

EVALUACIÓN DEL DESARROLLO AGRONÓMICO DEL CHILE JALAPEÑO (*CAPSICUM ANNUUM L.*) A DIFERENTES DOSIS DE RIEGO

Martín Jaime Hipólito Martínez Barrón¹; Efraín Neri Ramírez^{2*}; Yolanda del Rocío Moreno Ramírez³; Mario Rocandio Rodríguez⁴; Rafael Delgado Martínez⁵; Ignacio González Gutierrez⁶ y Manuel Salvador López Medina⁷

¹ Estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, C.P. 87000, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

² Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, C.P. 87000, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
eneri@docentes.uat.edu.mx - (834) 318 1718 Ext. 2151 (*Autor de correspondencia)

³ Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, C.P. 87000, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

⁴ Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, C.P. 87000, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

⁵ Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, C.P. 87000, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

⁶ Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, C.P. 87000, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

⁷ Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, C.P. 87000, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Resumen

Los sistemas de producción bajo riego generan 55% de la producción agrícola nacional y 70% de los productos agrícolas de exportación. En este contexto, el riego ha tenido una función estratégica en el incremento de la producción de alimentos, sin embargo, existe una gran preocupación debido a las bajas eficiencias de aplicación y conducción del agua. El chile jalapeño junto con el tomate son las hortalizas de mayor importancia económica en México. El chile aporta el 20.2% en la producción de hortalizas a nivel nacional. Finalmente se puede decir que el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta agronómica del chile jalapeño a cuatro dosis de riego usando riego por goteo bajo condiciones de cielo abierto. Los métodos modernos de irrigación como el riego por goteo son herramientas importantes para incrementar la eficiencia del uso del agua, especialmente en regiones áridas donde es un recurso escaso y limitante para la producción agrícola. El riego correcto promueve un mejor desarrollo de la planta y aumenta los niveles de eficiencia y productividad del agua. En este estudio se evaluó el desarrollo agronómico del chile Jalapeño (*Capsicum annum L.*) a diferentes dosis de riego las cuales fueron T4 100%, T3 80%, T2 60%, T1 40% evaluando la ETo. El tratamiento que mejor rendimiento y eficiencia tuvo con el uso de agua obtenida fue el T2 60% y T3.80% El rendimiento promedio de chile en verde (11.3 t ha⁻¹)

Palabras clave: chile jalapeño, fertilización, dosis de riego.

Introducción

En México el agua es un recurso escaso y mal distribuido, esto debido a que en las planicies costeras, a excepción de la Península de Baja California y Sonora, hay abundancia de agua, mientras que en el resto del país su disponibilidad es baja. En nuestro país el 76% del agua consultiva se usa en el sector agrícola y se estima que la eficiencia de este sector es del 45% (CONAGUA, 2018). Sin embargo, los sistemas de producción bajo irrigación generan 55% de la producción agrícola nacional y 70% de los productos agrícolas de exportación. En este contexto, el riego ha tenido una función estratégica en el incremento de la producción de alimentos, sin embargo, existe una gran preocupación debido a las bajas eficiencias de aplicación y conducción del agua. Esta problemática se ha presentado desde hace algunos años, provocando incertidumbre en cuanto al uso y aprovechamiento del vital líquido en la agricultura. Además, las variaciones climáticas han reducido las precipitaciones en regiones que ya sufren de baja disponibilidad y dependen completamente de la agricultura de irrigación (Milly et al., 2005). La producción de cultivos hortícolas representa una práctica insustituible para correcta alimentación de la población, dichos productos son altos en contenido de proteínas, minerales y vitaminas, también contribuye con la generación de empleos directos e indirectos, una de la hortalizas de mayor importancia es el chile jalapeño (Delgadillo, 2014). El chile jalapeño junto con el tomate son los vegetales de mayor importancia económica en México. El chile aporta el 20.2% en la producción de hortalizas a nivel nacional. Para 2019, el SIAP, (2020) reportó una producción nacional de 3,238,244.81 toneladas de chile, sin embargo, en el centro de Tamaulipas la producción de este cultivo es poco común, debido a las condiciones climáticas extremas predominantes en casi toda la extensión del estado, que incluyen altas temperaturas predominantes durante prácticamente todo el año; y en el periodo de invierno, temperaturas por debajo de los 10°C, y sumado a las anteriores consideraciones, el estado sufre de una baja disponibilidad de agua. Finalmente se puede decir que el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta agronómica del chile jalapeño a cuatro dosis de riego usando riego por goteo bajo condiciones de cielo abierto.

