

Efecto de los sistemas de producción en invernadero hidropónico y microtúneles en el rendimiento del tomate en Yucatán

Effect of hydroponic greenhouse and microtunnel production systems on tomato yield in Yucatan

EK UC, Azael Oseas†, JIMÉNEZ-CHI, José Antonio* y SERRANO-NOVELO, Eric Rafael

Universidad Tecnológica del Mayab. Inicio, Carretera Federal Peto-Santa Rosa, km 5. Peto, Yucatán. CP: 97930

ID 1^{er} Autor: *Azael Oseas, Ek Uc* / ORC ID: 0000-0003-1963-7741, CVU CONACYT ID: 939309

ID 1^{er} Coautor: *José Antonio, Jiménez-Chi* / ORC ID: 0000-0002-5492-9291, CVU CONACYT ID: 171779

ID 2^{do} Coautor: *Eric Rafael, Serrano-Novelo*

Recibido 25 de Septiembre, 2018; Aceptado 10 de Noviembre, 2018

Resumen

En el estado de Yucatán la producción de tomate, no es considerada de gran importancia, porque los productores lo consideran como un cultivo complicado para su manejo. Pero en la actualidad a nivel mundial existe el desarrollo de nuevas tecnologías en el sector agropecuario que tiene como objetivo fundamental aumentar el rendimiento por unidad de superficie y la calidad de los productos. Estas tecnologías se están utilizando actualmente en el estado de Yucatán para la producción de tomate saladet. Se realizó la comparación de un sistema de producción y microtúnel y en invernadero hidropónico. El cultivo fue tomate de una variedad determinada. En los dos sistemas de producción agrícola no hubo diferencias significativas, aunque se esperaba mejores resultados en el sistema de invernadero hidropónico. La variedad pudo haber influenciado, porque hasta el momento solo se ha probado a cielo abierto. También se registraron temperaturas mayores a los 35°C las cuales no son ideales para el cultivo de tomate en invernadero. Sin embargo, los resultados obtenidos son satisfactorios, porque sobrepasan los rendimientos reportados en Yucatán de 12 ton/ha. El mayor rendimiento fue de 60.1 ton/ha.

Hidropónico, Invernadero, Rendimiento, Microtúnel

Abstract

In the state of Yucatan, the production of tomato is not considered very important because the farmers think that is a very complicated crop to handle. Now days exist new technologies developed around the world in the agricultural sector that has the fundamental purpose to increase the performance of the superficial unit and the product's quality. These technologies are being used in the state of Yucatan to produce the saladet type of tomatoes. The comparison was taken between a micro tunnel type of production and a hydroponic greenhouse. The cultivation was tomato out of some variety type. Between the two systems was not found a significant difference, although was expected better results in the hydroponic greenhouse system. Maybe the variety has to do with the results, because at the moment only has been tested in open sky. Also, is important to mention that was registered temperatures up to 40 degrees which are not ideal for the cultivation of tomato inside a hydroponic greenhouse. Nevertheless, the results obtained were satisfactory, because overpassed the reported results 12 tones for each acre. The major performance obtained was 60.1 tons for each acre.

Hydroponic, Greenhouse, Performance, Micro tunnel

Citación: EK UC, Azael Oseas, JIMÉNEZ-CHI, José Antonio y SERRANO-NOVELO, Eric Rafael. Efecto de los sistemas de producción en invernadero hidropónico y microtúneles en el rendimiento del tomate en Yucatán. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2018, 2-8: 11-15

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jsejimenez@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

A nivel mundial el desarrollo de nuevas tecnologías en el sector agropecuario tiene como objetivo fundamental aumentar el rendimiento por unidad de superficie y la calidad de los productos. En México el reto es generar tecnologías de producción que se adecuen a las condiciones actuales de las diferentes regiones del país y que sean factibles de ser llevadas a la práctica por la mayoría de los productores.

