main fodder species, but on cultivated in a surface 100 times smaller, without use of agrochemicals and using 30-50 times less quantity of water.

**Key words:** hydroponics, water saving, yield.

**Área temática:** Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

### Problemática

En los últimos 50 años el uso de agua se ha triplicado debido al incremento de la población, expansión de los sistemas de suministro de agua, mayor crecimiento económico, cambios en estilos de vida, tecnologías y comercio internacional. En este mismo periodo, la agricultura aumentó significativamente su superficie, principalmente en países en desarrollo y actualmente se utiliza el 70% del agua total para el riego de cultivos (Shaffer et al 2012). Aproximadamente 450 millones de personas están siendo afectadas severamente por la escasez de agua (Vörösmarty et al 2005), y las Naciones Unidas estiman que para el 2025, 1.8 billones de personas que viven y dependen sus actividades de cuencas hidrológicas enfrentarán casi una total escasez de agua. Por lo tanto, un uso más productivo de los limitados, altamente demandados e inseguros recursos hídricos es indispensable. En la mayoría de los debates, el incremento en la productividad del agua es asociado con sistemas de riego y técnicas agronómicas más eficientes, principalmente en zonas áridas y semiáridas, donde la recarga de los acuíferos no es suficiente para satisfacer las necesidades de las ciudades, industria, turismo y mantenimiento de los ecosistemas.

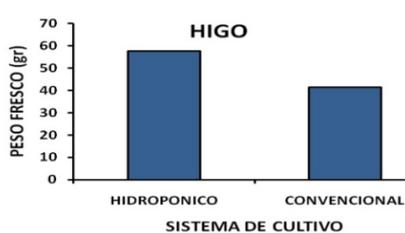


Figura 1. Producción de higo en hidroponía en el Valle de Vizcaíno, B.C.S. (Proyecto FUNDACION PRODUCE, BCS "Paquete tecnológico para producción de higo en el Ejido Presidente Díaz Ordaz").

### Usuarios

Los usuarios potenciales son empresas agrícolas y dependencias federales como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, de Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Economía (SE), Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), quienes a través de sus programas de apoyo al campo, innovación y protección del ambiente, pueden impulsar este tipo de técnicas de producción agrícola.

### Proyecto

La hidroponía es una técnica ancestral de la que se tiene conocimiento desde hace siglos. Arano (2007) menciona que los aztecas cultivaban maíz en barcazas con un entramado de pajas y lodo composteado que funcionaba como sustrato y que los mayas también empleaban esta técnica para producir vegetales. Además sugiere que los Jardines Colgantes de Babilonia eran hidropónicos porque las plantas se alimentaban del agua enriquecida con nutrientes aportado por estiércoles y que fluía por el sistema de canales. Aunque este sistema de producción agrícola es muy antiguo, actualmente, ya como hidroponía, se ha convertido en una técnica valiosa para cultivar de forma intensiva flores, hortalizas, frutales y forrajes utilizando de 30 a 50 veces menos agua que cuando estos son cultivados directamente en suelo (Sheikh 2006). La definición de hidroponía corresponde literalmente a "cultivo en agua", pero esta técnica ha evolucionado y también se consideran cultivos hidropónicos a aquellos que se desarrollan en un medio inerte como grava, arena, fibra de coco, lana de roca, vermiculita, perlita, piedra pómez, entre otros, y sobre los cuales se suministra una solución nutritiva para el desarrollo óptimo de las plantas. En México, es una técnica que recientemente empieza a implementarse en diferentes modalidades, como hidroponía a cielo abierto y bajo invernadero o casa-sombra.