Materiales y Métodos

La presente investigación se realizó en el vivero de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Victoria, ubicado en la latitud norte 23°42'53.95" y 99°09'13.80" O, a una altitud de 369 msnm. El experimento se estableció en una parcela de 10 x 10 m, con distribución de 4 camas de 0.85 m de ancho y 9 metros de longitud, donde se contaba con una línea de riego por goteo por cama, coincidiendo un gotero por planta. Se implementó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y 20 repeticiones, como se describe a continuación: T1= 40% de dosis de riego según la ET_c (0.816 mm/día), T2= 60% de dosis de riego según la ET_c (1.22 mm/día), T3= 80% de dosis de riego según la ET_c (1.63 mm/día) y T4= 100% de dosis de riego según la ET_c (2.04 mm/día). Se utilizó semilla de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) variedad Dante F1 de la casa comercial Harris Moran, con un ciclo de maduración de 100 días.

Fertilización

Se llevaron a cabo fertilizaciones con Nitrofoska (triple 16) de la casa comercial COMPO EXPERT de forma mensual, haciendo tres aplicaciones (septiembre, octubre y noviembre), sin embargo, al empezar la floración a finales del mes de octubre y principio de noviembre se aplicó calcio en forma de nitrato de calcio, de la casa comercial YARA, debido a que el calcio permite obtener frutos más firmes y de mejor calidad, además de favorecer un crecimiento más vigoroso de la raíz.

Control de plagas y enfermedades

Se realizaron nueve aplicaciones de acaricida, fungicidas, e insecticidas de insecticida-acaricida en el mes de septiembre, octubre y noviembre respectivamente debido a la aparición de ácaros, arañas, hormigas y nematodos. El producto que se aplicó fue Diazinon DRAGÓN 25 E de la casa comercial DRAGON, utilizando una fumigadora manual de 5 litros de la marca Oakland.

Variables evaluadas en el cultivo de chile jalapeño

Para medir el diámetro del tallo de la planta se utilizó un vernier de acero marca Pretul de 5 pulgadas. Para medir la altura de la planta se utilizó un flexómetro marca Truper de 3 m de longitud. Para medir las unidades SPAD se utilizó medidor marca Minolta SPAD 502 plus modelo estándar, para obtener una indicación de la cantidad de clorofila presentes en las hojas de la planta de chile jalapeño. Se tomaron mediciones de las siguientes variables: para el peso del fruto se utilizó una balanza de precisión A&D modelo FX-1200i y; lo largo y ancho del fruto se midió con un vernier de acero marca Pretul con la finalidad de establecer la factibilidad de la producción de chile jalapeño bajo las condiciones propuestas.

Análisis Estadístico

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), dichos análisis se realizaron con el software estadístico STATA12 (2012).

(1)

Resultados y Discusión

Cálculo de las necesidades hídricas del chile jalapeño

A partir del cálculo de la E_{To} y de acuerdo con el boletín 53 de la FAO se puede obtener la Evapotranspiración del cultivo mediante la siguiente fórmula.

$$E_{Tc} = E_{To} \times K_c$$

Se sabe que el coeficiente de cultivo (K_c) del chile jalapeño a máxima demanda es 1.05 según Allen et. al. (1998) y Allen et. al. (2006).

$$E_{Tc} = (1.95 \text{ mm/días}) \times (1.05) \\ E_{Tc} = 2.04 \text{ mm/día} = 2.04 \text{ L/m}^2$$

Tiempo de riego

Para los distintos tratamientos se realizó el cálculo del tiempo de riego y a continuación se presentan:

a) Para el tratamiento con el 100% de la ETc:

$$tr = (2.04L/m^2) (0.5 \text{ dias}) / 2 \text{ goteros } (1L/hr) = 0.51 \text{ hr} = 30.6 \text{ min}$$

b) Para el tratamiento con el 80% de la ETc:

$$tr = (1.63L/m^2) (0.5 \text{ dias}) / 2 \text{ goteros } (1L/hr) = 0.40 \text{ hr} = 24.4 \text{ min}$$

c) Para el tratamiento con el 60% de la ETc:

$$tr = (1.22L/m^2) (0.5 \text{ dias}) / 2 \text{ goteros } (1L/hr) = 0.305 \text{ hr} = 18.3 \text{ min}$$

d) Para el tratamiento con el 40% de la ETc:

$$tr = (0.816L/m^2) (0.5 \text{ dias}) / 2 \text{ goteros } (1L/hr) = 0.204 \text{ hr} = 12.2 \text{ min}$$

