



Establecimiento de un sistema de recirculación hidropónico para fresa

Establishing a hydroponic recirculating system for strawberry

Luz M. Bolaños-López., Cirilo Martínez-González., Celeste Olmos-Gómez, Liliana Lara-Capistrán, e Isabel

Alemán-Chávez*

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, *Campus* Xalapa, Circuito Universitario Gonzalo

Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91000, Xalapa, Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: ialeman@uv.mx

Recibido 12 de marzo 2024; recibido en forma revisada 13 de mayo 2024; aceptado 25 de octubre 2024

RESUMEN

La producción de fresa en suelo enfrenta diversas problemáticas, como el uso irracional de los recursos naturales, por esta situación es necesario buscar alternativas de producción amigables con el ambiente, y es en este sentido que la hidroponía es una de las formas más modernas para producir vegetales, que menos daña el medio ambiente y contribuye a la sustentabilidad de los recursos naturales. Por lo cual se planteó como objetivo establecer un sistema hidropónico de recirculación (NFT) para el cultivo de fresa en Xalapa, Veracruz. Este trabajo se realizó en un vivero de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la U.V., durante los meses de marzo y mayo de 2024, con una duración de 75 días, se utilizaron estolones de las variedades de fresa Vesca y Albión en un sistema hidropónico NFT. Estos fueron lavados y desinfectados por 15 minutos con fungicida. El sistema NFT contó con un estanque de almacenamiento de agua con capacidad de 60 litros, con solución para berries y micronutrientes (Tradecorp) en dosis baja para adicionar principalmente boro, durante todo el ciclo se realizaron 5 cambios de

solución nutritiva y se monitorearon pH y CE. Como resultados la adaptación del cultivo de fresa en el NFT fue del 41.6%. Esto puede estar relacionado con las temperaturas registradas hasta de 40 °C., algunos autores mencionan que las plantas muestran un mejor crecimiento y desarrollo de hojas y peciolas a los 25 °C. Esta situación provocó en algunas plantas alteraciones morfológicas y funcionales como reducción de follaje y disminución en la producción. Se concluye que la variedad que mejor adaptación tuvo fue la Vesca, además este sistema resultó ser eficiente en el uso de agua, espacio y la disminución de insumos agrícolas. Se recomienda seguir haciendo trabajos de este tipo de sistemas en diferentes épocas del año.

Palabras Clave: Solución, nutrición, invernadero, NFT.

ABSTRACT

The production of strawberries in soil faces various problems, such as the irrational use of natural resources, which is why it is necessary to look for environmentally friendly production alternatives, and it is in this sense that hydroponics is one of the most modern ways to produce vegetables, which least damages the environment and contributes to the sustainability of natural resources. Therefore, the objective was to establish a recirculating hydroponic system (NFT) for strawberry cultivation in Xalapa, Veracruz. This work was carried out in a nursery of the Faculty of Agricultural Sciences of the U.V., during the months of March and May 2024, with a duration of 75 days, stolons of the strawberry varieties Vesca and Albion were used in an NFT hydroponic system. These were washed and disinfected for 15 minutes with fungicide. The NFT system had a water storage tank with a capacity of 60 liters, with a solution for berries and micronutrients (Tradecorp) in low doses to add mainly boron, during the entire cycle 5 changes of nutrient solution were made and pH and EC were monitored. As a result, the adaptation of strawberry cultivation in the NFT was 41.6%. This may be related to the temperatures recorded up to 40 °C., some authors mention that plants show better growth and development of leaves and petioles at 25 °C, This situation caused morphological and functional alterations in some plants such as reduction of foliage and decrease in production. It is concluded that the variety that had the best adaptation was the Vesca., in addition this system turned out to be efficient in the use of water, space and the reduction of agricultural inputs. It is recommended to continue doing work on this type of system at different times of the year.