El programa de agricultura de zonas áridas del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), mediante apoyos otorgados por FUNDACION PRODUCE, B.C.S., EXPORTADORA DE SAL, S.A., COMPAÑÍA OCCIDENTAL MEXICANA, S.A., y CONACYT lleva alrededor de 10 años estudiando técnicas hidropónicas para adaptarlas y difundirlas en zonas áridas y semiáridas, principalmente las localizadas en el Noroeste de México. Además de la alta productividad del agua en los sistemas hidropónicos, también se debe resaltar la menor utilización de agroquímicos, y en algunos casos, el uso nulo de productos altamente contaminantes como herbicidas y nematocidas (Bradley y Marulanda 2001). Mediante hidroponía se está logrando un crecimiento y desarrollo óptimo de plantas de higuera variedad White Kadota en el Ejido Presidente Díaz Ordaz, Valle de Vizcaíno, en donde las raíces de las plantas son fuertemente dañadas por el ataque de nematodos cuando se cultivan directamente en el suelo. Una nave hidropónica para cultivar higuera puede tener una densidad de población 10 veces mayor que a cielo abierto con el uso de la misma cantidad de agua y fertilizantes, produciendo frutos de mejor calidad y mayor peso (Figura 1). El objetivo fue desarrollar sistemas hidropónicos altamente eficientes en el uso de agua, con sustratos de bajo costo y de disponibilidad local que puedan ser difundidos en las zonas áridas y semiáridas para producción de hortalizas, frutas, forrajes y ornamentales con mínimo impacto sobre el ambiente. La metodología aplicada consiste en cultivar en hidroponía de forma intensiva bajo condiciones protegidas diversas especies de plantas para incrementar rendimientos y calidad de los productos, a la vez de reducir significativamente el uso de agua de riego y agroquímicos. Las



condiciones protegidas se logran utilizando invernaderos de plástico o casa-sombras y las plantas desarrolladas en contenedores de 100 o 200 litros para frutales y de 8 a 18 litros para hortalizas y ornamentales. Los contenedores son llenados con arena o sustrato producido de los desechos de oasis. Las soluciones nutritivas para frutales, hortalizas y ornamentales son aplicadas de manera automática empleando dispositivos de bajo costo y su concentración varía de acuerdo a la especie y etapa fenológica del cultivo. Los forrajes hidropónicos son producidos en bandejas de plástico (30 X 60 X 10 cm) empleando semillas de maíz y trigo, principalmente, las cuales son humedecidas con agua potable continuamente a través de un sistema automático hasta su cosecha a los 12-14 días después de la siembra en bandejas para ser suministrado a diferentes tipos de ganado.



Figura 2. Producción de uva en hidroponía en el Valle de Vizcaíno, B.C.S. (Proyecto financiado por Exportadora de Sal, S.A. "Evaluación de un sistema hidropónico para cultivar vid en suelos altamente infestados con nematodos").

Algunos resultados de los estudios que se están llevando a cabo indican que en higuera a cielo abierto se requieren de 5000 a 6000 litros de agua para producir 1 kg de higo, mientras que en el sistema hidropónico solo se necesitan de 500 a 600 litros de agua para producir 1 kg de higo. De igual forma, las higuera en hidroponía reciben de 10 a 15 veces menos fertilizantes en comparación a las cultivadas directamente en el suelo. Otra especie frutal que se ha estado evaluando para cultivarse en hidroponía en el Valle de Vizcaíno es la vid (Figura 2). Las ventajas de cultivar vid en hidroponía son similares a las descritas para la higuera: ahorro de agua, evasión de plagas del suelo (como nematodos) y elevados rendimientos en espacios más reducidos. La hidroponía también se está proponiendo para producir alimento para el ganado. El forraje verde hidropónico (FVH) es una técnica que utiliza 30-50 veces menos agua para producir los mismos rendimientos que las de los principales especies forrajeras cultivadas en suelo, pero en una superficie 100 veces menor y sin utilización de agroquímicos (Figura 3).



Figura 3. Producción y alimentación de cabras con Forraje Verde Hidropónico (FVH) (Proyecto FUNDACION PRODUCE, BCS "Estrategias genéticas, nutricionales y sanitarias para incrementar los indicadores de rendimiento y calidad de la cadena productiva de caprinos en BCS").