Variables de respuesta evaluadas

Altura de planta

Los tratamientos 3 y 1 presentaron los valores más elevados de la variable de altura de planta, en contraste, los tratamientos 4 y 2 presentaron los valores más bajos de esta variable. Este comportamiento puede explicarse debido a una combinación de la dosis de riego y fertilización establecida, así como la temperatura, que en su conjunto permitieron que dos de los tratamientos sobresalieran sobre los demás. Se sabe que la iluminación y las altas temperaturas, incrementan la altura de planta, el número de hojas, el área foliar.

Cuadro 1. Comparación de medias de la variable altura de planta

Dosis de agua	Altura de planta (cm)	Agrupación
T3	14.83	A
T1	13.55	A
T4	12.37	B
T2	11.95	B

Las letras distintas en cada media indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Número de hojas

Los tratamientos 2 ,3 y 4 presentaron mayor desarrollo agronómico en cuanto a número de hojas, resultando ser estadísticamente iguales, sin embargo, el T1 presentó el valor promedio más bajo, dicho comportamiento es entendible debido a que recibió durante el experimento la menor exposición de horas luz que los demás tratamientos debido a su ubicación espacial en la parcela. Se sabe que la asimilación de CO₂ disminuye por efecto de la temperatura baja, igual que lo hace el crecimiento. Las temperaturas altas (>32 °C) incrementan el crecimiento vegetativo.

Cuadro 2. Comparación de medias de la variable número de hojas

Dosis de agua	Número de hojas	Agrupación
T2	11.45	A
T4	11.15	A
T3	10.95	A
T1	9.35	B

Las letras distintas en cada media indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Índice de contenido de clorofila

Se presentó una variación en el índice de contenido de clorofila en hoja (ICC) donde el T4 registro una mayor asimilación de clorofila ocasionada por una mayor exposición a la radiación solar, sin embargo, se pudo observar que, durante este mes, la combinación dosis de riego y fertilización generaron mayor concentración ICC, y a la vez las condiciones climáticas ocasionaron un aumento en la taza transpirativa de las plantas.

Cuadro 3. Comparación de medias de la variable Índice de contenido de clorofila

Dosis de agua	Unidades SPAD	Agrupación
T4	37.95	A
T3	36.47	A
T2	34.82	AB
T1	32.22	B

Las letras distintas en cada media indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Peso de fruto

El peso promedio de fruto entre tres de los tratamientos resulto sin diferencia significativa, presentándose solo una diferencia significativa por parte del tratamiento 4, quien registró frutos de mayores dimensiones y por ende de mayor peso, basados en el estudio realizado se pudo apreciar que la dosis de agua no fue un factor para el llenado de fruto, mientras que la fertilización a base de NPK y nitrato de calcio en su dosis correspondiente al 100% de la ETC

genero mayor desarrollo del fruto, aunado también al factor radiación solar y la asimilación fotosintética de la planta.

Cuadro 4. Comparación de medias de la variable peso de fruto

Dosis de agua	Peso en (gramos)	Agrupación
T4	16.14	A
T3	13.63	B
T2	12.49	B
T1	11.16	B

Las letras distintas en cada media indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Longitud de fruto

Se presentó una variación con la longitud de fruto donde se registró que los tratamientos T4 y T3 no presentaron diferencia entre sí, sin embargo, ambos son estadísticamente diferentes a T2 y T1 que tampoco presentaron diferencia entre sí, por lo que se pudo observar que la combinación dosis de riego y fertilización en conjunto con las condiciones climáticas y ambientales ocasionaron un aumento de la longitud del fruto de chile jalapeño.