Key words: Solution, nutrition, greenhouse, NFT

INTRODUCCIÓN

El cultivo de plantas en agua o solución nutritiva es hidroponía (hidro=agua, phonos=labor). Hoy en día la técnica de hidroponía cumple un papel muy importante en el desarrollo global de la agricultura (Jones, 2014; Kuncoro *et al.*, 2021; Nursyahid *et al.*, 2021). La presión por el incremento de la población, los cambios en el clima, la erosión del suelo, la falta y contaminación de las aguas, son algunos de los factores que han influenciado la búsqueda de métodos alternos de producción de alimentos (Puspitahati1 *et al.*, 2022)

El sistema de cultivos hidropónicos es la forma más moderna y técnicamente más avanzada del mundo para producir vegetales, es el sistema que menos daña el medio ambiente y contribuye a la sustentabilidad de los recursos naturales, aportando a la conservación de los suelos y ofrece la posibilidad de aportar alimentos vegetales frescos a todos los habitantes (Kuncoro *et al.*, 2021).

Actualmente, la técnica de producción de alimentos bajo agricultura convencional ha presentado problemas ambientales, como la contaminación del

agua, la salinización y degradación del suelo, principalmente por fertilizantes químicos, plaguicidas, fungicidas y herbicidas (Ogwu *et al.*, 2024).

Dentro de los cultivos que mejor se adaptan en hidroponía es el cultivo de fresa (*Fragaria*) (Saroj *et al.*, 2021; Alvarado-Chavez *et al.*, 2023) esta es una planta herbácea perteneciente a la familia de las rosáceas y el género *Fragaria* es una fruta muy popular que se cultiva en muchas partes del mundo, dentro de los principales países se encuentran, China, Estados Unidos y México (FAOSTAT, 2019).

México con una superficie cultivada de 17,400 hectáreas y una producción de 861,337 toneladas se ubica como el 3er productor mundial (SIAP-SADER, 2020), produciendo principalmente en los estados de Michoacán, Baja California y Baja California Sur y Guanajuato (SADER, 2024). Por lo antes expuesto se planteó como objetivo establecer un sistema hidropónico de recirculación (NFT) para el cultivo de fresa en Xalapa, Veracruz.

METODOLOGÍA

Ubicación del experimento

El presente proyecto se realizó bajo condiciones de vivero en las instalaciones de Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana ubicada en Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán, S/N Zona Universitaria en Xalapa Enríquez., Veracruz.

Material vegetal y desinfección

Se utilizaron plántulas de fresa de las variedades Vesca (Xalapa Ver.) y Albión esta proveniente de la ciudad de Texcoco. Para la introducción de la plántula al sistema hidropónico se llevó a cabo la limpieza y sanitización de estas para mitigar cualquier posible patógeno que pudiera tener afectaciones dentro del sistema recirculado.

Inicialmente se retiró todo el suelo de las plántulas y con mucho cuidado se realizó la poda de las raíces dañadas y de estolones, así como de material vegetativo en malas condiciones, posteriormente se lavaron las plántulas y se colocaron en inmersión en agua durante 15 minutos, con fungicida metalaxil como preventivo (Fig. 1).



Figura 1. Plántulas de fresas listas y trasplantadas en el sistema NFT.

Establecimiento del sistema NFT

Se estableció un sistema hidropónico NFT con una capacidad de 108 plantas en vivero. Se colocaron estolones de variedad Vesca y Albión (Fig. 2).



Figura 2. Sistema NFT.

En el sistema de riego recirculado se realizó con un almacenamiento de agua en un estanque con

capacidad de 60 litros, dentro del cual se disolvieron y realizaron cambios periódicamente de la solución nutritiva utilizada, en cuyo caso se utilizó una solución genérica para berries Hydro Environment, y complemento de micronutrientes Tradecorp en dosis baja para adicionar principalmente boro el cual es primordial dentro de la floración de la fresa. La solución nutritiva se renovó cada 15 días por lo que en total se realizaron 5 cambios durante todo el ciclo ajustando y monitoreando periódicamente los niveles de pH en un rango de 5.5 a 6.5 y C.E de 1.8 a 2 dS/m. Ante la problemática suscitada de altas temperaturas se colocó malla sombra al 50% con la finalidad de disminuirla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adaptación de la fresa en el sistema NFT fue de 45 plantas, lo que representa el 41.6% de adaptación, en la figura 3 se logra observar el desarrollo de las flores y presencia de frutos., las 63 plantas que no se adaptaron, al poco tiempo fueron retiradas del sistema conforme iban muriendo, esto se debió a las altas temperaturas registradas dentro del vivero las cuales llegaron a 38°C y 40°C. En la figura 4 se observan los efectos de las altas temperaturas sobre

