

Sistemas hidropónicos piramidal y vertical para producción intensiva de fresa

García-Herrera, Eduvigis Javier; Gómez-González, Adrián*; Alvarado-Chávez, Alberto; Amante-Orozco, Alejandro

Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Postgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Iturbide 73. Col. Centro, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, CP. 78600.

* Autor para correspondencia: agomez@colpos.mx

Problema

La presión sobre los sistemas agrícolas para la producción de alimentos ha ocasionado el deterioro de los recursos naturales como el suelo y el agua. Una alternativa es innovar tecnológicamente para la producción de alimentos. La producción intensiva en sistemas hidropónicos es una alternativa tecnológica innovadora, mediante la cual es posible cultivar diferentes hortalizas. El cultivo de fresa en México se produce en sistemas agrícolas con diferentes niveles tecnológicos, lo que determina su rendimiento, de hasta 90 t ha^{-1} . En este tipo de sistemas se pueden obtener altos rendimientos, haciéndolo rentable. Se requieren tecnologías accesibles para alcanzar dichos niveles de rendimiento.

Solución planteada

A través del uso de estos sistemas hidropónicos se evita una sobrecarga de uso sobre los recursos suelo, agua, bosques y ambiente en general. De igual manera se contribuye a la producción de alimentos nutritivos. Por lo anterior se crea esta tecnología que se soporta con la técnica de hidroponía y fertirrigación considerando a la fresa como cultivo muestra.

Sistema de Producción Hidropónico Piramidal (SPHP)

Los elementos que constituyen el SPHP son sistema de riego, estructura metálica, bolis de siembra (macetas), solución nutritiva y cultivos (Figura 1).

Sistema de riego

El sistema de riego se forma por un tinaco de 2500 L, al cual se conecta una bomba de $\frac{1}{4}$ HP, misma que sirve para realizar la distribución del agua de riego (solución nutritiva) a través de una línea principal de 1" de tubo PVC, de la cual deriva una línea secundaria de manguera negra de 16 mm, a esta se conecta, con una llave de paso, una cintilla por la línea de bolis de calibre 1000, alto flujo y una distancia entre goteros de 10 cm (Figura 2).

Cómo citar: García-Herrera, E. J., Gómez-González, A., Alvarado-Chávez, A., & Amante-Orozco, A. (2024). Sistemas hidropónicos piramidal y vertical para producción intensiva de fresa. *Agro-Divulgación*, 4(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i4.360>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Agosto, 2024.

Agro-Divulgación, 4(4). Julio-Agosto. 2024. pp: 105-110.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International





Figura 1. Sistema PHP de bolis.

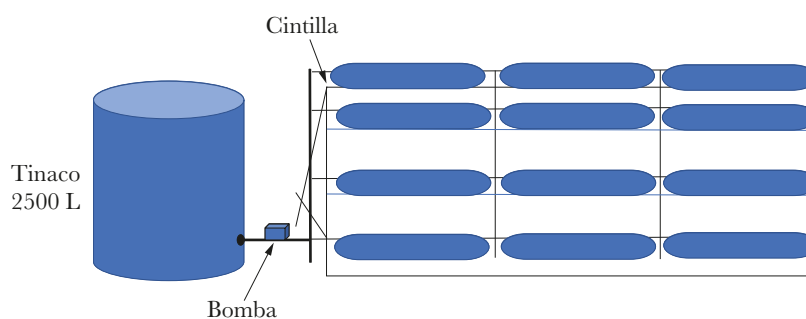


Figura 2. Sistema de Producción Hidropónico Piramidal, con sus componentes para riego.

Estructura para bolis (macetas)

La estructura es metálica, fabricada con perfil tubular de 1" está formada por una estructura triangular en forma piramidal, que mide 1.5 m de longitud cada lado. Cada unidad de estructura triangular presenta unos tramos de 0.20 m que sobresalen de esta, colocadas a 4 alturas diferentes con 0.50 cm de separación (Figura 3).

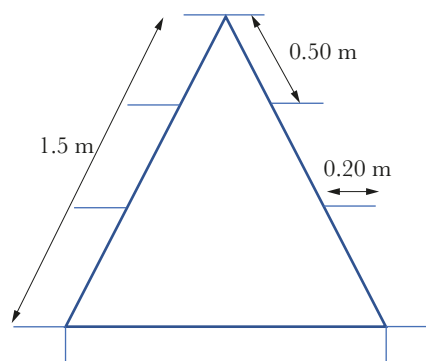


Figura 3. Estructura triangular para formar los módulos del SPHP.

Cada triángulo tiene separación de 1 m y a su vez, están soldados a dos soleras que en conjunto sirve de sostén para formar el módulo hidropónico (varios módulos forman el SPHP). Sobre estas soleras son colocados los bolis (macetas), cada boli mide un metro de largo (Figura 4).

Cada boli contiene sustrato de fibra de coco, sobre el cual se trasplanta, crece y desarrolla el cultivo. La mezcla es 50/50 con una densidad aparente de 0.1 g cm^{-3} .