Por el alto rendimiento, calidad e inocuidad de los productos que se obtienen, la agricultura protegida está siendo usada cada vez más para producir hortalizas de alto valor a escala mundial. Entre las principales tecnologías que comprende destacan los invernaderos y la hidroponía. En conjunto ambas permiten un alto grado de control y manejo de los factores limitantes de la producción; sin embargo, debido a la alta inversión de su implementación, se restringen al cultivo de especies de alto valor comercial cuya rentabilidad económica esté comprobada (Sánchez *et al.*, 1991).

En el estado de Yucatán la producción de tomate, no es considerada de gran importancia, porque los productores lo consideran como un cultivo complicado para su manejo, en el 2017 se obtuvo una producción de 1,175.15 toneladas con un rendimiento de 14.9 t ha⁻¹, la superficie cultivada fue de 110 ha⁻¹ (SIAP, 2016).

Actualmente los productores del sur de estado de Yucatán, están empezado a cultivar tomate con sistema de microtúneles y son pocos los que producen bajo invernadero, por la falta de estructuras y conocimiento de su manejo en sistemas protegidos. Con el uso de los microtúneles los productores ha incrementando hasta el doble del rendimiento utilizando los microtúneles obteniendo hasta un promedio de 39.2 ton/ha⁻¹ (Ek, 2017).

El objetivo del presente trabajo es para promover la implementación de nuevas tecnologías en el estado, para incrementar los rendimientos y solucionar problemas de las altas precipitaciones, alta temperatura y humedad relativa, al igual que la protección ante las plagas y enfermedades.

Problemática

En la península de Yucatán la producción agrícola en sistemas protegidos no es relevante. Entre los principales los factores que influye es la falta de conocimiento y el manejo de las plantas dentro estos sistemas. En Yucatán el uso de sistemas protegidos es de un 30%, y gran porcentaje es para la producción principal de chile habanero. Otras hortalizas que se producen para interés comercial y para empresas restauranteras está el pepino, pimienta y tomates cherrys.

El tomate es una hortaliza que no es producida con frecuencia en la península, en Yucatán sólo se produce en el periodo septiembre-abril por las altas temperaturas que existen el estado. Otras razones por la cual los productores yucatecos no producen tomate es por la falta de información sobre el manejo de las principales plagas (*Bemisia tabaci* Genn., *Myzus persicae*, *Liriomyza* spp.), enfermedades (*Fusarium oxisporum* f., *Alternaria solani* sp., *Phytophthora infestans*) y los factores climáticos que afectan el cultivo. En la actualidad en el sur del estado se ha implementado nuevas técnicas para el desarrollo de una agricultura moderna y competitiva, la protección de los cultivos se ha convertido en una necesidad, por lo que se recomienda la implementación de estructuras para mejorar la producción agrícola en el estado. Sin embargo, la lucha para dar conocer estos sistemas es complicado, porque muchos de los productores no cuentan con los recursos para implementar un invernadero, ya que su costo es elevado, pero con este proyecto se puede dar conocer los resultados para gestionar e implementar algún sistema de producción protegido.

Descripción del método

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Tecnológica del Mayab, ubicada en carretera federal Peto- Santa Rosa km 5 Peto, Yucatán. La Universidad Tecnológica del Mayab se encuentra en el municipio de Peto, ubicada a 180 km de la ciudad de Mérida, capital del estado, al sur de Yucatán; comprendido entre los paralelos 19° 47' y 20° 19' de latitud norte y los meridianos 88° 35' y 88° 59' de longitud oeste; posee una altura promedio de 35 msnm.

Limita al norte con Yaxcabá – Tahdziú; al sur con el estado de Quintana Roo; al este con Chikindzonot y al oeste con Tzucacab. La superficie es plana, clasificada como llanura de barrera con piso rocoso o cementado, complejo. No existen corrientes superficiales de agua. Sin embargo, en el subsuelo se forman depósitos comúnmente conocidos como cenotes.

Respecto al clima, la región está clasificada como cálida sub-húmeda, con lluvias en verano. Tiene una temperatura media anual es de 26.4 °C. y su precipitación pluvial media anual de 82.9 milímetros. Los vientos dominantes provienen en dirección sureste-noreste. Está constituido por terrenos de la era terciaria. Estos son permeables y altos en materiales consolidados, sub-explotados.