las plantas y frutos de fresas. Sin embargo, la variedad Albión no logró su adaptación dentro del sistema debido a las altas temperaturas registradas dentro del vivero, además de la presencia de patógenos al sistema, provocando la pérdida total de plantas. Lo que ocasionó cambios morfológicos y funcionales en la planta como la reducción de follaje y disminución en la producción llegando a la pérdida total de esta. Lamentablemente no se logró reducir el impacto debido a la situación climática actual presentada. Sharma *et al.* (2019), menciona que las plantas muestran un mejor crecimiento y desarrollo de hojas y peciolas a los 25 °C, a consideración de los datos ya presentados, la temperatura presente durante el experimento fue incentivo de la mayoría de las complicaciones para el cultivo.

Algunos autores mencionan que el frío mejora el crecimiento vegetativo de la fresa, aumenta la diferenciación floral y estimula el desarrollo de inflorescencias previamente diferenciadas de la fresa. Para lograr la exposición al frío deseada, la propagación de plantas de fresa se realiza en regiones con veranos frescos (altas latitudes o altitudes), donde se obtienen plantas más vigorosas,

lo que se traduce en mayor precocidad y producción de fruta (Wu *et al.*, 2021).

Adicional a los datos presentados en la tabla 1 se observa el total de la inversión realizada en el sistema hidropónico que tiene la capacidad para producir 108 plantas. Se tuvo un gasto total de \$ 7,606.00., incluyendo desde el sistema NFT y los insumos utilizados para su implementación. De igual manera el ahorro de agua durante el establecimiento de las plántulas fue de 2.7 L por planta., lo cual representa un ahorro de agua ya que si se compara con la producción en campo abierto esta tiene un gasto de 361 L•Kg⁻¹ (Mekonnen, 2011).

Tabla 1. Inversión total del sistema hidropónico para la capacidad de 108 planta.

Producto	Capacidad	Precio unitario (\$)
Sistema NFT	108 plantas	\$3,950.00
Solución nutritiva A y B	108 plantas	\$256.00
Solución nutritiva para micronutrientes	1.5 kg 405 g	\$620.00
Plántulas de fresa	108 pza	\$1,640.00
Polifoam	2 m	\$70.00
Insecticida	200 mL	\$200.00
Fungicida	250 mL	\$280.00
Enraizador	1 kg	\$230.00
Tanque de solución nutritiva	Capacidad 60 L	\$ 300.00

Bomba pulverizadora	1 L	\$60.00
Total: \$ 7,606.00		



Figura 3. Adaptación de plantas de la variedad Vesca en el sistema NFT.



Figura 4. Efectos de las altas temperaturas sobre las plantas de fresas en el sistema NFT.

CONCLUSIONES

La variedad Vesca, fue la que mejor adaptación tuvo dentro del sistema hidropónico NFT. Las altas temperaturas influyeron significativamente en el rendimiento del sistema, adaptación de la planta., al equilibrar las necesidades de la planta y los nutrientes del cultivo de fresa en el sistema hidropónico, se redujo considerablemente el uso de agua e insumos. La naturaleza cerrada del sistema hidropónico disminuye la contaminación por patógenos y requiere poco espacio. La aparición de araña roja (*Tetranychus urticae*), causo amarillamiento de hojas y seguido del desarrollo de hongos debido a la falta de monitoreo constante y la acidificación del agua. El sistema utilizado resultó eficiente en el uso de agua, así como en espacio y la disminución de insumos agrícolas, los sistemas hidropónicos ofrecen una opción sustentable y eficiente asequible para productores a cualquier escala. Finalmente se recomienda repetir esta fase de experimentación en las estaciones frías del año.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado-Chavez, J. A., García-Herrera, E. J. E. J., Lara-Herrera, A., Hernández-Ríos, I., & Gómez-González, A. (2023). Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) production in a vertical hydroponic greenhouse system. *Agro Productividad*.
- FAOSTAT. (2019). The statistics division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/T/TP/S>
- Jones Jr, J. B. (2014). *Complete guide for growing plants hydroponically*. CRC Press. South Carolina, USA. PP. 99-109. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=fqONAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Jones+Jr,+J.+B.+\(2014\).%C2%A0C omplete+guide+for+growing+plants+hydr opically.+CRC+Press.+South+Carolina ,+USA.+PP.+99-109&ots=RosApqtgmb&sig=5OkFhr6WL PoMpbbdbY_wuZfw6QqA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=fqONAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Jones+Jr,+J.+B.+(2014).%C2%A0C omplete+guide+for+growing+plants+hydr opically.+CRC+Press.+South+Carolina ,+USA.+PP.+99-109&ots=RosApqtgmb&sig=5OkFhr6WL PoMpbbdbY_wuZfw6QqA#v=onepage&q&f=false)
- Kuncoro, C. B. D., Asyikin, M. B. Z., & Amaris, A. (2021). Development of an Automation System for Nutrient Film Technique Hydroponic Environment. In *2nd International Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT 2021)* (pp.