Sistema de Producción Hidropónico Vertical en Macetas (SPHV)

El sistema PHV de macetas consta de seis macetas redondas de plástico del número ocho, con un volumen de 15 L, colocadas una sobre la otra, perforadas en el centro, en las cuales está incrustado un tubo cuadrado de 1" para sostenerlas y evitar que se puedan caer. Este tubo se fija, haciendo un orificio en el suelo, colocando el tubo, y después rellenando con concreto donde va colocada cada columna de macetas. En el fondo de cada columna se coloca la mitad de un tubo de PVC de 10" para que se utilice como drenaje y de este modo evitar encharcamientos entre las líneas de producción. Se colocan las macetas ya con el sustrato, que en este caso es fibra de coco, una sobre otra dentro del tubo como se muestra en las Figuras 5 y 6.

Para evitar que las macetas estén colocadas sobre el sustrato y lo compriman, entre cada maceta se colocan dos soleras que funcionan de base entre ellas.

La separación entre columnas de macetas es de 0.50 x 1.0 m entre plantas y líneas en arreglo de tres bolillo (Figura 7).

Este sistema cuenta con una línea de distribución principal que funciona con una bomba de $\frac{1}{4}$ HP, la cual distribuye el agua por medio de manguera de 16 mm conectada a un tinaco de 2500 L (similar al del SPHP), el cual se llena de agua de lluvia para el suministro de la solución nutritiva. De esta línea se colocan tres goteros auto compensantes de cuatro litros por hora para cada una de las columnas, con su cruz de distribución, cada una de ellas conectadas a los microtubos y al final a una estaca de goteo. Cada gotero auto compensante es para dos macetas, de las cuales la maceta inferior es regada por medio del drenaje de la maceta superior como lo muestra la Figura 8.

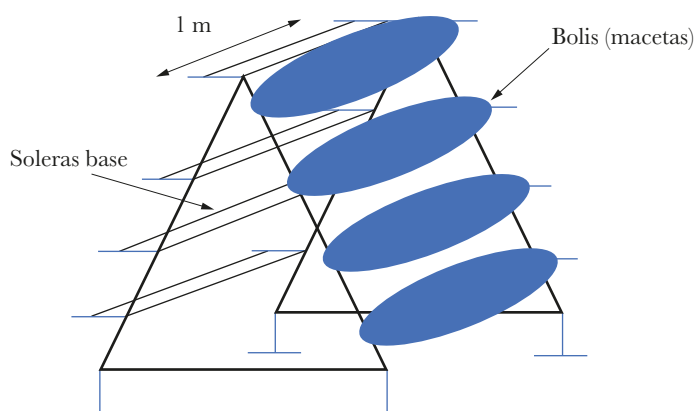


Figura 4. Módulo del SPHP con bolis.



Figura 5. Sistema PHV de macetas.

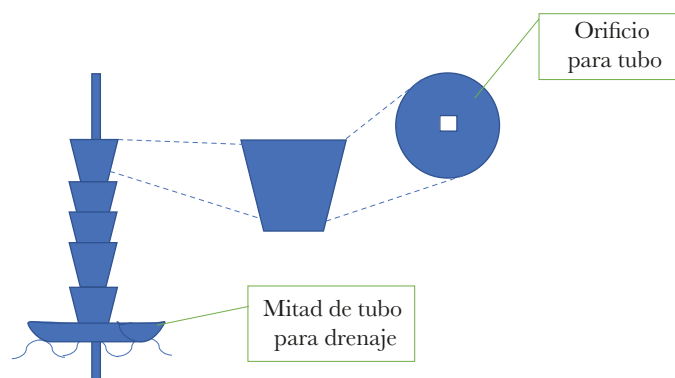


Figura 6. Arreglo de macetas para el SPHV.

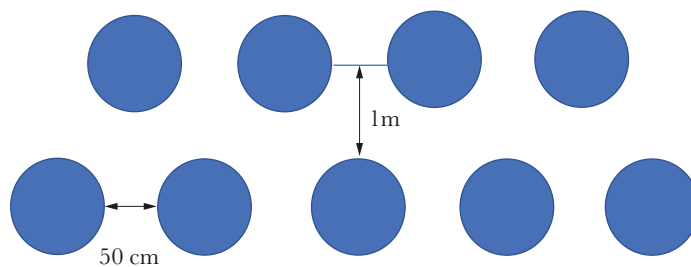


Figura 7. Distancia entre columnas de macetas en los módulos del SPHV.

Por la distancia que existe entre la altura de cada maceta los microtubos son cortados en longitudes de 0.25 m, 0.60 m y 1.10 m. Se utiliza la fibra de coco como sustrato en este sistema hidropónico 50/50 con densidad aparente de 0.1 g cm^{-3} .

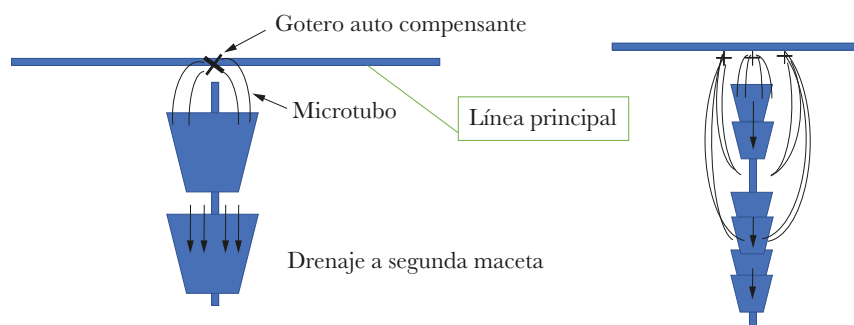


Figura 8. Distribución de riego en el SPHV.

