



PRODUCCIÓN DE

TOMATE

SISTEMA HIDROPÓNICO CON SOLUCIÓN NUTRITIVA RECICLABLE EN SUSTRATO DE TEZONTLE

POR H. MATA-VÁZQUEZ*, R. A. ANGUIANO-AGUILAR, E. VÁZQUEZ-GARCÍA, J. GAZANO-IZQUIERDO, D. GONZÁLEZ-FLORES, M. RAMÍREZ-MERAZ, E. PADRÓN-TORRES, R. BASANTA-CORNIDE, M.A. GARCÍA-DELGADO, J.E. CERVANTES-MARTÍNEZ, UNIDAD ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA MANTE-CENTRO, UAT.

* AUTOR RESPONSABLE: MATAH2001@YAHOO.COM



La producción de hortalizas en sistema hidropónico es una alternativa para aumentar el rendimiento de las mismas

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes frecuencias de riego sobre la producción del híbrido de tomate “Toro” del tipo saladette, cultivado en condiciones de invernadero rústico con un sistema hidropónico de solución nutritiva reciclable y sustrato inerte de tezontle rojo, se estableció un trabajo de investigación en el área de invernaderos de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante-Centro, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, durante el período de septiembre de 2008 a marzo de 2009. Se utilizó la solución nutritiva universal de Steiner y se evaluaron tres frecuencias de riego: 1, 2 y 3 riegos diarios. El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones. Los resultados mostraron que el tratamiento con tres riegos diarios obtuvo el mayor rendimiento de fruto de tomate, concluyéndose que la producción de tomate, en el sistema hidropónico con sustrato de tezontle y subirrigación, se incrementó con el tratamiento de mayor frecuencia de riego.

PALABRAS CLAVE: Tomate, producción hidropónica, frecuencia de riego, sustrato de tezontle, solución nutritiva reciclable.

ABSTRACT

In order to of evaluating diferent irrigation frequencies over the hybrid “Toro” tomato of the saladette, grown in greenhouse conditions rustic with a hydroponic nutrient solution and substrate recyclable inert red volcanic rock, it established a research work in the area of greenhouses Unidad Académica Multidisciplinaria Mante-Centro of the Universidad Autónoma de Tamaulipas, during the period september 2008 to march 2009. Was used universal nutritious solution Steiner and evaluated three irrigation frequencies: 1, 2 and 3 daily irrigation. The experimental design was completely random with three replications. The results showed that treatment with three daily irrigation had the highest tomato fruit yield, concluding that the production of tomato in hydroponic system with volcanic rock and subirrigation substrate was increased by treatment with more frequent irrigation.

KEYWORDS: tomato, hydroponic production, irrigation frequency, substrate volcanic rock, recycled nutrient solution.

INTRODUCCIÓN

Al inicio de la década de los noventa, los tomates de invernadero se consideraban como un producto de especialidad y en su mayoría provenían de Holanda. A finales de esa época lograron penetrar con gran aceptación en los supermercados de Estados Unidos y Canadá. Actualmente, el vecino país del norte y México son productores de tomate de invernadero, por lo que los países que están fuera del Tratado de Libre Comercio con América del Norte han disminuido considerablemente sus exportaciones hacia Estados Unidos, principalmente. El rápido crecimiento de la industria de tomate de invernadero en Norteamérica ha propiciado que la producción de



Fuente: Cortesía Roberto Alain Anquiano Aquilar.

Fuente: Revista Científica UAT.

FIGURA 1.**Evaluación de peso y calidad de fruto de tomate, obtenido en condiciones de invernadero rústico con hidroponía, sustrato de tezontle y solución nutritiva reciclable por subirrigación.**

tomate de invernadero se integre preferentemente dentro de la industria del tomate en fresco (Cook, 2007).

En México, el desarrollo de la industria de hortalizas en condiciones de invernadero para el año 2005 se estimaron alrededor de 3 mil hectáreas (ha), de las cuales el 73% se cultivaron con jitomate (49% bola, 18% cherry, 5% racimo y 1% otros tipos de jitomates). La superficie restante se dedica a cultivos como el pepino 12%, pimiento de colores 11% y otros cultivos como el melón 4%. Los estados con mayor superficie de invernaderos en México son: Sinaloa, Jalisco, Baja California Norte, Baja California Sur y Sonora con: 682, 388, 365, 360 y 320 ha, respectivamente.