- 437-443). Atlantis Press.
<https://www.atlantis-press.com/proceedings/issat-21/125963799>
- Nursyahid, A., Helmy, H., Karimah, A. I., & Setiawan, T. A. (2021). Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic nutrition controlling system using linear regression method. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1108, No. 1, p. 012033). IOP Publishing. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1108/1/012033/meta>
- Ogwu, M. C., Lori, T., Aliu, O. O., Febnteh, E. B., Izah, S. C., & Abdelkhalek, S. T. (2024). Agricultural Air Pollution: Impacts, Sources, and Mitigation Strategies. https://doi.org/10.1007/698_2024_1137
<https://doi.org/10.32854/agrop.v16i5.2540>
- Puspitahati, Trianita, M., & Purnomo, R. H. (2022). An NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic irrigation system design using various gutter slopes on pakcoy plants (Brassica rapa L.). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20220346735>
- SADER (2024). ¿Qué quiere la niña fresa? México y su producción Nacional. Tomado de la Red Mundial el 16 de septiembre de 2024. Disponible en [https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-quiere-la-nina-fresa-mexico-y-su-produccion-nacional#:~:text=Los%20principales%20estados%20productores%20de,\(79%20miles%20de%20toneladas\).](https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-quiere-la-nina-fresa-mexico-y-su-produccion-nacional#:~:text=Los%20principales%20estados%20productores%20de,(79%20miles%20de%20toneladas).)
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and earth system sciences*, 15(5), 1577-1600. <https://www.waterfootprint.org/resources/Report47-WaterFootprintCrops-Vol1.pdf>
- Saroj, N. L., Singh, S., & Yadav, S. (2021). Strawberry: A wonder crop suitable for hydroponics. *J Hort*, 8(2), 10-35248. https://www.researchgate.net/profile/Shubham-Singh-90/publication/357429154_Strawberry_A_wonder_crop_suitable_for_Hydroponics/links/61cdb175e669ee0f5c73f48b/Strawberry-A-wonder-crop-suitable-for-Hydroponics.pdf
- Sharma, R. M., Yamdagni, R., Dubey, A. K., & Pandey, V. (Eds.). (2019). *Strawberries: production, postharvest management and protection*. CRC Press. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=STX3DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Mohan,+S.+R.%3B+Yamdagni,+R>

.%3B+Kumar,+D.+A.+y+Pandey,+V.+(2019).+Strawberries+production,+postharvest+management+and+protection+(1%C2%B0+ed.,+vol.+&ots=9Lf3xliG33&sig=BAAnrXfZo3LZbgtd3xQh6xaFW5Dc#v=onepage&q&f=false

SIAP-SADER (2020). Panorama Agroalimentario 2020. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/siap/articulos/presentacion-del-panorama-agroalimentario-2020-un-reconocimiento-a-los-heroes-de-la-alimentacion> Wu, X., Han, W., Yang, Z., Zhang, Y., & Zheng, Y. (2021). The difference in temperature between day and night affects the strawberry soluble sugar content by influencing the photosynthesis, respiration and sucrose phosphatase synthase. *Horticultural Science*, 48(4), 174-182. <https://hortsci.agriculturejournals.cz/pdfs/hor/2021/04/04.pdf>