Experimentos y Manejo de los sistemas de producción

Se establecieron dos módulos experimentales para probar el funcionamiento de ambos sistemas. En el módulo correspondiente al SPHP se estableció un diseño experimental factorial 4×3 , donde se probaron las variedades *Albión*, *Festival*, *Camarosa* y *Camino Real*, con tres densidades de siembra 10, 8 y 6 plantas de fresa por boli. Las variables evaluadas fueron: Número de hojas, número de frutos, largo y ancho de fruto, peso de fruto, rendimiento y grados brix. En el módulo SPHV solo se probaron las variedades *Festival* y *San Andreas*.

En cuanto al manejo, el riego se realizó con cintilla (fertirriego), se utilizaron como recipientes bolis en el SPHP y macetas de plástico en el SPHV, con sustrato de fibra de coco y el cultivo de fresa. La solución nutritiva se preparó con agua de pozo añadiendo fertilizantes comerciales. Al inicio de la floración se cambió la solución nutritiva. Se tuvo una frecuencia de 5 riegos diarios, a intervalos de dos horas, con duración de un minuto. Se colocaron bandejas de drenaje. La solución nutritiva se manejó con 3.3 mmhos de CE y un pH de 6.0.

Evaluación de los sistemas y sus resultados

El desarrollo de las plantas de fresa en el sistema de producción hidropónico piramidal con bolis (SPHP) mostró que los cultivares de fresa y las densidades de 6, 8 y 10 plantas por bolsa no mostraron diferencias significativas. El sistema piramidal mostró que en el estrato alto las plantas tuvieron mayor: número de hojas, diámetro de la corona, diámetro de fruto, número de frutos, contenido de sólidos soluble y rendimiento. El rendimiento total fue más alto en este estudio, ya que usando una densidad de 43 plantas m^{-2} se obtuvo una producción de $23.5 \text{ kg } m^{-2}$ en el estrato alto del sistema piramidal, por lo tanto, uno de sus beneficios es incrementar la densidad de plantas y optimizar el espacio. Los rendimientos promedio más altos por fecha de corte se obtuvieron con las variedades *Camarosa* y *Festival* con 35.08 y 33.75 g planta $^{-1}$ respectivamente. El rendimiento total por planta fue de 266 g (Figura 9).

Con relación al sistema de producción hidropónico vertical con macetas (SPHV), donde se evaluaron las variedades de fresa *Festival* y *San Andreas*, el sistema tuvo un alto rendimiento de frutos ($21 \text{ kg } m^{-2}$): es decir, este sistema de producción es hasta un 35% más eficiente que el sistema de cultivo en campo abierto o el sistema de invernadero multitúnel.

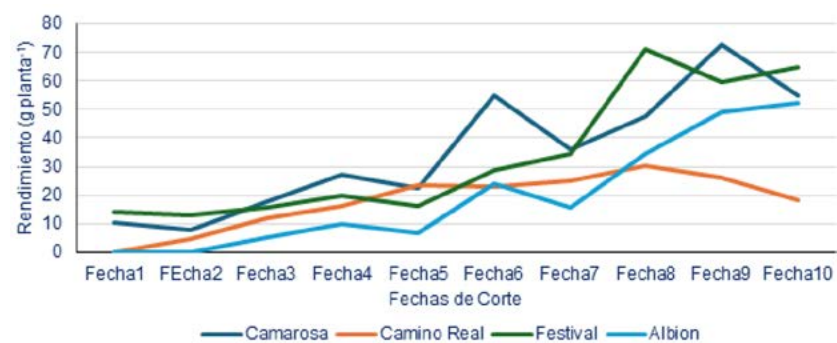


Figura 9. Rendimientos de fresa por variedad.

Hubo una correlación positiva entre el número ($r^2=0.89$), el diámetro ($r^2=0.54$) y peso ($r^2=0.40$) de los frutos y el rendimiento total. Este sistema de producción es una opción viable para poblaciones en lugares con escasez de agua y para obtener frutos inocuos y de calidad, garantizando el ingreso económico a los productores.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas de producción de hortalizas que sean rentables, económicos, altamente productivos	Productores particulares	Primario: Agricultura, ganadería, pesca, exploración forestal, minera.	Social	Económico	Competitividad	Número de tesis
		Organizaciones y asociaciones de productores		Económico	Ciencia y tecnología	Capacitación	Número de publicaciones
		Productores emprendedores		Ambiental	Educación Sustentabilidad Ambiental		Número de egresados (Lic. M.C.,m D.C)
					Salud Pública		Número de familias beneficiadas
Procesos	Innovación e implementación de métodos y procesos productivos						Transferencia de tecnología