La composición de suelo corresponde al tipo luvisol.

Implementación del cultivo

La preparación de los sistemas para la siembra consistió en los siguientes pasos:

- a) Preparación del invernadero: Se quitó todo el material vegetativo dentro del invernadero, posteriormente se limpiaron todas las canaletas donde se colocan los sustratos. También se limpiaron las piquetas del sistema de riego para remover todo el residuo de fertilizante. Después se desinfectó dentro del invernadero con una motobomba aplicando 1 gr/L de agua de detergente, 2 ml/L de agua de cloro, 1 gr/L de agua de oxiclورو de cobre y 1 ml/L de agua de Imidacloprid, es con el fin de acabar con plagas y enfermedades dentro del invernadero.
- b) Instalación y preparación del sustrato: El invernadero que se utilizó fue de 1200 m² y se utilizaron 672 tablas de sustrato de fibra de coco. Se hidrató el sustrato y posteriormente se lavó para quitar todo el residuo para evitar problemas al cultivo. Luego se le hizo cuatro huecos al sustrato para la siembra. En total el invernadero llevó 2600 plantas de tomate.
- c) Limpieza del terreno: se eliminaron de manera manual las malezas, piedras y restos de maderas que no se quemaron por completo. Todos los residuos fueron depositados fuera del área del experimento. Al terminar la limpieza se prosiguió a la medición de donde se ubicarían las parcelas experimentales.
- d) Medición de las camas de cultivo y labranza: se midió el terreno y se determinaron los surcos que se utilizarían, la distancia entre surco fue de 1.5 m, tomando en cuenta esta medida para la instalación de los microtúneles. Posteriormente se aró sólo las camas donde se sembró las plantas de chile habanero. Se utilizó un motocultor para la remoción del suelo.
- e) Instalación del sistema de riego: para el riego se utilizó un sistema por goteo con emisores cada 20 cm, que se adaptaron a una tubería principal de 1.5” pulgadas, las líneas regantes (cintillas) se ubicaron a una distancia de 1.5m una de otra.
- f) Instalación de los microtúneles: se utilizó un sistema de agricultura protegida por medio de microtúneles, para construir el sistema se utilizó poliducto de ½ pulgada, con 1.8 m de largo para los arcos, la distancia entre cama de siembra fue de 1.5 m para la facilitar la instalación de los microtúneles. La distancia entre cada arco fue de 2.5 m, se utilizó rafia tomatera para el soporte de las mallas en los microtúneles.
- g) Siembra: La siembra en el sistema de microtúneles fue en el periodo Octubre 2016-Enero 2017. La superficie sembrada fue 1400 m² la distancia de siembra fue de 40 cm y en total se sembró 2000 plántulas. El manejo agronómico fue de manera integrada llevando un manejo tecnificado para disminuir el uso de los insecticidas y promover el uso de los biofertilizantes. Se utilizó una fertilización balanceado aplicado por medio de fertirriego con un inyector de Venturi, el tratamiento de fertilización utilizado fue 100-175-100 kg/ha-1 de N, P y K, dicho tratamiento fue ajustado tomando en cuenta el análisis de suelo y agua.

La siembra en el invernadero fue en el periodo Noviembre 2017-Marzo 2018 y se utilizó la solución nutritiva por Steiner....

Variables evaluadas

Las variables consideradas en el presente trabajo se presentan a continuación:

- Altura de la planta: Con una cinta métrica se midió la altura en cm cada semana a partir de la base del tallo hasta la parte superior de la planta desde el momento del trasplante.

- Peso del fruto: Peso promedio (gr) del fruto por cada sistema de producción.
- Producción por planta: Peso promedio (kg) del fruto por planta.
- Rendimiento: Peso promedio (kg) del fruto por sistema de producción.

Se realizó el análisis de varianza y la comparación múltiple de medias por el método de Tukey ($P \leq 0.05$) para determinar el mejor tratamiento.