El sur de Tamaulipas ha sido reconocido por más de 45 años como gran productor de tomate en el ciclo otoño invierno, sembrándose de 500 a 800 hectáreas de este cultivo con calidad para abasto del mercado nacional, con grandes posibilidades de concurrir al mercado de exportación. Pero aún cuando se desarrolla

utilizando sistemas de riego por goteo, los rendimientos que se tienen en la zona son bajos, de 15 a 30 ton/ha (toneladas por hectárea), lo que puede deberse a una deficiente tecnología de fertirrigación y/o a la mala elección del genotipo utilizado.

Por otra parte, el cambio climático asociado al calentamiento global, ha ocasionado la perturbación de los ciclos naturales de las principales variables climáticas, afectando negativamente la producción de hortalizas, por lo que una alternativa a esta problemática lo constituye la siembra en condiciones protegidas con sistemas hidropónicos en diferentes sustratos.

El sustrato en hidroponía es todo aquel material distinto al suelo, el cual puede ser natural o sintético, mineral u orgánico, que se coloca en un contenedor o bancal, en forma pura o mezclado, para que permita el anclaje del sistema radicular del cultivo (Cenid-Raspa, 2003). Las diferentes especies hortícolas, por sus características específicas, necesitan y se

adaptan a ciertos tipos de sustratos tales como: tezontle, fibra de coco, vermiculita, arena, entre otros, o bien, la mezcla de ellos, con el propósito de obtener el crecimiento adecuado y el máximo de productividad de los cultivos (López-Pérez et al., 2005).

El cultivo de tomate hidropónico se puede realizar de muchas maneras: como cultivo de raíz flotante hidropónico, ya sea con envases en los cuales la raíz esté sumergida o en envases con flujo continuo de nutriente que bañe las raíces. Este método requiere de bombas para mover el agua y los nutrientes, e implica altos costos en energía y en implementos.

Como cultivo en sustrato sólido, el tomate en general prefiere el cultivo hidropónico en perlita, que es un material que permite buena aireación, distribución y crecimiento de las raíces; además de que para evitar plagas puede ser esterilizado al vapor y posteriormente lavado. La otra ventaja es que cuando está seco es muy liviano para su transporte.

El cultivo hidropónico de tomates en sustrato sólido puede hacerse con sistemas de bolsas con tubos de irrigación y ranuras de drenaje o en sistemas cerrados. No obstante, en este último, se pueden crear concentraciones tóxicas de sales en el medio de cultivo si se reutiliza sin lavar y no se asegura un buen sistema de drenaje.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes frecuencias de riego sobre la producción de tomate cultivado en condiciones de invernadero rústico, con un sistema hidropónico de subirrigación y sustrato inerte a base de tezontle rojo (Figura 1) en el área de invernaderos de la Unidad Académica Multidisciplinaria

Relacion $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$	C a t i o n e s						A n i o n e s				CE	pH	P.O.
	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	Na ⁺	Total	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	Total	DS m ⁻¹	+ 0.2	atm.*
	-----					meq.L ⁻¹	-----						
SNS _{75:25}	v 6.05	7.78	3.46	3.05	0	20.34	9.15	1.02	10.17	20.34	2	5.8	0.73

* Presión osmótica en atmósferas

CUADRO 1.

Composición química de la solución nutritiva de Steiner.

Mante-Centro, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en un período comprendido de septiembre de 2008 a marzo de 2009, en el área de invernaderos de la UAM Mante-Centro, en un invernadero rústico con un área de investigación de hidroponía de 200 m² con estructura totalmente metálica, cubierto lateralmente por mallas antiáfidos y malla sombra en la parte superior.

La ubicación geográfica del sitio de la investigación es 22° 44' 40" latitud N y 98° 58' 59" longitud O y una altitud de 85 msnm (metros sobre el nivel del mar). El clima predominante de la región es semi-húmedo cálido con temperatura media anual de 24.8 °C (grados centígrados), una precipitación promedio anual de 1,040.6 mm (milímetros) y una evaporación de 1,572 mm (CNA, 2005).