Cuadro 5. Comparación de medias de la variable longitud de fruto

Dosis de agua	Longitud de fruto en (cm)	Agrupación
T4	6.85	A
T3	6.72	A
T2	6.15	B
T1	5.90	B

Las letras distintas en cada media indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Con base en la producción total obtenida que fue del orden de 7 kg en los cuatro tratamientos que ocuparon una superficie de 32 m², la cual corresponde a una producción por hectárea del orden 2.2 t/ha; el cual es un rendimiento bajo. Esto puede atribuirse a las características genéticas del cultivar utilizado, el cual está adaptado a condiciones de temperatura ambiental más bajas que las encontradas en el sitio del experimento y a las condiciones de riego, ya que bajo condiciones normales de manejo se aplica más agua que la estipulada por la evapotranspiración de cultivo, y uno de los objetivos del presente trabajo era estimar las

necesidades reales de agua del cultivo con base en la ETc, así que se considera que ambos factores tuvieron un efecto considerable sobre el rendimiento del chile jalapeño.

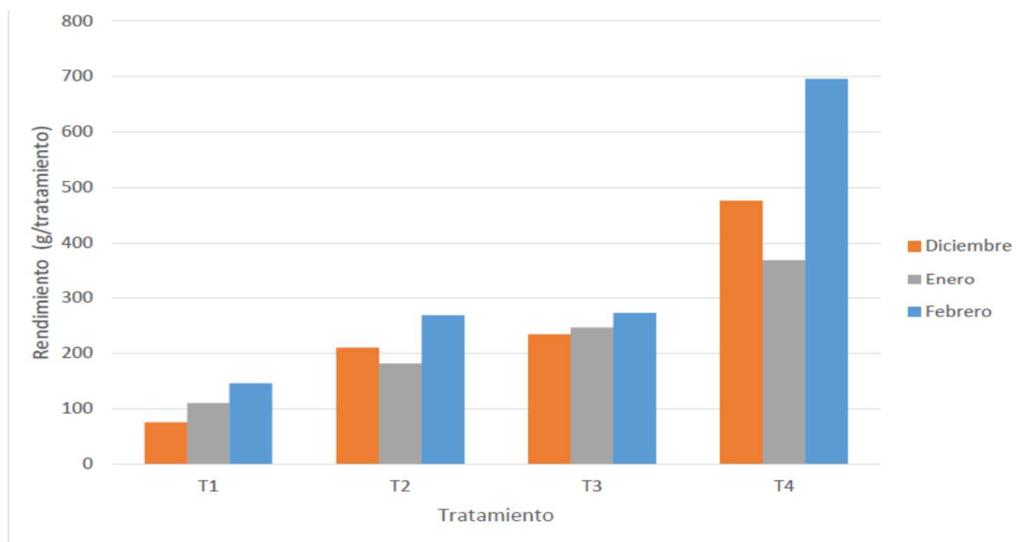


Figura 1. Rendimiento de fruto de chile jalapeño en los tres cortes realizados

Conclusiones

La variedad (Dante F1) patente de Harris moran de chile jalapeño presentó buenos parámetros de desarrollo y producción a pesar de las condiciones elevadas de temperatura durante el periodo evaluado. Las temperaturas altas ocasionaron un estrés hídrico que aunado con las dosis bajas de riego ocasionaron que los tratamientos con menor agua tuvieran una mayor concentración de sólidos solubles.

Finalmente la importancia de suplir las necesidades hídricas de un cultivo a través de un sistema de riego localizado es una alternativa viable para la producción de hortalizas en el centro de Tamaulipas para el ciclo otoño-invierno, ya que el correcto riego aunado a una fertilización adecuada permiten un mejor desarrollo foliar y resistencia de la planta para un mejor rendimiento.

Referencias Bibliográficas

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. (1998) Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements-FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, 300(9): D05109.
- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D. y Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 56:1-79.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2018). Estadísticas del agua en México 2018. Edición 2018. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). D. F., México. 768 pp.

Delgadillo, F. (2014). Producción de hortalizas en invernaderos de alta tecnología: Denisen, E. L. 1987. Fundamentals of Horticulture. Limusa. México, D. F. pp. 343-344.

Milly, P., Dunne, K. & Vecchia. (2005). A. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. Nature 438, 347–350 DOI: 10.1038/nature04312

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2020). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural. Pesca. Consultado 8 septiembre 2021. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>