Este forraje tiene el suficiente valor nutricional para considerarlo como un suplemento ideal para mantener al ganado vivo en temporadas de sequía severa como las que se presentan continuamente en el Noroeste de México. En dietas que incluyen FVH, se han registrado cabras que aumentaron de 130 a 145 g/día (López-Aguilar et al 2009). El cultivo hidropónico de hortalizas a escala comercial se ha incrementado extraordinariamente a nivel mundial. En México esta actividad es una de las formas más exitosas de producir hortalizas para mercados internacionales en los estados de Jalisco, Sinaloa, Sonora, Baja California y Puebla; con cultivos de tomate, pepino, pimiento y fresa, principalmente. Para el año 2010 la superficie utilizada para este tipo de cultivos asciende a 15 mil hectáreas en todo México (SAGARPA, 2010). Sin embargo, en Baja California Sur el crecimiento de la superficie dedicada a la producción de hortalizas en hidroponía ha sido muy lento no obstante de ser considerado uno de los estados con menor disponibilidad de agua y en el cual existe una elevada competencia por este recurso entre los sectores urbano, turístico, industrial y agrícola. El CIBNOR ha evaluado el cultivo de hortalizas en sistemas hidropónicos, tanto bajo condiciones protegidas como a cielo abierto, en diversos sitios de Baja California Sur empleando diferentes sustratos disponibles localmente (Figura 4). Los resultados indican que es posible producir 9-12 kg de tomate por planta (180 a 240 t ha<sup>-1</sup>) y 12-15 kg de pepino por planta (240 a 300 t ha<sup>-1</sup>) empleando hidroponía y casa sombra con nivel tecnológico intermedio. En México, el rendimiento de tomate varía de acuerdo al nivel tecnológico del sistema de producción; en el nivel bajo se produce aproximadamente 120 t ha<sup>-1</sup>, en el intermedio de 200 a 250 t ha<sup>-1</sup>, y en el de tecnología alta se llega a obtener hasta 600 t ha<sup>-1</sup> (SAGARPA 2010). No obstante de que la hidroponía se ha perfilado como una tecnología inevitable para la producción de plantas con fines alimenticios, ornamentales y forrajes en zonas con baja disponibilidad de agua, su expansión se ha limitado por los elevados costos iniciales de establecimiento y falta de estrategias de capacitación hacia los productores sobre fisiología vegetal, química y prevención de enfermedades ocasionadas por *Fusarium* y *Verticillium* (Resh 2001) y plagas como las ocasionadas por nematodos fitopatógenos.

Figura 4. Cultivo hidropónico de pepino utilizando arena como sustrato (Izquierda: Proyecto CIBNOR "Agua, Suelo y Clima") y cultivo hidropónico de tomate usando desechos de palmares como sustrato (Derecha: Proyecto PROINNOVA COMSA-CIBNOR).



### Impacto socioeconómico

Los sistemas hidropónicos necesitan aproximadamente 75% menos superficie para producir los mismos rendimientos en la mayoría de los cultivos de elevada importancia económica y utilizan hasta 50% menos agua en comparación con los sistemas convencionales de cultivo. Es indispensable aprovechar y difundir los conocimientos generados por instituciones sobre técnicas hidropónicas para mejorar y solucionar problemas que actualmente enfrentan muchos productores y empresas agrícolas como salinidad y alcalinidad en el suelo, plagas que habitan en el suelo, entre otros. La difusión de tecnologías, como la hidroponía, que reduzcan el uso de agua, contaminación de mantos acuíferos y eleve rendimientos contribuyen significativamente a la conservación de los ecosistemas y desarrollo económico de las comunidades. Por otro lado, la promoción de sistemas hidropónicos simplificados ofrece el potencial de mejorar la calidad de vida de habitantes de zonas rurales, principalmente en aquellos sitios aislados por condiciones geográficas con dificultad para acceder a frutas y verduras frescas que puedan ser incluidas en sus dietas alimenticias. El Noroeste de México es una de las regiones con menor disponibilidad de agua a nivel mundial, y en donde es inevitable el uso de técnicas hidropónicas para desarrollar cultivos que contribuyan al desarrollo socioeconómico y conservación del ambiente.

Contacto: <http://pcti.mx>, [hnolasco2008@hotmail.com](mailto:hnolasco2008@hotmail.com)