Resultados

Se realizaron dos sistemas de producción en el cultivo de tomate, el primero fue en el periodo Octubre 2016-Enero 2017, con un sistema en microtúneles y el siguiente sistema fue en el periodo Noviembre 2017-Marzo 2018, el cual fue en el invernadero con sistema hidropónico. También se tomó en consideración un Testigo, el cual consistió en sistema tradicional empleado por los agricultores de la región. En la variable altura de la planta si hubo diferencia significativa en los sistemas de producción evaluados (Figura 1).

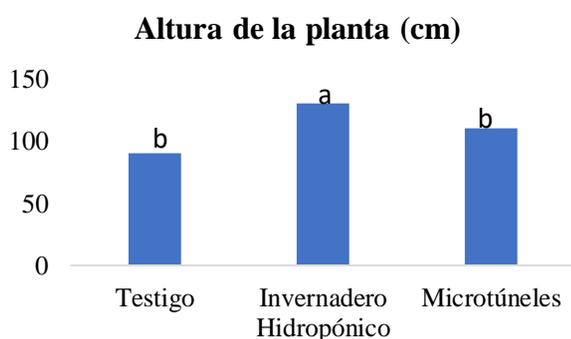


Figura 1 Altura promedio de la planta de tomate saladet con diferentes sistemas de producción
Fuente: (Tukey $P \leq 0.05$)

El sistema de producción en invernadero hidropónico fue el que obtuvo mayor altura en comparación con los demás sistemas, obteniendo una altura promedio de 118.5 m.

Arkebauer *et al.* (1994) indicaron que las plantas desarrolladas en invernadero o en otros espacios con proporciones elevadas de radiación difusa, son las que tienen mayor eficiencia en el uso de la radiación y esto hace que las plantas tengan mayor altura que a campo abierto. Sin embargo, la altura de la planta no siempre va relacionado con el rendimiento de producción.

En el peso del fruto también hubo diferencia significativa entre los sistemas de producción evaluados. El que tuvo mayor promedio fue los frutos cosechados dentro del invernadero con un peso promedio de 75.2 gr (Figura 2).

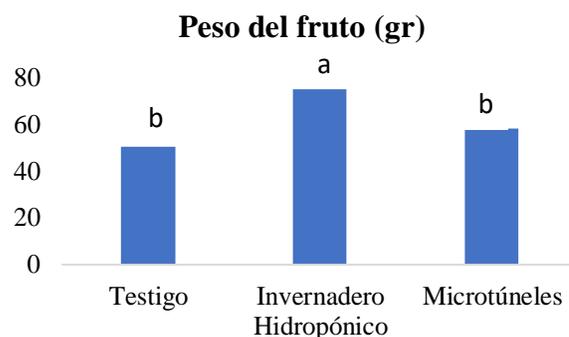


Figura 2 Peso promedio del fruto con diferentes sistemas de producción

Fuente: (Tukey $P \leq 0.05$)

Cabe mencionar que el peso promedio del fruto en el invernadero fue de las primeras cuatro cosechas, porque después de estas cosechas el tamaño del fruto fue disminuyendo. Esto se debió a la variedad de tomate Híbrido Maya sea de crecimiento determinado.

Otro factor que afectó el crecimiento de los frutos fue la temperatura, ya que crecimiento de los frutos de tomate está íntimamente relacionado con la temperatura, siendo óptimo entre 10-30 °C, aunque a partir de 26 °C reduce la tasa de crecimiento y cosecha. El promedio de temperatura durante el cultivo de tomate fue de 33 °C.

En el peso promedio de fruto por planta solo hubo diferencia mínima significativa con el testigo. En el sistema de producción en invernadero hidropónico se obtuvo un promedio de 5 kg y en microtúneles de 5.3 kg y no una diferencia mínima significativa (Figura 3).

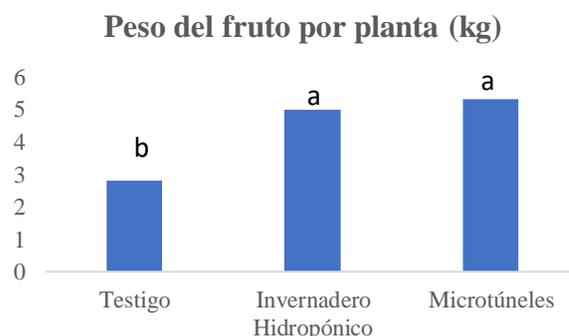


Figura 3 Peso promedio del fruto por planta con diferentes sistemas de producción

Fuente: (Tukey $P \leq 0.05$)

EK UC, Azael Oseas, JIMÉNEZ-CHI, José Antonio y SERRANO-NOVELO, Eric Rafael. Efecto de los sistemas de producción en invernadero hidropónico y microtúneles en el rendimiento del tomate en Yucatán.. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2018

En el rendimiento total por cada sistema de producción no hubo diferencias significativas entre el sistema de microtúneles e invernadero hidropónico, a excepción del testigo que fue el más bajo en rendimiento (Figura 4).

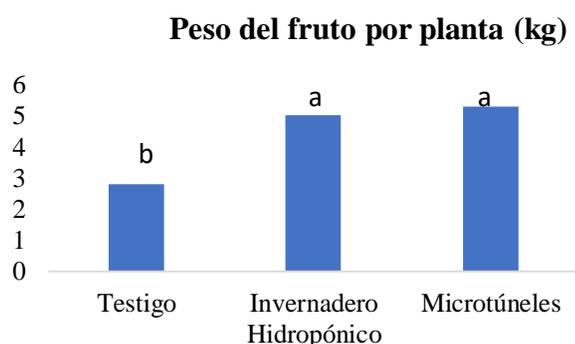


Figura 4 Rendimiento promedio en diferentes sistemas de producción

Fuente: (Tukey $P \leq 0.05$)

En el sistema de producción en invernadero hidropónico y microtúneles tuvieron un rendimiento de 5 y 5.3 ton por la superficie sembrada. En los dos sistemas no hubo diferencia entre el rendimiento. Aunque se esperaba mejores resultados en el sistema de invernadero hidropónico. Sin embargo, la variedad pudo haber sido un factor, porque esta variedad sólo se ha producido a campo abierto y en suelo. La temperatura pudo haber sido otro factor ya que en ese periodo se registraron temperaturas mayores a los 35°C las cuales no son ideales para el cultivo de tomate en invernadero, porque afectan la floración y el amarre del fruto. En el sistema de microtúneles si se obtuvieron los resultados esperados, porque se alcanzaron rendimientos mayores a los que se reportan al año, con un promedio de 60.1 ton/ha, esto es relacionado al rendimiento por la superficie sembrada en el sistema de micróntunel.

Conclusiones

Los mejores resultados se obtuvieron en el sistema de producción en microtúneles, con rendimientos mayores a los reportados en el estado de Yucatán. Y en la actualidad este método ha sido recomendado a los productores de la región sur del estado, en donde se han tenido rendimientos mayores a los obtenidos con sistema convencional. Con respecto al sistema de invernaderos se sugiere probar con variedades indeterminadas para obtener resultados mayores a los de micróntunel.

Referencias

Arkebauer T., J.; Weiss, A.; Sinclair, T. R.; Blum A. 1994. In: Defense of Radiation Use Efficiency. Agricultural and Forest Meteorology 68: 221–227.

Ek, U. A. O; Jiménez, C. J. J. A; Chi, G. M. M; Castillo, L. E. (2015). *Uso de microtúneles para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) en el sur de Yucatán, México*. Memorias del segundo congreso internacional de agricultura Urbana, suburbana y Familiar, La Habana Cuba. Agrotecnia de Cuba. Vol. 39, No. 3., Pag. 71-73.

Sánchez Del C., F.; P. Espinosa R., E. Escalante R. 1991. *Producción superintensiva de jitomate en hidroponía bajo invernadero: avances de investigación*. Revista Chapingo 78:62-68.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2016). Consultado 09-11-2010 en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>