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego instalado en el área de hidroponía es por subirrigación, el cual se inicia en un depósito de concreto construido a nivel del suelo, con dimensiones de 2 X 2 m y una profundidad de 3.0 m, lo que significa una capacidad de 12 m³, para proporcionar el riego a seis bancales, construidos de block e impermeabilizados con cemento y plástico negro, orientados en forma perpendicular al movimiento del sol.

Los bancales midieron: 9.0 m de largo por 1.0 m de ancho y 30 cm de altura y se construyeron arriba del nivel del suelo (Figura 2). El sustrato utilizado fue tezontle rojo de baja densidad, producto de la extrusión de roca volcánica; aunque es un sustrato inerte, su principal constituyente es el dióxido de hierro y la característica distintiva es su porosidad.



Fuente: Cortesía Horacio Mata Vázquez.

FIGURA 2.

Bancal de concreto de 1 m de ancho por 9 m de largo con 30 cm de altura, recubierto de plástico de polietileno con sustrato de tezontle.

El sistema de riego consiste en una bomba de 1.5 caballos de fuerza (HP) y una descarga de 1.5 pulgadas, la cual está ampliada a 4 pulgadas en la descarga de la bomba, con adaptadores de hierro galvanizado y PVC para la conexión a tubería de PVC de cuatro pulgadas de diámetro que conforman la red de distribución. En el fondo y al centro de cada bancal se colocaron mitades transversales de tubos de PVC, con perforaciones de un cm de diámetro, cada 15 cm recubiertos por una malla plástica; estos tubos se utilizan con el doble propósito de regar y para drenar las soluciones nutritivas aplicadas.

Para la preparación de la solución "madre", se disolvieron cada uno de los fertilizantes, en una cubeta de 20 l (litros) de agua, agregándose uno por uno a un depósito de concreto de 12.0 m³ de capacidad. El genotipo de tomate utilizado para el estudio fue el híbrido "Toro", del tipo saladette.

Las plántulas de tomate se establecieron a doble hilera en cada bancal, con una separación entre las plantas de 30 cm. El control de pla-

gas, enfermedades y malezas se realizó de acuerdo a las especificaciones para el cultivo de tomate de la guía técnica del campo Experimental las Huastecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap).

Se utilizó la solución nutritiva universal de Steiner (1968) para el riego y nutrición del cultivo de tomate. La composición química de la solución se presenta en el Cuadro 1.

Esta formulación se complementó con cuatro aplicaciones foliares con micro nutrientes, distribuidas durante la etapa vegetativa hasta la aparición del primer racimo floral y tres aplicaciones más durante la etapa de cosecha de frutos (Figuras 3 y 4).

DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

En el área de hidroponía de la UAM-Mante-Centro se establecieron tres tratamientos con diferente número de riegos al día: 1) testigo con un riego diario, 2) dos riegos al día y 3) tres riegos diarios. El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con tres repeticiones de cada tratamiento (Figura 5).

RESULTADOS

En el Cuadro 2, se presenta el rendimiento total de fruto de tomate obtenido por cada uno de los tratamientos aplicados. Se observa que el tratamiento 3 (tres riegos) obtuvo el más alto rendimiento con 1473.04 g (gramos) planta⁻¹ y superó estadísticamente (Dms 0.05%) a los otros dos tratamientos. El rendimiento del

TRATAMIENTOS	*RI	RII	RII	PROMEDIO
Testigo	790.51	712.30	710.60	737.80 b
Dos riegos	946.83	925.63	796.13	889.53 b
Tres riegos	1465.92	1302.92	1650.28	1473.04 a

*=Repetición

Dms: 228.78 g planta⁻¹

CUADRO 2.

Rendimiento promedio (g planta⁻¹) del total de cortes de fruto de tomate (5 cortes) como efecto de diferente frecuencia de riego.



Fuente: Cortesía Horacio Mata Vázquez.

Fuente: Cortesía Roberto Alain Anquilano Aguilar.

FIGURAS 3 Y 4.

Planta de tomate con racimo de frutos en bancal con hidroponía, sustrato de tezontle y solución nutritiva reciclable por subirrigación.



Fuente: Cortesía Roberto Alain Anquilano Aguilar.

FIGURA 5.

Toma de datos de altura, hojas, racimos y frutos en plantas de tomate con hidroponía, sustrato de tezontle y solución nutritiva reciclable por subirrigación.

tratamiento 3, excedió con 583.51 g planta⁻¹ (20.5%) (65%) al tratamiento 2 (dos riegos) que obtuvo 889.53 g planta⁻¹ y éste, a su vez, superó con 151.73 g planta⁻¹ (20%) al tratamiento 1 ó testigo (un riego) con 737.80 g planta⁻¹; el rendimiento del tratamiento 2 y 1 fueron estadísticamente iguales (Dms 0.05%). El coeficiente de variación fue de 11.07% y la diferencia mínima significativa en el análisis de comparación de los promedios de producción de fruto fue de 228.78 g planta⁻¹.

Estos resultados obtenidos de los cinco cortes de fruto, evidencian que la producción de tomate en el sistema hidropónico con sustrato de tezontle, requiere, al igual que el tratamiento 3, una alta frecuencia de riego, lo que coincide con la información reportada por Abad et al., (1997) y Valdivia (1989), quienes mencionan que el tezontle, debido a su baja capacidad de almacenar humedad, requiere de la aplicación de volúmenes bajos pero

frecuentes de agua de riego, del orden de 294 ml/m² cada 43 minutos, es decir, que requiere un alta frecuencia de riego con lámina ligera de agua.

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento de fruto de tomate fue de 1473.04 g por planta y se obtuvo con la aplicación de tres riegos diarios de la solución nutritiva reciclable, en el sistema hidropónico con sustrato de tezontle y equivalen a un rendimiento de 58.9 toneladas por hectárea.

Considerando que al aumentar el número de riegos diarios se incrementó el rendimiento del tomate en el sistema de producción hidropónico con sustrato de tezontle y solución nutritiva reciclable, es conveniente explorar un mayor número de riegos para encontrar el máximo rendimiento alcanzable del tomate en este sistema de producción. ||

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue financiada parcialmente por el Promep, a través del proyecto No. 103.5/03/2524.

Se agradece el valioso apoyo otorgado por el M.D. Efrén Compean Ramírez, Director de la UAM Mante-Centro; el M.C. Ernesto Rangel Torres, del Departamento de Vinculación Universitaria de la UAM Mante-Centro y el Dr. José Roberto Campos Leal, Director General de Posgrado e Investigación de la UAT. Igualmente al Campo Experimental Las Huastecas del Cirne-Inifap por la información técnica proporcionada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, M., Noguera, P., Noguera, V., Roig, A., Cegarra, J. y Paredes, C. (1997). "Reciclado de residuos orgánicos y su aprovechamiento como sustratos de cultivo", en *Actas de Horticultura*. 19: 92-109.
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación-Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. Cenid-Raspa. (2003). *Agricultura protegida. Libro Técnico No.1*. Gómez Palacio, Dgo., México: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación-Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. INIFAP.
- Comisión Nacional del Agua. CNA. (2005). Normales climatológicas de estación *Meteorológica ingenio Mante, Subgerencia Regional Golfo-Norte*, Ciudad Victoria, Tam., México: CNA.
- Cook, R. (2007). *El mercado dinámico de la producción de tomate fresco en el área del TLCAN*. Davis, Ca.: Universidad de California-Departamento de Agricultura y Recursos Económicos.
- López-Pérez, L., Cárdenas, R., Lobit, P., Martínez, O. y Escalante, O. (2005). "Selección de un sustrato para el crecimiento de fresa en hidroponía", en *Revista Fitotecnia Mexicana*. 28(2): 171-174.
- Steiner, A.A. (1968). *Soilless culture. Proceedings of the 6th colloquium of the International Potash Institute. Florence, Italy*. Published by: Int. Potash Inst. Berne, Switzerland.
- Valdivia, M.A. (1989). *Prueba de diferentes sustratos para la producción de jitomate en hidroponía bajo invernadero rústico*. Tesis de ingeniero agrónomo especialista en Fitotecnia. Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo.